

imc CRONOS

Handbuch

Edition 14 - 10.03.2025



imc CRONOScompact (CRC)



imc CRONOSflex (CRFX)



imc CRONOS-XT (CRXT)

Haftungsausschluss

Diese Dokumentation wurde mit großer Sorgfalt erstellt und auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen und Fehler nicht ausgeschlossen werden, sodass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen.

Technische Änderungen bleiben vorbehalten.

Copyright

© 2025 imc Test & Measurement GmbH, Deutschland

Diese Dokumentation ist geistiges Eigentum von imc Test & Measurement GmbH. imc Test & Measurement GmbH behält sich alle Rechte auf diese Dokumentation vor. Es gelten die Bestimmungen des "imc Software-Lizenzvertrags".

Die in diesem Dokument beschriebene Software darf ausschließlich gemäß der Bestimmungen des "imc Software-Lizenzvertrags" verwendet werden.

Open Source Software Lizenzen

Einige Komponenten von imc-Produkten verwenden Software, die unter der GNU General Public License (GPL) lizenziert sind. Details finden Sie im About-Dialog.

Eine Auflistung der Open Source Software Lizenzen zu den imc Messgeräten finden Sie auf dem imc STUDIO/imc WAVE/imc STUDIO Monitor Installationsmedium im Verzeichnis "*Products\imc DEVICES\OSS*" bzw. "*Products\imc DEVICEcore\OSS*" bzw. "*Products\imc STUDIO\OSS*". Falls Sie eine Kopie der verwendeten GPL Quellen erhalten möchten, setzen Sie sich bitte mit unserem technischen Support in Verbindung.

Hinweise zu diesem Dokument

Dieses Dokument gibt wichtige Hinweise zum Umgang mit dem Gerät / dem Modul. Voraussetzung für sicheres Arbeiten ist die Einhaltung aller angegebenen und relevanten Sicherheitshinweise und modulspezifischen Handlungsanweisungen.

Die für den Einsatzbereich des Gerätes geltenden örtlichen Unfallverhütungsvorschriften und allgemeinen Sicherheitsbestimmungen sind einzuhalten.

Dieses Dokument beschreibt ausschließlich das Gerät, **nicht** dessen **Bedienung mit der Software!**

Falls Sie Fragen haben, ob Sie das Gerät in der vorgesehenen Umgebung aufstellen können, wenden Sie sich bitte an unseren technischen Support. Das Messsystem wurde mit aller Sorgfalt und entsprechend den Sicherheitsvorschriften konstruiert, hergestellt und vor der Auslieferung stückgeprüft und hat das Werk in einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und um einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in diesem Kapitel und in den speziellen, für das konkrete Gerät zutreffenden Abschnitten enthalten sind. Verwenden Sie das Gerät / das Modul niemals außerhalb der Spezifikation.

Dadurch schützen Sie sich und vermeiden Schäden am Gerät.

Besondere Hinweise



Warnung

Warnungen enthalten Informationen, die beachtet werden müssen, um den Benutzer vor Schaden zu bewahren bzw. um Sachschäden zu verhindern.



Hinweis

Hinweise bezeichnen nützliche Zusatzinformationen zu einem bestimmten Thema.



Verweis

Verweise sind Hinweise im Text auf eine andere Textstelle.

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeine Einführung	6
1.1 Technischer Support	6
1.2 Service und Wartung	6
1.3 Rechtliche Hinweise	6
1.4 Symbol-Erklärungen	9
1.5 Historie	10
2 Sicherheit	11
3 Montage und Anschluss	14
3.1 Nach dem Auspacken	14
3.2 Vor der Inbetriebnahme	14
3.3 Hinweise zum Anschluss	15
4 Wartungs- und Servicehinweise	64
4.1 Reinigung	64
4.2 Lagerung	64
4.3 Transport	65
5 Inbetriebnahme Software und Firmware	66
5.1 Installation - Software	66
5.2 Verbindung zum Gerät	66
5.3 Verbindung über LAN in drei Schritten	67
5.4 Firmware-Update	70
6 Eigenschaften der Geräte	73
6.1 Was bietet ein imc CRONOS-Gerät?	73
6.2 Geräteübersicht	95
6.3 Verschiedenes	96
6.4 Feldbus-Erweiterungsmodule	121
7 Messarten	127
7.1 Temperaturmessung	127
7.2 Brückenmessung	130
7.3 LVDT	137
7.4 Inkrementalgeber-Kanäle	137
8 Messmodule und Messverstärker	148
8.1 Schall, Schwingung und Ladungsmessung	148
8.2 Brückenmessverstärker	154
8.3 Spannung, Strom und Temperatur	179
8.4 Universalmessverstärker	218
8.5 Brückenabgleich oder Tarierung	256
8.6 Übersteuerung eines Messbereichs	258
8.7 Messung mit stromgespeisten Sensoren (IEPE)	259
8.8 Messung mit dem IEPE/ICP-Erweiterungsstecker	260
8.9 Sensorversorgung	273

8.10 Feldbus-Erweiterungen	275
8.11 DI, DO, DAC, HRENC und SYNTH	275
9 Technische Daten	318
9.1 Hardware spezifische Feature	318
9.2 Leistungsaufnahme	320
9.3 Grundgeräte	321
9.4 Synchronisation und Zeitbasis	341
9.5 Schall und Schwingung	343
9.6 DMS und Messbrücken	352
9.7 Spannung, Strom und Temperatur	371
9.8 Universell	421
9.9 DI, DO, Impulszähler, DAC- und SYNTH Module	438
9.10 Feldbus	460
9.11 Erweiterungen	469
10 Anschluss Technik und Stecker	495
10.1 Anschluss mit DSUB-15 Klemmenstecker	495
10.2 DSUB-15 Pinbelegung	497
10.3 DSUB-26 Pinbelegung (High Density)	501
10.4 DSUB Belegung des Steckers für den Scanner SC2-32	502
10.5 LEMO Pinbelegung	504
10.6 DSUB-9 Pinbelegung	507
10.7 DSUB-9, CRFX/SEN-SUPPLY-4	507
10.8 APPMOD	508
10.9 Pinbelegung der Feldbusse	508
10.10 Pinbelegung der REMOTE Buchse	514
10.11 XT-Con	515
Index	517

1 Allgemeine Einführung

1.1 Technischer Support

Zur technischen Unterstützung steht Ihnen unser technischer Support zur Verfügung:

Telefon: **+49 30 467090-26**
E-Mail: hotline@imc-tm.de
Internet: <https://www.imc-tm.de/service-training/>

Tipps für eine schnelle Bearbeitung Ihrer Fragen:

Sie helfen uns bei Anfragen, wenn Sie die **Seriennummer Ihrer Produkte**, sowie die **Versionsbezeichnung der Software** nennen können. Diese Dokumentation sollten Sie ebenfalls zur Hand haben.

- Die Seriennummer des Gerätes finden Sie z.B. auf dem Typ-Schild auf dem Gerät.
- Die Versionsbezeichnung der Software finden Sie in dem Info-Dialog.

Produktverbesserung und Änderungswünsche

Helfen Sie uns die Dokumentation und die Produkte zu verbessern:

- Sie haben einen Fehler in der Software gefunden oder einen Vorschlag für eine Änderung?
- Das Arbeiten mit dem Gerät könnte durch eine Änderung der Mechanik verbessert werden?
- Im Handbuch oder in den technischen Daten gibt es Begriffe oder Beschreibungen, die unverständlich sind?
- Welche Ergänzungen und Erweiterungen schlagen Sie vor?

Über eine Nachricht an unseren [technischen Support](#) würden wir uns freuen.

1.2 Service und Wartung

Für Service- und Wartungsanfragen steht Ihnen unser Serviceteam zur Verfügung:

Telefon: **+49 30 629396-333** (Mo.-Fr.: 9:00 - 12:00 und 13:00 - 17:00 Uhr)
E-Mail: service@imc-tm.de
Internet: <https://www.imc-tm.de/service>

Service- und Wartungsarbeiten beinhalten u.a. Kalibrierung und Justage, Service Check, Reparaturen.

1.3 Rechtliche Hinweise

Qualitätsmanagement



imc Test & Measurement GmbH ist seit Mai 1995 DIN EN ISO 9001 zertifiziert und seit November 2023 auch DIN EN ISO 14001. Aktuelle Zertifikate, Konformitätserklärungen und Informationen zu unserem Qualitätsmanagementsystem finden Sie unter: <https://www.imc-tm.de/qualitaetssicherung/>.

imc Gewährleistung

Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen der imc Test & Measurement GmbH.

Haftungsbeschränkung

Alle Angaben und Hinweise in diesem Dokument wurden unter Berücksichtigung der geltenden Normen und Vorschriften, dem Stand der Technik sowie unserer langjährigen Erkenntnisse und Erfahrungen zusammengestellt. Die Dokumentation wurde auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen und Fehler nicht ausgeschlossen werden, sodass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Technische Änderungen bleiben vorbehalten.

Der Hersteller übernimmt keine Haftung für Schäden aufgrund:

- Nichtbeachtung des Handbuchs sowie der Ersten Schritte
- Nichtbestimmungsgemäßer Verwendung.

Beachten Sie, dass sich alle beschriebenen Eigenschaften auf ein geschlossenes Messgerät beziehen und nicht auf dessen Einzelkomponenten. Ein Haftungsanspruch setzt die besonders sorgsame Handhabung der ungeschützten Einzelkomponenten (z.B. CRXT Module) voraus.

Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion mehrere Qualitätstests mit etwa 24h "Burn-In". Dabei wird fast jeder Frühausfall erkannt. Dennoch ist es möglich, dass ein Bauteil erst nach längerem Betrieb ausfällt. Daher wird auf alle imc Produkte eine Funktionsgarantie von zwei Jahren gewährt. Voraussetzung ist, dass im Gerät keine Veränderung vorgenommen wurde.

Bei unbefugtem Eingriff in das Gerät erlischt jeglicher Garantieanspruch.

Hinweise zur Funkentstörung

Die Geräte der imc CRONOS-Systemfamilie erfüllen die EMV-Bestimmungen für den Einsatz im Industriebereich.

Alle weiteren Produkte, die an vorliegendes Produkt angeschlossen werden, müssen nach einer Einzelgenehmigung der zuständigen Behörde, in Deutschland BNetzA Bundesnetzagentur (früher BMPT-Vfg. Nr. 1046/84 bzw. Nr. 243/91) oder EG-Richtlinie 2014/30/EU funkentstört sein. Produkte, welche diese Forderung erfüllen, sind mit einer entsprechenden Herstellerbescheinigung versehen bzw. tragen das CE-Zeichen oder Funkschutzzeichen.

Produkte, welche diese Bedingungen nicht erfüllen, dürfen nur mit Einzelgenehmigung der BNetzA betrieben werden.

Alle an die Geräte der imc CRONOS-Systemfamilie angeschlossenen Leitungen sollten nicht länger als 30 m sowie geschirmt sein und der Schirm geerdet werden.



Hinweis

Bei der Prüfanordnung zur EMV-Messung waren alle angeschlossenen Leitungen, für die eine Schirmung vorgesehen ist, mit einem Schirm versehen, der einseitig mit dem geerdeten Gerät verbunden wurde. Beachten Sie bei Ihrem Messaufbau diese Bedingung, um hohe Störfestigkeit und geringe Störaussendung zu gewährleisten.

Kabel und Leitungen

Zur Einhaltung der Grenzwerte für Geräte der Klasse B gemäß Teil 15 der FCC-Bestimmungen müssen alle an die Geräte der imc CRONOS-Systemfamilie angeschlossenen Signalleitungen geschirmt und der Schirm angeschlossen sein.

Soweit nicht anderweitig gekennzeichnet, sind alle Anschlussleitungen nicht als lange Leitungen im Sinne der IEC 61326-1 auszuführen (< 30 m). LAN-Kabel (RJ 45) und CAN-Bus Kabel (DSUB-9) sind hiervon ausgenommen.

Es dürfen grundsätzlich nur Kabel verwendet werden, die für die Aufgabe geeignete Eigenschaften aufweisen (z. B. Isolierung zum Schutz gegen elektrischen Schlag).

ElektroG, RoHS, WEEE, CE

Die imc Test & Measurement GmbH ist wie folgt bei der Behörde registriert:

WEEE Reg.-Nr. DE 43368136

gültig ab 24.11.2005



Verweis

<https://www.imc-tm.de/elektrog-rohs-weee/> und <https://www.imc-tm.de/ce-konformitaetserklaerung/>.

FCC-Hinweis

Das Produkt hat in Tests die Grenzwerte eingehalten, die in Abschnitt 15 der FCC-Bestimmungen für digitale Geräte der Klasse B festgeschrieben sind. Diese Grenzwerte sehen für die Installation im Wohnbereich einen ausreichenden Schutz vor gesundheitsgefährdenden Strahlen vor. Produkte dieser Klasse erzeugen und verwenden Hochfrequenzen und können diese auch ausstrahlen. Sie können daher, wenn sie nicht den Anweisungen entsprechend installiert und betrieben werden, Störungen des Rundfunkempfangs verursachen. In Ausnahmefällen können bestimmte Installationen aber dennoch Störungen verursachen. Sollte der Radio- und Fernsehempfang beeinträchtigt sein, was durch Einschalten und Ausschalten des Gerätes festgestellt werden kann, so empfehlen wir die Behebung der Störung durch eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen:

- Richten Sie die Empfangsantenne neu aus.
- Vergrößern Sie den Abstand zwischen Produkt und Empfänger.
- Stecken Sie den Netzstecker des Produktes in eine andere Steckdose ein, so dass das Produkt und der Empfänger an verschiedenen Stromkreisen angeschlossen sind.
- Falls erforderlich, setzen Sie sich mit unserem technischen Support in Verbindung oder ziehen Sie einen erfahrenen Techniker zu Rate.

Änderungen

Laut FCC-Bestimmungen ist der Benutzer darauf hinzuweisen, dass Produkte, an denen nicht von imc ausdrücklich gebilligte Änderungen vorgenommen werden, nicht betrieben werden dürfen.

1.4 Symbol-Erklärungen



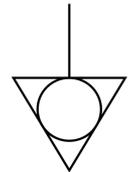
CE Konformität

siehe CE [Abschnitt 1.2](#)



Kein Hausmüll

Bitte entsorgen Sie das Elektro-/Elektronikgerät nicht über den Hausmüll, sondern über die entsprechenden Sammelstellen für Elektroschrott, siehe auch [Abschnitt 1.2](#).



Potentialausgleich

Anschluss für den Potentialausgleich



Erdung

Anschluss für Erde (allgemein, ohne Schutzfunktion)



Schutzverbindung

Anschluss für den Schutzleiter bzw. Erdung mit Schutzfunktion



Achtung! Allgemeine Gefahrenstelle!

Die Symbol weist auf eine gefährliche Situation hin; Da für die Angabe der Bemessungsgröße an den Messeingängen kein ausreichender Platz ist, entnehmen Sie vor dem Betrieb die Bemessungsgrößen der Messeingänge diesem Handbuch.



Achtung! Verletzung an heißen Oberflächen!

Oberflächen, deren Temperaturen funktionsbedingt die Grenzwerte überschreiten können, sind mit dem links abgebildeten Symbol gekennzeichnet.



ESD-empfindliche Komponenten (Gerät/Stecker)

Beim Hantieren mit ungeschützten Leiterkarten sind geeignete Maßnahmen zum Schutz vor ESD zu treffen (z.B. Einführen/Abziehen von ACC/CANFT-RESET).



Möglichkeit eines elektrischen Schlags

Die Warnung bezieht sich i. A. auf hohe Messspannungen oder Signale auf hohen Potentialen und kann sich an Geräten befinden, die für derartige Messungen geeignet sind. Das Gerät selbst generiert keine gefährlichen Spannungen.



DC, Gleichstrom

Versorgung des Gerätes über eine Gleichspannungsquelle (im angegebenen Spannungsbereich)



RoHS der VR China

Die in der VR China geltenden Grenzwerte für gefährliche Stoffe in Elektro-/Elektronikgeräten sind mit denen der EU identisch. Die Beschränkungen werden eingehalten (siehe [Abschnitt 1.2](#)). Auf eine entsprechende Kennzeichnung "China-RoHS" wird aus formalen/wirtschaftlichen Gründen verzichtet. Die Zahl im Symbol gibt stattdessen die Anzahl der Jahre an, in denen keine gefährlichen Stoffe freigesetzt werden. (Dies wird durch die Abwesenheit benannter Stoffe garantiert.)



Kennzeichnung von verbauten Energieträgern

In der Symbolik sind UxxRxx dargestellt. "U" steht für die verbauten USV Energieträger, wenn 0 = nicht verbaut. "R" steht für die verbauten RTC Energieträger, wenn 0 = nicht verbaut. Die entsprechenden Datenblätter können Sie über die imc Webseite herunterladen: <https://www.imc-tm.de/unternehmen/qualitaetssicherung/transporthinweise/>



Dokumentation beachten

Vor Beginn der Arbeit und/oder dem Bedienen die Dokumentation lesen.



Ein/Aus

Ein/Aus Taster (keine vollständige Trennung von der Versorgung)

1.5 Historie

Ergänzungen und Fehlerbehebungen in der Handbuch Edition 14

Abschnitt	Ergänzungen
Viertelbrücke	Hinweise bei geräteseitiger Ergänzung der Viertelbrücke hinzugefügt.
Service	Link auf das aktualisierte imc Serviceformular 2025 gesetzt

Ergänzungen und Fehlerbehebungen in der Handbuch Edition 13

Abschnitt	Ergänzungen
Speichermedien	aktualisierte Beschreibung der empfohlenen Handhabung
DMS-Messmodi	Texte, Formeln und Grafiken überarbeitet

Ergänzungen und Fehlerbehebungen in der Handbuch Edition 12

Abschnitt	Ergänzung
Akkus	aktualisierte Beschreibung der empfohlenen Handhabung

Ergänzungen und Fehlerbehebungen in der Handbuch Edition 11

Abschnitt	Ergänzungen
Geräteübersicht	neue imc Messgerätefamilie: imc ARGUSfit
EtherCAT	Hinweise bzw. FAQ zur Übertragung von Power over EtherCAT ergänzt
UNI2-8	In der Zeichnung war die Schraubklemmennummer für ±IN falsch.

2 Sicherheit

Die folgenden Sicherheitsaspekte gewährleisten einen optimalen Schutz des Bedienpersonals sowie einen störungsfreien Betrieb. Bei Nichtbeachtung der aufgeführten Handlungsanweisungen und Sicherheitshinweise entstehen Gefahren. Imc CRONOS-XT darf nur als vollständig geschlossenes System betrieben werden.

Verantwortung des Betreibers

Geräte der imc CRONOS-Systemfamilie werden im gewerblichen Bereich eingesetzt. Der Betreiber der Messgeräte unterliegt daher den gesetzlichen Pflichten zur Arbeitssicherheit.

Neben den Arbeitssicherheitshinweisen in diesem Dokument müssen die für den Einsatzbereich des Gerätes gültigen Sicherheits-, Unfallverhütungs- und Umweltschutzvorschriften eingehalten werden. Wenn das Produkt nicht in der vom Hersteller angegebenen Weise verwendet wird, kann der vom Produkt gewährleistete Schutz beeinträchtigt werden.

Der Betreiber muss dafür sorgen, dass alle Mitarbeiter, die mit den Geräten der imc CRONOS-Systemfamilie umgehen, das Dokument gelesen und verstanden haben.

Bedienpersonal

In diesem Dokument werden folgende Qualifikationen für verschiedene Tätigkeitsbereiche benannt:

- *Anwender der Messtechnik*: Grundlagen der Messtechnik. Empfohlen sind Grundlagenkenntnisse der Elektrotechnik. Umgang mit Rechnern und dem Betriebssystem Microsoft Windows. Anwender dürfen das Gerät nicht öffnen oder baulich verändern.
- *Fachpersonal* ist aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrung sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen in der Lage, die ihm übertragenen Arbeiten auszuführen und mögliche Gefahren selbstständig zu erkennen.

Warnung

- **Verletzungsgefahr bei unzureichender Qualifikation!**
- Unsachgemäßer Umgang kann zu erheblichen Personen- und Sachschäden führen. Im Zweifel Fachpersonal hinzuziehen
- Arbeiten, die ausdrücklich von imc Fachpersonal durchgeführt werden müssen, dürfen vom Anwender nicht ausgeführt werden. Ausnahmen gelten nur nach Rücksprache mit dem Hersteller und entsprechenden Schulungen.

Besondere Gefahren

Im folgenden Abschnitt werden die Restrisiken benannt, die sich aufgrund der Gefährdungsanalyse ergeben. Um Gesundheitsgefahren zu reduzieren und gefährliche Situationen zu vermeiden, beachten Sie die aufgeführten Sicherheitshinweise und die Warnhinweise in diesem Handbuch. Vorhandene Lüftungslöcher an den Geräteseiten sind freizuhalten, um einen Wärmestau im Geräteinneren zu vermeiden. Betreiben Sie das Gerät bitte nur in der vorgesehenen Gebrauchslage, wenn dies so spezifiziert ist.

Warnung



Lebensgefahr durch elektrischen Strom!

- Bei Berührung mit spannungsführenden Teilen besteht unmittelbare Lebensgefahr.
- Beschädigung der Isolation oder einzelner Bauteile kann lebensgefährlich sein.

Deshalb:

- Bei Beschädigungen der Isolation: Spannungsversorgung sofort abschalten, Reparatur veranlassen.
- Arbeiten an der elektrischen Anlage nur von Elektrofachkräften ausführen lassen.
- Bei Arbeiten an der elektrischen Anlage: diese spannungslos schalten und Spannungsfreiheit prüfen.

Verletzung an heißen Oberflächen!



- Die imc Geräte sind so konstruiert, dass die Oberflächentemperaturen bei Normalen Bedingungen die in IEC 61010-1 festgelegten Grenzwerte nicht überschreitet.

Deshalb:

- Oberflächen, deren Temperaturen funktionsbedingt die Grenzwerte überschreiten, sind mit dem links abgebildeten Symbol gekennzeichnet.

Der Klick-Mechanismus ermöglicht das schnelle Verbinden und Lösen von CRFX- oder CRXT-Komponenten. Zur Vermeidung eines unbeabsichtigten Entriegelns sollten die Klickverbindungen stets gesichert werden.

In nasser Umgebung können bereits geringe Spannungen zu gefährlicher Körperdurchströmung führen. Setzen Sie deshalb mit besonderer Sorgfalt die CRXT-Module zusammen und achten Sie dabei auf saubere, gefettete Dichtungen (z.B. mit Vaseline) und verwenden Sie die mitgelieferten Verbindungselemente. In nasser Umgebung dürfen keine Sonder-Module zum Einsatz kommen, deren Schutzgrad kleiner als IP67 ist.

Unfallschutz

Hiermit bestätigt imc, dass die Geräte der imc CRONOS-Systemfamilie in allen Produktoptionen gemäß dieser Beschreibung den Bestimmungen der Unfallverhütungsvorschrift "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" (DGUV Vorschrift 3)* beschaffen ist. Diese Bestätigung betrifft ausschließlich Geräte der imc CRONOS-Systemfamilie, nicht jedoch alle anderen Komponenten des Lieferumfangs.

Diese Bestätigung dient ausschließlich dem Zweck, dem Unternehmen freizustellen, das elektrische Betriebsmittel vor der ersten Inbetriebnahme prüfen zu lassen (§ 5 Abs. 1, 4 der DGUV Vorschrift 3). Die Verantwortlichkeit des Unternehmers im Sinne der DGUV Vorschrift 3 bleibt davon unberührt. Zivilrechtliche Gewährleistungs- und Haftungsansprüche werden durch diese Regelung nicht geregelt.

Bei Wiederholungsprüfungen sollten für die hochisolierten Eingänge (z.B. Messeingänge für Hochvoltanwendungen) zur Prüfung der Isolierung eine Prüfspannung verwendet werden, die das 1,5-Fache der spezifizierten Arbeitsspannung beträgt.

* früher BGV A3

Hinweise und Warnvermerke beachten

Die imc Geräte entsprechen den einschlägigen Sicherheitsbestimmungen. Das Messsystem wurde mit aller Sorgfalt und entsprechend den Sicherheitsvorschriften der Konformitätserklärung konstruiert, hergestellt und vor der Auslieferung stückgeprüft und hat das Werk in einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und um einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten. Dadurch schützen Sie sich und vermeiden Schäden am Gerät.

Lesen Sie bitte **vor dem ersten Einschalten** dieses Dokument sorgfältig durch.

Warnung

Vor dem Berühren von Gerätebuchsen und mit ihnen verbundenen Leitungen ist auf die Ableitung statischer Elektrizität zu achten. Beschädigungen durch elektrostatische Spannungen werden durch die Garantie nicht abgedeckt.

3 Montage und Anschluss

3.1 Nach dem Auspacken

Die Lieferung ist bei Erhalt unverzüglich auf Vollständigkeit und Transportschäden zu prüfen. Bei äußerlich erkennbarem Transportschaden, wie folgt vorgehen:

- Lieferung nicht oder nur unter Vorbehalt entgegennehmen,
- Schadensumfang auf Transportunterlagen / Lieferschein des Transporteurs vermerken,
- Reklamation einleiten.

Nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Inneren überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, ist sofort der imc-Kundendienst zu informieren. Das Gerät darf dann nicht in Betrieb gesetzt werden. Überprüfen Sie das Zubehör auf Vollständigkeit:

- AC/DC-Netzadapter (nicht bei Baugruppenträgern) mit Netzkabel und passendem Stecker
- Erste Schritte in gedruckter Form

Hinweis

Jeden Mangel reklamieren, sobald er erkannt ist. Schadenersatzansprüche können nur innerhalb der geltenden Reklamationsfristen geltend gemacht werden.

3.2 Vor der Inbetriebnahme

Wenn Komponenten aus kalter Umgebung in den Betriebsraum gebracht werden, kann Betauung auftreten. Warten Sie insbesondere bei CRXT, bis die Komponenten an die Umgebungstemperatur angepasst und absolut trocken sind, bevor Sie diese zu einem Geräte zusammenklicken.

Der Klick-Mechanismus ermöglicht das schnelle Verbinden und Lösen von CRFX- oder CRXT-Komponenten. Zur Vermeidung eines unbeabsichtigten Entriegelns sollten die Klickverbindungen stets gesichert werden.

Gute Abstrahlungs- und Konvektionsbedingungen sind sicherzustellen, um einen Wärmestau im Geräteinneren zu vermeiden. Die Geräte dürfen nicht bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden.

Vorhandene Lüftungslöcher an den Geräteseiten (z.B. CRFX Module) sind freizuhalten, um einen Wärmestau im Geräteinneren zu vermeiden.

Umgebungs-Temperatur

Die Grenzen der Umgebungs-Temperatur können nicht pauschal angegeben werden, da sie von vielen Faktoren der konkreten Anwendung und Umgebung abhängen, wie Luftstrom/Konvektion, Wärmestrahlungsbilanz in der Umgebung, Verschmutzung des Gehäuses/Kontakt mit Medien, Montagestruktur, Systemzusammenstellung, angeschlossene Kabel, Betriebsart etc. Dem wird Rechnung getragen, indem stattdessen Angaben zur Betriebs-Temperatur gemacht werden. Darüber hinaus können auch für elektronische Bauteile keine scharfen Grenzen vorausgesagt werden. Grundsätzlich gilt, dass die Zuverlässigkeit bei Betrieb unter extremen Bedingungen abnimmt (forcierte Alterung). Die Angaben zur Betriebs-Temperatur stellen die äußersten Grenzen dar, bei denen die Funktion aller Bauteile noch garantiert werden kann.

3.3 Hinweise zum Anschluss

3.3.1 Bei Gebrauch

Bestimmte Grundregeln sind auch bei zuverlässigen Sicherheitseinrichtungen zu beachten. Nicht vorgesehene und somit sachwidrige Verwendungen können für den Anwender oder Unbeteiligte gefährlich sein und eine Zerstörung des Messobjektes oder des Messsystems zur Folge haben. Besonders gewarnt wird vor Manipulationen am Messsystem. Diese sind besonders gefährlich, weil andere Personen von diesem Eingriff nichts wissen und somit der Genauigkeit und der Sicherheit des Messsystems vertrauen.

Hinweis

Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu schützen. Diese Annahme ist berechtigt,

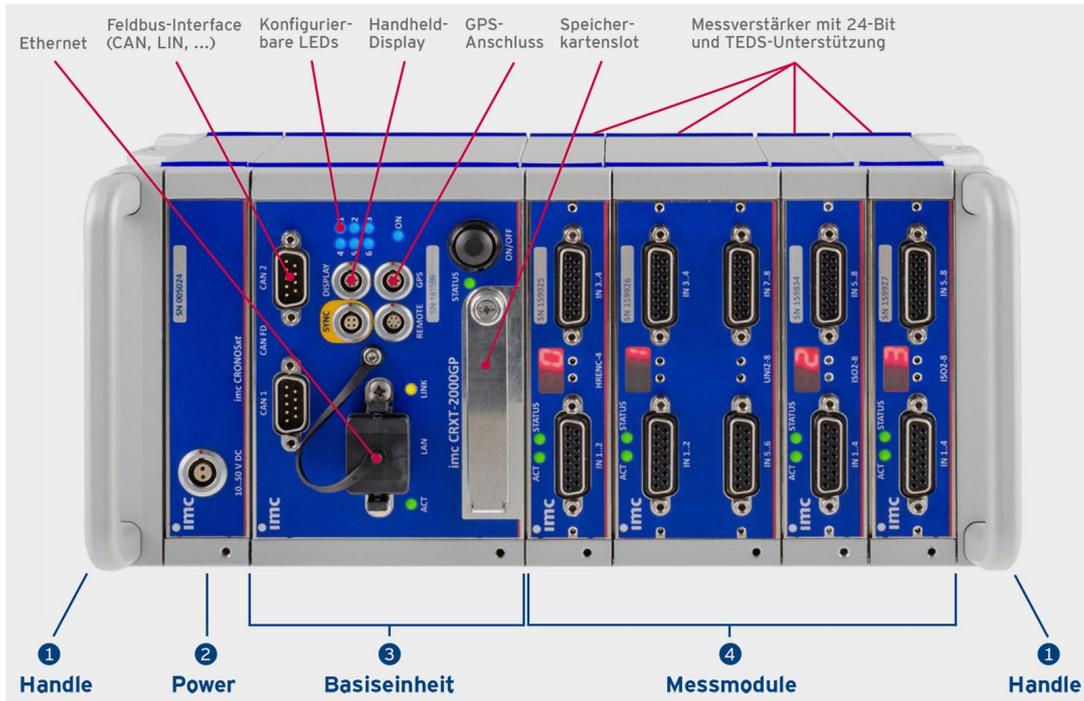
- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen aufweist,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen).

1. Beachten Sie die Angaben im Kapitel "[Technische Daten](#)³¹⁸" und die Applikationshinweise zu den einzelnen Geräten, um Schäden am Gerät durch unsachgemäßen Signalanschluss zu vermeiden.
2. Beachten Sie bei Ihrem Messaufbau, dass alle Eingangs- und Ausgangsleitungen mit einem Schirm versehen werden müssen, der einseitig mit Erde ("CHASSIS") verbunden wurde, um hohe Störfestigkeit und geringe Störaussendung zu gewährleisten.
3. Nicht benutzte, offene Kanäle (ohne definiertem Signal) sollten nicht auf empfindliche Messbereiche konfiguriert sein, da dies u.U. zur Beeinflussung Ihrer Messdaten führen könnte. Konfigurieren Sie nicht benutzte Kanäle auf einen unempfindlichen Messbereich oder schließen Sie diese kurz. Dies gilt auch für nicht aktiv konfigurierte Kanäle!
4. Zum Messen von Spannungen >60 V verwenden Sie einen geeigneten Stecker.
5. Falls Sie ein Wechselspeicher Medium zur internen Datensicherung benutzen, beachten Sie bitte unbedingt, dass Sie vor dem Entfernen des Datenträgers (bei eingeschaltetem Gerät) durch das Betätigen des [Tasters](#)²¹ dem System die Entnahme bekannt geben müssen. Beachten Sie bitte unbedingt die Hinweise im Kapitel "[Wechselspeicher](#)²⁰".
6. Während einer laufenden Messung dürfen Module nicht vom System getrennt und wieder angeschlossen werden (Hot-Plug während einer Messung wird nicht unterstützt).
7. Länger andauernde direkte Sonneneinstrahlung ist zu vermeiden.
8. Achten Sie darauf, dass an den Lüftungsschlitzen ausreichend Platz ist.
9. Beachten Sie, dass Teile, die nicht explizit zum Tragen vorgesehen sind, stärker erwärmt sein können, als die Griffe.

Bei CRFX gilt zusätzlich:

Für den sicheren Gebrauch ist die **Verwendung von Griffen zwingend vorgeschrieben**. Bei Abweichungen davon ist auf andere geeignete Weise sicherzustellen, dass ein akzeptabler Schutz vor Verbrennungen gewährleistet ist. Die Oberflächentemperaturen der Umhüllung/des Gehäuses überschreiten gemäß IEC 61010-1 bei normalen Bedingungen nicht die Grenzwerte für unbeabsichtigtes Berühren. Die Griffe verhindern darüber hinaus, dass während einer Messung die seitlichen Steckkontakte angefasst werden können und eine versehentliche Entladung (ESD) in die seitlichen Steckkontakte hinein dadurch ausgeschlossen ist. ESD in die seitlichen Steckkontakte hinein kann ggf. zum Absturz einer laufenden Messung führen (eine Zerstörung findet nicht statt).

CRXT Systemdesign



! Warnung

Bei Gebrauch eines CRXT gilt:

Bei CRXT ist der Betrieb ohne Griffe unzulässig.

Das CRXT-Gerät darf nur in kontrollierter Umgebung in seine Komponenten zerlegt werden und muss auch in kontrollierter Umgebung zu einem geschlossenen CRXT-Gerät zusammengeklippt werden. In nicht kontrollierter Umgebung dürfen nur vollständige (geschlossene) CRXT-Geräte eingesetzt werden.

Für die korrekte Anwendung des imc Klick Mechanismus beachten Sie bitte die Anweisungen im Kapitel "CRXT Verbindungs-Mechanismus". Die Gummidichtungen müssen sauber sein, bevor Sie CRXT Module miteinander verbinden.

3.3.2 Potentialunterschied bei synchronisierten Geräten

Beim Einsatz von mehreren Geräten, die zur Synchronisierung über die **SYNC Buchse** verbunden sind, ist sicherzustellen, dass alle Geräte auf gleichem **CHASSIS-Potential** liegen.

Hinweis

Der gelbe Ring am SYNC-Anschluss bedeutet, dass der Anschluss gegen Potentialunterschiede geschützt ist.

3.3.3 Sicherungen (Verpolschutz)

Der Versorgungseingang des Geräts ist mit einem wartungsfreien Verpolschutz versehen. Eine Sicherung oder Überstrombegrenzung ist bei CRSL mit DC-Versorgung nicht vorgesehen. Insbesondere beim Einschalten sind hohe Stromspitzen zu erwarten. Bei Einsatz des Geräts an einer DC-Spannungsversorgung mit selbst konfektioniertem Zuleitungskabel ist dies durch Verwendung ausreichender Leitungsquerschnitte zu berücksichtigen.

Bei CRC ist der DC-Versorgungseingang hingegen gegen Überstrom abgesichert (Verweis Technische Daten: CRC). Der Austausch des Sicherungseinsatzes erfolgt gemäß Kap. "Sicherungswechsel CRC (Seitenwand)".

Geräte mit AC-Versorgung sind mit einer Gerätesicherung versehen (Technische Daten: CRC).

Die an den Spannungskanälen herausgeführte Versorgungsspannung für externe Sensoren ist mit wartungsfreien elektronischen Sicherungen (Strombegrenzung) ausgestattet.

Die Inkrementalgeberkanäle stellen eine Versorgungsspannung für externe Sensoren zur Verfügung, die nicht abgesichert ist und bei Benutzung mit einer externen Sicherung versehen werden sollte!

3.3.4 Besonderheiten CRFX

3.3.4.1 Vernetzung und Stromversorgung

Alle Einzelbausteine des Systems, sowohl die imc CRONOSflex Basiseinheit als auch jedes einzelne imc CRONOSflex Modul, besitzen einen eigenen DC-Versorgungseingang mit einer LEMO Buchse für 10 bis 50 V Ultra-Weitbereich; dazu jeweils zwei RJ45 [Netzwerk-Buchsen \(IN/OUT\)](#)^[77] zur Verkabelung des EtherCAT System-Busses. Beide Stränge sind jeweils auf robuste Steckverbinder geführt, die bei direkter mechanischer Kopplung von Modulen (rastender "Klick-Verschluss") diese auch elektrisch vollständig verbinden, ohne dass weitere Kabel benötigt werden. So können mehrere direkt zusammengesteckte Module von einer einzelnen DC-Quelle gemeinsam versorgt werden, [die stets "links"](#)^[32], also am ersten Modul, angeschlossen wird. Sollten versehentlich mehrere Versorgungsspannungen an einem Block angeschlossen sein, so sorgt eine Verriegelungs- bzw. Vorrangschaltung dafür, dass sich jeweils die von links gesehen "erste" durchsetzt.

Zum Anschluss der **48 VDC Tischnetzteile** für alle imc CRONOSflex Geräte (Basiseinheit und Messmodule) wurde die Versorgungsbuchse geändert, so dass die Tischnetzteile mit 48 VDC nur an imc CRONOSflex Geräten und nicht bei den imc Geräten mit einem Versorgungsspannungsbereich von 10..32 VDC anschließbar sind. Das Tischnetzteil 48 VDC ist erkennbar an der **blauen Tülle** am LEMO.1B Stecker (LEMO.PHG.1B.302), siehe [folgende Abb.](#)^[19] Die Tischnetzteile mit 15 VDC oder 24 VDC haben eine **schwarze Tülle** am LEMO.1B Stecker und können auch an imc CRONOSflex Geräte angeschlossen werden. Die Verwendung dieser Netzteile ist für imc CRONOSflex Geräte nicht empfohlen. Die imc CRONOSflex Geräte besitzen einen Versorgungsspannungsbereich von 10..50 VDC. Bezüglich der EN 61326-1 sind die DC-Versorgungseingänge nicht zum Anschluss an ein Gleichspannungsnetz spezifiziert. Gleichspannungsnetze sind besonders weitläufig ausgedehnte Versorgungsinstallationen im industriellen Bereich. Für diese werden erhöhte Sicherheitsmargen für zu erwartende transiente Überspannungen in Fehlerfällen angenommen. Dies ist vergleichbar mit den Sicherheitskategorien CAT II..IV in AC- Netzspannungssystemen.

 **Hinweis**

Auf der Seite des Pluspols befindet sich ein roter Punkt!

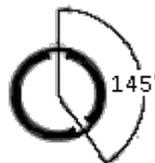


Spannungsversorgungsbuchse LEMO.1B zum Betrieb mit 24 VDC Tischnetzteilen (1 Nut, LEMO.EGG.1B.302)



Spannungsversorgungsbuchse LEMO.1B zum Betrieb mit 48 VDC Tischnetzteilen (2 Nuten, LEMO.EGE.1B.302)

			Buchsen-Typ:	
			LEMO.EGG.1B	LEMO.EGE.1B
			1 Kodier-Nut	2 Kodier-Nuten
			bis 8/2011	ab 9/2011
Stecker-Typ:		Netzteil:		
LEMO.FGG.1B	1 Kodier-Nase	15 V, 24 V	passt	passt
LEMO.FGE.1B	2 Kodier-Nasen	48 V	passt nur mit ACC/FGG-ADAP-PHE	passt



Wird die imc CRONOSflex Basiseinheit mit einer 48 VDC Versorgung anstatt der 24 VDC Versorgung betrieben, so ist es möglich eine größere Anzahl von imc CRONOSflex Modulen oder Module mit einer größeren Leistungsaufnahme direkt mit einer Spannungsversorgung zu betreiben. Die Leistungsaufnahme der Module kann bei einer Versorgung mit 48 VDC bis zu 149 W betragen. Ein weiterer Vorteil bei einer Versorgung mit 48 VDC ist die [PoEC Funktion](#) ²⁰. Für die PoEC Funktion wird eine minimale Eingangsspannung von 42 VDC vorausgesetzt.

Für alle bisher gelieferten imc CRONOSflex Geräte mit der bisherigen Spannungsversorgungsbuchse LEMO.1B (mit einer Nut), die mit dem Tischnetzteil 48 VDC versorgt werden sollen, ist das Adapterkabel "CRFX Adapterkabel für Versorgung LEMO.1B (Artikelnummer: 13500151, Bestellbezeichnung: ACC/FGG-ADAP-PHE)" zusammen mit dem Tischnetzteil 48 VDC zu verwenden.



! Hinweis

Dieses Adapterkabel darf nur mit imc CRONOSflex verwendet werden. Bei anderen imc Geräten (imc C-SERIE, imc SPARTAN, ...) mit einem Eingangsspannungsbereich von 10..32 VDC kann der Einsatz dieses Adapterkabels zusammen dem 48 VDC Netzteil zur Zerstörung des Gerätes führen.



Tischnetzteil 48 V bis 150 W (mit blauer Tülle am Tischnetzteil LEMO 1B Stecker)
Artikel-Nr: 13500148

Die Versorgung aller imc CRONOSflex Basiseinheiten und Messmodule ist weiterhin mit dem 24 VDC Versorgungsnetzteil (ohne Adapterkabel) möglich.

🔗 Verweis

imc CRONOS-XT

Die imc CRONOS-XT Beschreibung finden Sie im folgenden Kapitel: [imc CRONOS-XT](#) ⁸¹.

3.3.4.2 Hauptschalter

Die imc CRONOSflex Basiseinheit besitzt einen zentralen Hauptschalter, mit dem der komplette Block von direkt gekoppelten (zusammengeklickten) Modulen ein- und ausgeschaltet werden kann. Separat versorgte, räumlich verteilt installierte Module und Subsysteme (Blöcke) werden durch das Anschließen ihrer Versorgung direkt aktiviert bzw. deaktiviert, siehe Besonderheiten [Versorgungs-Modul](#) ³⁵.

3.3.4.2.1 Hauptschalter-Fernbedienung

Alternativ zum manuellen Hauptschalter kann zum Ein- und Ausschalten des Geräts ein elektrisch fernbedienbarer Kontakt verwendet werden. Die mit "**REMOTE**" bezeichnete Buchse, stellt diesen zur Verfügung. Die Remote- Switch- Kontakte verhalten sich wie der grüne Taster. Kurzzeitiges Verbinden der Signale "SWITCH" und "ON" schaltet das Gerät ein, die Verbindung von "SWITCH" mit "OFF" schaltet es aus. Ein dafür verwendeter Taster oder Relaiskontakt muss in der Lage sein, einen Strom von ca. 50 mA bei max. 10 Ω zu führen. Der Potentialbezug dieser Signale ist die primäre Spannungsversorgung.

Das Signal "**SWITCH1**" dient zum Betrieb des Geräts mit dauerhaft gebrücktem **Schalter**: Bei einer Verbindung zwischen "ON" und "**SWITCH1**" **startet** das Gerät auf, **sobald die externe Versorgungsspannung anliegt**.

Fällt die Versorgungsspannung aus, so hält eine interne Pufferung die **Basiseinheit** des Geräts für einige Sekunden aktiv, um die Messung und Dateien abzuschließen und schaltet sich dann selbsttätig ab. Diese Betriebsart ist insbesondere für den Betrieb im Fahrzeug vorgesehen, bei fester Kopplung an das Zündschloss, ohne manueller Bedienung. [Pinbelegung der LEMO.1B.306 Buchse](#)⁵¹⁴

Signal	Funktion	Anschluss	Bemerkungen
SWITCH	Schaltsignal / Bezug	brücken gegen ON / OFF	kann auch aus interner Batterie gestartet werden!
SWITCH1	Einschalten nur bei anliegender externer Versorgung	brücken gegen ON / OFF	insb. permanent gebrückt: zum automatischen Einschalten bei anliegender ext. Versorgung

3.3.4.3 Power over EtherCAT (PoEC)

imc CRONOSflex Module sind kompatibel zu "Power-over-EtherCAT" (PoEC), das heißt, sie können sich aus dem EtherCAT Verbindungskabel auch vollständig selbst versorgen und benötigen dann keine eigene Versorgungsleitung. Dies ist besonders interessant für dezentrale Messmodul-Satelliten, die entfernt und unzugänglich montiert sind und dann außer dem CAT5 Kabel weder eine weitere Leitung noch ein lokales AC/DC Netzteil mehr erfordern. Auch ein zentral ferngesteuertes Ein- und Ausschalten dieser Satelliten ist damit mittels PoEC realisiert.

3.3.4.4 Speichermedien im Messgerät

Dieser Abschnitt beschreibt, wie die Speichermedien der imc Messgeräte zu handhaben sind und wie sie mit imc STUDIO zu verwenden sind.

Die Speichermedien dienen ausschließlich zur Datenaufnahme unter imc STUDIO.

Speichermedien mit geprüfter Leistungsfähigkeit können als Zubehör bei imc erworben werden. Festplatten werden mit dem Gerät bestellt und können nachträglich nur von imc eingebaut werden.



Hinweis

Hersteller und Alter des Speichermediums

- imc hat keinen Einfluss auf die Qualität der Speichermedien unterschiedlicher Hersteller.
- Speichermedien, die mit Neugeräten ausgeliefert werden, sind im Rahmen der Qualitätssicherung überprüft und haben entsprechende Tests erfolgreich durchlaufen.
- Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die Verwendung von Wechselspeichermedien auf eigene Gefahr erfolgt.
- imc und seine Widerverkäufer haften im Rahmen der Gewährleistung und nur im Umfang einer Ersatzbeschaffung.
- imc übernimmt ausdrücklich keine Haftung für Schäden, die durch einen eventuellen Datenverlust entstehen könnten.

3.3.4.4.1 Für Geräte der Firmware-Gruppe A (imc DEVICES)

Wechseln des Speichermediums

Durch Betätigung des Tasters teilen Sie dem System mit, dass Sie das Speichermedium entfernen. Daraufhin beendet das Gerät die Zugriffe auf das Speichermedium. Sollten Sie das Speichermedium ohne Ankündigung entfernen, können defekte Cluster entstehen. Wird das Speichermedium während einer laufenden Messung entnommen, werden die Datensätze nicht abgeschlossen. Daher gehen Sie beim Wechseln des Speichermediums stets wie folgt vor:

1. **Wichtig!** Melden Sie ein Entfernen des Speichermediums aus dem Messgerät durch Drücken des Tasters vorher an, um **Schäden** an dem Speichermedium zu **vermeiden**.
2. Sobald die LED blinkt, entfernen Sie das Speichermedium.
3. Setzen Sie das neue Speichermedium ein. Die Geräte quittieren mit einem kurzen Blinken, dass die neue Platte erfolgreich erkannt wurde.

Hot-Plug (Wechseln des Speichermediums während der Messung)

Es ist möglich das Speichermedium während der laufenden Messung zu wechseln. Damit können Sie eine Messung praktisch unbegrenzt ohne PC durchführen lassen. Sie müssen lediglich mit imc Online FAMOS den verbleibenden Speicherplatz kontrollieren. Dazu verwenden Sie die Funktion [DiskFreeSpace](#) aus der Gruppe "System". Bei Unterschreitung einer verbleibenden Mindestmenge setzen Sie z.B. eine LED, einen digitalen Ausgang oder den Beeper. Die komfortablere Lösung wäre, Sie schreiben den verbleibenden Platz auf eine Display-Variable und sehen mit einem Display am Gerät wie sich der verbleibende Speicherplatz verringert.

Beim Wechseln des Speichermediums während der laufenden Messung werden die Daten im internen Speicher des Messgerätes gehalten. Wenn Sie den Vorgang innerhalb der eingestellten RAM-Pufferdauer abschließen geschieht dies garantiert ohne Datenverlust (siehe im imc STUDIO Handbuch "*Setup-Seiten - Geräte konfigurieren*" > "*Speicheroptionen und Verzeichnisstruktur*" > "*RAM-Pufferdauer*"). Beachten Sie, dass nicht nur die Wechseldauer überbrückt werden muss, sondern nach dem Wechseln auch die gepufferten Daten zum neuen Medium übertragen werden müssen.

Wechseln des Speichermediums

1. **Wichtig!** Melden Sie ein Entfernen des Speichermediums aus dem Messgerät durch Drücken des Tasters vorher an, um **Datenverlust und Schäden** an dem Speichermedium zu **vermeiden**. Die LED leuchtet grün mit **Dauerlicht**.
2. Ist das Gerät zum Entfernen des Speichermediums bereit, so **blinkt** die LED.
3. Entfernen Sie das volle Speichermedium.
4. Das Einlegen eines Speichermediums bedarf keiner Anmeldung.

3.3.4.4.1.1 Speichermedien

Speichermedien	Beschreibung
CF-Karten (Compact Flash)	Für Geräte der Gruppe A4 und A5 ⁹⁵ : Diese Gerätegruppe verwenden ausschließlich CF Karten als Speichermedium.

Speichermedien	Beschreibung
USB Speichermedium	<p>Betrifft Geräte mit USB Schnittstelle (siehe "Geräteübersicht^[95]"). Über diese Schnittstelle können Speichersticks oder schnelle Festplatten angeschlossen werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es dürfen nicht mehrere Speichermedien gleichzeitig verwendet werden! Geräte der Gruppe A6^[95] besitzen zwei USB Anschlüsse und einen Slot für die ExpressCard. Das Gerät kann jedoch nur ein Speichermedium nutzen. Dieser wird beim Einschalten ermittelt wobei keine feste Reihenfolge festgelegt ist. Entfernen Sie daher alle Speichermedien, die Sie für die Messung nicht verwenden möchten, bevor Sie das Gerät einschalten. • Mit USB ist Hot-Plug^[21] möglich. Beachten Sie, dass für den Wechsel ausreichend Zeit zur Verfügung steht. Die Ab- und Anmeldezeit hängt vom Speichermedium und der Kanalanzahl ab. Als Richtwert empfehlen wir mindestens 30 s, auch bei einfachen Konfigurationen! <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-top: 10px;">  <p>USB Festplatten mit externer Versorgung nicht verwenden</p> <p>Bitte verwenden Sie keine USB Festplatte mit externer Versorgung. Diese darf nicht an das imc-USB Port angeschlossen werden. Beim Ausschalten des Messgeräts kann die Strombegrenzung des imc-USB Ports zerstört werden.</p> </div>
ExpressCard	<p>Betrifft Geräte mit ExpressCard Schnittstelle (siehe "Geräteübersicht^[95]").</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entfernen Sie alle USB Speichermedien falls vorhanden! Geräte der Gruppe A6^[95] besitzen zwei USB Anschlüsse und einen Slot für die ExpressCard. Das Gerät kann jedoch nur ein Speichermedium nutzen. Dieser wird beim Einschalten ermittelt wobei keine feste Reihenfolge festgelegt ist. Entfernen Sie daher alle Speichermedien, die Sie für die Messung nicht verwenden möchten, bevor Sie das Gerät einschalten. • Mit ExpressCards ist Hot-Plug^[21] möglich.
CFast	<p>Betrifft Geräte mit CFast Schnittstelle (siehe "Geräteübersicht^[95]").</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entfernen Sie den USB Datenspeicher falls vorhanden! Das Gerät kann nur ein Speichermedium nutzen. Dieser wird beim Einschalten ermittelt wobei keine feste Reihenfolge festgelegt ist. Entfernen Sie daher alle Speichermedien, die Sie für die Messung nicht verwenden wollen, bevor Sie das Gerät einschalten. • Mit CFast Karten ist Hotplug^[21] möglich.
SSD	<p>Betrifft Geräte mit Festplatte (siehe "Geräteübersicht^[95]").</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mit SSD Festplatten ist kein Hot-Plug^[21] möglich! Falls die SSD in Wechselrahmen verwendet wird, kann sie gewechselt werden, wenn das Gerät ausgeschaltet ist. • SSD Festplatten erscheinen in der Gerätesoftware als Festplatte und kann über die Explorer-Erweiterung^[23] ausgelesen werden. • Aufgrund der Formatierung wird der Inhalt der SSD im PC nicht angezeigt, wenn man die SSD direkt im PC anschließt. SSD Festplatten werden ausschließlich im Gerät formatiert^[26]. • Im Messgerät kann zusätzlich zur SSD eine CF- bzw. CFAST-Karte gesteckt und alternativ verwendet werden.

3.3.4.4.1.2 Datentransfer

Auf das interne Speichermedium kann **direkt über den Windows Explorer** zugegriffen werden. Alternativ kann das Speichermedium in ein **Kartenlesegerät** am PC gesteckt werden (geeignet bei großen Datenmengen wegen der schnelleren Übertragung).

! Warnung

- Wenden Sie **keine Gewalt** beim Einlegen und Entfernen des Geräte-Speichermediums an.
- Während einer **laufenden Messung** mit hoher Datenrate, sollte **niemals** mit der Windows Explorer-Erweiterung **auf das Speichermedium im Gerät zugegriffen** werden. Andernfalls kann durch diese zusätzliche Beanspruchung ein Datenüberlauf entstehen.

! Hinweis

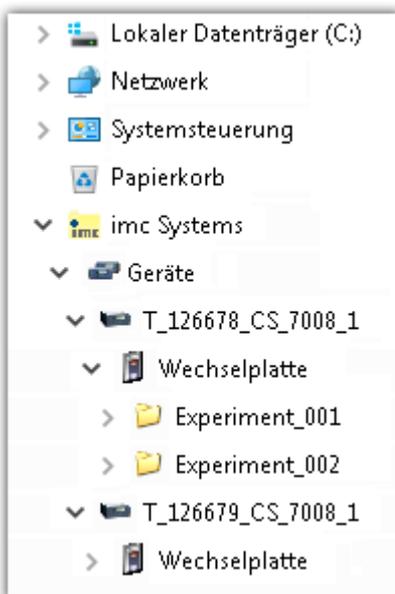
Tipp **Intervallspeichern**: Fällt zum Beispiel während der Messung die Stromversorgung des Systems aus, so kann nicht garantiert werden, dass die Datendatei auf dem Speichermedium ordentlich abgeschlossen ist. Dies führt unter Umständen dazu, dass die zuletzt aufgenommene Messung nicht gespeichert werden konnte. Durch Intervallspeichern können Sie dieses Risiko einschränken.

Zugriff über den Windows-Explorer

Über die Menüaktion "**Daten (Gerät)**" (📁) wird der Windows-Explorer passend zur Geräteauswahl gestartet.

Menüband	Ansicht
Extras > Daten (Gerät) (📁)	Complete
Start > Daten (Gerät) (📁)	Standard

Zugriff über "*imc Systems*" - eine Explorer Erweiterung (Shell Extension)



Wird bei der Installation der Bediensoftware die Option "*Erweiterung für den Windows Explorer*" aktiviert, können Sie die gespeicherten Messdatendateien im Gerät (z.B. auf dem Wechselspeicher) kopieren, anzeigen und löschen. Die Bedienung erfolgt wie unter Windows gewohnt.

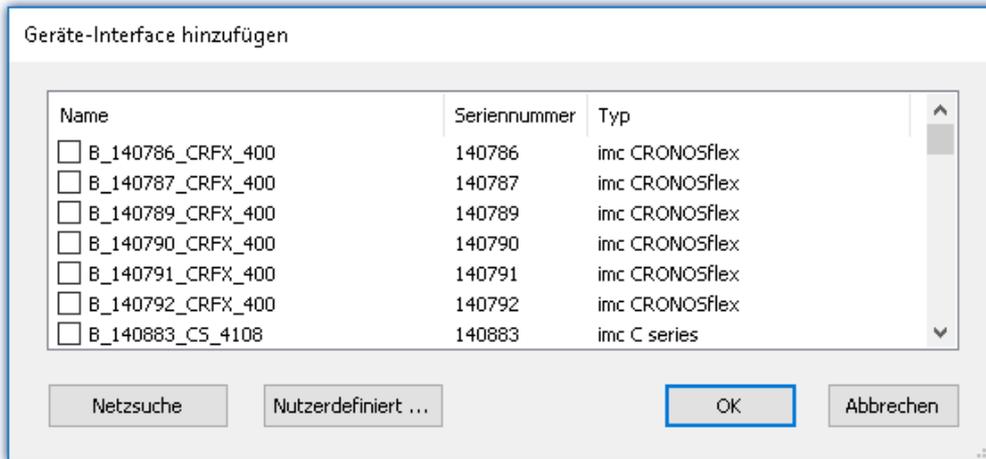
Diese Funktion ist unabhängig von der Geräte-Software. Auch die Auswahl der Geräte im Baum ist unabhängig von der Geräteliste in der Bediensoftware.

Um auf das Speichermedium ihres Gerätes zuzugreifen, muss das Gerät in dem Baum hinzugefügt werden (siehe "[imc Systems - Gerät hinzufügen](#)"²⁴). Danach können Sie zu den entsprechenden Daten auf dem Speichermedium navigieren und damit arbeiten.

Auch wenn Sie bereits mit der imc STUDIO Software mit dem Gerät verbunden waren, ist es im Explorer noch nicht aufgeführt. Es ist möglich mit einem Gerät zu messen, während Sie von einem anderen Gerät Daten kopieren.

- Klicken Sie auf "Geräte" unter "imc Systems".
- Öffnen Sie das Kontextmenü im "Geräte"-Bereich und wählen Sie "Neu".

Es erscheint der Dialog "Geräte-Interface hinzufügen":



Geräte-Interface hinzugen

Geräte suchen	Beschreibung
Netzsuche	Durch die "Netzsuche" wird das Netzwerk nach allen passenden Geräten durchsucht. Das kann je nach Anzahl der angeschlossenen Geräte und der Art des Netzwerks einige Zeit dauern. Schließlich werden die gefundenen Geräte aufgelistet. Wählen Sie Ihr Messgerät aus und bestätigen Sie mit "OK". Das Messgerät steht nun zur Verfügung.
Nutzerdefiniert	In einem strukturierten Netzwerk (Netzwerk mit Routern, Internet, ...) können imc-Geräte nicht durch eine Netzsuche aufgenommen werden. Mit Kenntnis der IP-Adresse oder des Domainnamen (DNS-Namen) kann ein Gerät in der Liste aufgenommen werden.

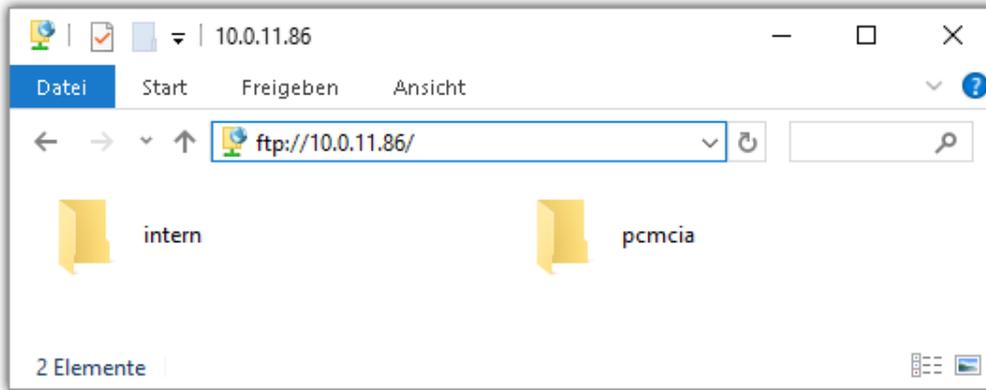
Verweis

Weitere Informationen finden Sie im imc STUDIO Handbuch im Abschnitt: "Inbetriebnahme - Verbindung zum Gerät"

- Allgemein: "Geräteverbindung über LAN"
- "Verbindung über eine direkte Adresse"

Ein Zugriff auf das Speichermedium im Gerät ist auch über FTP möglich, sowie eine Übertragung von Daten. Weitere Ziele sind: die Konfiguration von Geräten über FTP und das Gerät für eine Messung mit der geänderten Konfiguration erneut zu starten. Anwendungen gibt es z.B. in Fahrversuchen, wobei es keine direkte Verbindungsmöglichkeit zu den Geräten mit der Geräte-Software gibt. Es werden die Möglichkeiten Diskstart/Selbststart genutzt und erweitert. Im Allgemeinen ist das Gerät mit einer Selbststartkonfiguration konfiguriert. Beim Einschalten wird die Konfiguration geladen und die Messung automatisch gestartet.

Öffnen Sie den Explorer und geben Sie in der Adressleiste "ftp://" und die IP-Adresse des Gerätes an:



Hinweis

- Grundsätzlich ist nur das Lesen von Daten erlaubt. Falls Sie über FTP auch löschen wollen, muss in der Adressleiste zwischen "ftp://" und der IP-Adresse noch "imc@" hinzugefügt werden.
Beispiel: <ftp://imc@10.0.10.219>
- Weiterhin kann ein Passwort für den Zugriff über FTP vergeben werden. Dies wird in den Geräte-Eigenschaften eingetragen.

Warnung

Folgende Einschränkungen ergeben sich, wenn mit einem FTP-Client auf die Speichermedien in einem Gerät zugegriffen wird:

- Das Gerät selbst kann keine Verzeichnisse löschen, auf die gerade von einem FTP-Client zugegriffen wird.
- Das Wechseln des Speichermediums während der Messung (Hot-Plug) ist nicht möglich.

3.3.4.4.1.3 Dateisystem und Formatierung

Es werden Speichermedien mit den Dateisystemen FAT32 und FAT16 (maximal 2 GB) unterstützt. Es wird empfohlen, ein Speichermedium zu [formatieren](#)^[26] und evtl. zu partitionieren, bevor es verwendet wird.



Hinweis

Regelmäßiges Formatieren schützt das Speichermedium

Regelmäßige Formatierung wird empfohlen

Nutzen Sie jede Gelegenheit, um das Speichermedium zu formatieren. **Empfehlung:** mindestens alle **sechs Monate**.

Auf diese Weise können **beschädigte Speichermedien** erkannt und nach Möglichkeit repariert werden. Ein beschädigtes Dateisystem kann u.a. zu **Datenverlust** führen. Oder das **Messsystem startet nicht** mehr korrekt.

Um Datenverlust zu vermeiden, sollten alle noch benötigten Daten vorher gesichert werden!

Ein Speichermedium in verschiedenen Geräten verwenden

Es sind keine Einschränkungen bekannt. Es wird jedoch empfohlen, bei einem Wechsel immer zu formatieren, um Datenverlust zu vermeiden.

Weitere Hinweise

- Zur Auswahl des geeigneten Dateisystems für den jeweiligen Anwendungsfall, sind die Hinweise zur Datenrate und zur "[Vermeidung von Datenüberlauf](#)"^[26] zu beachten.
- Eine Einschränkung bezüglich der derzeit verfügbaren Speichermediengrößen ist nicht bekannt.
- Die maximale Dateigröße beträgt 2 GB. Verwenden Sie bei größeren Datenaufkommen pro Signal die Intervallspeicherung.



Verweis

Allgemeine Einschränkungen von Dateisystemen

Bitte beachten Sie die allgemeinen Einschränkungen der jeweiligen Dateisysteme.

Die Formatierung kann in einem Laufwerk des Rechners direkt vom Windowssystem durchgeführt werden oder **im Gerät über die Explorererweiterung**.



Hinweis

Empfehlung

- **imc empfiehlt die Formatierung im Gerät:** Im Gegensatz zur Formatierung unter Windows ermöglicht dies höhere Schreibraten für schnelle Kanäle.
- Es darf nur **eine(!)** Partition angelegt werden. Mehrere Partitionen können dazu führen, dass das Messgerät das Speichermedium nicht erkennt.



Warnung

Sichern Sie bitte vorher die Daten

Alle Daten auf dem Speichermedium werden beim Formatieren gelöscht. Sichern Sie alle Daten auf einem anderen Medium, bevor Sie mit dem Formatieren beginnen.

**Hinweis****Clustergröße - Vermeidung von Datenüberlauf**

Die Größe und Anzahl der Zuordnungseinheiten (Cluster) und damit das verwendete [Dateisystem](#)²⁶, haben einen erheblichen Einfluss auf die Geschwindigkeit des Speichermediums! Bei kleinen Clustern sinkt die Geschwindigkeit unter Umständen dramatisch! Wenn hohe Datenraten gefordert sind, empfiehlt sich daher in der Regel eine Größe von mindestens 8 kB/Cluster.

Die optimale Größe der Cluster ist für jedes Speichermedium individuell zu ermitteln. Grundsätzlich gilt:

- **Wenige Kanäle mit hoher Datenrate**

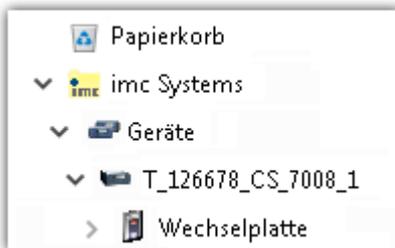
Werden wenige Kanäle mit hoher Datenrate geschrieben, sind **große Cluster** auf dem Datenträger von Vorteil. Bei Formatierung mit FAT32 am PC entstehen bei Plattengrößen < 8 GB ungünstig kleine Cluster, die bei voller Summenabtastrate zum Datenüberlauf führen können.

Wählen Sie bei Karten bis 8 GB grundsätzlich die Formatierung im Gerät.

Im Gerät werden Karten größer 512 MB mit 8 kByte und größer 4 GB mit 16 kByte großen Clustern formatiert. Alternativ können Karten bis zu 1 GB im PC mit FAT16 formatiert werden. Bei Karten ab 16 GByte macht es keinen Unterschied, ob Sie im PC oder im Gerät formatieren.

- **Sehr viele Kanäle mit geringer Datenrate**

Werden hunderte von Kanälen mit geringer Datenrate (z.B. CAN Kanäle) gespeichert, gilt genau das Gegenteil. Hier sind **kleine Cluster** im Vorteil. D.h. Platten bis zu 8 GB sollten in diesem Fall **im PC** mit FAT32 formatiert werden.

Formatierung im Gerät (empfohlen)

Zur **Formatierung im Gerät**, navigieren Sie über die Explorer Erweiterung "[imc Systems](#)²³" auf das gewünschte Gerät.

Öffnen Sie dort die Eigenschaften der Platte: Kontextmenü > "**Eigenschaften**" (nicht über den Navigationsbereich im Explorer).

Wechseln Sie in dem Eigenschafts-Dialog auf den Reiter: "**Extras**".

Starten Sie die Formatierung mit "**Jetzt formatieren!**".

Im Gerät erfolgt die Formatierung nach folgender Regel:

Plattengröße	Clustergröße	Dateisystem
<= 512 MB	2 kB	FAT16
<= 4 GB	8 kB	FAT32
> 4 GB	16 kB	FAT32

**Hinweis**

Das Formatieren des Speichermediums wird nicht zugelassen, wenn im Gerät gerade ein Experiment vorbereitet wurde, in dem Daten intern gespeichert werden.

Formatierung mit Hilfe des Windows-Explorers



Zur **Formatierung eines Speichermediums über den [Windows-Explorer](#)**²⁵, navigieren Sie zum gewünschten Speichermedium. Führen Sie die Formatierung z.B. über das Kontextmenü aus.

Wählen Sie eines der beiden folgenden Dateisysteme: "FAT32" oder "FAT" ("FAT16").

Das Dateisystem "FAT32" ist für Medien ausgelegt, die **größer** als 32 MB sind. Kleinere Medien lassen sich unter keinen Umständen auf "FAT32" formatieren. Windows erzeugt mit "FAT32" bei Plattengrößen von bis zu

8 GB Cluster von 4 kB, welche für schnelle Schreibraten ungünstig sind.

SSD Festplatten sind grundsätzlich mit Ext2 formatiert und kann daher **nicht direkt im PC formatiert** werden, sondern nur im [Gerät](#)²⁶.

Dafür bietet das Ext2 Format folgende Vorteile:

- Eine fehlerhafte Mehrfachbelegung einzelner Cluster ist nicht möglich.
- Die Integration in das Betriebssystem geht erheblich schneller als bei FAT32.
- Höhere Schreibleistung als bei FAT32.

3.3.4.4.1.4 Bekannte Probleme und Einschränkungen

Bekanntes Problem und Einschränkungen	Beschreibung
Die Speicherkarte lässt sich unter Windows nicht lesen	Die Speicherkarten müssen zuerst unter Windows partitioniert (formatiert) werden. Unter Windows wird die richtige Partitionierungsinformation erzeugt. Anschließend sollte die Speicherkarte nochmal im Gerät formatiert werden. Bitte setzen Sie sich im Zweifel mit unserem technischen Support ²⁶ in Verbindung.
Der Datenspeicher wird nicht erkannt	<ul style="list-style-type: none"> • Antwort 1: Überprüfen Sie das Dateisystem: Das Gerät unterstützt FAT32/FAT16 ²⁶. • Antwort 2: Stecken zwei Datenspeicher gleichzeitig im Gerät (z.B. USB-Platte und CFast-Karte), wird nur eine erkannt. Nur der zuerst gesteckte Datenspeicher wird erkannt.
Das Dateisystem wird zunehmend langsamer	Mit der Anzahl der Verzeichnisse steigt auch die Zugriffszeit des Systems auf die Daten. Die Folge ist eine Verlangsamung des Speichervorgangs und ein Verlust von Daten ist möglich. Das Anlegen von mehr als 1000 Verzeichnissen sollte vermieden werden.
Fehler beim Zugriff auf das Speichermedium	<p>Fehler können z.B. folgende Ursachen haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Datenrate ist zu hoch, das Speichermedium kommt nicht hinterher; es kommt zum Datenüberlauf • Das Speichermedium ist voll. <p>Jeden Fehler meldet das Gerät durch Anschalten der LED. Das weitere Verhalten hängt davon ab, ob das Gerät mit einem PC verbunden ist oder nicht.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ist kein PC verbunden, z.B. durch automatischem Selbststart, leuchtet der Taster mit Dauerlicht. Dies sollte am Ende des Versuchs stets überprüft werden, wenn ohne PC gemessen wird. • Ist der PC mit dem messenden Gerät verbunden, quittiert imc STUDIO den Fehler durch eine Meldung im Logbuch und schaltet die LED aus. Ein einmaliger Datenüberlauf ist am Ende der Messung nur im Logbuch zu erkennen, da die Leuchte zurückgesetzt wurde. Sollte der Datenüberlauf wiederholt auftreten, wird die LED erneut eingeschaltet, der PC quittiert die Meldung erneut, es kommt zum unregelmäßigen Blinken.
Datenüberlauf durch ungeeignete Clustergröße	<ul style="list-style-type: none"> • Mit einem durch Windows auf FAT32 formatierten ²⁶ Speichermedium kann es zum Datenüberlauf kommen, wenn eine hohe Summenabtastrate durch wenige schnelle Kanäle erzeugt wird. • Mit einem im Gerät formatierten Speichermedium ²⁶ kann es zum Datenüberlauf kommen, wenn eine hohe Summenabtastrate durch sehr viele langsame Kanäle erzeugt wird.

3.3.4.5 Datensicherung bei Stromausfall

Im Falle des Ausfalls bzw. einer Unterbrechung der DC-Versorgungsspannung des Systems, sorgt eine interne Batterie-Pufferung der Basiseinheit dafür, dass eine laufende Messung kontrolliert beendet wird, alle Messdaten sicher auf den internen Datenträger geschrieben werden und die entsprechenden Dateien korrekt abgeschlossen werden. Dieser Vorgang kann einige Sekunden in Anspruch nehmen. Anschließend wird eine automatische Abschaltung des Systems ausgelöst.

Die interne Versorgungs-Pufferung des Systems in der Standard-Ausstattung erstreckt sich auf die Basiseinheit, nicht auf die direkt geklickten oder mittels Kabel angeschlossenen imc CRONOSflex- oder CRONOS-XT Module, und ist zur Sicherung der Datenintegrität unter allen denkbaren Betriebsbedingungen vorgesehen.

Eine darüber hinausgehende Pufferung des kompletten Systems einschließlich der imc CRONOSflex Module, welche auch einen ungestörten Messbetrieb in Phasen von ausbleibender Versorgungsspannung gewährleistet, ist auch möglich, nämlich in Verbindung mit einem zusätzlichen, optionalen USV-Versorgungsmodul im Haltegriff. Damit sind auch ein mobiler Batteriebetrieb möglich oder etwa die Überbrückung von Startvorgängen

in Fahrzeugen. Bei derartigem USV-Betrieb kann dann eine sogenannte "Pufferzeit" eingestellt werden: Diese Zeit gibt vor, ab wann ein kontinuierlicher Stromausfall als nicht mehr "regulär" bzw. "pufferungspflichtig" angesehen werden soll und der Abschluss der Messung sowie das automatische Abschalten eingeleitet werden.

3.3.4.6 Stabilisierte Geräteversorgung und USV

Umfangreiche Systeme mit entsprechend hohem Leistungsbedarf können bei kleiner Versorgungsspannung und entsprechend hohem resultierenden Strom (z.B. 12 V im Fahrzeug) die Strombelastbarkeit der Modul-Steckverbinder übersteigen (max. 3,1 A). Daher gibt es die Möglichkeit, den linken Tragegriff einer Einheit mit einer optionalen Versorgungseinheit auszurüsten, die aus der 10 bis 50 V Weitbereichs-Versorgungsspannung eine hohe konstante Systemversorgung von 50 V bei max 100 W generiert. Diese erlaubt es dann nicht nur, sehr große Systeme sicher zu versorgen, sondern darüber hinaus auch die PoEC-Fähigkeit der Messmodule über den vollen Weitbereich der Versorgung zu nutzen: Für PoEC Funktionalität ist nach der PoEC Spezifikation eine Mindest-Versorgungsspannung von 42 V auf der Netzwerkleitung erforderlich. Dies wird durch die Versorgungseinheit im Griff für den vollen 10 bis 50 V Bereich sichergestellt. Die [optionale Versorgungseinheit](#) ³⁵ kann mit einer USV-Option (Blei oder Li-Ion Batterien) ausgerüstet werden, die eine Gerätefunktion auch während eines Versorgungs-Ausfalls sicherstellt.

3.3.4.7 Isolation und Erdungskonzept

3.3.4.7.1 Isolation / Potential-Trennung

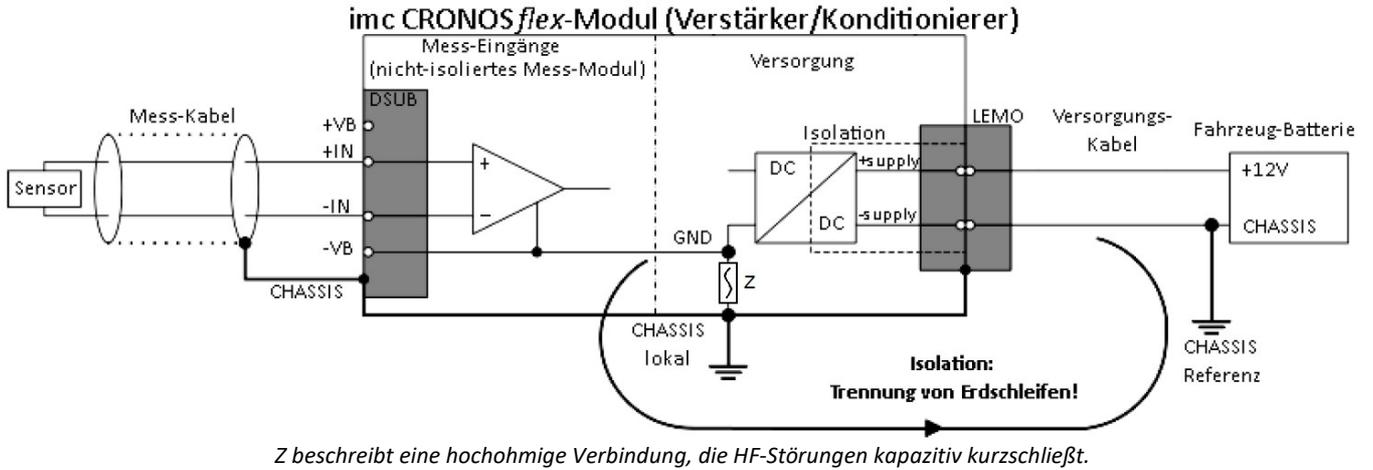
Die Versorgungseingänge der imc CRONOSflex Module (Messverstärker) sind jeweils potentialgetrennt zum Gehäuse (CHASSIS) bzw. zur Messelektronik. So ist sichergestellt, dass insbesondere bei räumlich weit verteilten Systemen, bei denen nicht von einem einheitlichen CHASSIS- bzw. Erdungspotential für alle Subsysteme ausgegangen werden kann, keine unkontrollierten Erdschleifen entstehen und Ausgleichsströme über die Versorgungsleitungen fließen. Der Versorgungseingang der Basiseinheit bzw. die von diesem durchgereichte Versorgung für die Messmodule sind nicht isoliert. In einem verteilten System ist daher das Gehäuse (CHASSIS) der Basiseinheit (und der direkt angekoppelten Verstärker) sowie der Bezug ihrer Versorgungsspannung als zentrale Referenz (Sternpunkt) anzusehen, gegenüber der die räumlich verteilten Satelliten mit ihren Gehäusen und Versorgungsspannungen Potentialdifferenzen aufweisen dürfen. Zur kontrollierten Erdung besitzen die einzelnen imc CRONOSflex Module jeweils im unteren Bereich der Front einen dedizierten Erdungs-Bolzen.

Da die unterschiedlichen Gehäuse bzw. Erdungs-Potentiale auch über die Schirme der zur Vernetzung eingesetzten Netzwerk-Kabel in Verbindung stehen, sind im Bedarfsfall Netzwerk-Kabel zu verwenden, deren Schirm nur einseitig kontaktiert ist. In besonders anspruchsvollen Applikationen, wie Installationen in Schienenfahrzeugen, wo über mehrere Waggons hinweg sowohl grosse statische als auch dynamische Erdungs-Differenzen auftreten können, sind auch Glasfaser-Umsetzer (fiber optic network converter) für eine rein optische Verbindung des EtherCAT Systembusses einsetzbar. Entsprechende, mechanisch integrierbare Umsetzer-Module für imc CRONOSflex sind in Vorbereitung.

Bezüglich der Isolation der Messelektronik von imc CRONOSflex Modulen zum jeweiligen Gehäuse gibt es unterschiedliche Optionen: sowohl Module mit isolierten als auch mit nicht-isolierten Messeingängen werden angeboten.

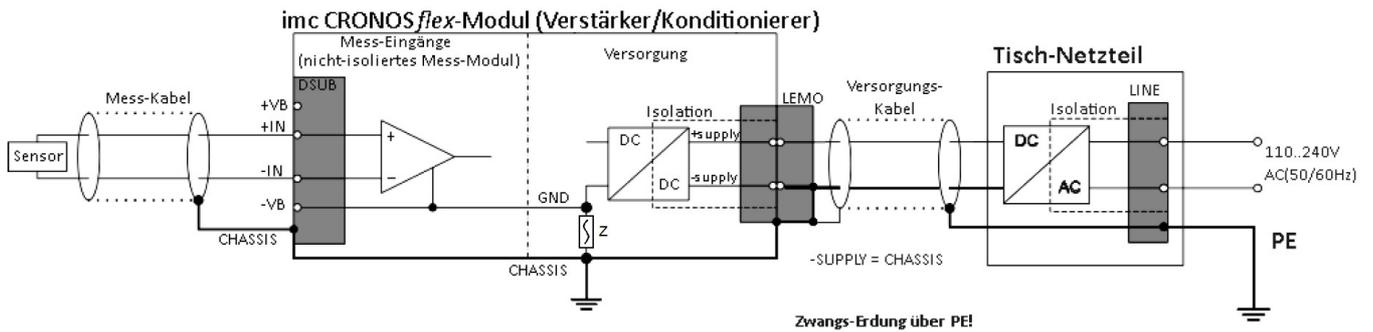
3.3.4.7.2 Erdungskonzept

Isolierter Versorgungs-Eingang - vermeidet Erd-Schleifen



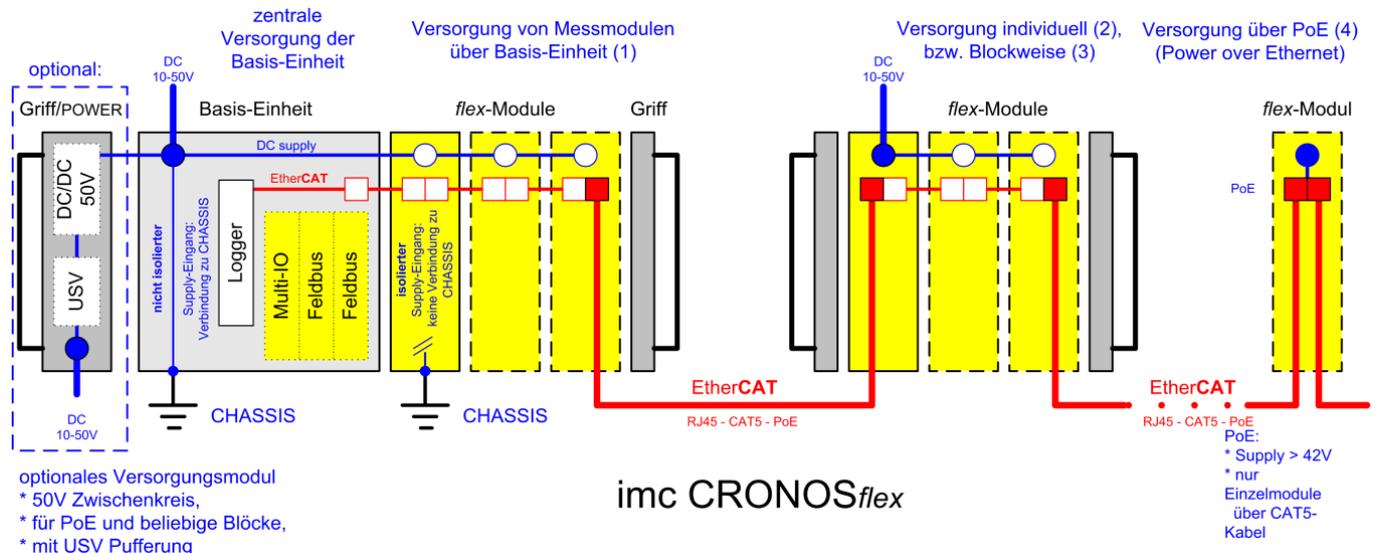
Bei stationären Installationen und der Verwendung von (bereits isolierenden) AC/DC Adaptern sind oftmals Erdungs-Differenzen zwischen dem Gerät und der zentralen oder lokalen Versorgung nicht relevant. Vielmehr stellt sich dort im Gegensatz zur mobilen Anwendung im Fahrzeug mitunter eher die Frage, woher ein sicheres Erdpotential zu beziehen ist. Da es sich anbietet, als Erdungsbezug den PE Schutzleiter der AC Versorgungs-Installation zu verwenden, sind die mit LEMO-Steckern konfektionierten AC/DC Adapter für CRONOS-Geräte so vorbereitet, dass der Schutzleiter zum Gehäuse des LEMO-Steckers durchverbunden ist und damit eine Zwangserdung des Geräts an PE vornimmt. Zusätzlich ist im LEMO-Stecker des AC/DC-Adapters (nicht der LEMO-Buchse des Geräts!) auch der Bezug der vom Netzteil gelieferten Spannung mit PE (CHASSIS) verbunden: Da das AC/DC Netzteil bereits isolierend ist und der Versorgungseingang ebenfalls isoliert ausgeführt ist, wäre der Bezug dieser Versorgungsspannung zunächst nicht definiert und kann beliebig festgelegt werden. Insbesondere aus Gründen der Störunterdrückung von HF-Signalen, die vom AC/DC Schaltnetzteil ausgehen können, ist in der Regel eine direkte Erdung angeraten.

Zwangserdung über PE des AC/DC-Adapters



3.3.4.8 Stromversorgungsmöglichkeiten (CRFX)

3.3.4.8.1 Übersicht der Stromversorgungs-Möglichkeiten



(1) über die CRONOSflex Basiseinheit

- für Module die direkt an die Basiseinheit angesteckt sind (Modul-Steckverbinder)
- mehrere Messmodule an einer Basiseinheit betreibbar
- Ein- und Ausschalten über zentralen Hauptschalter an der Basiseinheit
- insbesondere bei niedrigen Versorgungsspannungen (z.B. 12 V) und hohen resultierenden Strömen, ist die maximale Strombelastbarkeit der Verbindungsstecker zu berücksichtigen (3,1 A), was die maximale Größe eines gemeinsam versorgten Blocks begrenzen kann: max. 37,2 W (12 V)
- ein optionales Versorgungsmodul im linken Haltegriff stellt die gemeinsame Versorgung beliebig grosser Blöcke sicher, durch Bereitstellung einer konstanten Spannung von 50 V bei max. 100 W für beliebige Eingangsspannungen von 10 bis 50 V

(2) individuelle Versorgung

- für Module die räumlich verteilt über Netzwerk-Kabel (CAT5 Netzwerk-Kabel) verbunden sind
- 10 V bis 50 V DC über LEMO.1B Buchse
- Ein- und Ausschalten durch Anklemmen der Versorgung

(3) gemeinsame Versorgung eines Blocks von zusammengesteckten Modulen

- Block aus Basiseinheit mit Konditionierern, reiner Block von Konditionierern oder ein Block mit einem Versorgungsmodul (Power Handle)
- die Versorgung zusammengesteckter Module muss immer über die LEMO-Buchse des linken äußeren Moduls erfolgen (bei Sicht auf die Messanschlüsse liegen Display und Typbezeichnung "links"). Die LEMO-Buchsen der anderen Module sind dann abgeschaltet: Die LEMO Versorgungsbuchse ist dann deaktiviert, wenn links ein Nachbarmodul über Modul-Steckverbinder angesteckt ist. Für die Versorgung des linken "ersten" Moduls innerhalb eines Blocks gilt: es setzt sich die höhere Spannung durch.
- Ein- und Ausschalten durch Anklemmen der Versorgung
- Maximale Block-Größe je nach Höhe der Versorgungs-Spannung (s.o.).

(4) über das Ethernet Netzwerk-Kabel

- nach Power over EtherCAT (PoEC)

- PoEC-Versorgung ist auch für mehrere Module unterstützt, die jeweils über CAT5 Netzwerk-Kabel angeschlossen sind, nicht jedoch für Blöcke aus mehreren zusammengesteckten Modulen. max. 350 mA, gesamte PoEC Leistung: 16,8 W (48 V) bzw. 17,5 W (50 V)
- Ein- und Ausschalten durch speisendes Modul, z.B. über zentralen Hauptschalter an der Basis
- Mindestversorgungsspannung des über Netzwirkkabel speisenden Moduls (Basiseinheit oder Messmodul): 42 V DC (z.B. optionales AC/DC Netzteil mit 48 V).
- Ein optionales Versorgungsmodul im linken Haltegriff stellt eine für PoEC ausreichende konstante Spannung von 50 V zur Verfügung, für Eingangsspannungen von 10 V bis 50 V.
- Auch Standard 230 V-AC Adapter für PoEC sind verwendbar

3.3.4.8.2 Regeln zur Konfiguration der Versorgung

Bezüglich der Versorgung von imc CRONOSflex Modulen (CRFX) gelten die folgenden Regeln:

- Strom-Limit der Modul-Steckverbinder: 3,1 A
- Strom-Limit für PoEC über Netzwerk-Kabel: 350 mA
- Die PoEC Versorgungs-Leitungen werden über RJ45 geführt, nicht über Klick-Verbindung
- Die lokale Versorgung eines zusammengeklickten Blocks von direkt verbundenen Modulen erfolgt stets über die LEMO-Buchse des "linken" Moduls: Eine Pin-Kodierung am Modul-Steckverbinder erkennt einen von links gesteckten "Nachbarn" und sperrt den "eigenen" LEMO-Versorgungsbuchse.
- Für das erste "linke" Modul eines Blocks gilt: es bezieht seine Versorgung entweder aus seinem LEMO-Anschluss (der in jedem Fall angeschlossen ist) oder aus der Spannung an den PoEC-Leitungen des Netzwerk-Kabels (RJ45), je nachdem welche der beiden Spannungen grösser ist.

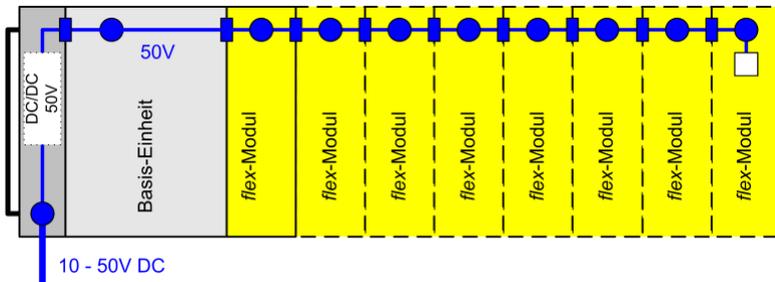
Damit ergeben sich eine Reihe von typischen Anwendungs-Feldern bzw. Topologien, die im folgenden näher erläutert werden. Die beschreibenden Skizzen verwenden dabei folgende Symbolik:

	PoEC Power-Verbindung		LEMO Power-Verbindung		Power durchgeschleift über Modul-Steckverbinder (click)
	Modul versorgt über PoEC (RJ45)		Modul versorgt über LEMO		LEMO speist in PoEC Verbindung (RJ45) ein
	Modul nicht versorgt über PoEC		Modul nicht versorgt über LEMO		

3.3.4.8.3 Direkt angereichte Module

imc CRONOSflex Module können direkt mittels Klick-Mechanismus angereicht werden und benötigen dann keine weitere Versorgung oder Verkabelung. Direkt an eine Basiseinheit angekoppelte Konditionierer werden durch den Hauptschalter der Basiseinheit zentral aktiviert, also ein- bzw. ausgeschaltet.

Direkt verbundene imc CRONOSflex Module mit Zusatz-Geräteversorgung angereicht mit "Klick"-Verschluss (Modul-Steckverbinder)



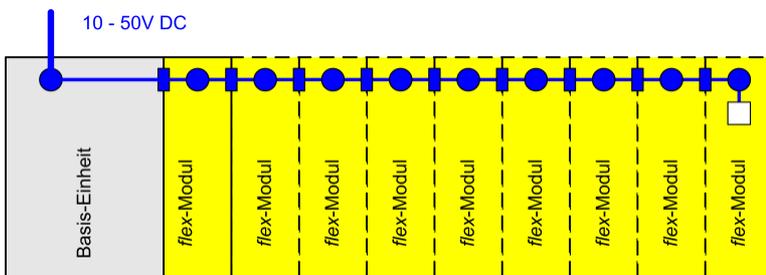
Das Strom-Limit der Modul-Steckverbinder kann die Zahl der direkt anreihbaren Konditionierer begrenzen. Je höher die Versorgungsspannung gewählt ist, desto weniger fällt diese Grenze ins Gewicht, da die (konstante) Versorgungsleistung der Module zu entsprechend geringeren Strömen führt. Ist der Modul-Block mit der optionalen Zusatzversorgung ausgerüstet, so ergibt sich bei einer 10 bis 50 V Eingangsspannung eine feste Zwischenkreis-Spannung von 50 V bei max. 100 W.

Somit ist die Verwendung der Zusatz-Geräteversorgung die empfohlene Konfiguration, insbesondere in Anwendungsfällen, wo kleine Versorgungsspannungen zur Verfügung stehen (12 V Kfz) und umfangreiche und vorzugsweise zentral konzentrierte Systeme aufgebaut werden.

Wird die Zusatz-Versorgung nicht verwendet, so wird die mit Weitbereich 10 V bis 50 V spezifizierte Versorgungs-Spannung direkt zur Speisung der Module herangezogen, so dass bei niedrigen Spannungen und entsprechend grossen Strömen unter Umständen eine maximale Größe von jeweils direkt zusammenhängenden Blöcken zu beachten ist. Diese Beschränkung bezieht sich jedoch keineswegs auf die Größe des Gesamtsystems, sondern nur auf zusammenhängende Teil-Blöcke!

Eine Verteilung auf mehrere, individuell versorgte Blöcke, welche durch Netzwerk-Kabel miteinander verbunden werden, kann eine eventuelle Blockgrößen-Beschränkung jedoch auf einfachste Weise umgehen.

Direkt verbundene imc CRONOSflex Module ohne Zusatz-Geräteversorgung angereicht mit "Klick"-Mechanismus (Modul-Steckverbinder)



Hinweis

Beachten Sie, dass die Gesamtleistung die mögliche Versorgungsleistung nicht überschreitet.



Beispiel

Bei 24 V ist die maximale Größe eines direkt anreihbaren Blocks (je nach Modul-Typ und je nach Ausstattung der Basiseinheit) bei 6 bis 11 Modulen erreicht. Bei einer Versorgungsspannung von z.B. 12 V (Kfz) liegt das Limit bei ca. 3 bis 5 Stück. Für einen Satelliten-Block, welcher nur aus Konditionierern ohne Basiseinheit besteht, ist jeweils ein Modul zusätzlich erlaubt, da erst die Verbindung zum zweiten Modul den Steckverbinder belastet.

3.3.4.8.4 Gesamtsystem bestehend aus mehreren Blöcken

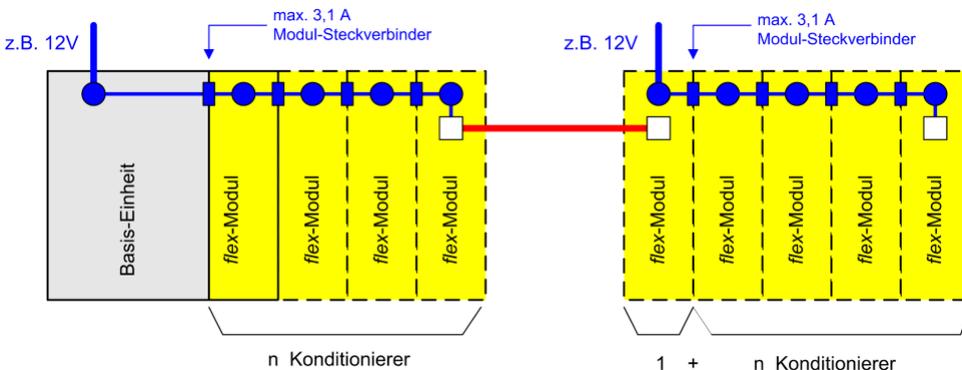
Aus verschiedenen Gründen kann es erforderlich sein, einen grossen Block in mehrere kleinere Blöcke oder gar Einzel-Module zu unterteilen:



Beispiel

- Räumlich verteilte Platzierung an entfernten Orten
- Unterteilung eines sehr "breiten" unhandlichen Blocks in mehrere (z.B. gestapelte) Blöcke an einem zentralen Ort
- Erreichen des Strom-Limits der Modul-Steckverbinder (3,1 A) für einen zusammenhängenden Block, insbesondere bei niedriger DC-Versorgungs-Spannung (z.B. 12 V im Fahrzeug)
- Erreichen des Leistungs-Limits einer versorgenden DC-Quelle, z.B. eines AC/DC-Adapters mit 60 W

Verteilte, separat versorgte Blöcke von imc CRONOSflex Modulen:



Separat versorgte einzelne Konditionierer oder Konditionierer-Blöcke werden ein- bzw. ausgeschaltet, indem ihre Versorgungs-Spannung angeklemt bzw. aktiviert wird. Sie sind nicht an den globalen Hauptschalter der Basiseinheit gekoppelt.

Die genauen Leistungsdaten

der verschiedenen Konditionierer-Typen und die daraus resultierende maximale Anzahl von direkt anreihbaren Modulen ist den technischen Daten und [der Übersichtstabelle](#)¹⁴⁸ zu entnehmen. Darüberhinaus ist ein komfortabler interaktiver "Konfigurator" auf MS Excel-Basis verfügbar, mit dem beliebige System-Topologien auf einfache Weise bezüglich ihrer Versorgung und der Limits überprüft werden können.

Ein Überschreiten des Strom-Limits am Modul-Steckverbinder wird über Sicherungselemente (PTC) abgesichert. Die Ansprechschwelle dieser Sicherungen ist Temperatur abhängig, und so dimensioniert, dass auch bei maximaler Temperatur die spezifizierten Ströme sicher geliefert werden können. Daher liegen die Ansprechschwellen bei niedrigeren Temperaturen bzw. im nicht voll aufgewärmten Zustand typisch höher. Im Überlastfall werden die direkt angeschlossenen Konditionierer elektrisch abgetrennt, nicht jedoch die speisende Einheit, da deren Versorgungsströme nicht über Modul-Stecker geführt werden.

3.3.4.8.5 Zusatz- Geräteversorgung (Power Handle)

Um auch bei niedriger verfügbarer Versorgungs-Spannung ausreichende Reserven bezüglich der direkten Anreihbarkeit zu haben und außerdem stets eine ausreichend hohe Spannung zum PoEC Betrieb zur Verfügung zu stellen, ist das optionale Versorgungs-Modul erhältlich. Das Power Handle generiert als DC/DC Konverter aus

einer Eingangsspannung von 10 bis 50 V eine konstante stabilisierte Spannung von 50 V, mit der ein großer Block von Modulen bzw. ein komplettes System versorgt werden kann.

Der zentrale [Hauptschalter](#) ⁴⁶ der angekoppelten Basiseinheit steuert indirekt auch das Ein- und Ausschalten der Zusatz-Versorgung. Das Power Handle verfügt nicht über einen separaten Taster zum Ein- und Ausschalten, sondern über eine [Remote Buchse \(LEMO\)](#) ⁴⁷.

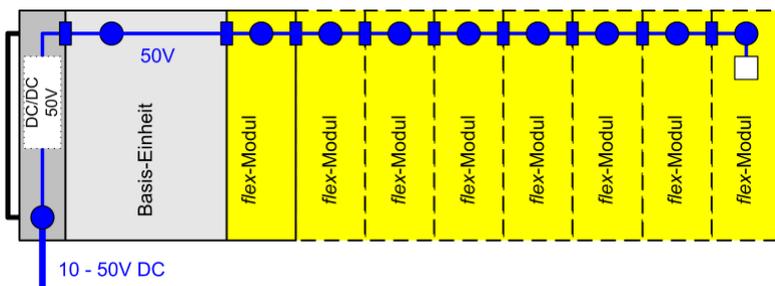
Hauptschalter Fernbedienung der Zusatz-Geräteversorgung

Alternativ zum manuellen Ein- und Ausschalten mittels des Hauptschalters der direkt angekoppelten Basiseinheit kann auch ein bedienbarer Kontakt verwendet werden. Die mit "REMOTE" bezeichnete Buchse, stellt diesen zur Verfügung. Die Remote- Switch- Kontakte verhalten sich ähnlich wie der grüne Taster an der Basiseinheit: Kurzzeitiges Verbinden der Signale "SWITCH" und "ON" schaltet das Gerät ein, die Verbindung von "SWITCH" mit "OFF" schaltet es aus. Ein dafür verwendeter Taster oder Relaiskontakt muss in der Lage sein, einen Strom von ca. 50 mA bei max. 10 Modulen zu führen. Der Potentialbezug dieser Signale ist die primäre Spannungsversorgung.

Das Signal "SWITCH1" dient zum Betrieb des Geräts mit dauerhaft gebrücktem Schalter: Bei einer Verbindung zwischen "ON" und "SWITCH1" startet das Gerät auf, sobald die externe Versorgungsspannung anliegt. Fällt die Versorgungsspannung aus, so hält die interne Pufferung das Gesamt-Gerät für die Dauer der eingestellten Puffer-Zeitkonstante aktiv und schaltet sich dann selbsttätig ab. Diese Betriebsart ist insbesondere für den Betrieb im Fahrzeug vorgesehen, bei fester Kopplung an das Zündschloss, ohne manueller Bedienung.

Der zusätzliche Kontakt "MUTE" (6) dient dazu, bei Bedarf den internen Summer stummzuschalten, durch Brücken zum Bezug (5). Der Summer zeigt durch sein Piepen an, dass die externe Hauptversorgung ausgefallen ist und das System aktuell aus dem internen Puffer-Akku betrieben wird. Dies ist zur Kontrolle sehr hilfreich, kann aber bei akustischen Messungen störend sein. Das Piepen setzt grundsätzlich erst ab 10 sec vor Ablauf der Puffer-Zeitkonstante, also der "bald" bevorstehenden Zwangsabschaltung ein und kann (ab gefertigter Revision 2 der Module) mittels MUTE Signal komplett unterdrückt werden. Vorher, bzw. bei eingestellten längeren Zeitkonstanten, also typischen Anwendungsfällen autarken Batteriebetriebs, ist ein Piepen grundsätzlich unterdrückt, da dies dann in der Regel (ähnlich einem Batteriebetriebenen Notebook) nicht erwünscht ist.

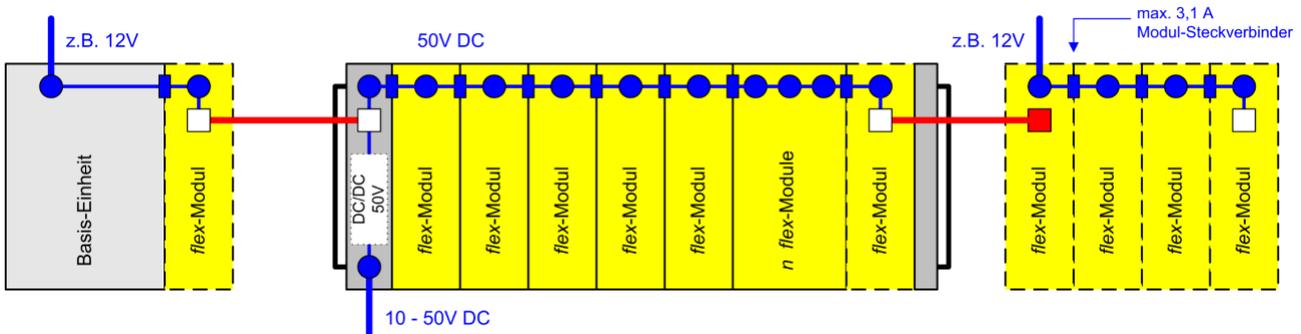
Zusatz-Geräteversorgung (CRFX-HANDLE-POWER) zur System-Versorgung mittels 50 V Zwischenkreis



Hinweis

Beachten Sie, dass die Gesamtleistung die mögliche Versorgungsleistung nicht überschreitet.

Zusatz-Geräteversorgung für einen entfernt installierten Konditionierer-Block



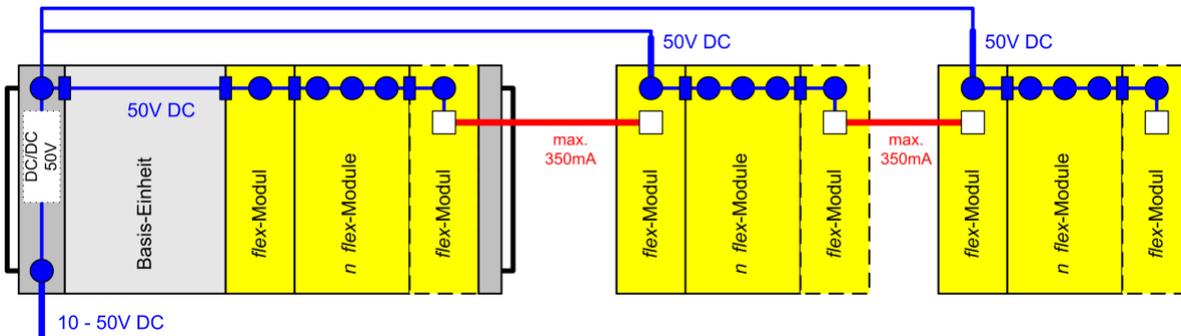
In Verbindung mit der Zusatz-Versorgung wird ein reiner Konditionierer-Block dann auch nicht allein durch das Anklemmen der lokalen Versorgung aktiviert, sondern es wird eine ferngesteuerte Schalt-Funktion über das verbindende Netzwerk-Kabel realisiert. Damit ist diese verteilte Insel dann über den globalen Hauptschalter der Basiseinheit schaltbar. Dies gilt jedoch nur für zusammenhängende Blöcke, welche mit Zusatzversorgung erweitert sind.

Wird bei Verwendung der Zusatz-Geräteversorgung ein großer Block in mehrere individuell zu versorgende kleine unterteilt, so hängt es wiederum von der Größe dieser Blöcke ab, ob sie (als kleiner Block) problemlos auch an niedriger Versorgungsspannung direkt betrieben werden können, oder als großer Block ebenfalls eine ausreichend hohe Spannung benötigen. In diesen Fällen ermöglichen es mehrere parallele 50 V-Ausgangsbuchsen an der Versorgungs-Einheit, sie auch zur Versorgung weiterer Satelliten-Blöcke zu verwenden über fünf 4-polige LEMO Buchsen auf der Rückseite der Versorgungs-Einheit zur Versorgung weiterer Satelliten-Blöcke.

Verweis

Im folgenden Abschnitt finden Sie die Pinbelegung: **Zusätzliche Ausgangs [Versorgungsbuchse: LEMO 1B.304](#)**

Zusatz-Geräteversorgung kann mehrere Blöcke speisen



3.3.4.8.6 Übersicht der möglichen Betriebs- und Fernsteuer-Modi

Das Versorgungs-Modul (Power Handle) hat keinen eigenen Hauptschalter, sondern kann auf drei möglichen Wegen ein- und ausgeschaltet werden:

- manueller Hauptschalter einer direkt angekoppelten Basiseinheit
- REMOTE-Buchse am Power-Handle
- steuernde PoEC Spannung die von aussen an die RJ45 Buchse "IN" des Power-Handle geliefert wird (insb. für den Betrieb eines Blocks reiner Konditionier-Module, ohne Basiseinheit!)

In Verbindung mit einer angeschlossenen Basiseinheit erfolgt das Abschalten nicht unmittelbar, sondern stets durch ein an diese kommuniziertes "Shutdown"-Signal. Dies sorgt für ein kontrolliertes Stoppen der Messung und einen sicheren Abschluss der Datenspeicherung auf dem Gerät und damit stets volle Datenintegrität.

Damit ergeben sich folgende mögliche Bedingungen für das Einschalten des Power-Handles und des an ihn angeschlossenen Blocks von Modulen:

- Basiseinheit ist angeschlossen, deren Taster gedrückt wird (der Remote-Anschluss der Basiseinheit wird nicht berücksichtigt!).
- ein an der Remote-Buchse des Power-Handle angeschlossener Taster wird gedrückt ("SWITCH").
- externe Versorgung (LEMO) liegt an und ein an der Remote-Buchse angeschlossener Schalter wird geschlossen ("SWITCH1"). externe Versorgung (LEMO) liegt an und ein an der Remote-Buchse angeschlossener Schalter wird geschlossen ("SWITCH1").
- externe Versorgung (LEMO) liegt an und an der EtherCAT-Buchse des Power-Handle ("IN") liegt zusätzlich eine PoEC-Spannung größer 3 V an.

Das Versorgungs-Modul schaltet sich unter folgenden möglichen Bedingungen aus:

- Basiseinheit ist angeschlossen und diese wurde, nachdem sie aktiv war, heruntergefahren und hat sich selbst ausgeschaltet. Dies wiederum kann insbesondere dadurch ausgelöst worden sein, dass bei ausgefallener externer Versorgung die USV-Pufferdauer abgelaufen ist und die Basiseinheit vom Power Handle einen "Shutdown"-Befehl erhalten hat.
- keine Basiseinheit, sondern nur angeklickte Module und der Pegel an der EtherCAT-Buchse des Power Handle ("IN") angelegten PoEC-Spannung sinkt auf einen Wert unter 2 V.
- keine Basiseinheit angeschlossen; Augenblickliches Abschalten nach Ablauf der USV-Pufferdauer im USV-Fall, oder bei Betätigung von Taster bzw. Schalter an der Remote-Buchse.
- der in der Frontplatte integrierte Reset-Taster wird gedrückt.

Hinweis

Eine an die Versorgungseinheit angeschlossene Basiseinheit erhält im laufenden Betrieb einen Shutdown-Befehl, wenn

- ein an der moduleigenen Remote-Buchse angeschlossener Taster gedrückt wird
- ein an der moduleigenen Remote-Buchse angeschlossener Schalter geöffnet wird.
- im USV-Fall die eingestellte USV-Pufferdauer abgelaufen ist.

3.3.4.8.7 Aufladen des internen Akkus beim Power-Handle mit USV-Funktion

Geräteversorgungen (Power-Handle) mit zusätzlicher USV-Funktion, d.h. internem Puffer-Akku, laden diesen nur dann auf, wenn sie eingeschaltet sind. Das ist bewusst so realisiert, um insbesondere beim Einsatz im Fahrzeug die Fahrzeugbatterie durch die z.T. erheblichen Ladeströme nicht unkontrolliert zu belasten.

Soll nun ein Power-Handle mit USV-Akku separat geladen werden, etwa zur Vorbereitung oder Regenerierung der Pufferung, "extern" in der Werkstatt an einem AC/DC Adapter, während der Rest des Systems im Fahrzeug verbleibt, so muss dieses Power Handle Modul im "Stand Alone" Betrieb eingeschaltet werden. Da es über keinen eigenen manuellen Hauptschalter verfügt, kann dies über die Fernsteuer-Signale seines REMOTE-Anschlusses geschehen, etwa durch Brücken der Pins 1 und 2.

Anschlüsse Power Handle

(CRFX/HANDLE-POWER, CRFX/HANDLE-UPS-L, CRFX/HANDLE-LI-IO-L)

- Versorgung: LEMO.EGE.1B.302 multikodiert (female)
- Zusätzliche Ausgangs-Versorgungsbuchsen: 5x LEMO.1B.304 (female) (Rückseite des Griffs)
- System bus (EtherCAT): RJ45 Buchse (EtherCAT IN)
- Remotebuchse: LEMO.1B.306 (female)
- Modul Steckverbinder: 20 polig (Systembus und Versorgung)

Mit einem Power-Handle kann für das gesamte System inkl. aller zusätzlichen Module auch während eines Spannungs-Ausfalls mittels Batterie-Pufferung die Funktion garantiert werden. USV-Pufferung ist mit Blei-Batterien (CRFX-HANDLE-UPS-L) oder Li-Ionen-Batterien und entsprechend ausgedehnter Batterie-Kapazität verfügbar (CRFX-HANDLE-LI-IO-L). Das Versorgungs-Modul ist mit einer nicht rücksetzbaren 20 A-Sicherung (flick) am Eingang geschützt.



Um die USV Puffer Zeitkonstante einzustellen, sind beide mit einem HEX Schalter ausgestattet. Die Tabelle zeigt die einstellbaren Pufferzeiten.

Position	Pufferdauer
0	none
1	1 sec
2	2 sec
3	5 sec
4	10 sec
5	30 sec
6	1 min
7	2 min
8	5 min
9	10 min
A	30 min
B	1 h
C	2 h
D	5 h
E	10 h
F	maximum

¹ keine Verwendung mit imc EOS

Überlastschutz

Da theoretisch beliebig viele imc EOS und imc CRONOSflex Module an das Versorgungs-Modul angeschlossen werden könnten, verfügt das Versorgungs-Modul über eine Leistungsbegrenzerschaltung mit dauerhaftem Kurzschlusschutz. Diese Schaltung begrenzt die abgegebene Leistung auf ca. 100 W. Bei Überschreiten dieser Grenze wird die Ausgangsspannung gekappt und erst wieder nach ca. 4 Sekunden erneut freigeschaltet. Wenn die Überlast oder der Kurzschluss dann noch nicht beseitigt ist, werden weitere 4 Sekunden gewartet usw. Während dieses "Wartens" blinkt die Power-LED des Versorgungs-Modul im Sekundentakt. Die LED auf der Front mit der Bezeichnung "LIMIT" leuchtet gelb bei einer Ausgangsleistung größer 80 W und rot bei einer Ausgangsleistung größer 95 W.

Hinweis

- Die LED auf der Front mit der Bezeichnung "POWER" leuchtet im Akku-Betrieb gelb.
- Wenn Sie das Versorgungs-Modul (Power Handle) an ein imc EOS oder eine CRFX-Basiseinheit koppeln, achten Sie darauf diesen Block über das Versorgungs-Modul zu versorgen! Ein Block von Modulen ist stets über die LEMO-Buchse des "linken" (ersten) Moduls zu versorgen.

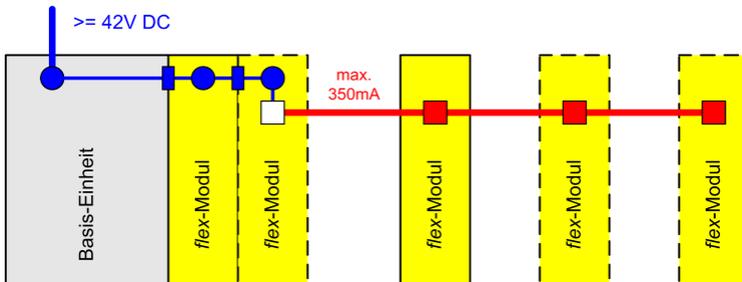
Verweis

Die Funktionalitäten der LED's sind im Handbuch Kapitel: "Akkumulatoren und Batterien" beschrieben.

3.3.4.8.8 Power over EtherCAT (PoEC) Betrieb

imc CRONOSflex Module können auch allein aus dem Netzwerk-Kabel (EtherCAT-Systembus) versorgt werden, ohne separate Versorgungs-Quelle. Hierfür ist eine Mindest-Spannung von 42 V erforderlich, bei einem maximalen Strom von 350 mA.

PoEC - Versorgung von imc CRONOSflex Modulen allein aus dem Netzwerk-Kabel, ohne separate Versorgungs-Quelle



Je nach Leistungsaufnahme des eingesetzten Modul-Typs ist die gemeinsame Versorgung von 1 bis 3 imc CRONOSflex Modulen möglich.

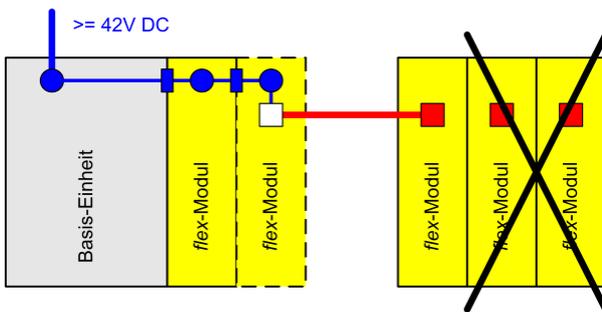
Auskunft über die Leistungs-Aufnahme [gibt die Übersichts-Tabelle](#) 148.

Da die PoEC Versorgungsleitungen nur mit RJ45-Buchsen zur Verfügung stehen, nicht jedoch auf den Modul-Steckverbindern, sind mehrere PoEC-

versorgte Module jeweils mit Netzwerk-Kabeln zu verbinden und nicht direkt aneinander zu klicken.

PoEC - Versorgung von imc CRONOSflex Modulen:

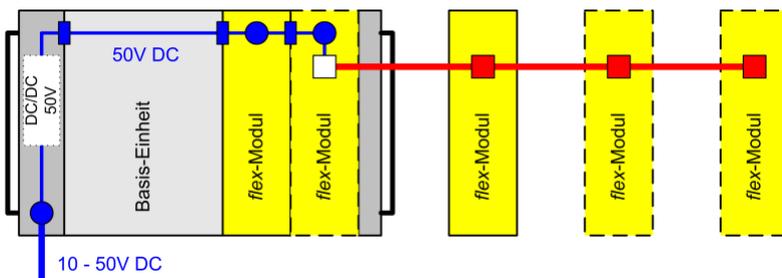
Nicht direkt "klicken", sondern mit Netzwerk-Kabeln verbinden



PoEC-Versorgung von einem oder mehreren Modulen gewährleistet ein indirektes Ein- und Ausschalten durch die speisende Einheit und damit z.B. ein ferngesteuertes Schalten durch den zentralen Hauptschalter der Basiseinheit.

Da zur Nutzung von PoEC eine Mindest-Spannung von 42 V erforderlich ist, kann die Zusatz-Geräteversorgung dies auch dann ermöglichen, wenn (wie etwa im Fahrzeug) keine ausreichend hohe Spannung verfügbar ist, bzw. kein 48 V AC/DC-Adapter eingesetzt werden kann.

Zusatzversorgung zur Nutzung von Power-over Ethernet bei niedriger Versorgungsspannung



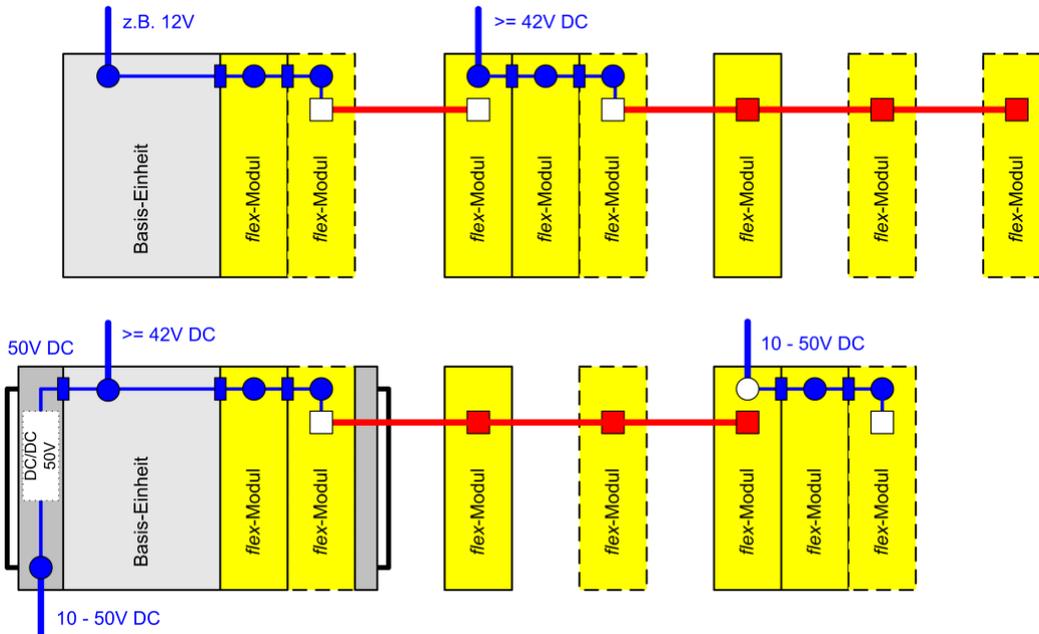
! Hinweis

Das imc CRONOSflex CRFX/WFT-2 Modul unterstützt nicht den PoEC Betrieb.

3.3.4.8.9 Betrieb mit mehreren (verschiedenen) Versorgungs-Spannungen

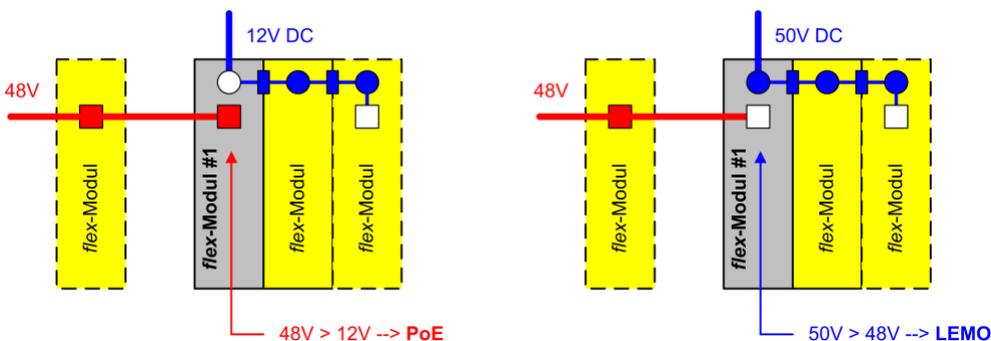
Die Forderung nach einer Mindest-Spannung von 42 V für PoEC bezieht sich auf jeweils das Modul, bzw. den Block, der das PoEC-Modul speist. Das muss nicht notwendigerweise der erste Block mit der Basiseinheit sein, sondern es kann auch ausreichen, wenn ein reiner Konditionierer-Block als "Vorgänger" der PoEC-Module eine entsprechende Spannung liefert oder mit einer 50 V-Zusatzversorgung ausgerüstet ist.

PoEC erfordert mind. 42 V allein am PoEC-speisenden Block



Bei einem derartigen Betrieb mit mehreren Versorgungs-Spannungen unterschiedlicher Größe, stellt das erste "linke" Modul eines Blocks u.U. einen Sonderfall dar: Hier gilt die Regel, dass dieses erste Modul sich selbst aus derjenigen Spannung versorgt (LEMO oder PoEC auf RJ45 Netzwerk-Kabel), welche größer ist. Alle weiteren Module des Blocks werden in jedem Fall aus dem LEMO-Anschluss versorgt, der in jedem Fall am ersten Modul angeschlossen sein muss, da PoEC Versorgungen grundsätzlich nicht über die direkten Modul-Steckverbinder übertragen werden. Für den Anwender hat das nur insofern eine Bedeutung, als dass dieses erste Modul des Blocks zur maximal unterstützten Zahl von PoEC-Modulen hinzugerechnet werden muss, die "links" davon angeordnet werden können.

PoEC – erstes "linkes" Modul eines Blocks versorgt sich aus der größten verfügbaren Spannung



3.3.4.8.10 PoEC-Betrieb im stationären Umfeld

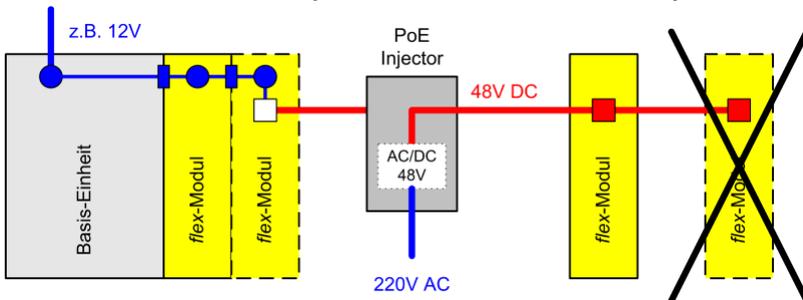
Ist ein PoEC Betrieb im stationären Umfeld zu realisieren, wo eine 220 V AC-Netzversorgung zur Verfügung steht, so ist ein einfacher AC/DC-Adapter mit 48 V DC Ausgang erhältlich und ausreichend, um das gesamte System zu versorgen.

Zu beachten ist, dass andere Geräte der imc CRONOS-Familie bzw. der imc C-SERIE mit einem Stecker gleichen Typs (LEMO.1B.302) ausgerüstet sind, jedoch mit dieser hohen Versorgungs-Spannung von 48 V in der Regel nicht kompatibel sind: Die Obergrenze liegt für diese Geräte im Allgemeinen bei max. 32 V !

Die Stecker der [AC/DC-Adapter mit 48 V DC Ausgang](#) sind gekennzeichnet. Eine Codierung verhindert ein Stecken in beispielsweise imc C-SERIE Geräte, bei denen 32 V die Obergrenze ist. imc CRONOSflex Module haben eine codierte Buchse, die sowohl für die codierten Stecker der AC/DC-Adapter mit 48 V DC Ausgang ausgelegt sind, als auch kompatibel mit den Adaptern für die 32 V.

Denkbar sind andere Anwendungsfälle, wo bereits eine DC-Systemversorgung vorhanden oder aus anderen Gründen verwendet wird, und ein einzelnes PoEC Modul integriert werden soll: Dazu kann ein Standard "PoEC Injektor" verwendet werden, der ebenfalls als Zubehör verfügbar ist. Dieser spezielle AC/DC Adapter wird mittels zweier RJ45 Buchsen in eine Netzwerkverbindung, hier den EtherCAT-Systembus, eingeschleift. Er trennt die PoEC-Versorgungs-Leitungen (nicht etwa die Netzwerk Kommunikations-Leitungen!) und speist eine PoEC konforme DC-Versorgungs-Spannung von 48 V ein. Entsprechend IEEE 802.3 sind diese Injektoren stets nur für "Punkt-zu-Punkt"-Verbindungen zu einem einzelnen Gerät verwendbar, selbst wenn die Versorgungsleistung für mehrere Module ausreichen könnte. Dies liegt darin begründet dass nach der PoEC Spezifikation eine Kommunikation zum versorgten Gerät aufgebaut wird, welche Leistungs-Parameter abgleicht. Da im Gegensatz zu Standard-Injektoren das CRONOSflex-System derlei Funktionen nicht ausnutzt, existiert diese Einschränkung auf ein einziges direkt anschließbares PoEC-Modul nur in Verbindung mit einem AC-Injektor nicht jedoch allgemein für imc CRONOSflex.

PoEC-Betrieb mit PoEC Injektor (48 V PoEC AC/DC-Adapter)



imc CRONOSflex erlaubt prinzipiell auch den Anschluss einer Kette von PoEC-versorgten Modulen (über individuelle Netzwerk-Kabel) sofern die Gesamt-Leistung ausreicht. Diese kann maximal $50 \text{ V} \cdot 350 \text{ mA} = 17,5 \text{ W}$ betragen. Je nach Modul-Typ reicht das für ein bis drei imc CRONOSflex Module.

Denkbar sind Anwendungsfälle, wo eine größere Anzahl von Modulen über PoEC versorgt werden soll, z.B. weil sie über eine weite Distanz (bis 100 m), unzugänglich und ohne verfügbaren AC-Netzanschluss installiert sind. Wenn dies nicht jeweils über ein weiteres speisendes Modul geschehen kann, welches an zentralem Ort mit verfügbarer AC/DC 48 V Versorgung stehen müsste, so kann eine derartige Topologie auch mit einer größeren Anzahl von individuellen PoEC Injektoren realisiert werden.

3.3.5 Besonderheiten CRXT



Verweis

Inbetriebnahme imc CRONOS-XT (CRXT)

Die Beschreibung zur Inbetriebnahme finden Sie im folgenden Kapitel: [imc CRONOS-XT](#)⁸¹.

3.3.6 Besonderheiten CRC, CRSL

3.3.6.1 Modularität

CRC Systeme

Die Geräte der Serie imc CRONOS*compact* (CRC) sind modulare Systeme. Es können verschiedene Signalkonditionier- und Digital-I/O-Module zu einem System kombiniert werden.



Warnung

Modultausch

Ein Modultausch ist nur durch von imc geschultem Personal oder imc Fachpersonal durchzuführen und ist nur nach Rücksprache mit imc gestattet! Bei Geräten mit HV Modulen ist kein Modultausch erlaubt.

Bei einem Modultausch sind folgende Bedingungen zu beachten:

- Im Gerät werden die benötigten **Versorgungsspannungen** durch ein zentrales Netzteil zur Verfügung gestellt. Für jede Versorgungsspannung ist ein maximaler Versorgungsstrom spezifiziert. Die Stromaufnahme an einer Versorgungsspannung ist für jedes Modul individuell. Weiterhin ist die Leistung für die Versorgung eines externen Sensors (z.B. Versorgung einer DMS-Messbrücke) zu berücksichtigen. Werkseitig wird die benötigte Versorgungsleistung des Netzteils überprüft. Dabei wird die Leistungsaufnahme der Module berücksichtigt, die im Auftrag angegeben wurden. Eine evtl. verbleibende Leistungsreserve kann bei imc erfragt werden. Werden nach Auslieferung Module hinzugefügt, so muss unbedingt geprüft werden, ob genügend Leistungsreserve zur Verfügung steht!
- Die einzelnen Module eines Gerätes werden durch "**Moduladressen**" unterschieden. Diese Moduladressen müssen vor dem Einbau des Moduls konfiguriert werden (z.B. DIP-Schalter, Drehschalter, Lötbrücken). Dabei sind die Moduladressen der anderen Module zu berücksichtigen. Werden Moduladressen doppelt oder mehrfach vergeben, so führt dies zu Konflikten und die betroffenen Module werden nicht oder nicht korrekt von der Geräte-Software erkannt. Dies führt i.a. zu schwer identifizierbaren Fehlern!
- Die Moduladressen des **DI16-DO8-ENC4** Moduls sind nicht änderbar auf folgende Adressen festgelegt: DI4-16 (Adr. 1), DO8 (Adr. 0). Dies muss bei der Adressierung von weiteren digitalen Modulen (DI-16, DO-8, ENC-4) berücksichtigt werden. Die Variante mit einem DAC-4 dieses Multiboards benötigt eine dritte Adresse. Ein weiteres DI16(8)-DO8-ENC4(-DAC4) Paket schließt lückenlos auf.
- Aus Sicherheitsgründen dürfen **Hochspannungsmodule** (HV2-4U, HV2-2U2I etc.) **nicht ausgetauscht** werden. Diese Module werden ausschließlich vom imc Kundendienst bearbeitet!

CRSL Systeme

Die Geräte der imc CRONOS-SL Serie sind ab Werk konfigurierte Geräte. Signalkonditionier- und Digital-I/O-Module können Sie frei zu einem System kombinieren. Jedoch können Sie nicht nach Auslieferung eines imc CRONOS-SL Systems neue Module hinzufügen, wie beispielsweise bei imc CRONOS*compact*.

3.3.6.2 Versorgung

Messgeräte der imc CRONOS Gerätefamilie werden mit einer DC-Versorgungsspannung betrieben, die über einen 2-poligen LEMO-Stecker zugeführt wird.

Gerät	LEMO Stecker Typenbezeichnung	Größe
imc CRONOS-SL2/-SL4	FGG.1B.302.CLAD.62ZN	(mittel)
imc CRONOScompact	FGG.2B.302.CLAD.82ZN	(groß)
imc CRONOSflex	FGE.1B.302.CLAD.52ZN (mit 2 Kodier-Nasen ¹⁸) *	(mittel)

Der zulässige Versorgungsspannungsbereich ist 10 V bis 32 V DC. Das für den Standardfall mitgelieferte **Tischnetzteil** liefert 15 V DC (bis 60 W) oder 24 V DC (bis 150 W). Eingangsseitig beträgt die Wechselspannung des Tischnetzteils 100 V bis 240 V 50/60 Hz. Messgeräte der CRONOSflex Gerätefamilie besitzen einen eigenen [DC-Versorgungseingang für 10 bis 50 V Ultra-Weitbereich](#) ¹⁸. Bezüglich der EN 61326-1 sind die DC-Versorgungseingänge nicht zum Anschluss an ein Gleichspannungsnetz spezifiziert. Gleichspannungsnetze sind besonders weitläufig ausgedehnte Versorgungsinstallationen im industriellen Bereich. Für diese werden erhöhte Sicherheitsmargen für zu erwartende transiente Überspannungen in Fehlerfällen angenommen. Dies ist vergleichbar mit den Sicherheitskategorien CAT II..IV in AC- Netzspannungssystemen.



Hinweis

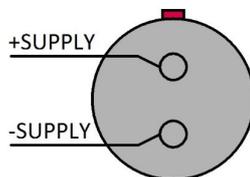
Tischnetzteil

Beachten Sie, dass die Betriebstemperatur des Tischnetzteils für 0°C bis 40°C ausgelegt ist. Dies gilt auch dann, wenn Ihr Messgerät im erweiterten Temperaturbereich ausgeführt sein sollte!

Das Kabel mit vorkonfektioniertem LEMO-Stecker ermöglicht den Anschluss an eine DC-Versorgungsquelle wie z.B. eine Fahrzeugbatterie. Beim Anschluss ist zu beachten:

- Eine Erdung des Geräts ist sicherzustellen. Hat die Versorgungs-Spannungsquelle Erdbezug, so wäre eine "Zwangserdung" dadurch möglich, dass am Stecker diese Masseleitung mit dem Steckergehäuse kontaktiert und somit an die Gerätemasse angeschlossen wird. Das mitgelieferte Tischnetzteil ist in dieser Weise vorbereitet. Möglicherweise ist dieses Vorgehen jedoch nicht erwünscht, um das Fließen von Ausgleichsströmen über diese Leitung zu vermeiden (z.B. im Kfz). In diesem Fall muss die Erd-Verbindung am Gerät selbst hergestellt werden. Hierfür steht eine (schwarze) Bananenbuchse zur Verfügung ("CHASSIS").
- Die Zuleitung muss niederohmig über ein Kabel mit ausreichendem Querschnitt erfolgen. Eventuell im Versorgungskreis zwischengeschaltete zusätzliche (Entstör-) Filter sollten keine Reiheninduktivitäten größer als 1 mH enthalten. Andernfalls ist ein zusätzlicher Parallel-Kondensator nötig.

Pinbelegung:



Auf der Seite des Pluspols befindet sich ein roter Punkt.

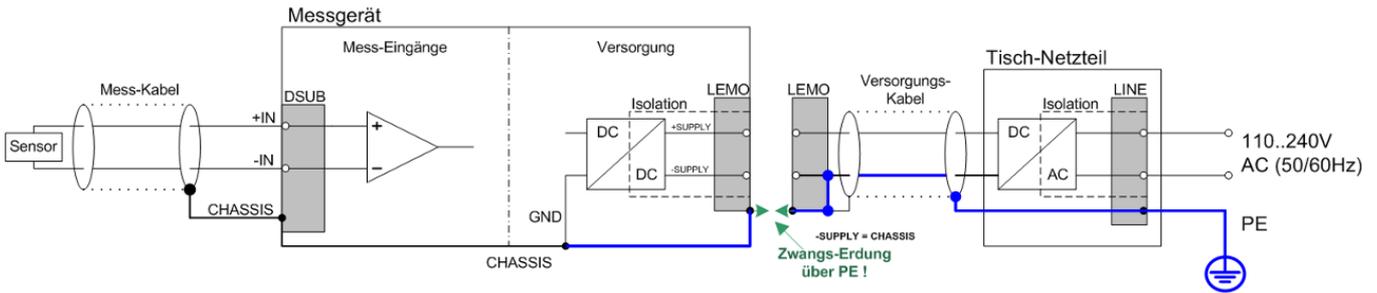
* ab [September 2011 \(Multicodierung\)](#) ¹⁸, flex Module und Basis Einheiten (siehe Typschild)

3.3.6.3 Erdung, Schirmung

Zur Einhaltung der Grenzwerte für Geräte der Klasse B gemäß Teil 15 der FCC-Bestimmungen ist das Gerät zu erden.

3.3.6.3.1 Erdung bei Verwendung des mitgelieferten Tischnetzteils

Der DC-Versorgungseingang am Gerät selbst (LEMO-Buchse) ist potentialfrei ausgeführt, d.h. isoliert zum elektrischen Systembezug ("GND" bzw. zum Gehäuse ("CHASSIS"))! Schirm und Steckergehäuse des Zuleitungskabels dagegen sind mit der Gehäusemasse kontaktiert.

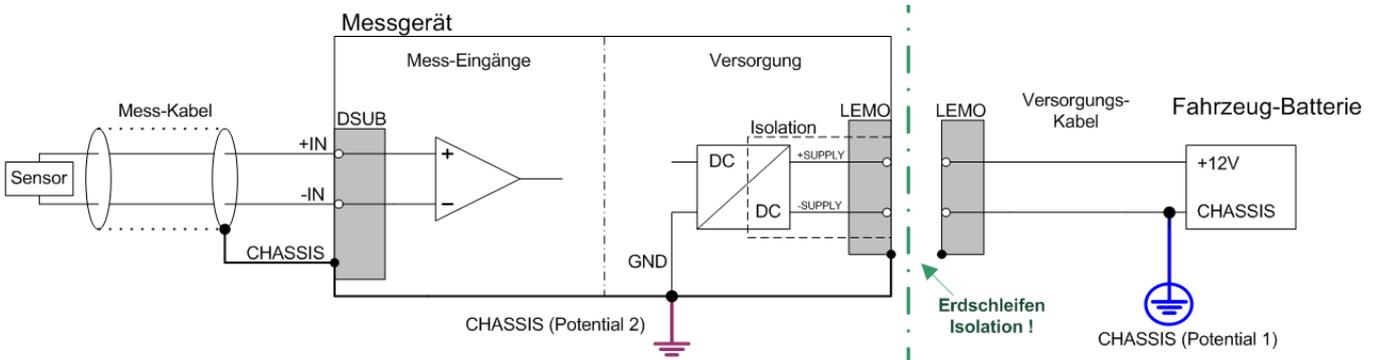


imc CRONOS-SL und imc CRONOScompact mit Tischnetzteil

Bei Benutzung des mitgelieferten Tischnetzteils ist die Erdung durch den Schutzleiter-Anschluss des Netzsteckers gewährleistet: beim mitgelieferten Tischnetzteil sind sowohl der (-)Pol der Versorgungs-spannung als auch Schirm und Steckergehäuse mit der Schutzterde des Netzkabels verbunden.

3.3.6.3.2 Erdung bei Versorgung aus einer Autobatterie

Falls Versorgung (z.B. Autobatterie) und Messgerät auf verschiedenen Potentialen liegen, würde eine Verbindung über den Versorgungsanschluss zu einer Masseschleife führen. Für diesen Fall ermöglicht die isolierte Ausführung der internen Geräteversorgung eine Trennung der beiden Potentiale. Der Erdbezug für das Messgerät muss dann gesondert hergestellt werden. Mit Erde ist im Kfz das Bezugspotential Kfz-Chassis bzw. ein Potentialausgleich gemeint.



imc CRONOS-SL und imc CRONOScompact mit einer isolierten DC-Versorgung (z.B. Autobatterie)

Wenn Sie eine isolierte DC-Versorgungsquelle (z.B. Batterie) einsetzen, dann ist zur Erdung die Erdungsbuchse, ein Erdungsbolzen am Gerät ("CHASSIS") oder der CHASSIS Kontakt auf den imc Signalsteckern zu verwenden.

Isolierter Versorgungs-Eingang - vermeidet Erd-Schleifen

Bei stationären Installationen und der Verwendung von (bereits isolierenden) AC/DC Adaptern sind oftmals Erdungs-Differenzen zwischen dem Gerät und der zentralen oder lokalen Versorgung nicht relevant. Vielmehr stellt sich dort im Gegensatz zur mobilen Anwendung im Fahrzeug mitunter eher die Frage, woher ein sicheres Erdpotential zu beziehen ist. Da es sich anbietet, als Erdungsbezug den PE Schutzleiter der AC Versorgungs-Installation zu verwenden, sind die mit LEMO-Steckern konfektionierten AC/DC Adapter für imc CRONOS-Geräte so vorbereitet, dass der Schutzleiter zum Gehäuse des LEMO-Steckers durchverbunden ist und damit eine Zwangserdung des Geräts an PE vornimmt. Zusätzlich ist im LEMO-Stecker des AC/DC-Adapters (nicht der LEMO-Buchse des Geräts!) auch der Bezug der vom Netzteil gelieferten Spannung mit PE (CHASSIS) verbunden: Da das AC/DC Netzteil bereits isolierend ist und der Versorgungseingang ebenfalls isoliert ausgeführt ist, wäre der Bezug dieser Versorgungsspannung zunächst nicht definiert und kann beliebig festgelegt werden. Insbesondere aus Gründen der Störunterdrückung von HF-Signalen, die vom AC/DC Schaltnetzteil ausgehen können, ist in der Regel eine direkte Erdung angeraten.

3.3.6.3.3 Schirmung

Alle am Gerät angeschlossenen Signalleitungen müssen geschirmt und der Schirm geerdet werden (galvanischer Kontakt des Schirms mit dem Steckergehäuse "CHASSIS"). Um Ausgleichsströme zu vermeiden, darf der Schirm nur an einer Seite auf ein Potential festgelegt werden. Bei Benutzung der imc DSUB-Klemmenstecker ist der Schirm an der metallischen Zugentlastungs-Schelle der Kabeleinführung zu kontaktieren. Dieser Teil des leitend beschichteten Kunststoffgehäuses hat genauso Kontakt zum Gerätegehäuse, wie die Klemmen 15 und 16 (Beschriftung im Stecker: "CHASSIS"). Für ein optimale Schirmung ist die Schelle den Klemmenanschlüssen vorzuziehen.

3.3.6.4 Hauptschalter

Einschalten

Der **Hauptschalter** des Geräts ist ein **Power-On Taster** mit integrierter "POWER"-LED, dessen Betätigung für ca. 1 sec. das Gerät einschaltet, was durch Aufleuchten der grünen "POWER"-LED erkennbar ist. Ein erfolgreicher "Boot"-Vorgang des Geräts wird durch dreimaliges Piepen bestätigt.

Ausschalten

Das Abschalten erfolgt durch erneutes Betätigen des Power-On Tasters für ca. 1 sec, was durch ein gleichmäßiges Blinken der "POWER"-LED signalisiert wird. Dabei schaltet das Gerät bei einer laufenden Messung nicht unmittelbar ab. Zunächst werden zugehörige Dateien auf der internen Festplatte abgeschlossen bevor sich das Gerät selbsttätig abschaltet. Dieser Vorgang dauert max. etwa 10 sec. Ein dauerhaftes Drücken des Power-On Tasters ist währenddessen nicht erforderlich!

Falls keine Messung läuft dauert der Abschaltvorgang ca. 1 Sekunde.

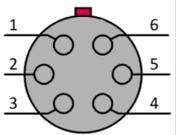
Einige alte Geräte haben einen **Wipp-Taster**, dessen Betätigung in "**ON**"-Richtung (nach oben) für ca. 1 sec. das Gerät (z.B. CRONOS-PL) einschaltet. Durch Aufleuchten der grünen "POWER"-LED wird das Einschalten erkennbar. Das **Abschalten** erfolgt durch kurzes Betätigen des Wipp-Tasters in OFF-Richtung (nach unten) für ca. 1 sec.

3.3.6.5 Hauptschalter-Fernbedienung

Alternativ zum manuellen Hauptschalter können imc Geräte über die Beschaltung der REMOTE Buchse ein- bzw. ausgeschaltet werden. Es stehen unterschiedliche Schaltfunktionen und Betriebsmodi zur Auswahl. Der gebräuchlichste Betriebsmodus, den alle Typen unterstützen, ist der Taster: Kurzzeitiges Verbinden der Signale "ON/OFF" und "SWITCH" über einen Taster, schaltet das Gerät ein bzw. aus (entsprechend dem Hauptschalter). Die folgende Tabelle listet die unterschiedlichen Buchsentyten.

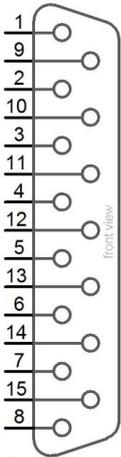
imc Gerät	Remote Buchse
CRONOScompact (CRC), CRONOS-SL (CRSL), SPARTAN (SPAR)	DSUB-15
CRONOSflex Basis und das Power Handle (CRFX)	LEMO.EGG.1B.306 (6-polig, mittel groß)
C-SERIES (CL)	LEMO.EGG.0B.306 (6-polig, klein)

Pinbelegung



Sicht auf das Gerät

LEMO Pin	Signalname	Bemerkung
1	ON/OFF	LEMO Pin 1 und Pin 3 sind intern gebrückt, zwei Betriebsmodi werden unterstützt: SWITCH und SWITCH1
2	SWITCH1	automatisches Einschalten bei anliegender externer Versorgung, → permanent gebrückt gegen ON/OFF, z.B. im Fahrzeug
3	ON/OFF	
4	SWITCH	Ein-/Ausschalten wie mit einem Taster, → kurzzeitig gebrückt gegen ON/OFF, wie der Hauptschalter
5	MUTE_GND	
6	MUTE	Stummschalten des USV-Summers, nur beim CRFX Power Handle



Sicht auf das Gerät

DSUB-15 Pin	Signalname	Bemerkung
1	RESET	Ausschalten ohne Datensicherung, führt zu Verlust von Messdaten
9	OFF	
2	SWITCH	Ein-/Ausschalten wie mit einem Taster, → kurzzeitig gebrückt gegen ON/OFF, wie der Hauptschalter
10	ON	
3	SWITCH1	automatisches Einschalten bei anliegender externer Versorgung, → permanent gebrückt gegen ON, z.B. im Fahrzeug
11, 4 und 12	n.c.	
5	MUTE	Stummschalten des USV-Summers, z.B. Akustik Anwendungen
13	ON/OFF	tastend Ein-/Ausschalten

Hinweis

Wenn die Signale SWITCH und ON/OFF mit einem Schalter gebrückt sind, bleibt das Gerät dauerhaft an. Der Hauptschalter ist in diesem Fall ohne Wirkung.

3.3.6.6 USV

Geräte mit DC Versorgungseingang verfügen über eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV). Ein kurzzeitiger Ausfall der Spannungsversorgung kann so überbrückt werden. Diese Funktion ist insbesondere für den Einsatz im Fahrzeug bestimmt, um den Einbruch der Fahrzeug-Batterie während des Anlass-Vorgangs zu überbrücken. Das Einsetzen der USV Funktion ist daran zu erkennen, dass die Kontroll-Leuchte (PWR) von grün auf gelb wechselt. Bei vielen Geräten wird das Einsetzen der USV zusätzlich durch einen akustischen Summer angezeigt.

Die USV überbrückt einen Spannungsausfall und überwacht dabei dessen Dauer. Ist der Spannungsausfall kontinuierlich und überschreitet die gerätespezifische [Puffer-Zeitkonstante](#)^[48] so schaltet sich das Gerät selbsttätig ab. Dies geschieht nach dem gleichen Mechanismus wie bei einer manuellen Abschaltung, d.h. es wird zunächst eine evtl. laufende Messung beendet und Dateien abgeschlossen, was zu einer zusätzlichen Verzögerung von 10 sec. führt.

Eine typische Anwendung dieser Konfiguration ist daher ein Einsatz im Fahrzeug bei fester Kopplung der Versorgung an das Zündschloss. Kurzzeitige Unterbrechungen werden dann sicher überbrückt. Andererseits wird verhindert, dass der interne Puffer-Akku tiefentladen wird, falls nach dem Abschalten des Fahrzeugs das Meßsystem nicht ausgeschaltet wurde.

Ist der Spannungsausfall nicht kontinuierlich, sondern nur kurzfristig, wird die Überwachung der Pufferzeit stets aufs Neue zurückgesetzt. Die Puffer-Zeitkonstante ist ein einstellbarer Geräteparameter, der entsprechend der Akku- und Geräteleistung gewählt wird. Er kann in der Regel per Software im Gerät eingetragen werden und ist bei Auslieferung sinnvoll vorkonfiguriert (siehe Beschreibung im Handbuch der Gerätesoftware).

Verweis

Beim USV-Modul der imc CRONOSflex Gerätefamilie ([optionale Griffereinheit mit USV](#)^[35]) ist die Puffer-Zeitkonstante über einen Drehschalter an der Front wählbar.

3.3.6.6.1 Puffer-Zeitkonstante und maximale Pufferdauer

Die Puffer-Zeitkonstante ist ein per Software einstellbarer Geräteparameter, der entsprechend der Akku- und Geräteleistung eingetragen wird. Sie legt die maximale Dauer einer kontinuierlichen Unterbrechung fest, nach deren Ablauf sich das Gerät selbsttätig abschaltet.

Möglich ist z.B. eine Einstellung, die eine automatische Abschaltung erst dann auslöst, wenn die maximale Akku-Kapazität ausgeschöpft ist und eine Tiefentladung bevorsteht (maximale Pufferdauer).

Die maximale Pufferdauer ist die durch die Akku-Kapazität bestimmte Zeit, die das Gerät (in Summe) maximal überbrücken kann. Im Falle dass die Selbstabschaltung NICHT anspricht, z.B. bei wiederholten kurzzeitigen Unterbrechungen. Die maximal erreichbare Pufferdauer ist abhängig vom Gerätetyp, vom aktuellen Ladezustand des Akkus, der Umgebungstemperatur sowie evtl. Alterungsfaktoren. Rechtzeitig vor Erreichen eines kritischen Entladezustands schaltet sich das Gerät automatisch ab, um einer Tiefentladung des Akkus vorzubeugen.

Hinweis

Die Puffer-Zeitkonstante kann in der Gerätesoftware geändert werden.

Verweis

Siehe bitte die Beschreibung im Handbuch der imc Gerätesoftware:
> Bedienung > Bedienoberfläche > Geräte - Menü >Eigenschaften: Eintrag USV

3.3.6.6.2 Ladeleistung

Die Ladeleistung ist vom Gerätetyp, -ausbau und Zahl und Typ der verbauten Akkus abhängig. Daher gibt es die verschiedensten Kombinationen mit Ladeleistungen zwischen 2,4 W und 16 W.

3.3.6.6.3 Übernahmeschwellen

Die Schwelle, bei der von externer Versorgung auf interne Akku-Pufferung umgeschaltet wird, liegt bei etwa 9,75 V. Die Übernahme-Logik hat Hystereseverhalten, um ein Oszillieren zu vermeiden (bedingt durch den Innenwiderstand der externen Versorgung steigt deren Wert nach dem Abschalten der Last augenblicklich wieder an.). Während aktiver Akku-Pufferung erreicht die externe Versorgung wieder einen Wert von mindestens 10,9 V, so wird auf externe Versorgung zurückgeschaltet.

Bei Überprüfung dieser Schwellen ist zu beachten, dass bei einer der Versorgungsspannung überlagerten hochfrequenten Stör- oder Ripplespannung die erreichten Minima entscheidend sind. Dabei können die überlagerten Störungen auch durch Rückwirkungen des Geräts selbst verursacht werden.

Hinweise

- Die Spannungsangaben gelten für die Klemmen am Gerät. Bei der Auswahl der Versorgung ist der Spannungsabfall an der Zuleitung durch Länge und Querschnitt zu berücksichtigen!
- Während des Einschaltens muss die Versorgungsspannung über der oberen Übernahmeschwelle (≥ 11 V) liegen.

3.3.6.6.4 Akkumulatoren und Batterien

3.3.6.6.4.1 NiMH Akkumulatoren

Die Blei-Akkus wurden durch eine Lösung mit NiMH-Akkus ersetzt. Für Sie als Benutzer stellt diese Umstellung keine nennenswerte Änderung der bisherigen Bedienung des Gerätes dar. Damit die Geräte äußerlich unterschieden werden können, ist der Batterietyp auf dem Typschild vermerkt: "**Contains NiMH Battery**".

Verweis

imc Energieträger

- Die technischen Daten finden Sie im Abschnitt: "[Technische Daten](#)"³³³.
- Geräte der imc CRONOS Systemfamilie, die nach November 2022 von imc ausgeliefert wurden, haben auf dem Typ-Schild bei eingebauten Energieträgern eine "[Batteriekenzeichnung](#)"¹⁰.

Bleigel Akkumulatoren

Geräte die vor 2017 ausgeliefert wurden enthielten wartungsfreie **Bleigel-Akkumulatoren**. Die Ladung dieser internen Stützbatterie erfolgt automatisch bei anliegender Versorgung und eingeschaltetem Gerät. Wegen der unvermeidlichen Selbstentladung wird empfohlen, das Gerät nach spätestens 3 Monaten Betriebspause wieder an eine Versorgung anzuschließen und ca. 6 bis 9 h eingeschaltet lassen.

Wird die USV oft benötigt (viele Lade und Entladezyklen), hängt die Lebensdauer wiederum von der Höhe der Entladung ab (puffert die USV nur kurz oder wird der Akku jedes mal entladen?). Der Hersteller gibt 200 Zyklen bei 100% Entladung und 1200 Zyklen bei 30% Entladung und 25°C an.



Die im Gerät enthaltenen Bleigel- Akkus dürfen nicht in den Hausmüll geworfen werden. Verbrauchte Batterien oder Akkus sind den öffentlichen Sammelstellen zuzuführen.

3.3.6.6.4.2 Li-Ion Akkumulatoren

Geräte können mit einer USV-Versorgungseinheit ausgestattet werden, welche auf Li-Ion Akkus basiert, was aufgrund deren grosser Kapazität besonders lange Puffer-Zeiten ermöglicht. Geräte mit Li-Ion Modul besitzen einen Versorgungseingang, der gegenüber dem Gerätegehäuse galvanisch isoliert ist. Beachten Sie, dass dann alle Hinweise im Handbuch unter Erdung für Geräte mit isolierter Versorgung gelten. Das Li-Ion Modul verfügt über ein intelligentes Lademanagement. Die Ladung des Akkus erfolgt automatisch bei anliegender Versorgung und eingeschaltetem Gerät.

Li-Ionen Akkus (Smart Batterien) sind zum Auswechseln zugänglich, sie können verpolungssicher in das Li-Ion Modul eingesetzt werden. Bei einem imc CRONOScompact (CRC) befindet sich der Zugang zu den Li-Ion Akkus auf der Unterseite. Bei imc CRONOSflex (CRFX) ist der Zugang auf der Rückseite eines CRFX/HANDLE-LI-IO-L.



imc CRONOScompact mit zwei Li-Ion Akkus

Die Akkus befinden sich auf der Unterseite.



imc CRONOScompact mit zwei Li-Ion Akkus

Die Akkus lassen sich verpolungssicher wieder einsetzen.

Hinweis

- Wegen der unvermeidlichen Selbstentladung der Smart Batterien wird empfohlen, das Gerät nach spätestens 3 Monaten Betriebspause wieder an eine Versorgung anzuschließen bis die Smart Batterien wieder voll geladen sind (Gerät muss eingeschaltet bleiben)!
- Wir empfehlen eine Wartung alle 2 bis 3 Jahre und bei einem Einsatz im erweiterten Temperaturbereich alle 1 bis 2 Jahre.



Li-ION

Die im Gerät enthaltenen Li-Ionen- Akkus dürfen nicht in den Hausmüll geworfen werden. Verbrauchte Akkus sind den öffentlichen Sammelstellen zuzuführen.

Verweis

Li-Ion Akkus

[Hier finden Sie technische Daten!](#) 

Hinweise zu den Li-Ion Akkus - Smart Batterien:

- Werden die empfohlenen Temperaturbereiche für Lagerung, Laden und Entladen nicht eingehalten, bleiben die Smart Batterien sicher, jedoch können sich Lebensdauer und Kapazität verringern.
- Werden Smart Batterien bei niedrigem Ladezustand (<10%) gelagert altern sie schneller.
- Bei Lagerung von entladenen Smart Batterien kann deren interner Schutz vor Tiefenentladung aktiviert werden. Beim nächsten Ladevorgang wird dann zu Beginn nur mit einem sehr kleinen Ladestrom zum Reaktivieren der Smart Batterie geladen, was die gesamte Ladedauer entsprechend verlängert.
- Die ausgedehnte Lagerung von entladenen Smart Batterien ist nicht zu empfehlen und kann unter Umständen die Li-Ion Akkus (das Akkupack) unbrauchbar machen!
- Das Akkupack schaltet sich bei folgenden Bedingungen aus:
 - zu hohe Temperatur
 - zu hoher Entladestrom (z.B. durch Kurzschluss)
 - zu niedrige Zellspannung (als Schutz vor Tiefenentladung)
 Ansonsten ist die USV so lange funktionsbereit, wie die Batterie das Entladen nicht verhindert.
- Die passive Temperatursicherung ist nach einmaliger Aktivierung nicht rücksetzbar und macht somit das Batteriepack unbrauchbar. Die spezifizierte Temperatur darf daher nie überschritten werden!
- Li-Ion Akkus dürfen aus Sicherheitsgründen nicht über 100°C erwärmt werden.

 **Hinweis**

Die Smart Batterien sollten für eine optimale Lebensdauer alle 3 Monate vollständig geladen werden. Das Gerät in dem sich die Smart Batterien befinden, ist dabei für die Dauer der Ladung einzuschalten!

Ladezustand der Li-Ion Akkus

Der Ladezustand der Li-Ion Akkus lässt sich an verschiedenen Signalkombinationen der LEDs ablesen. Die Anordnung der LEDs auf Ihrem Gerät kann von der hier dargestellten Anordnung abweichen. Die folgenden Signalkombinationen werden unterschieden:

 UPS Status  100  75  50  25 Ladezustand: 75% bis 100%	 UPS Status  100  75  50  25 Ladezustand: 50% bis 74%	 UPS Status  100  75  50  25 Ladezustand: 25% bis 49%	 UPS Status  100  75  50  25 Ladezustand: 10% bis 24%	 UPS Status  100  75  50  25 Ladezustand: blinkt mit 2 Hz <10%
---	--	--	--	--

Beim Aufladen der Li-Ion Akkus blinkt die jeweils oberste der vier Ladezustand-LEDs im Sekundentakt grün. Im Gegensatz dazu ist das Warnsignal bei sehr weit entladene Akku (<10%) dadurch gekennzeichnet, dass die unterste LED ("25") in einem sehr viel schnelleren Intervall blinkt.

Die UPS Status LED ist eine bicolore LED. Diese bicolore LED leuchtet im Fehlerfall rot.

Fehlerfall

Blinkt die UPS Status LED abwechselnd rot und grün ist ein länger andauernder Akkubetrieb aufgrund erhöhter Temperatur von $60^{\circ}\text{C} \leq \vartheta < 75 \pm 5^{\circ}\text{C}$ (1) nicht möglich. Die Pufferdauer der USV ist auf 15 Sekunden reduziert. Bei Ausfall der externen Spannungsversorgung wird also in diesem Fall (unabhängig von der konfigurierten Pufferdauer) bereits nach 15 Sekunden die Messung beendet, die Datensicherung abgeschlossen und das Gerät eigenständig abgeschaltet.

Folgende Fehlerfälle können Sie an bestimmten Signalkombinationen der LEDs ablesen:

<p>Akku nicht vorhanden oder wird nicht erkannt</p> <p> UPS Status</p> <p> 100</p> <p> 75</p> <p> 50</p> <p> 25</p>	<p>interner Fehler (USV u.U. nicht betriebsbereit)</p> <p> UPS Status</p> <p> 100</p> <p> 75</p> <p> 50</p> <p> 25</p>	<p>Akkubetrieb ist nicht möglich die USV ist nicht betriebsbereit, $\vartheta \geq 75 \pm 5^{\circ}\text{C}$ (2)</p> <p> UPS Status</p> <p> 100</p> <p> 75</p> <p> 50</p> <p> 25</p>
--	---	--

(1) $\pm 5^{\circ}\text{C}$ aufgrund grober Toleranzen der internen Temperaturmessung des Akkus

(2) Eine Akku-interne Schutzschaltung verhindert das Entladen über $\vartheta \geq 75 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Die USV ist unter Umständen erst wieder betriebsbereit, wenn die Akkus auf 65°C abgekühlt sind.

Das folgende Bild zeigt Geräte mit Li-Ionen Akkus. Die genaue Position der Status LED unterscheidet sich bei den unterschiedlichen Systemen.



CRC Rack



CRC portable housing



CRFX Power Handle (Li Ion)

3.3.6.7 Speichermedien im Messgerät

Dieser Abschnitt beschreibt, wie die Speichermedien der imc Messgeräte zu handhaben sind und wie sie mit imc STUDIO zu verwenden sind.

Die Speichermedien dienen ausschließlich zur Datenaufnahme unter imc STUDIO.

Speichermedien mit geprüfter Leistungsfähigkeit können als Zubehör bei imc erworben werden. Festplatten werden mit dem Gerät bestellt und können nachträglich nur von imc eingebaut werden.



Hinweis

Hersteller und Alter des Speichermediums

- imc hat keinen Einfluss auf die Qualität der Speichermedien unterschiedlicher Hersteller.
- Speichermedien, die mit Neugeräten ausgeliefert werden, sind im Rahmen der Qualitätssicherung überprüft und haben entsprechende Tests erfolgreich durchlaufen.
- Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die Verwendung von Wechselspeichermedien auf eigene Gefahr erfolgt.
- imc und seine Widerverkäufer haften im Rahmen der Gewährleistung und nur im Umfang einer Ersatzbeschaffung.
- imc übernimmt ausdrücklich keine Haftung für Schäden, die durch einen eventuellen Datenverlust entstehen könnten.

3.3.6.7.1 Für Geräte der Firmware-Gruppe A (imc DEVICES)

Wechseln des Speichermediums

Durch Betätigung des Tasters teilen Sie dem System mit, dass Sie das Speichermedium entfernen. Daraufhin beendet das Gerät die Zugriffe auf das Speichermedium. Sollten Sie das Speichermedium ohne Ankündigung entfernen, können defekte Cluster entstehen. Wird das Speichermedium während einer laufenden Messung entnommen, werden die Datensätze nicht abgeschlossen. Daher gehen Sie beim Wechseln des Speichermediums stets wie folgt vor:

1. **Wichtig!** Melden Sie ein Entfernen des Speichermediums aus dem Messgerät durch Drücken des Tasters vorher an, um **Schäden** an dem Speichermedium zu **vermeiden**.
2. Sobald die LED blinkt, entfernen Sie das Speichermedium.
3. Setzen Sie das neue Speichermedium ein. Die Geräte quittieren mit einem kurzen Blinken, dass die neue Platte erfolgreich erkannt wurde.

Hot-Plug (Wechseln des Speichermediums während der Messung)

Es ist möglich das Speichermedium während der laufenden Messung zu wechseln. Damit können Sie eine Messung praktisch unbegrenzt ohne PC durchführen lassen. Sie müssen lediglich mit imc Online FAMOS den verbleibenden Speicherplatz kontrollieren. Dazu verwenden Sie die Funktion [DiskFreeSpace](#) aus der Gruppe "System". Bei Unterschreitung einer verbleibenden Mindestmenge setzen Sie z.B. eine LED, einen digitalen Ausgang oder den Beeper. Die komfortablere Lösung wäre, Sie schreiben den verbleibenden Platz auf eine Display-Variable und sehen mit einem Display am Gerät wie sich der verbleibende Speicherplatz verringert.

Beim Wechseln des Speichermediums während der laufenden Messung werden die Daten im internen Speicher des Messgerätes gehalten. Wenn Sie den Vorgang innerhalb der eingestellten RAM-Pufferdauer abschließen geschieht dies garantiert ohne Datenverlust (siehe im imc STUDIO Handbuch "*Setup-Seiten - Geräte konfigurieren*" > "*Speicheroptionen und Verzeichnisstruktur*" > "*RAM-Pufferdauer*"). Beachten Sie, dass nicht nur die Wechseldauer überbrückt werden muss, sondern nach dem Wechseln auch die gepufferten Daten zum neuen Medium übertragen werden müssen.

Wechseln des Speichermediums

1. **Wichtig!** Melden Sie ein Entfernen des Speichermediums aus dem Messgerät durch Drücken des Tasters vorher an, um **Datenverlust und Schäden** an dem Speichermedium zu **vermeiden**. Die LED leuchtet grün mit **Dauerlicht**.
2. Ist das Gerät zum Entfernen des Speichermediums bereit, so **blinkt** die LED.
3. Entfernen Sie das volle Speichermedium.
4. Das Einlegen eines Speichermediums bedarf keiner Anmeldung.

3.3.6.7.1.1 Speichermedien

Speichermedien	Beschreibung
CF-Karten (Compact Flash)	Für Geräte der Gruppe A4 und A5 ⁹⁵ : Diese Gerätegruppe verwenden ausschließlich CF Karten als Speichermedium.

Speichermedien	Beschreibung
USB Speichermedium	<p>Betrifft Geräte mit USB Schnittstelle (siehe "Geräteübersicht^[95]"). Über diese Schnittstelle können Speichersticks oder schnelle Festplatten angeschlossen werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es dürfen nicht mehrere Speichermedien gleichzeitig verwendet werden! Geräte der Gruppe A6^[95] besitzen zwei USB Anschlüsse und einen Slot für die ExpressCard. Das Gerät kann jedoch nur ein Speichermedium nutzen. Dieser wird beim Einschalten ermittelt wobei keine feste Reihenfolge festgelegt ist. Entfernen Sie daher alle Speichermedien, die Sie für die Messung nicht verwenden möchten, bevor Sie das Gerät einschalten. • Mit USB ist Hot-Plug^[21] möglich. Beachten Sie, dass für den Wechsel ausreichend Zeit zur Verfügung steht. Die Ab- und Anmeldezeit hängt vom Speichermedium und der Kanalanzahl ab. Als Richtwert empfehlen wir mindestens 30 s, auch bei einfachen Konfigurationen! <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-top: 10px;">  <p>USB Festplatten mit externer Versorgung nicht verwenden</p> <p>Bitte verwenden Sie keine USB Festplatte mit externer Versorgung. Diese darf nicht an das imc-USB Port angeschlossen werden. Beim Ausschalten des Messgeräts kann die Strombegrenzung des imc-USB Ports zerstört werden.</p> </div>
ExpressCard	<p>Betrifft Geräte mit ExpressCard Schnittstelle (siehe "Geräteübersicht^[95]").</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entfernen Sie alle USB Speichermedien falls vorhanden! Geräte der Gruppe A6^[95] besitzen zwei USB Anschlüsse und einen Slot für die ExpressCard. Das Gerät kann jedoch nur ein Speichermedium nutzen. Dieser wird beim Einschalten ermittelt wobei keine feste Reihenfolge festgelegt ist. Entfernen Sie daher alle Speichermedien, die Sie für die Messung nicht verwenden möchten, bevor Sie das Gerät einschalten. • Mit ExpressCards ist Hot-Plug^[21] möglich.
CFast	<p>Betrifft Geräte mit CFast Schnittstelle (siehe "Geräteübersicht^[95]").</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entfernen Sie den USB Datenspeicher falls vorhanden! Das Gerät kann nur ein Speichermedium nutzen. Dieser wird beim Einschalten ermittelt wobei keine feste Reihenfolge festgelegt ist. Entfernen Sie daher alle Speichermedien, die Sie für die Messung nicht verwenden wollen, bevor Sie das Gerät einschalten. • Mit CFast Karten ist Hotplug^[21] möglich.
SSD	<p>Betrifft Geräte mit Festplatte (siehe "Geräteübersicht^[95]").</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mit SSD Festplatten ist kein Hot-Plug^[21] möglich! Falls die SSD in Wechselrahmen verwendet wird, kann sie gewechselt werden, wenn das Gerät ausgeschaltet ist. • SSD Festplatten erscheinen in der Gerätesoftware als Festplatte und kann über die Explorer-Erweiterung^[23] ausgelesen werden. • Aufgrund der Formatierung wird der Inhalt der SSD im PC nicht angezeigt, wenn man die SSD direkt im PC anschließt. SSD Festplatten werden ausschließlich im Gerät formatiert^[26]. • Im Messgerät kann zusätzlich zur SSD eine CF- bzw. CFAST-Karte gesteckt und alternativ verwendet werden.

3.3.6.7.1.2 Datentransfer

Auf das interne Speichermedium kann **direkt über den Windows Explorer** zugegriffen werden. Alternativ kann das Speichermedium in ein **Kartenlesegerät** am PC gesteckt werden (geeignet bei großen Datenmengen wegen der schnelleren Übertragung).

! Warnung

- Wenden Sie **keine Gewalt** beim Einlegen und Entfernen des Geräte-Speichermediums an.
- Während einer **laufenden Messung** mit hoher Datenrate, sollte **niemals** mit der Windows Explorer-Erweiterung **auf das Speichermedium im Gerät zugegriffen** werden. Andernfalls kann durch diese zusätzliche Beanspruchung ein Datenüberlauf entstehen.

! Hinweis

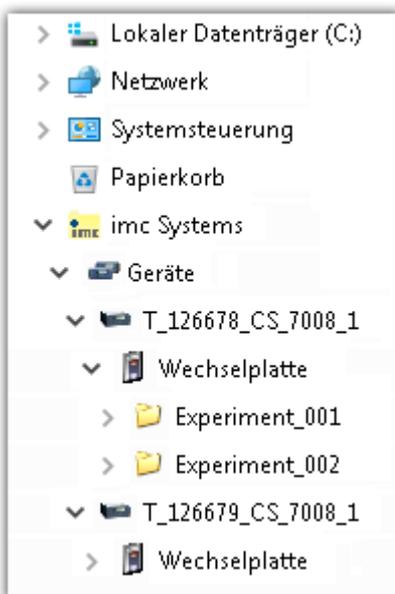
Tipp **Intervallspeichern**: Fällt zum Beispiel während der Messung die Stromversorgung des Systems aus, so kann nicht garantiert werden, dass die Datendatei auf dem Speichermedium ordentlich abgeschlossen ist. Dies führt unter Umständen dazu, dass die zuletzt aufgenommene Messung nicht gespeichert werden konnte. Durch Intervallspeichern können Sie dieses Risiko einschränken.

Zugriff über den Windows-Explorer

Über die Menüaktion "**Daten (Gerät)**" (📁) wird der Windows-Explorer passend zur Geräteauswahl gestartet.

Menüband	Ansicht
Extras > Daten (Gerät) (📁)	Complete
Start > Daten (Gerät) (📁)	Standard

Zugriff über "*imc Systems*" - eine Explorer Erweiterung (Shell Extension)



Wird bei der Installation der Bediensoftware die Option "*Erweiterung für den Windows Explorer*" aktiviert, können Sie die gespeicherten Messdatendateien im Gerät (z.B. auf dem Wechselspeicher) kopieren, anzeigen und löschen. Die Bedienung erfolgt wie unter Windows gewohnt.

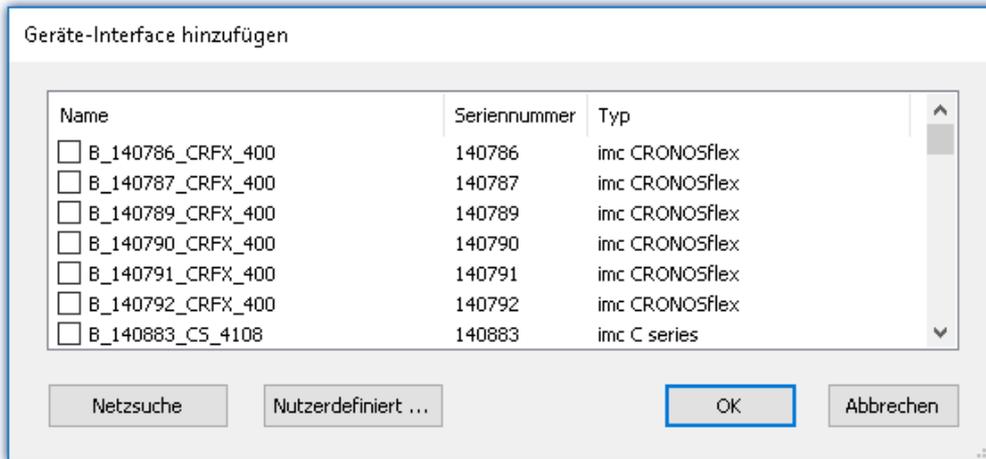
Diese Funktion ist unabhängig von der Geräte-Software. Auch die Auswahl der Geräte im Baum ist unabhängig von der Geräteliste in der Bediensoftware.

Um auf das Speichermedium ihres Gerätes zuzugreifen, muss das Gerät in dem Baum hinzugefügt werden (siehe "[imc Systems - Gerät hinzufügen](#)"²⁴). Danach können Sie zu den entsprechenden Daten auf dem Speichermedium navigieren und damit arbeiten.

Auch wenn Sie bereits mit der imc STUDIO Software mit dem Gerät verbunden waren, ist es im Explorer noch nicht aufgeführt. Es ist möglich mit einem Gerät zu messen, während Sie von einem anderen Gerät Daten kopieren.

- Klicken Sie auf "Geräte" unter "imc Systems".
- Öffnen Sie das Kontextmenü im "Geräte"-Bereich und wählen Sie "Neu".

Es erscheint der Dialog "Geräte-Interface hinzufügen":



Geräte-Interface hinzufügen

Geräte suchen	Beschreibung
Netzsuche	Durch die "Netzsuche" wird das Netzwerk nach allen passenden Geräten durchsucht. Das kann je nach Anzahl der angeschlossenen Geräte und der Art des Netzwerks einige Zeit dauern. Schließlich werden die gefundenen Geräte aufgelistet. Wählen Sie Ihr Messgerät aus und bestätigen Sie mit "OK". Das Messgerät steht nun zur Verfügung.
Nutzerdefiniert	In einem strukturierten Netzwerk (Netzwerk mit Routern, Internet, ...) können imc-Geräte nicht durch eine Netzsuche aufgenommen werden. Mit Kenntnis der IP-Adresse oder des Domainnamen (DNS-Namen) kann ein Gerät in der Liste aufgenommen werden.

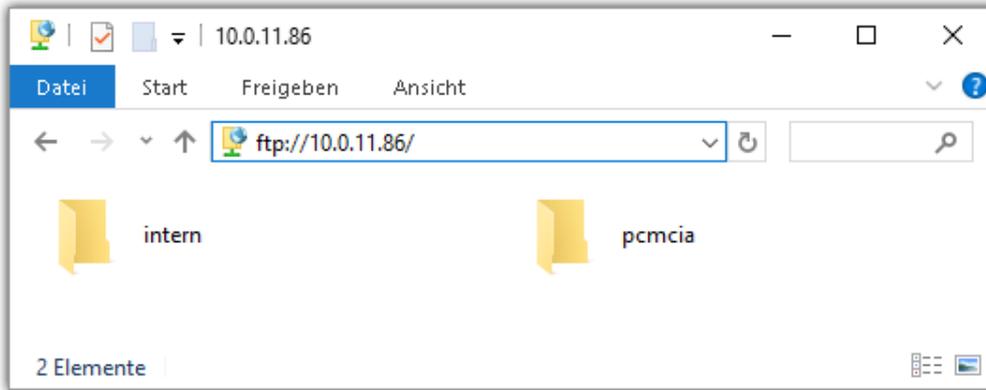
Verweis

Weitere Informationen finden Sie im imc STUDIO Handbuch im Abschnitt: "Inbetriebnahme - Verbindung zum Gerät"

- Allgemein: "Geräteverbindung über LAN"
- "Verbindung über eine direkte Adresse"

Ein Zugriff auf das Speichermedium im Gerät ist auch über FTP möglich, sowie eine Übertragung von Daten. Weitere Ziele sind: die Konfiguration von Geräten über FTP und das Gerät für eine Messung mit der geänderten Konfiguration erneut zu starten. Anwendungen gibt es z.B. in Fahrversuchen, wobei es keine direkte Verbindungsmöglichkeit zu den Geräten mit der Geräte-Software gibt. Es werden die Möglichkeiten Diskstart/Selbststart genutzt und erweitert. Im Allgemeinen ist das Gerät mit einer Selbststartkonfiguration konfiguriert. Beim Einschalten wird die Konfiguration geladen und die Messung automatisch gestartet.

Öffnen Sie den Explorer und geben Sie in der Adressleiste "ftp://" und die IP-Adresse des Gerätes an:



Hinweis

- Grundsätzlich ist nur das Lesen von Daten erlaubt. Falls Sie über FTP auch löschen wollen, muss in der Adressleiste zwischen "ftp://" und der IP-Adresse noch "imc@" hinzugefügt werden.
Beispiel: <ftp://imc@10.0.10.219>
- Weiterhin kann ein Passwort für den Zugriff über FTP vergeben werden. Dies wird in den Geräte-Eigenschaften eingetragen.

Warnung

Folgende Einschränkungen ergeben sich, wenn mit einem FTP-Client auf die Speichermedien in einem Gerät zugegriffen wird:

- Das Gerät selbst kann keine Verzeichnisse löschen, auf die gerade von einem FTP-Client zugegriffen wird.
- Das Wechseln des Speichermediums während der Messung (Hot-Plug) ist nicht möglich.

3.3.6.7.1.3 Dateisystem und Formatierung

Es werden Speichermedien mit den Dateisystemen FAT32 und FAT16 (maximal 2 GB) unterstützt. Es wird empfohlen, ein Speichermedium zu [formatieren](#)^[26] und evtl. zu partitionieren, bevor es verwendet wird.



Hinweis

Regelmäßiges Formatieren schützt das Speichermedium

Regelmäßige Formatierung wird empfohlen

Nutzen Sie jede Gelegenheit, um das Speichermedium zu formatieren. **Empfehlung:** mindestens alle **sechs Monate**.

Auf diese Weise können **beschädigte Speichermedien** erkannt und nach Möglichkeit repariert werden. Ein beschädigtes Dateisystem kann u.a. zu **Datenverlust** führen. Oder das **Messsystem startet nicht** mehr korrekt.

Um Datenverlust zu vermeiden, sollten alle noch benötigten Daten vorher gesichert werden!

Ein Speichermedium in verschiedenen Geräten verwenden

Es sind keine Einschränkungen bekannt. Es wird jedoch empfohlen, bei einem Wechsel immer zu formatieren, um Datenverlust zu vermeiden.

Weitere Hinweise

- Zur Auswahl des geeigneten Dateisystems für den jeweiligen Anwendungsfall, sind die Hinweise zur Datenrate und zur "[Vermeidung von Datenüberlauf](#)"^[26] zu beachten.
- Eine Einschränkung bezüglich der derzeit verfügbaren Speichermediengrößen ist nicht bekannt.
- Die maximale Dateigröße beträgt 2 GB. Verwenden Sie bei größeren Datenaufkommen pro Signal die Intervallspeicherung.



Verweis

Allgemeine Einschränkungen von Dateisystemen

Bitte beachten Sie die allgemeinen Einschränkungen der jeweiligen Dateisysteme.

Die Formatierung kann in einem Laufwerk des Rechners direkt vom Windowssystem durchgeführt werden oder **im Gerät über die Explorererweiterung**.



Hinweis

Empfehlung

- **imc empfiehlt die Formatierung im Gerät:** Im Gegensatz zur Formatierung unter Windows ermöglicht dies höhere Schreibraten für schnelle Kanäle.
- Es darf nur **eine(!)** Partition angelegt werden. Mehrere Partitionen können dazu führen, dass das Messgerät das Speichermedium nicht erkennt.



Warnung

Sichern Sie bitte vorher die Daten

Alle Daten auf dem Speichermedium werden beim Formatieren gelöscht. Sichern Sie alle Daten auf einem anderen Medium, bevor Sie mit dem Formatieren beginnen.

Hinweis

Clustergröße - Vermeidung von Datenüberlauf

Die Größe und Anzahl der Zuordnungseinheiten (Cluster) und damit das verwendete [Dateisystem](#)²⁶, haben einen erheblichen Einfluss auf die Geschwindigkeit des Speichermediums! Bei kleinen Clustern sinkt die Geschwindigkeit unter Umständen dramatisch! Wenn hohe Datenraten gefordert sind, empfiehlt sich daher in der Regel eine Größe von mindestens 8 kB/Cluster.

Die optimale Größe der Cluster ist für jedes Speichermedium individuell zu ermitteln. Grundsätzlich gilt:

• **Wenige Kanäle mit hoher Datenrate**

Werden wenige Kanäle mit hoher Datenrate geschrieben, sind **große Cluster** auf dem Datenträger von Vorteil. Bei Formatierung mit FAT32 am PC entstehen bei Plattengrößen < 8 GB ungünstig kleine Cluster, die bei voller Summenabtastrate zum Datenüberlauf führen können.

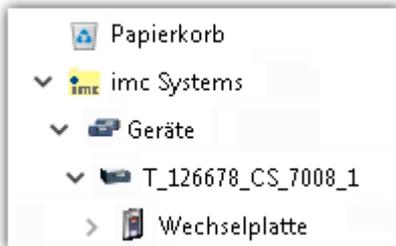
Wählen Sie bei Karten bis 8 GB grundsätzlich die Formatierung im Gerät.

Im Gerät werden Karten größer 512 MB mit 8 kByte und größer 4 GB mit 16 kByte großen Clustern formatiert. Alternativ können Karten bis zu 1 GB im PC mit FAT16 formatiert werden. Bei Karten ab 16 GByte macht es keinen Unterschied, ob Sie im PC oder im Gerät formatieren.

• **Sehr viele Kanäle mit geringer Datenrate**

Werden hunderte von Kanälen mit geringer Datenrate (z.B. CAN Kanäle) gespeichert, gilt genau das Gegenteil. Hier sind **kleine Cluster** im Vorteil. D.h. Platten bis zu 8 GB sollten in diesem Fall **im PC** mit FAT32 formatiert werden.

Formatierung im Gerät (empfohlen)



Zur **Formatierung im Gerät**, navigieren Sie über die Explorer Erweiterung "[imc Systems](#)"²³ auf das gewünschte Gerät.

Öffnen Sie dort die Eigenschaften der Platte: Kontextmenü > "**Eigenschaften**" (nicht über den Navigationsbereich im Explorer).

Wechseln Sie in dem Eigenschafts-Dialog auf den Reiter: "**Extras**".

Starten Sie die Formatierung mit "**Jetzt formatieren!**".

Im Gerät erfolgt die Formatierung nach folgender Regel:

Plattengröße	Clustergröße	Dateisystem
<= 512 MB	2 kB	FAT16
<= 4 GB	8 kB	FAT32
> 4 GB	16 kB	FAT32

Hinweis

Das Formatieren des Speichermediums wird nicht zugelassen, wenn im Gerät gerade ein Experiment vorbereitet wurde, in dem Daten intern gespeichert werden.

Formatierung mit Hilfe des Windows-Explorer



Zur **Formatierung eines Speichermediums über den [Windows-Explorer](#)**²⁵, navigieren Sie zum gewünschten Speichermedium. Führen Sie die Formatierung z.B. über das Kontextmenü aus.

Wählen Sie eines der beiden folgenden Dateisysteme: "FAT32" oder "FAT" ("FAT16").

Das Dateisystem "FAT32" ist für Medien ausgelegt, die **größer** als 32 MB sind. Kleinere Medien lassen sich unter keinen Umständen auf "FAT32" formatieren. Windows erzeugt mit "FAT32" bei Plattengrößen von bis zu

8 GB Cluster von 4 kB, welche für schnelle Schreibraten ungünstig sind.

SSD Festplatten sind grundsätzlich mit Ext2 formatiert und kann daher **nicht direkt im PC formatiert** werden, sondern nur im [Gerät](#)²⁶.

Dafür bietet das Ext2 Format folgende Vorteile:

- Eine fehlerhafte Mehrfachbelegung einzelner Cluster ist nicht möglich.
- Die Integration in das Betriebssystem geht erheblich schneller als bei FAT32.
- Höhere Schreibleistung als bei FAT32.

3.3.6.7.1.4 Bekannte Probleme und Einschränkungen

Bekanntes Problem und Einschränkungen	Beschreibung
Die Speicherkarte lässt sich unter Windows nicht lesen	Die Speicherkarten müssen zuerst unter Windows partitioniert (formatiert) werden. Unter Windows wird die richtige Partitionierungsinformation erzeugt. Anschließend sollte die Speicherkarte nochmal im Gerät formatiert werden. Bitte setzen Sie sich im Zweifel mit unserem technischen Support ⁶ in Verbindung.
Der Datenspeicher wird nicht erkannt	<ul style="list-style-type: none"> • Antwort 1: Überprüfen Sie das Dateisystem: Das Gerät unterstützt FAT32/FAT16 ²⁶. • Antwort 2: Stecken zwei Datenspeicher gleichzeitig im Gerät (z.B. USB-Platte und CFast-Karte), wird nur eine erkannt. Nur der zuerst gesteckte Datenspeicher wird erkannt.
Das Dateisystem wird zunehmend langsamer	Mit der Anzahl der Verzeichnisse steigt auch die Zugriffszeit des Systems auf die Daten. Die Folge ist eine Verlangsamung des Speichervorgangs und ein Verlust von Daten ist möglich. Das Anlegen von mehr als 1000 Verzeichnissen sollte vermieden werden.
Fehler beim Zugriff auf das Speichermedium	<p>Fehler können z.B. folgende Ursachen haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Datenrate ist zu hoch, das Speichermedium kommt nicht hinterher; es kommt zum Datenüberlauf • Das Speichermedium ist voll. <p>Jeden Fehler meldet das Gerät durch Anschalten der LED. Das weitere Verhalten hängt davon ab, ob das Gerät mit einem PC verbunden ist oder nicht.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ist kein PC verbunden, z.B. durch automatischem Selbststart, leuchtet der Taster mit Dauerlicht. Dies sollte am Ende des Versuchs stets überprüft werden, wenn ohne PC gemessen wird. • Ist der PC mit dem messenden Gerät verbunden, quittiert imc STUDIO den Fehler durch eine Meldung im Logbuch und schaltet die LED aus. Ein einmaliger Datenüberlauf ist am Ende der Messung nur im Logbuch zu erkennen, da die Leuchte zurückgesetzt wurde. Sollte der Datenüberlauf wiederholt auftreten, wird die LED erneut eingeschaltet, der PC quittiert die Meldung erneut, es kommt zum unregelmäßigen Blinken.
Datenüberlauf durch ungeeignete Clustergröße	<ul style="list-style-type: none"> • Mit einem durch Windows auf FAT32 formatierten ²⁶ Speichermedium kann es zum Datenüberlauf kommen, wenn eine hohe Summenabtastrate durch wenige schnelle Kanäle erzeugt wird. • Mit einem im Gerät formatierten Speichermedium ²⁶ kann es zum Datenüberlauf kommen, wenn eine hohe Summenabtastrate durch sehr viele langsame Kanäle erzeugt wird.

3.3.6.8 Signalanschluss

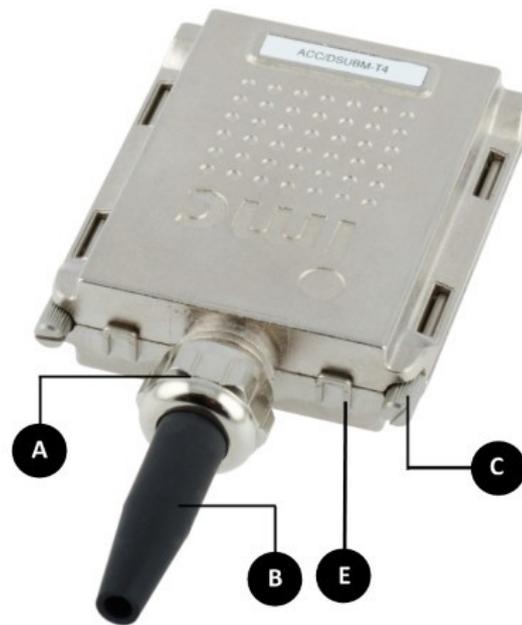
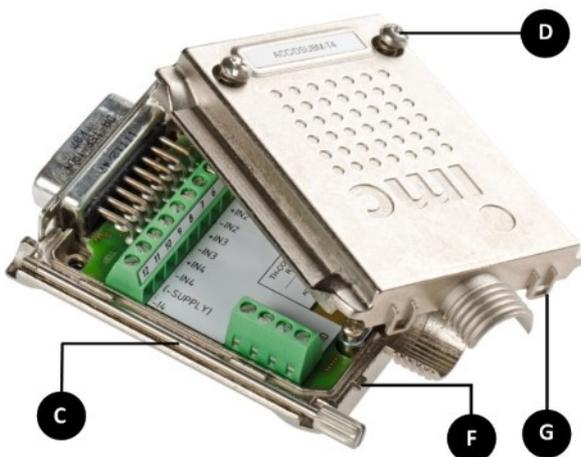
Für Geräte mit DSUB-15 Anschluss-technik sind die Klemmenstecker zum lötfreien Schraubklemmenanschluss als optionales Zubehör verfügbar.



ACC/DSUBM-xxx: Deckel in einem kleinen Winkel ansetzen

Öffnen des Metall-Steckers:

1. Lösen der Druckschraube (A)
2. Entnahme des Knickschutzes (B)
3. Lösen der Deckelschrauben (D)
4. Anheben des Deckels im DSUB-Bereich und entriegeln des Steges aus dem Schlitz



- A: Druckschraube
- B: Knickschutz
- C: Befestigungsschraube für die Frontplatte
- D: Deckelschrauben
- E: Rastung (Steg / Schlitz)
- F: Steg
- G: Schlitz

Schließen des Metall-Steckers:

1. Den Deckel in einem kleinen Winkel (siehe Bild oben) auf das Unterteil ansetzen, so dass der Steg im Schlitz einrastet.
2. Deckel und Unterteil mit einem hörbaren Klick am DSUB-15 zusammendrücken. Der DSUB darf nicht vom Deckel gedrückt werden, er muss frei in der Führung liegen.
3. Knickschutz einsetzen
4. Druckschraube muss wieder angeschraubt werden
5. Deckelschrauben können festgezogen werden

 [Verweis](#)

[Pinbelegung](#)

Die Pinbelegung der Metall-Stecker steht im Kapitel [Anschluss-technik](#) ⁴⁹⁵.

4 Wartungs- und Servicehinweise

imc empfiehlt alle 12 Monate einen Service Check durchzuführen. Ein imc Service Check beinhaltet eine Systemwartung gemäß Serviceintervallplan nach Herstellervorgaben und einen vollständigen Funktionstest (Wartung, Inspektion und Revision).

Instandsetzungsarbeiten dürfen nur von Fachpersonal der imc Test & Measurement GmbH durchgeführt werden.

Für Service- und Wartungsarbeiten verwenden Sie bitte das [Serviceformular](#), das Sie von unserer Website herunterladen und ausfüllen: <https://www.imc-tm.de/service>.



Verweis

Gerätezertifikate und Kalibrierprotokolle

Detaillierte Informationen zu Zertifikaten, den konkreten Inhalten, zugrundeliegenden Normen (z.B. ISO 9001 / ISO 17025) und verfügbaren Medien (pdf etc.) sind der [Webseite](#) zu entnehmen, oder Sie kontaktieren uns direkt.

4.1 Reinigung

- Ziehen Sie vor der Reinigung des Gerätes den Versorgungsstecker. Der Gehäuse-Innenraum darf nur von einem Servicetechniker geöffnet und gereinigt werden.
- Verwenden Sie zur Reinigung keine Scheuermittel und keine kunststofflösenden Mittel. Zur Reinigung der Gehäuseoberfläche ist ein trockenes, fusselfreies Tuch ausreichend. Bei starken Verschmutzungen kann ein feuchtes Tuch mit mildem Spülmittel verwendet werden. Zur Säuberung in den Vertiefungen des Gehäuses verwenden Sie bitte einen weichen und trockenen Pinsel.
- Lassen Sie keine Flüssigkeit in das Innere des Gerätes dringen.
- Es ist darauf zu achten, dass die - je nach Gehäusety - vorhandenen Lüftungsschlitze am Gehäuse frei bleiben.
- Zur Reinigung der **Gummidichtungen an CRXT-Modulen** können Wattestäbchen hilfreich sein. Wenn Sie die Gummidichtungen mit handelsüblichen Hausmitteln reinigen, beachten Sie bitte die jeweiligen Reinigungsanweisungen der Hersteller. Die Dichtung wird durch Behandlung mit z.B. Vaseline vor vorzeitige Alterung geschützt, da keine Luft herankommt. Bevor Sie **CRXT Module** miteinander verbinden ([Verbindungs-Mechanismus](#)⁸⁷) müssen die Gummidichtungen sauber sein und gefettet (z.B. Vaseline).

4.2 Lagerung

Das imc Messgerät ist in einem Temperaturbereich von -40°C bis +85°C zu lagern. Bei der Lagerung einzelner CRXT-Komponenten ist besondere Sorgfalt erforderlich. Die Gummidichtungen an den Seiten müssen mit Vorsicht behandelt und gepflegt werden. Vor einer Lagerung empfehlen wir, dass die Dichtungen gereinigt (siehe Reinigung) und gefettet werden. Die Dichtung wird so vor vorzeitige Alterung geschützt, da keine Luft herankommt. Die CRXT Komponenten sollten bevorzugt als geschlossenes CRXT-Gerät gelagert werden.

4.3 Transport

Transportieren Sie die CRONOS System-Komponenten bevorzugt als ein geschlossenes System. Transportieren Sie alle Komponenten in der **Originalverpackung** oder in einer geeigneten Verpackung, die Schutz gegen Schlag und Stoß gewährt. Bei Beschädigungen informieren Sie bitte umgehend unseren technischen Support. Transportschäden sind vom Garantieanspruch ausgeschlossen. Schäden durch Betauung können dadurch eingeschränkt werden, indem das Gerät in Plastikfolie eingepackt wird. Das dargestellte Handling Label für Lithium-Ionen Batterien können Sie auch selbstständig ausgedruckt auf dem Packstück anbringen. Beachten Sie, dass die Form und das Format durch IATA exakt vorgegeben ist: der Ausdruck muss in Farbe erfolgen im Format: 120 x 110 mm.

Lithium Battery Handling Label:
UN 3480 / UN3481



5 Inbetriebnahme Software und Firmware

5.1 Installation - Software

Die zugehörige Geräte-Software imc STUDIO bietet die Konfigurations- und Bedienschnittstelle für sämtliche imc Geräte. Sie realisiert geschlossene Gesamtlösungen, vom Labor-Test über die mobile Datenlogger-Anwendung bis zum kompletten Industrie-Prüfstand.

Die Software ist - abhängig von der Bestellung / Konfiguration - lizenzpflichtig (siehe imc STUDIO Handbuch Produktkonfiguration / Lizenzierung).

Um imc STUDIO Produkte installieren oder deinstallieren zu können, müssen Sie mit einem Benutzerkonto angemeldet sein, das über Administratorrechte am PC verfügt. Dies trifft auf die überwiegende Mehrheit aller Windows Installationen zu. Wenn Sie aber gewöhnlich ohne Administratorrechte am PC angemeldet sind, melden Sie sich ab und melden sich mit einem administrativen Benutzerkonto wieder an. Wenn Sie nicht über ein Benutzerkonto mit administrativen Rechten verfügen, benötigen Sie die Unterstützung Ihres Systemadministrators / IT-Fachabteilung.

Die ausführliche Anleitung zur Installation der Geräte-Software ist dem entsprechenden Handbuch bzw. den Ersten Schritten mit der Geräte-Software zu entnehmen.

5.1.1 Systemvoraussetzungen

Die Mindestanforderungen an den PC, die empfohlene Konfiguration für den PC sowie die unterstützten Betriebssysteme sind den technischen Datenblättern bzw. dem imc STUDIO Handbuch zu entnehmen.

5.2 Verbindung zum Gerät

Es gibt mehrere Arten, die **imc Messgeräte mit dem PC zu verbinden**. In den meisten Fällen wird der **Anschluss über LAN** (local area network, Ethernet) erfolgen. Im Abschnitt "[Verbindung über LAN in drei Schritten](#)"⁶⁷ erfahren Sie den **schnellsten Weg zur Verbindung** von PC und Messgerät.

Daneben gibt es andere Verbindungsarten, wie:

- WLAN
- LTE, 4G, etc. (über entsprechende Router)

Diese sind in einem separaten Abschnitt in der Dokumentation zur Gerätesoftware beschrieben: "*Spezielle Verbindungsmöglichkeiten zum Gerät*".

Die Geräte benutzen ausschließlich das **TCP/IP Protokoll**. Für dieses Protokoll sind evtl. Einstellungen/Anpassungen für Ihr lokales Netzwerk notwendig. Dazu benötigen Sie möglicherweise auch die Unterstützung Ihres Netzwerkadministrators.

Empfehlung zum Aufbau des Netzwerkes

Es sollten aktuelle und leistungsfähige Netzwerktechnologien eingesetzt werden, um die maximale Transferbandbreite zu erreichen. Also insbesondere 1000BASE-T (GBit Ethernet). GBit-Ethernet-Netzwerk-ausrüstung (Switch) ist abwärtskompatibel, so dass auch imc Geräte, die nur 100 MBit Fast Ethernet unterstützen, daran betrieben werden können.

Das Kabel vom Switch zum PC oder Gerät muss abgeschirmt sein und darf eine Länge von 100 m nicht überschreiten. Bei einer Kabellänge von mehr als 100 m ist die Verwendung eines weiteren Switches erforderlich.

Wird die Anlage in ein bestehendes Netzwerk integriert, muss das Netzwerk jederzeit in der Lage sein, den erforderlichen Datendurchsatz zu gewährleisten. Dazu kann es erforderlich sein, das Netzwerk mit Hilfe von Switches in einzelne Segmente zu unterteilen, um den Datenverkehr gezielt zu steuern und den Datendurchsatz zu optimieren.

In sehr anspruchsvollen Anwendungen könnte es sogar sinnvoll sein, mehrere GBit Ethernet-Geräte über noch leistungsfähigere Stränge des Netzwerks (z.B. über 5 GBit Ethernet) zusammenzuführen und hierüber z.B. an vorhandene NAS-Komponenten anzubinden.

Beim Einsatz von imc-Geräten mit netzwerkbasierter PTP-Synchronisation (z.B. CRXT oder CRFX-2000GP) sind Netzwerk-Switches zu verwenden, die dieses Protokoll hardwareseitig vollständig unterstützen. Geeignete Netzwerk-Komponenten sind auch als imc Zubehör erhältlich (z.B. CRFX/NET-SWITCH-5) und sind dann elektrisch und mechanisch zu den imc Systemen voll kompatibel.

5.3 Verbindung über LAN in drei Schritten

Im Folgenden wird der häufigste Fall beschrieben: PC und Gerät sind über Kabel oder Switch verbunden. Die IP-Adresse des Gerätes ist in den Adressbereich des PCs zu setzen. Anschließend kann das Gerät mit dem PC verbunden werden. Wurde einmal eine Verbindung aufgenommen, ist die Hardwareausstattung des Gerätes der Software bekannt. Experiment-Konfigurationen können dann ohne eine Verbindung zum Gerät vorbereitet werden.

Schritt 1: Anschluss des Messgeräts

Für die Verbindung über LAN gibt es zwei Varianten:

1. Das Messgerät wird an ein **bestehendes Netzwerk** angeschlossen, z.B. an einen Netzwerk-Switch. Das Betreiben mehrerer Geräte ist nur mit einem Switch möglich.
2. Das Messgerät wird direkt an einen Netzwerkadapter am PC angeschlossen (**Punkt-zu-Punkt**).

In einem LAN werden Sie üblicherweise den ersten Fall benutzen. Moderne PCs und Netzwerk-Switches sind in der Regel mit automatischer Crossover-Erkennung Auto-MDI(X) ausgerüstet, so dass nicht zwischen gekreuzten und ungekreuzten Verbindungskabeln unterschieden werden muss. Beide Kabeltypen sind dann verwendbar.

Schritt 2: IP-Konfiguration

Starten Sie imc STUDIO. Öffnen Sie über den Button "Geräte-Interfaces" () den Dialog zur Konfiguration der IP-Adresse des Gerätes.

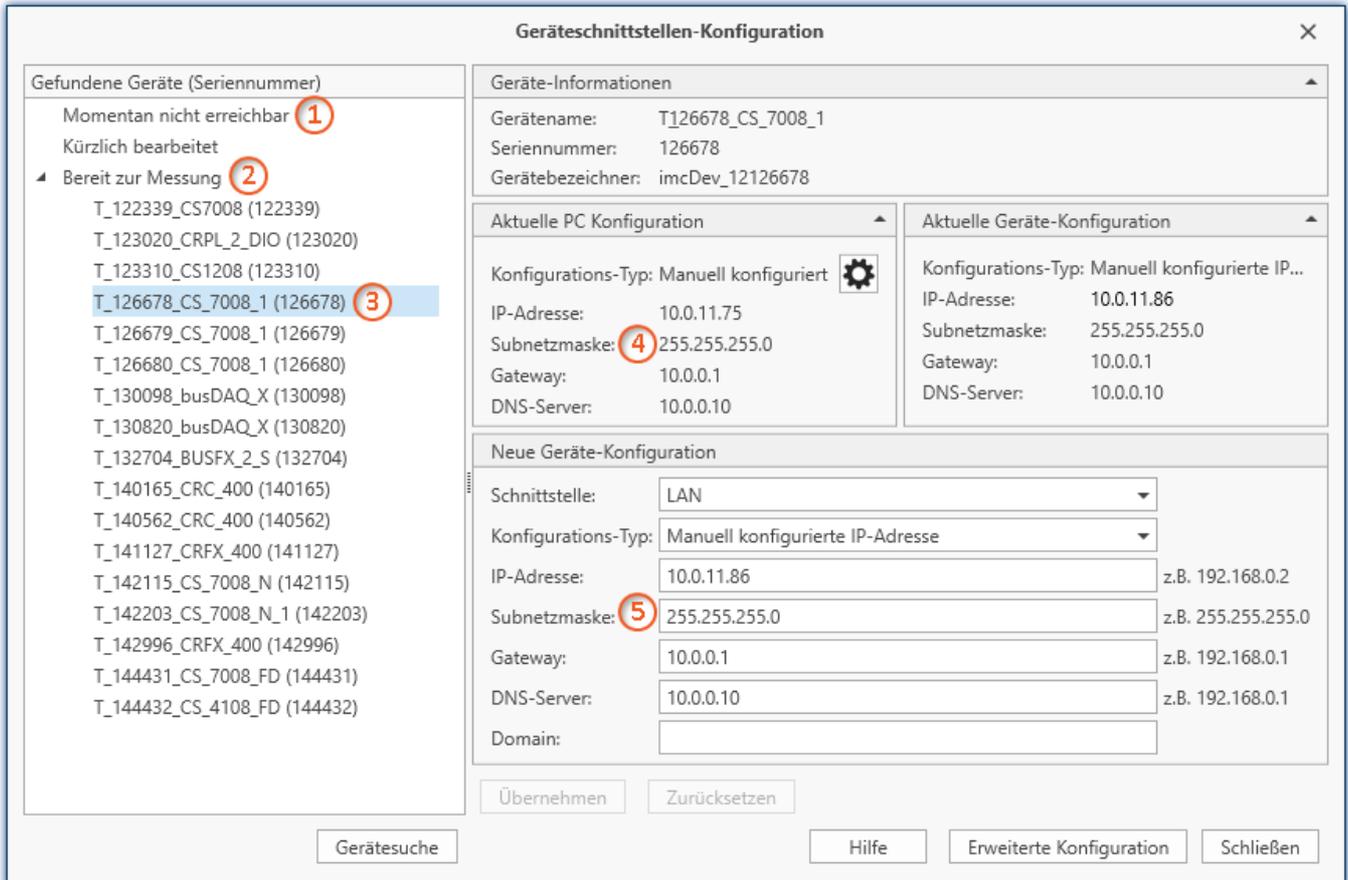
Menüband	Ansicht
Setup-Konfiguration > Geräte-Interfaces ()	Complete

Ist der **Button** in der Ansicht **nicht vorhanden**, kann der Dialog auch nach einer Gerätesuche geöffnet werden, wenn die Gerätesuche keine neuen Geräte gefunden hat. Daraufhin erscheint eine Abfrage, ob nach Geräten mit unpassend konfigurierter Netzwerkschnittstelle gesucht werden soll. Bestätigen Sie die Abfrage mit "Ja".

Nach dem Start des Dialoges, wird automatisch nach allen Geräten im Netzwerk gesucht. Im Baumdiagramm werden alle verfügbaren Geräte angezeigt. Ist das Gerät unter der Gruppe "Momentan nicht erreichbar" ① einsortiert, müssen die LAN-Einstellungen des Gerätes angepasst werden. Ist das Gerät unter der Gruppe "Bereit zur Messung" ② einsortiert, können die aktuellen Einstellungen so belassen werden oder eingesehen werden.

Besteht ein IP-Konflikt, werden entsprechende Geräte nicht gelistet.

Selektieren Sie zum Anpassen das Gerät ③.



Anzeige der gefundenen Messgeräte und der IP-Adresse

Stellen Sie die **IP-Adresse manuell ein**, wenn Sie DHCP nicht verwenden. Die IP-Adresse des Geräts ⑤ muss zu der Adresse des PCs ④ passen. Gemäß der Netzmaske darf sich nur der Geräteteil unterscheiden (siehe Beispiel).

Beispiel

In dem dargestellten Beispiel ist für den PC eine feste IP 10.0.11.75 mit der Subnetzmaske 255.255.255.0 gewählt. Für Messgeräte wären jetzt alle Nummern geeignet, die mit 10.0.11. beginnen und dann nicht 0, 75 oder 255 enthalten. Die 0 und die 255 sind wegen ihrer Sonderbedeutung möglichst nicht zu verwenden. Die 75 ist die Nummer des Rechners.

Beispiel für IP-Einstellungen	PC	Gerät
IP-Adresse	10 . 0 . 11 . 75	10 . 0 . 11 . 86
Netzmaske	255 . 255 . 255 . 0	255 . 255 . 255 . 0

Wird der Konfigurationstyp: "DHCP" verwendet, wird die **IP-Adresse automatisch** vom DHCP-Server **bezogen**. Wenn über DHCP **keine Werte bezogen** werden können, werden die **alternativen Werte verwendet**. Diese können zu Fehlern bei der Verbindung führen (unterschiedliche Netze, gleiche IP-Adressen, etc.).

Bei **direkter Verbindung** zwischen Gerät und PC mit einem Kabel sollte **kein DHCP** verwendet werden.

Um die vorgenommenen Änderungen zu übernehmen, betätigen Sie den Button "**Übernehmen**". Warten Sie den Geräte-Neustart ab und schließen Sie den Dialog.



Hinweis

Verbindung über Modem oder WLAN

Wird die Verbindung zum Gerät über ein Modem oder über WLAN hergestellt, starten Sie bitte das Programm "*imc DEVICES Interface Configuration*" über den Button: "*Erweiterte Konfiguration*" (siehe vorheriges Bild). Eine genaue Beschreibung finden Sie im Software-Handbuch Kapitel: "*Inbetriebnahme - Verbindung zum Gerät*" > "*Spezielle Verbindungsmöglichkeiten zum Gerät*".

Schritt 3: Gerät in ein Experiment einbinden

Jetzt können Sie das Gerät zum imc STUDIO Experiment hinzufügen. Falls das Gerät noch nicht bekannt ist, führen Sie zunächst eine "*Gerätesuche*" durch.

Menüband	Ansicht
Start > Gerätesuche (🌐)	alle
Setup-Steuerung > Gerätesuche (🌐)	Complete

Wählen Sie das Gerät aus: Mit einem Klick auf das Kästchen "*Ausgewählt*" des gewünschten Geräts, steht es für das Experiment bereit.

Ausgewählt	Gerätename	Seriennummer	Gerätespezifikation
<input checked="" type="checkbox"/>	T_124835_C1_1_LEMO_ET	124835	imc C1-1 LEMO
<input type="checkbox"/>	T_130039_busDAQ_X	130039	busDAQ-X
<input type="checkbox"/>	T_130311_SPARTAN_U32_CAN	130311	imc SPARTAN

Sie können auch mehrere Geräte für Ihr Experiment auswählen.

Das Gerät ist nun "*bekannt*" und steht nach dem nächsten Start der Software zur Auswahl bereit. Für weitere Informationen siehe die Dokumentation zur Komponente "*Setup*".



Verweis

Zeitzone

Kontrollieren Sie nun, ob für das Gerät die richtige Zeitzone eingestellt ist. Weitere Infos dazu finden Sie im Software Handbuch unter dem Stichwort "*Geräte-Eigenschaften*".

5.4 Firmware-Update

In jeder Softwareversion ist die passende Firmware für die Hardware enthalten. Die Software kann nur mit Geräten arbeiten, die die passende Firmware enthalten.

Wenn sich das Programm mit dem Messgerät verbindet, wird die Firmware des Gerätes überprüft. Ist die Software von einer anderen Version als die Firmware des Gerätes, werden Sie gefragt, ob sie ein Firmware-Update durchführen möchten.

Hinweis

Das Firmware-Update ist nur erforderlich, wenn die Software als Update geliefert wurde. Haben Sie Ihr Messgerät zusammen mit der Software erhalten, ist kein Firmware-Update erforderlich.

Warnung

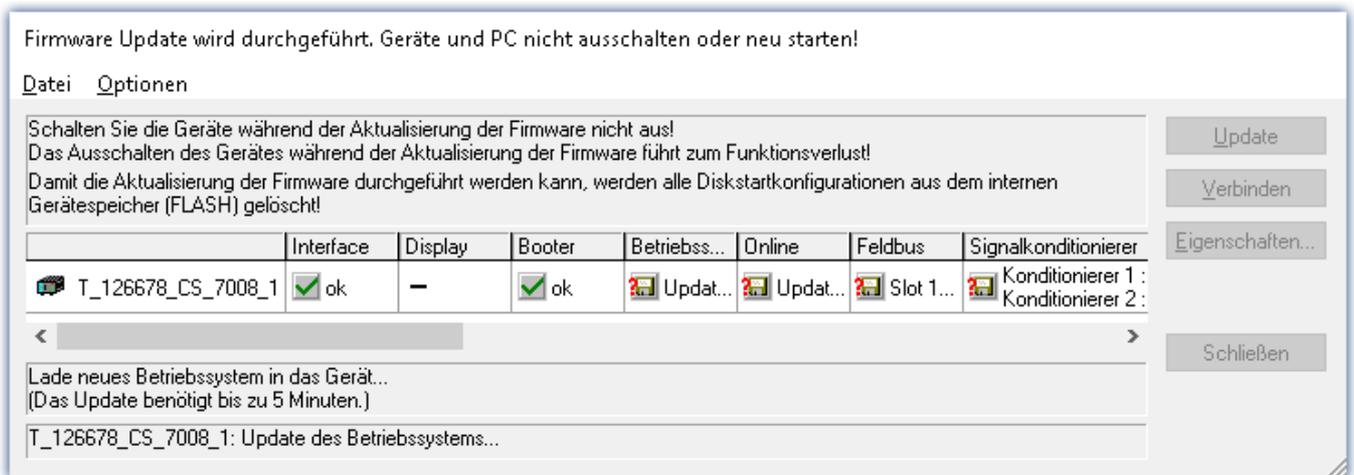
Das Firmware Update darf nicht unterbrochen werden

Es gilt unbedingt sicher zu stellen:

1. Schalten Sie auf keinen Fall das Gerät oder dessen Versorgung während des Firmware-Update aus!
2. Die Netzwerkverbindung darf nicht unterbrochen werden. Verwenden Sie eine Kabelverbindung, kein WLAN!

Je nach Gerätevariante werden folgende Komponenten automatisch geladen: Interface-Firmware (Ethernet, Modem, ...), Bootprogramm, Verstärkerfirmware, Firmware für die Signalprozessoren.

Der Dialog zum Firmware-Update sieht folgendermaßen aus:



Start des Firmware Update (Beispiel für ein einzelnes Gerät)
Der Status der einzelnen Bestandteile der Firmware wird in der Liste angezeigt.

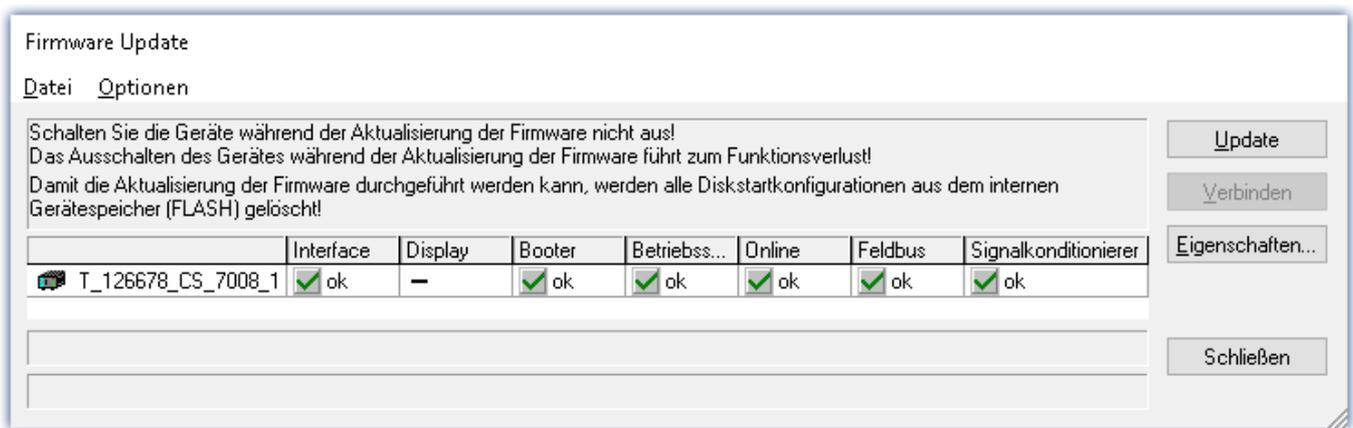
Komponente	Beschreibung
Interface	Interface-Firmware (Ethernet)
Booter	Aufstartprogramm des Gerätes beim Einschalten
Betriebssystem	Betriebssystem des Gerätes
Online	Online-Funktionalitäten und Festplatten-Controller
Display	Betriebssystem des angeschlossenen Displays
Feldbus	Feldbus-Interfaces (z.B. CAN etc.)
Signalkonditionierer	Verstärker

Für die einzelnen Firmware-Bestandteile erscheinen folgende Symbole in der Liste:

Symbole	
	nicht aktuell
	Firmware entspricht dem aktuellen Stand
	während des Updates trat ein Fehler auf
	diese Option ist auf dem Gerät nicht vorhanden

Wird für ein Gerät kein Status angezeigt, so konnte zu dem Gerät keine Verbindung aufgenommen werden. Die Dauer des Updates hängt von der Anzahl der Verstärker ab (kann mehrere Minuten dauern). Sie werden über den Fortschritt informiert.

Das erfolgreiche Ende des Firmware-Setups wird Ihnen angezeigt, wie im folgenden Bild:



Abschluss des Firmware Update (Beispiel für ein einzelnes Gerät)

Wählen Sie "Schließen". Das Gerät kann jetzt mit der Anwendungssoftware benutzt werden.

**Warnung****Zu beachten im Fehlerfall**

- Mitunter wird aus diversen Gründen oder auch bei Unterbrechung der Netzwerkverbindung das Firmware-Update nicht korrekt beendet, es fehlt dann z.B. ein "Quittungssignal" am Ende der Prozedur. In diesem Fall werden zunächst keine Messkanäle angezeigt. Führt man aber nach Geräteneustart und Softwareneustart erneut das Firmware-Update durch, so ist meistens alles in Ordnung. Eventuell ist dazu die Menüfunktion "Update aller Komponenten" im Optionsmenü des Firmware-Update Dialogs aufzurufen. Dieses Szenario führt also in den seltensten Fällen zum bleibenden Defekt und es lohnt sich durchaus, die Prozedur zu wiederholen, bevor ein Gerät zur Reparatur eingesendet wird.
- Im Fehlerfall wurde meist die Netzwerkverbindung durch Windows und unbemerkt vom Anwender, gekappt, das kann man aber per PC-Systemeinstellung unterbinden.
Hintergrund: Während des Firmware-Updates gibt es für einige Minuten keinen Datentransfer und damit keine Netzwerkaktivität; Windows detektiert die Verbindung als inaktiv und folgende Mechanismen können greifen:
 - a) Windows Energiesparmodus schaltet den LAN Adapter ab, in Folge Unterbrechung der Netzwerkverbindung!
 - b) Windows wechselt, wenn vorhanden, auf den nächsten LAN Adapter (einige PCs haben mehrere Adapter, um z.B. parallel auf Dienste zuzugreifen, die über separate Netze zugänglich sind.)
 - c) Weitere Szenarien sind denkbar, z.B. wenn Switches eingeschaltet sind, die ebenfalls auf fehlenden Datenverkehr reagieren können.

Sollte es während des Firmware Updates Fehlermeldungen geben, schalten Sie das Gerät nicht aus und kontaktieren Sie unseren [technischen Support](#). Gegebenenfalls wird das Firmware-Update mit Unterstützung durch den technischen Support fortgesetzt.

**Hinweis****Firmware-Logbuch**

Im Menü "*Datei*" finden Sie einen Eintrag für die Arbeit mit dem Firmware-Logbuch. Jede Aktion während eines Firmware-Updates sowie auch eventuell auftretende Fehler werden in einem Logbuch protokolliert. Dieses Logbuch können Sie sich mit Menü "*Datei*" > "*Log-Buch*" anzeigen.

Alle Komponenten aktualisieren

Im Menü "*Optionen*" finden Sie einen Eintrag "*Alle Komponenten aktualisieren*". Damit können Sie alle Komponenten des ausgewählten Gerätes für ein Update vorsehen. Sie brauchen diese Funktion nur zu benutzen, wenn der technische Support Sie dazu auffordert.

6 Eigenschaften der Geräte

6.1 Was bietet ein imc CRONOS-Gerät?

Für einen erfolgreichen Start Ihrer Arbeit mit einem imc CRONOS-Gerät erhalten Sie im folgenden eine kurze Einführung in die Philosophie des Geräteaufbaus.



*imc CRONOScompact-400-08
robustes Tragegehäuse*



imc CRONOS-SL-4



imc CRONOSflex Basiseinheit mit imc CRONOSflex Modulen

Konzept

imc CRONOS-SL und imc CRONOScompact Systeme sind Kompakt-Messgeräte für physikalische Messgrößen. Sie integrieren den direkten Anschluss vieler Sensortypen, die vielkanalige Datenaufnahme und die Möglichkeit einer beliebigen Echtzeitverrechnung in einer kompakten Bauform. Das Gerät führt die Messung selbstständig durch, d.h. der PC konfiguriert mit der Bediensoftware imc STUDIO das Experiment lediglich. Mit diesem Konzept ist das Messgerät in der Lage eine Messung automatisch nach dem Einschalten zu beginnen.

Mit der imc CRONOSflex Serie und mit imc CRONOS-XT bietet imc ein modulares Baukastensystem an, das dem Anwender ein bisher unerreichtes Maß an Flexibilität bei der Zusammenstellung eines Mess- und Steuerungssystems gibt. Das System erfordert keinerlei Baugruppenträger oder Rahmen, sondern sowohl Basiseinheit, als auch die modular zu erweiternden Messmodule (Verstärker bzw. Konditionierer) besitzen eigenständige Gehäuse: Diese können mittels eines robusten "Klick"-Mechanismus auf einfachste Weise gekoppelt bzw. angereiht werden. Zur Vervollständigung eines Tragegehäuses oder zur Erweiterung von Versorgungsoptionen können nach dem gleichen Prinzip Griffe angeklickt werden. Die CRFX-Module sind auch über Standard Netzwerk-Kabel anschliessbar, was eine räumlich verteilte System-Topologie erlaubt, mit bis zu 100 m Distanz zwischen den Einzelmodulen.

imc CRONOSflex und CRONOScompact deckt mit einer Summenabtastrate bis 2 MSample/s bzw. Kanalraten von 100 kSample/s/Kanal den gesamten Frequenzbereich der physikalischen Messtechnik ab. Für alle üblicherweise vorkommenden Messgrößen stehen Messmodule (Verstärker bzw. Konditionierer) zur Verfügung. Sie verarbeiten Signale mit analogen Bandbreiten von bis zu 48 kHz.

Signalkonditionierung

Die Ausstattung der imc CRONOS-Serie kann so gewählt werden, dass diese der Zielapplikation besonders gerecht wird. Zur analogen [Signalkonditionierung](#)^[148] stehen Spannungs-/Strom-, Temperatur-, Brückenmessung-, Wege bzw. Drehzahlkanäle etc. sowie Eingänge für stromgespeiste Sensoren (ICP-Eingänge) zur Verfügung. Isolierte digitale Eingänge ergänzen die Anschlussmöglichkeiten.



Für die Ausgabe von Alarmsignalen oder die Beeinflussung von externen Geräten in Abhängigkeit der Messgrößen stehen Ihnen außerdem digitale Ausgänge mit bis zu 1 A Treiberfähigkeit und analoge Ausgänge zur Verfügung.

Der Anschluss der Ein- und Ausgangsgrößen wird getrennt nach Sensortypen und Kanälen über DSUB - Stecker ausgeführt. Für eine einfache Handhabung stehen Ihnen spezielle Klemmenstecker zur Verfügung, die ein direktes Anklemmen der Anschlussleitungen erlauben.

TEDS Sensorerkennung

Das auf TEDS (Transducer Electronic Datasheet) basierende imc Messkonzept erweitert die IEEE 1451.4. Auf Wunsch lassen sich [TEDS](#)^[104] Speicherclips in jedes Sensoranschlusskabel integrieren. imc CRONOS Systemfamilie parametriert sich selbstständig mit der Sensor-Datenbank imc Sensors oder direkt aus dem TEDS. Eine ausführliche Beschreibung über den Einsatz von TEDS finden Sie im imc STUDIO Handbuch.

Echtzeitverrechnung mit imc Online FAMOS

imc Online FAMOS gestattet die Verrechnung der verschiedenen Messgrößen im Gerät. Die umfangreiche Funktionsbibliothek ermöglicht weiterhin den Aufbau von Prüfabläufen mit Steuer und Regelfunktionen.

Aktuelle Informationen finden Sie auch auf der imc Webseite: <https://www.imc-tm.de>.

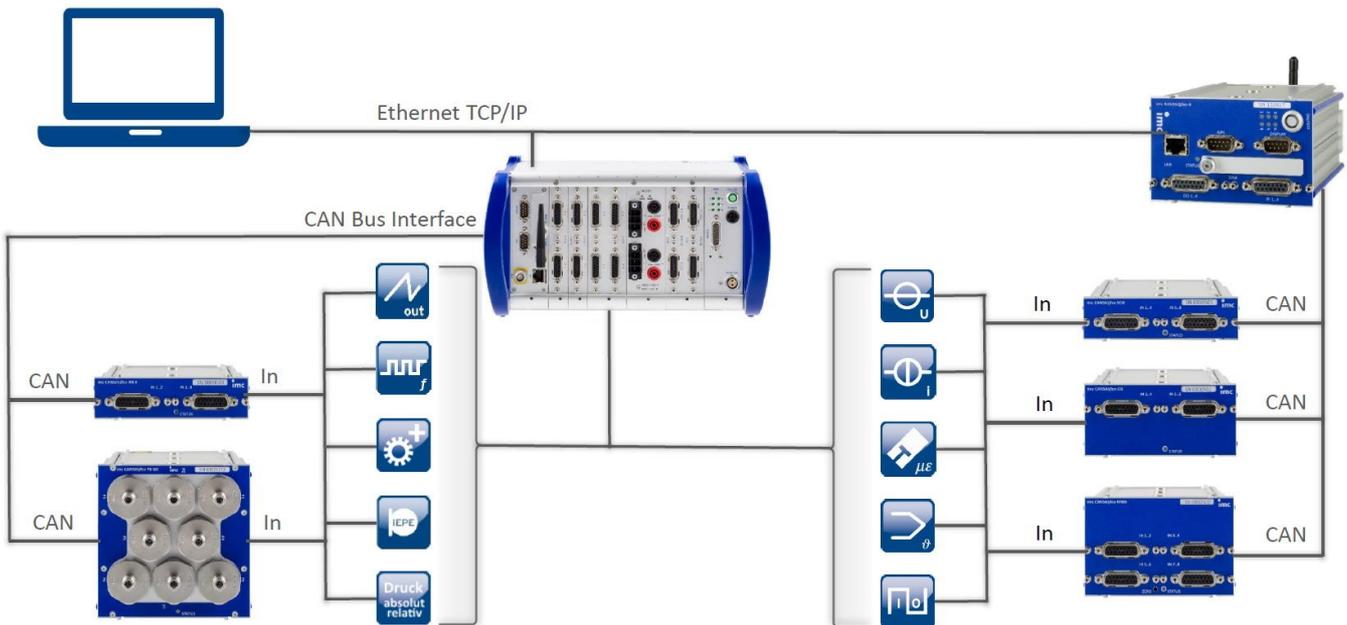
Trigger

Die Geräte der imc CRONOS-Serie gestattet Ihnen von jedem Messkanal mit Hilfe von Schwellwerten etc. ein digitales Ereignis abzuleiten und eröffnet damit eine einfache Überwachung von Messgrößen.

Die erzeugten digitalen Ereignisse können direkt einem digitalen Ausgang zugeordnet werden und/oder sind zu Triggerereignissen verknüpfbar. Um komplexe Messaufgaben direkt zu lösen, stehen Ihnen bis zu 48 unabhängige Trigger zur Verfügung. Den definierten Triggern können beliebige Kanäle zugeordnet werden.

Feldbusse

Es stehen Anbindungen an verschiedene Feldbusse (CAN, FlexRay, Profibus, ...) zur Verfügung. Über den CAN Bus können außerdem imc CANSAS Module zur Erweiterung genutzt werden.



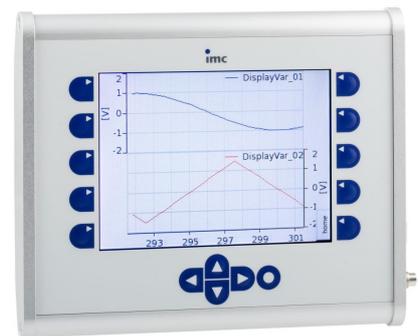
Beispielsystem mit zwei Messgeräten und mehreren CANSAS Modulen, die über den CAN-Bus integriert sind.

Verschiedene imc Messgeräte in einem Experiment

Geräte der imc CRONOS-Systemfamilie, imc SPARTAN, C-SERIE und BUSDAQ werden mit der gleichen Software betrieben. Ein Mischbetrieb mit verschiedenen Geräten ist möglich.

Display

Zum Betrieb von Geräten der imc CRONOS-Familie benötigen Sie nicht unbedingt einen PC. Wenn Sie einen Selbststart ins Gerät schreiben, beginnen die Geräte der CRONOS-Serie selbstständig die Messung. Sollten Sie über ein Display verfügen können Sie die integrierte Tastatur nutzen, um eine Messung zu starten und die Daten zu speichern. Die [Beschreibung des Displays](#) ¹⁰³ und zur Anschlussbelegung.



PC Bediensoftware imc STUDIO

Mit der PC Bediensoftware imc STUDIO steht Ihnen eine beliebige Kurvendarstellung, umfangreiche Triggermöglichkeiten, und Problem angepasste Speicheroptionen zur Verfügung. Zusammen mit imc Online FAMOS können Sie aus den Messdaten die gewünschten Resultatsgrößen in Echtzeit errechnen und anzeigen.

6.1.1 imc CRONOSflex System-Beschreibung

6.1.1.1 Flexibles Baukasten-System

Das Baukasten-System verlangt zu keiner Zeit eine Festlegung bezüglich der maximalen Systemgröße oder der [räumlichen Topologie](#)^[35], sondern hält dem Anwender, welcher über ein Sortiment von Komponenten verfügt, diese Freiheiten stets komplett offen. So können Messanwendungen die verschiedensten, auch gegensätzlichen Anforderungen an ein System stellen: z.B. klein und kompakt mit wenigen Kanälen eines spezifischen Typs; oder aber mit sehr vielen Kanälen, jedoch mit anderen Sensortypen und entsprechend angepasster Konditionierung.

Die Systeme verwenden den EtherCAT Standard als "internen" [Systembus](#)^[77] zur Verbindung der zentralen Basiseinheit mit den Messmodulen. Das ermöglicht es, die Messmodule sowohl in einer zentralen Einheit zusammenzufassen, als auch über Standard [Netzwerk-Kabel](#)^[77] (RJ45, CAT5) zu einem räumlich verteilten System zusammen zuschalten. Das so gebildete Messsystem wiederum ist über eine gewöhnliche Ethernet Verbindung (LAN / WLAN) mit einem PC zu steuern, der als Konfigurator und Messdatensenke fungiert.

Diese Verbindung ist jedoch nicht zwingend erforderlich, da das System auch einen autarken Betrieb ohne Steuer-PC erlaubt: Dabei starten die Geräte direkt nach dem [Einschalten](#)^[46] oder zu einer vorgebbaren Zeit automatisch mit einer vorbereiteten Selbststart-Konfiguration. Die Messdaten werden dann auf Massenspeicher im Gerät gespeichert (HDD, Flashcard oder USB-Medien) und können bei Bedarf in Form von Wechsel-Medien direkt entnommen oder bei Bestehen einer (temporären) Verbindung ausgelesen werden. [Technische Daten der Basiseinheit](#)^[321]

6.1.1.2 Systembus

Die Wahl des auf Standard Netzwerk-Hardware basierenden EtherCAT als Systembus bringt für den Anwender den Vorteil, ein verteiltes System mit Netzwerk-Kabeln aufzubauen. Eine bestehende Infrastruktur kann genutzt werden. Das verwendete Software-Protokoll ist ein etablierter Industrie-Standard, der Echtzeit-Fähigkeiten und Synchronisationsmechanismen unterstützt, welche systemweit eine präzise synchrone Messung garantieren.

6.1.1.3 Modulare, rastend anreihbare Einzelgehäuse

Die einzelnen Module sind mechanisch so konstruiert, dass sie durch einfaches "[zusammenklicken](#)"^[76] mechanisch fest verbunden und gleichzeitig elektrisch an das Bussystem und die Versorgung angeschlossen werden. Damit sind sie auch automatisch in das Messsystem eingebunden und über die zugehörige Software bedienbar. Eine [optionale Griffereinheit](#)^[35] wird auf gleiche Weise mechanisch verbunden. Sie hat nicht nur Halte-Funktion, sondern kann wahlweise auch eine stabilisierte 50 V Geräte-Versorgung für das Gesamtsystem mit unterbrechungsfreier Pufferung (USV) enthalten. Durch "Zusammenklicken" entsteht ein tragbares Messsystem, das sich sowohl in seiner Modulauswahl als auch in seiner mechanischen Ausdehnung der Anwendung individuell anpasst.

6.1.1.4 Vergabe der Moduladresse

Die dezentral verteilbaren Messmodule der imc CRONOSflex Serie werden von der Gerätesoftware wie Signalkonditioniermodule im imc CRONOScompact Tragegehäuse verwaltet. Dies beinhaltet die Vergabe von Modul-Adressen bzw. Nummern, die eine eindeutige Zuordnung von Kanal-Namen und Einstellungen sicherstellt. Messmodule werden im Zuge einer kontrolliert auslösbaren Identifikations-Prozedur automatisch erkannt und nummeriert. Diese Modul-Nummer wird dann auf einem kleinen Front-Display des imc CRONOSflex Moduls angezeigt und bleibt bis zur nächsten System-Identifikation dauerhaft gespeichert. So wird sichergestellt, dass Module mit ihren Namen und Konfigurationen eindeutig zugeordnet bleiben, auch wenn z.B. andere imc CRONOSflex Module aus dem System (temporär) entfernt werden oder die Reihenfolge der physikalischen Anordnung innerhalb der Verkabelungs-Kette geändert wird.

Die flexible Modularität des Systems und der robuste Verbindungs-Mechanismus erlauben es auf einfachste Weise aus einem vorgehaltenen "Pool" von Basiseinheiten und Messmodulen, je nach aktuellem Bedarf in Sekundenschnelle angepasste Messsysteme zusammenzustellen. Diese Arbeitsweise wird bei der Adressverwaltung dadurch unterstützt, dass ein imc CRONOSflex Modul bei der Nummernvergabe die ihm zugewiesene Nummer (Adresse) zusammen mit einer Kennung dieser steuernden Basiseinheit speichert. Mehrere derartige "Adress-Konfigurationen" können gespeichert werden. Ein Messmodul kann somit in Abhängigkeit von der aktuell verbundenen Basiseinheit bzw. dem aktuellen System-Ausbau die passende Nummer annehmen, ohne dass jedes Mal eine Neuzuweisung der Moduladresse notwendig ist.

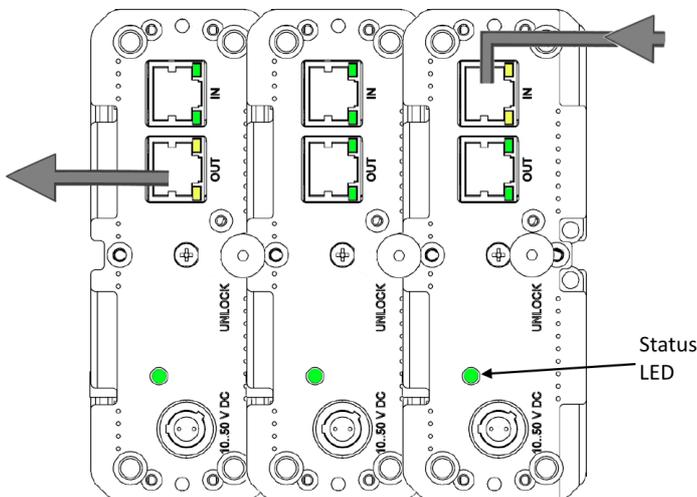
Verweis

Die Beschreibung der notwendigen Einstellungen in der Bediensoftware entnehmen Sie bitte dem imc Software Handbuch.

6.1.1.5 Interner System-Bus: Netzwerk-Kabel

Zur Verbindung der Basiseinheit mit imc CRONOSflex Modulen zu einem System ist neben der Versorgung der Anschluss des internen System-Busses nötig. Er basiert auf Standard Netzwerk-Hardware und dem Echtzeit-Ethernet Protokoll "EtherCAT". Der Bus wird in einer Strang-Topologie geführt, wobei jedes Modul den Bus mittels Eingangs- und Ausgangs-Buchsen bzw. Kontakten durchschleift. Für direkt mittels Klick-Mechanismus verbundene Module wird der Bus wie auch die Versorgungs-Leitung über die Modul-Steckverbinder geführt. Entsprechend ist auch für den EtherCAT Bus eine Vorrangs- und Verriegelungs-Schaltung realisiert, welche die für externe Verkabelung vorgesehenen RJ45 Netzwerk-Buchsen nur dann freigibt, wenn kein direkt angedocktes Modul erkannt wird. Kontroll-Leuchten an den Netzwerk-Buchsen unterstützen dabei den Verkabelungs-Vorgang bzw. die Status-Diagnose.

Netzwerk-Buchsen und Status LED auf der Modul-Rückseite



Konstant gelb leuchtende Buchsen "erwarten" den Anschluss von externen Netzwerk bzw. Netzwerk-Kabeln, wobei an "IN" Buchsen der von der Basiseinheit ausgehende Strang anzuschließen ist und an "OUT" der durchgeschleifte Bus bei Bedarf zu weiteren System-Teilnehmern weitergeleitet wird. Die "OUT"-Buchse des letzten imc CRONOSflex Moduls im System bleibt dann frei, der Bus wird nicht in Form eines Rings geschlossen.

Grün blinkende Buchsen signalisieren Bus-Aktivität, nicht notwendigerweise im Sinne von bereits aktivem Messen, sondern auch im Sinne von bereits aufgestarteten Modulen, welche ihre "Nachbarn" erkannt haben, mit denen sie entweder über externe Kabel oder über direkte Modul-Steckverbinder verbunden sind. In diesem Fall sind dann die entsprechenden grün blinkenden RJ45 Buchsen leer und werden nicht mit Kabeln belegt.

Status LED

- Normalbetrieb: leuchtet die Status LED grün
- Fehler: LED leuchtet rot!
Mögliche Ursache können Probleme in der Kommunikation mit dem ECAT-Master sein oder auch ESD Probleme.
- Power ON/reboot: LED leuchtet erst gelb dann rot dann blinkt die Status LED für ca. 5 s lang grün, dann startet die Initialisierungsphase.
- Initialisierungsphase: LED blinkt ca. 10 s lang gelb bis schließlich dauerhaft leuchtet grün=Normalbetrieb

6.1.1.6 Verteiltes System

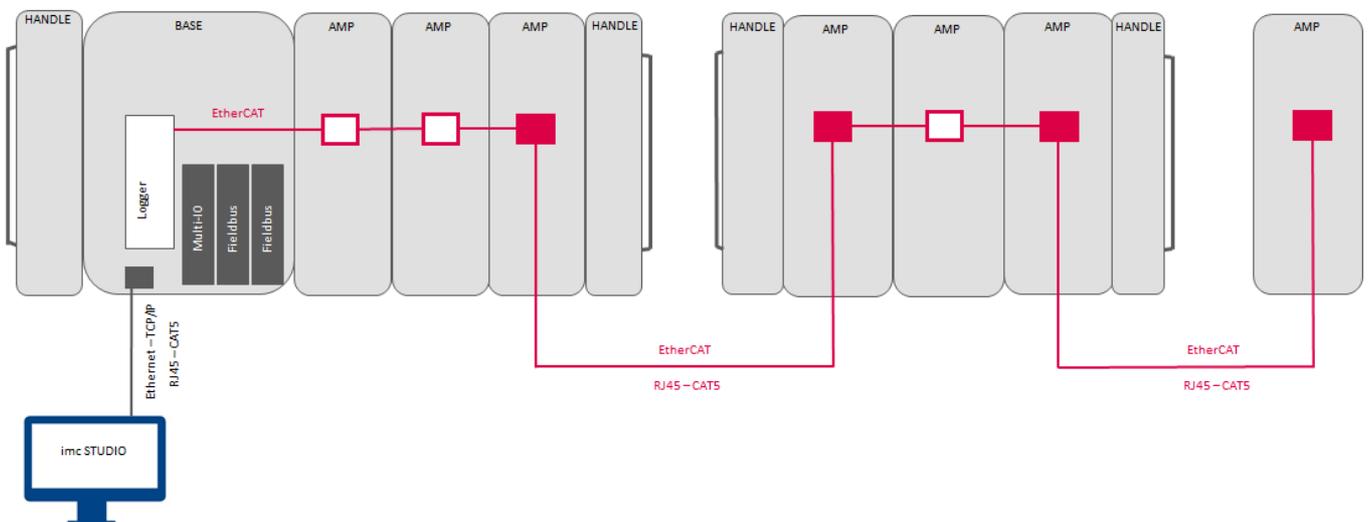
Für weitere Flexibilität sorgt die Ausdehnung des EtherCAT Bussystems über Standard-Kabel (RJ45, CAT5). Hierüber können weitere Messmodule verbunden werden, und zwar sowohl einzelne, als auch lokale Blöcke von wiederum direkt zusammengesteckten Modulen. Mit der Kombination beider Verbindungstechniken können beliebig verteilte Messinseln geschaffen werden, die logisch als ein Mess- und Steuerung-System zusammenarbeiten.

Die räumliche Ausdehnung eines derartigen verteilten Systems kann sich auf bis zu 100 m Distanz zwischen zwei "Knoten" erstrecken. Dies ermöglicht es, Messmodule jeweils lokal dicht an den zugeordneten Messstellen und Sensoren anzuordnen. So kann in vielen Fällen der nötige Verdrahtungsaufwand drastisch reduziert werden. Lange Sensorkabel, die analoge Messsignale mit kleinsten Pegeln führen, sind darüber hinaus in der Regel sehr viel empfindlicher gegenüber eingekoppelten Störungen oder ESD-Problemen, als die stets galvanisch isolierten, robusten und fehlertoleranten Netzwerk-Verbindungen. So kann eine verteilte Systemtopologie den Messaufbau nicht nur flexibler und preiswerter machen, sondern auch entscheidend robuster und hochwertiger in Bezug auf die Signalqualität.

6.1.1.6.1 System-Aufbau und Komponenten

Ein Gesamtsystem setzt sich stets aus einer zentralen Basiseinheit und einer flexiblen Anzahl von imc CRONOSflex Modulen (AMP) zusammen. Die Basiseinheit steht in [verschiedenen Varianten](#)³²¹ zur Verfügung: mit ein oder zwei Feldbus-Interfaces (zu jeweils 2 Knoten), sowie mit einer optionalen Multi-IO-Erweiterung, welche digitale Ein- und Ausgänge sowie Inkrementalgeber-Messkanäle und analoge Ausgänge zur Verfügung stellt.

imc CRONOSflex als dezentral verteiltes Messsystem



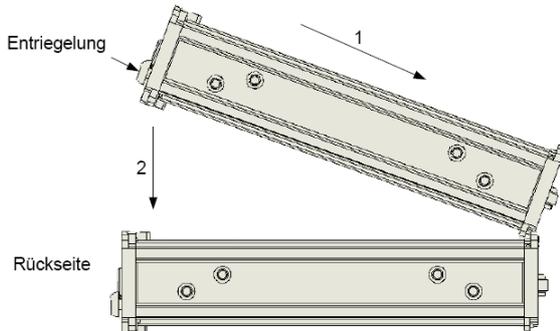
6.1.1.6.2 Verwendung mit weiteren imc Geräten

Eine weitere Einsatzmöglichkeit für die Konditionier-Module der imc CRONOS*flex* Serie ist der Betrieb mit einem imc CRONOS*compact* System: CRONOS*compact* ist im Gegensatz zum CRONOS*flex* System zunächst eine ["Rack"-basierte Geräte-Serie](#)⁸⁹, die in einem Geräte-Rahmen eine Anzahl von Konditionierern als Einschub-Module aufnehmen kann. Diese "CRC-Einschub-Module" haben kein eigenes Gehäuse und keine eigene Stromversorgung und sind nicht räumlich verteilbar.

6.1.1.7 Verbindungs-Mechanismus

Aufstapeln der imc CRONOSflex Module

1. Federn in die Nut einhaken



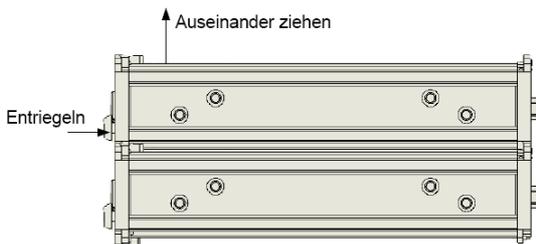
2. Module zusammendrücken



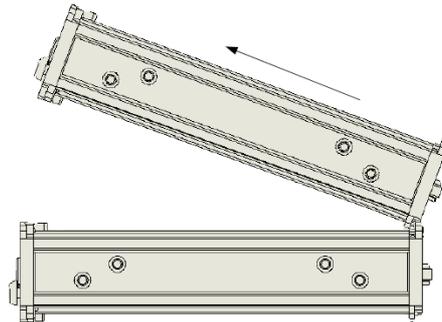
Nach erfolgreichem Zusammenklicken der Module, sollten Sie ein "Klick-Geräusch" hören. Die Module sind jetzt mechanisch verriegelt und elektrisch verbunden!

Module vom Stapel abnehmen

1. Entriegeln



2. Feder aus Nut herausziehen



! Hinweise

Handhabung

- Während einer **laufenden Messung** dürfen Module nicht vom System getrennt und wieder angeschlossen werden (Hot-Plug während einer Messung wird nicht unterstützt).
- Um Schäden zu vermeiden: Trennen Sie vor dem Zusammenklicken oder Entfernen von Modulen und Power Handles die Versorgungsleitungen und schalten Sie das System aus, um sicher zu stellen, dass das System von der Versorgungsspannung getrennt ist.
- Für einen sicheren Transport und Umgang eines Modulblocks sind die **CRFX Griffe** zwingend vorgeschrieben, z.B. CRFX/HANDLE-L (links, 11900008) und CRFX/HANDLE-R (rechts, 11900007).
- Die **maximale Gesamtlänge** zusammengeklickter Module sollte 85 cm nicht überschreiten!
Befestigungselemente *können* für mehr Stabilität verwendet werden.
- In einem separaten Dokument (Datenblatt) werden die Maße aller der zur Verfügung stehenden Module in Skizzen dargestellt. Die Abmessungen der Bohrungen für Befestigungselemente wird ebenfalls in diesem Dokument skizziert dargestellt



[Beschreibung der Befestigungssysteme](#)

6.1.2 imc CRONOS-XT

Ein imc CRONOS-XT (CRXT) System besteht aus einer Basiseinheit (zzgl. Power-Modul) und einem oder mehreren CRXT Modulen sowie den systemabschließenden Griffen. Die einzelnen Module sind so konstruiert, dass sie durch Zusammenklicken mechanisch fest verbunden sind. Gleichzeitig stellt der "Klick" eine elektrische Verbindung an den Systembus her. Das Zusammenklicken (oder Lösen) der CRXT-Komponenten ist nur in kontrollierter Umgebung zulässig. Das gebildete Messsystem ist über eine Ethernet Verbindung mit einem PC zu steuern. Für besonders raue Bedingungen sind zusätzliche Befestigungselemente zu verwenden. Die Vibrations-Spezifikationen und den IP-Schutzgrad entnehmen Sie bitte dem Datenblatt der CRXT Basiseinheit.

Maßgeblich für das gesamte CRXT System ist hierbei die CRXT Komponente mit der schwächsten Spezifikation.

Die Stromversorgung eines CRXT Systems erfolgt ausschließlich über die Versorgungsbuchse (Abb. 1 Pos. A) auf der Front des POWER Moduls. Fällt die Versorgungsspannung aus, so hält eine interne Pufferung die Basiseinheit des Geräts für einige Sekunden aktiv, um die Messung und Dateien abzuschließen und schaltet sich dann selbsttätig ab. Die Kurzzeitpufferung zur Sicherung der Datenintegrität ist stets Standardbestandteil des Systems.

Die Basiseinheit besitzt einen **Hauptschalter** (Abb. 1 Pos. B), mit dem der komplette Block von direkt gekoppelten Modulen ein- und ausgeschaltet werden kann. Alternativ zum manuellen Hauptschalter kann zum Ein- und Ausschalten des Systems ein elektrisch fernbedienbarer Kontakt verwendet werden. Sowohl das erweiterte POWER-Modul (CRXT/POWER-X) als auch die Basiseinheit ist mit einer REMOTE Buchse ausgestattet.



Abb. 1: CRXT/POWER und CRXT/2000

Legende:

A	Versorgungsbuchse
B	Hauptschalter
C	REMOTE Buchse
D	Abdeckkappe: Speicherkarten Slot
E	Erdung

 [Verweis](#)

[Technische Daten CRONOS-XT](#)  326

Pinbelegung XT-Con: [Versorgung, Remote, SYNC, Display und GPS](#)  515

6.1.2.1 CRXT/POWER-X Funktionen

Das POWER-X Modul erfüllt innerhalb eines imc CRONOS-XT Geräts die Funktion einer erweiterten Geräteversorgung. Es kann alternativ zum einfachen POWER-Modul verwendet werden, welches lediglich die einfache Einspeisung der Versorgungsspannung über XT-Con Buchse bereitstellt. Das POWER-X Modul bietet folgende erweiterte Funktionen:

- Spannungswandler für internen 34 V Zwischenkreis
- Herausgeführtes Interface zum Anschluss von verteilten EtherCAT-basierten Verstärkern der imc CRONOS-Serie (CRXT und CRFX)
- Unterstützung von Power-over-EtherCAT (PoEC) für verteilte CRXT Systeme
- zentral ferngesteuertes Einschalten von verteilten Verstärkerblöcken

6.1.2.2 Spannungswandler

Im Sinne eines "Step-Up" Wandlers wird die angeschlossene Versorgungsspannung auf einen konstanten geräte-internen Zwischenkreis von 31 V bis 35 V hochgesetzt. Dies ermöglicht insbesondere den Betrieb auch großer Geräte mit niedrigen Versorgungsspannungen wie etwa dem 12 V Bordnetz in Fahrzeugen, da die Ströme über die Modul-Klickverbinder entsprechend reduziert werden.

6.1.2.3 EtherCAT Systembus bei XT

Über M8-Buchsen wird der interne EtherCAT Systembus des Geräts nach außen bereitgestellt und ermöglicht damit den Betrieb von verteilten Systemen. Diese können sich zusammensetzen aus einem Master Gerät (Basiseinheit mit oder ohne weitere Verstärkermodule) und räumlich abgesetzten Blöcken von Verstärkern (Slaves). CRXT-Verstärkerblöcke müssen dabei wiederum mit einem POWER-X Modul ausgerüstet sein. Derartige verteilte Systeme können darüber hinaus auch aus Komponenten von imc CRONOS-XT (CRXT) und imc CRONOS*flex* (CRFX) kombiniert werden. Das bedeutet, dass an einem XT-Gerät verteilte flex-Verstärkermodule betrieben werden können und auch eine flex-Basiseinheit mit einem XT Verstärkerblock (mit POWER-X) kombiniert werden kann. Passende Anschlusskabel mit gemischter Anschlusstechnik (M8 zu RJ45) sind verfügbar.

Die Vernetzung über EtherCAT kann sich auch über mehrere Stufen erstrecken: An einem Slave-Block kann wiederum ein weitere Slave per Kabel angeschlossen werden (EtherCAT IN/OUT).

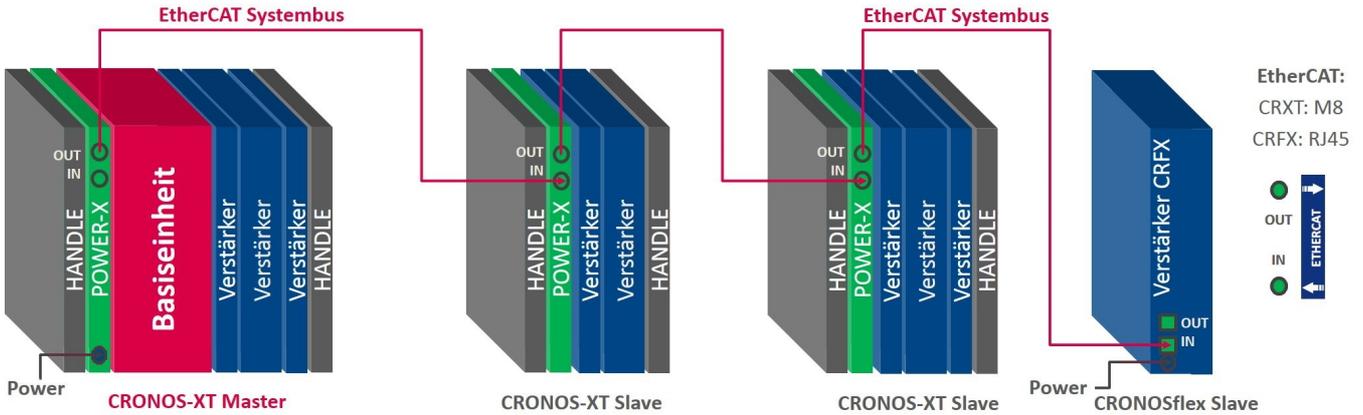


Abb. 2: verteilte Gerätekonfiguration mit CRONOS-XT und CRFX Komponenten

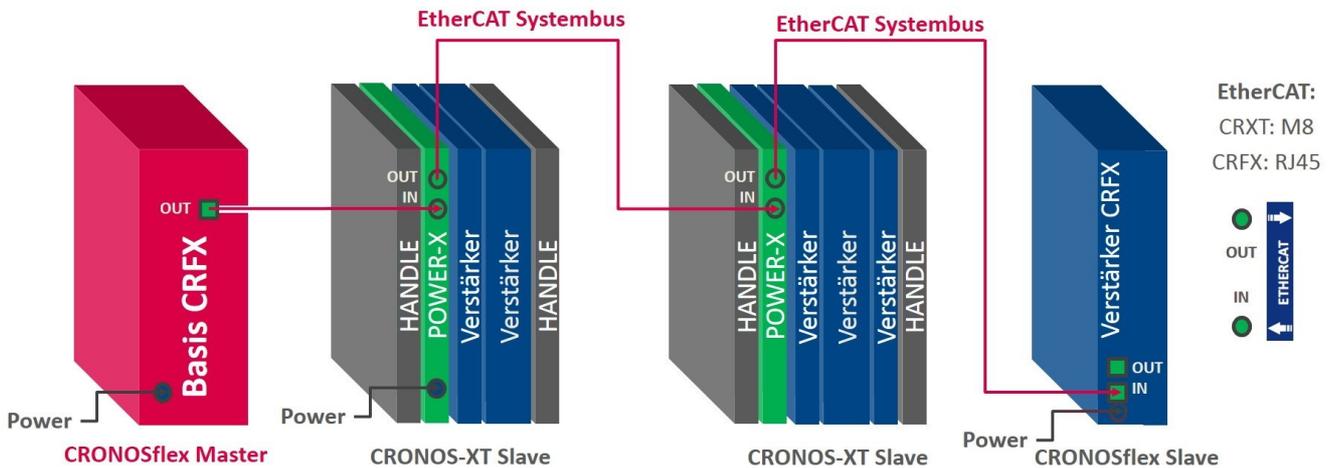


Abb. 3: verteilte Gerätekonfiguration mit einer CRFX Basiseinheit, CRONOS-XT und CRFX Komponenten

! Hinweis

Hinweise zum EtherCAT Systembus

- Der am POWER-X **direkt herausgeführte** interne EtherCAT Systembus dient ausschließlich zur Vernetzung mit den EtherCAT-basierten Komponenten von imc CRONOS. Allgemeine EtherCAT-Komponenten von **Drittanbietern** werden nicht unterstützt!
- Die CRONOS-XT Basiseinheit kann mit einem EtherCAT-**Slave-Feldbusinterface** ausgerüstet werden. Dieses Interface steht jedoch in **keinerlei Zusammenhang** mit dem hier beschriebenen EtherCAT Systembus (Master) welcher am POWER-X-Modul zugänglich ist und eine Vernetzung von imc-Modulen erlaubt. Das ECAT-Slave-Interface stellt NICHT den internen Systembus **direkt** zur Verfügung, sondern bildet vielmehr ein **entkoppeltes** Interface zum Gesamtsystem: Dieses Slave-Interface (mit eigenem Interface-Prozessor) erlaubt es dann, ausgewählte Kanäle des CRONOS-Gesamtgerätes, im Sinne eines komplexen Slave-Subsystems, mit einem **fremden externen** EtherCAT Master auszutauschen (Automatisierungssysteme, z.B. TwinCAT).

Power over EtherCAT (PoEC)

Über das herausgeführte EtherCAT Systembus-Interface können die beteiligten CRXT Komponenten durch das gleiche Kabel auch via Power-over-EtherCAT (PoEC) versorgt werden. Dadurch wird ein separater Versorgungsanschluss für abgesetzte Verstärker in der Regel entbehrlich. Die zwischen den imc CRONOS-XT Komponenten ausgetauschten Versorgungsleistungen können ausreichend groß sein (max. 1,5 A).

Ferngesteuertes Einschalten (REMOTE)

Über den zentralen Hauptschalter der Basiseinheit können die verteilten Verstärkereinheiten ferngesteuert mit eingeschaltet werden. Diese Funktion nutzt zwar PoEC-Signale, ist aber unabhängig davon, ob abgesetzte Module tatsächlich über PoEC versorgt werden.

Darüber hinaus besitzt das POWER-X Modul einen eigenen REMOTE-Anschluss (XT-Con) mit Steuersignalen für das Ein- und Ausschalten. In Verbindung mit einer XT-Basiseinheit ist deren Hauptschalter zum manuellen Einschalten maßgeblich, der REMOTE-Anschluss der Basis dagegen dann nicht wirksam.

6.1.2.4 Ein- und Ausschalten

Das POWER-Modul verfügt nicht über einen separaten Taster zum Ein- und Ausschalten, vielmehr ist der Hauptschalter (Taster) der im gleichen Gerät verbauten Basiseinheit maßgeblich. Das mit dem POWER-X Modul kombinierte Gerät (bzw. ein Verstärkerblock) schaltet sich ein, wenn

- der Taster der Basiseinheit (sofern vorhanden) gedrückt wird.
Der REMOTE-Anschluss der Basis wird nicht berücksichtigt!
- ein an der REMOTE-Buchse des POWER-X angeschlossener Taster gedrückt wird.
- ein an der REMOTE-Buchse des POWER-X angeschlossener Schalter geschlossen ist und gleichzeitig eine externe Versorgung über die XT-Con-Buchse anliegt.
- an der moduleigenen EtherCAT-Eingangsbuchse eine PoEC-Spannung anliegt (≥ 30 VDC). Dieser Modus ist insbesondere für den Betrieb von verteilten Verstärkerblöcken relevant.
Steht dabei gleichzeitig auch eine externe Versorgung (10 bis 35 VDC) über die XT-Con-Buchse zur Verfügung, so wird der mit dem POWER-X verbaute Block nur über die XT-Con-Buchse versorgt, während das PoEC Signal ggf. lediglich das Einschalten steuert.

Entsprechend ist das Ausschalten über den Hauptschalter der benachbarten Basiseinheit gesteuert, sowie die Steueroptionen, welche auch für Verstärkerblöcke unterstützt sind:

- gedrückter Taster via REMOTE Buchse am POWER-X
- geöffneter Schalter via REMOTE Buchse am POWER-X
- Abfallen einer PoEC-Spannung an der EtherCAT-Eingangsbuchse auf < 25 VDC.

Einschalten eines verteilten Systems

Beim Betrieb eines Master-Geräts (mit einem POWER-X) gemeinsam mit einer Einheit von Verstärkern (mit einem weiteren eigenen POWER-X) stellt das Mastergerät beim Einschalten dank des 31 V Spannungswandlers stets eine "gültige" PoEC-Spannung am EtherCAT Interface (M8) zur Verfügung. Der über dieses Kabel dann angeschlossene Verstärker-Erweiterungsblock wird daher über das PoEC Signal ferngesteuert mit ein- und ausgeschaltet. Die tatsächliche Versorgung des Slave-Systems kann dabei sowohl über die XT-Con-Buchse oder über PoEC erfolgen, was dann als Teil der Ausgangsleistung des Master-Systems zu berücksichtigen ist!

Remote Buchse

Die Belegung der Remote-Buchse des POWER-X Moduls ist bis auf Pin 5 und Pin 6 identisch zur Belegung an der CRXT-Basiseinheit ([Abb. 1 Pos. C](#)⁸¹). Es kann ein statischer Schalter (zwischen Pin 1 und Pin 2) oder auch ein Taster (zwischen Pin 3 und Pin 4) zum Ein- und Ausschalten verwendet werden, siehe [Pinbelegung](#)⁵¹⁵.

6.1.2.5 LED-Anzeige bei CRXT

Das CRXT/POWER-X Modul ist mit zwei Multicolor-LEDs ausgestattet, die über verschiedene Betriebszustände informieren:

"POWER"-LED	Zustand
grün	Betrieb ohne besondere Beschränkung der Ausgangsleistung, Gerät wird über eine korrekte externe Versorgungsspannung 10 V bis 35 VDC versorgt
gelb	Betrieb mit besonders eingeschränkter Ausgangsleistung, Gerät wird über externe Versorgungsspannung <10 VDC versorgt
abwechselnd grün und gelb blinkend	Betrieb ohne besondere Beschränkung der Ausgangsleistung, Gerät wird wegen einer externen Versorgungsspannung <10 VDC über PoEC versorgt.
rot ("LIMIT"-LED ist aus)	Fehlerzustand; Mögliche Ursachen: <ul style="list-style-type: none"> - Gerät (Master) ist heruntergefahren, kann sich aber z.B. wegen geschlossenem Remote-Schalter oder vorhandener PoEC-Spannung nicht ausschalten. - Interne Zwischenkreisspannung ist kleiner 26 VDC und damit zu niedrig (Hardwaredefekt) - interner Fehler

"LIMIT"-LED	Zustand
grün	Betrieb bei weniger als 80 % der zulässigen Ausgangsleistung
gelb	Betrieb bei 80 % bis 95 % der zulässigen Ausgangsleistung
rot	aktuelle Ausgangsleistung über 95 % der zulässigen Ausgangsleistung; es droht eine Zwangsabschaltung wegen Überlast
rot blinkend	Ansprechen des internen reversiblen Kurzschlussschutz des Gerätes Intermittierender Neustart (4 sec.)

6.1.2.6 Technische Leistungsdaten (CRXT/POWER-X)

6.1.2.6.1 Ausgangsspannung und Anschluss zusätzlicher Messmodule

Das POWER-X-Modul setzt externe Versorgungsspannungen (via XT-Con Buchse) im Bereich von 7 bis 31 VDC hoch auf eine konstante Ausgangsspannung von 34 VDC. Ist die Eingangsspannung größer 31 VDC, wird sie unregelt zum Ausgang, nämlich dem internen Zwischenkreis, durchgereicht.

Auch eine über die EtherCAT-Eingangsbuchse eingespeiste PoEC-Spannung wird zum Ausgang durchgereicht, wenn ihr Pegel größer 31 VDC ist und die externe Versorgung am XT-Con-Anschluss kleiner 10 VDC ist. Bei einem PoEC-Pegel kleiner als 31 VDC wird die Ausgangsspannung auf konstante 31 VDC hochgesetzt. Die Ausgangsspannung steht sowohl für die Versorgung des über Klick-Module zusammengestellten Geräts als auch an der EtherCAT-Ausgangsbuchse bereit. Die verfügbare Ausgangsleistung teilt sich auf beide Anschlüsse auf.

 [Verweis](#)

[Technische Daten](#)  330

6.1.2.6.2 Ausgangsseitiger Überstromschutz

Zum Schutz gegen Überlast durch eine Zusammenstellung unzulässig großer Systeme verfügt das POWER-X Modul über zwei voneinander unabhängige Strombegrenzungsschaltungen:

1. Kurzschlusschutz (Reaktionszeit 10 bis 30 ms)
2. statischer Überlastschutz (Reaktionszeit ca. 1 Sekunden)

Der **Kurzschlusschutz** begrenzt den abgegebenen Strom auf ca. 2,5 A (=85 W @ 34 VDC). Bei Überschreiten dieser Grenze wird die Ausgangsspannung nach ca. 10 bis 30 ms gekappt und erst wieder nach ca. 4 Sekunden erneut freigeschaltet. Wenn der Kurzschluss dann noch nicht beseitigt ist, werden weitere 4 Sekunden gewartet usw. Während dieses "Wartens" blinkt die "LIMIT"-LED des POWER-Moduls rot im Sekundentakt.

Der **Überlastschutz** wertet die aktuelle Ausgangsleistung kontinuierlich aus und leitet bei Überschreiten der zulässigen statischen Ausgangsleistung von 70 W nach 10 Sekunden einen Abschaltvorgang ein. Die "LIMIT"-LED leuchtet gelb bei einer Ausgangsleistung >80 % und rot bei einer Ausgangsleistung >95 % der maximal zulässigen statische Ausgangsleistung.

6.1.2.6.3 Sicherung

Das CRXT/POWER-X Modul ist mit einer nicht rücksetzbaren 16 A-Sicherung am Eingang geschützt.

6.1.2.7 Verbindungs-Mechanismus (CRXT)

Aufstapeln der Module

1. Kontrollieren Sie die gefettete Gummidichtung auf Sauberkeit
2. Stellen Sie sicher, dass der blaue Schieber (Schutzfunktion) in Position "offen" steht (die blauen Griffe des Schiebers sind nicht in Flucht mit den Kühlrippen des Gehäuses)
3. Frontseite der Module ineinander einhaken
4. hintere Seite der Module zusammendrücken
5. zur Kontrolle des vollständigen Einrastens die Verriegelungswippe drücken
6. Schutzfunktion betätigen (die blauen Griffe des Schiebers sind in Flucht mit den Kühlrippen des Gehäuses, siehe [Abb. 4](#)) 

Module vom Stapel abnehmen

1. Schutzfunktion lösen und Verriegelungswippe betätigen
2. Module voneinander lösen

Schutzfunktion

Die Verriegelungswippe war bis Mai 2020 mit einer Feststellschraube ausgestattet, so dass die Wippe nicht betätigt werden kann. Ab Mai 2020 ist die Wippe mit einem **Verriegelungsschieber in blau** ausgestattet. Mit diesem Schieber kann die Wippe werkzeugfrei fixiert werden.



Warnung

Vor dem Einschalten des Systems sollten **alle Schieber** bzw. *Feststellschrauben* fixiert werden.



Hinweise

- Im Betrieb, bzw. bei eingeschaltetem Gerät: dürfen Module nicht vom System getrennt und wieder angeschlossen werden.
Um Schäden zu vermeiden: Schalten Sie vor dem Montieren oder Entfernen von Modulen das System aus und trennen Sie die Versorgungsleitungen!
- Die **maximale Gesamtlänge** zusammengeklickter Module sollte 0,5 m nicht überschreiten!
- Die **Gummidichtungen** müssen sauber und gefettet sein.
- Für einen sicheren Transport und zur Abdichtung sind die **CRXT Griffe** zwingend vorgeschrieben.

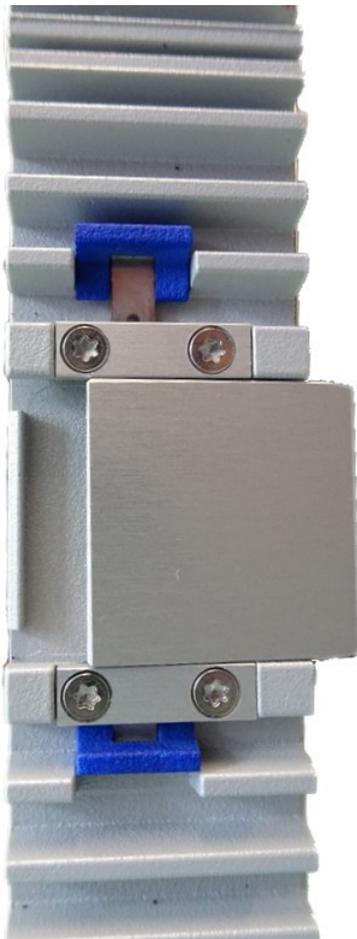
Dichtung, IP-Klassifizierung und Umweltbedingungen

Die einzelne Basiseinheit bzw. das CRXT Modul kann zunächst keinen IP-Schutzgrad erreichen, da es funktionsbedingt seitlich offen ist. Die spezifizierten Angaben gelten stets nur für ein vollständiges, in kontrollierter Umgebung zusammengesetztes (geschlossenes) CRXT System. Erst nachdem es mit einer CRXT Basiseinheit (zzgl. Power Modul), ggf. CRXT Modulen sowie den abschließenden Griffen zu einem CRXT System kombiniert wird, kann eine Bewertung erfolgen. Die für das Gesamtgerät geltende Spezifikation für Schock, Vibration und IP-Schutzgrad ergibt sich dann aus der schwächsten Spezifikation des in dieser Kombination eingesetzten CRXT Moduls (angegebenen in den Technischen Datenblättern der jeweiligen CRXT-Module). Sie setzen voraus, dass die einzelnen Modul-Komponenten jeweils mit den stabilisierenden Verbindungselementen montiert werden (im mitgelieferten Standard-Zubehör enthalten).

Gemäß IEC 60529 beziehen sich IP-Schutzgrade auf Schutzarten durch ein Gehäuse, also auf den Schutz der elektrischen Teile innerhalb der Gehäuseumhüllung. Sollen auch alle funktionsbedingt zugänglichen Kontakte der Anschlüsse geschützt werden, müssen an all diesen die entsprechenden Stecker angeschlossen sein. In vielen Fällen kann alternativ an ungenutzten Anschlüssen auch eine Schutzabdeckung verwendet werden.

Verweis

In den Datenblättern von Basiseinheit und Modulen werden die Maße aller zur Verfügung stehenden Module mit Skizzen dargestellt. Die Abmessungen der Bohrungen für Befestigungselemente wird ebenfalls in einem separaten Dokument skizziert dargestellt: "[Beschreibung der Befestigungssysteme](#)"



Hinweis

Zur Erfüllung der Schutzfunktion müssen die blauen Griffe des Schiebers in Flucht mit den Kühlrippen sein.

Abb. 4 gezeigt: offener, nicht verriegelter Zustand

6.1.3 imc CRONOScompact (CRC)

imc CRONOScompact (CRC) sind modulare und kompakte Messsysteme, die in unterschiedlichen Gehäusegrößen und Bauformen zur Verfügung stehen. Sie bestehen aus einem Basissystem, in Form eines Trage- oder 19" Rack-Gehäuses, welches durch den Anwender mit steckbaren Verstärker- bzw. Konditioniermodulen ausgerüstet, und so schnell und einfach angepasst werden kann.



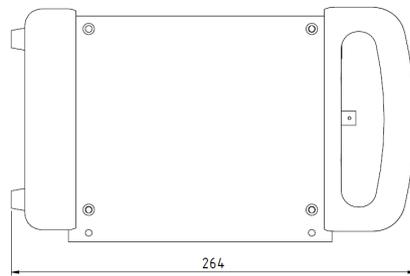
Frontseite



Rückseite



Seitenansicht

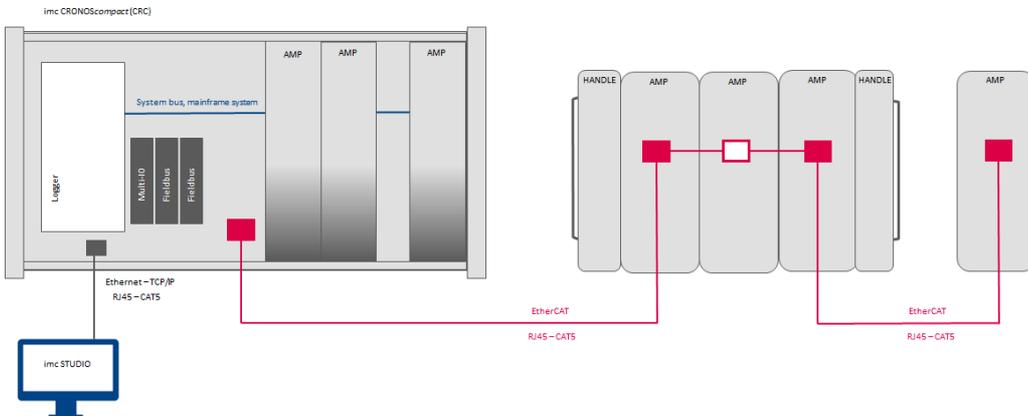


Seitenansicht mit Abmessungen

Gerätetyp

Geräte der Serie "GP" können zusätzlich mit einem "CRFX-Interface" (Erweiterungsmodul CRC/CRFX) ausgestattet werden. Es arbeitet als EtherCAT Master und kann externe imc CRONOSflex Module (Verstärker) an das Gerät anbinden. Diese Module sind dezentral verteilbar und erweitern mit ihren Kanälen die gesamte Summenabtastrate des Systems auf bis zu 2000 kHz.

Derartig mit "CRFX-Interface" ausgestattete Geräte werden (z.B. in der Dokumentation) auch als "CRC-2000G(P)" bezeichnet. Sie werden in Gesamtheit jedoch nicht als entsprechender Verkaufsartikel gelistet, sondern können aus CRC-400GP Geräten beliebiger Bauart bzw. Größe und dem zusätzlichen "CRFX-Interface" (nur als Bestelloption ab Werk) beliebig zusammengestellt werden.



Auch hier gilt, wie schon beim CRONOSflex System, dass diese "externen" Konditionierer von der Betriebs-Software (imc STUDIO) komplett unterstützt und integriert werden. Es sind also keinerlei Unterschiede spürbar, zwischen der Bedienung und

Verwaltung von "internen" CRC-Einschubmodulen und "externen" verteilten imc CRONOSflex Modulen.

! Hinweis

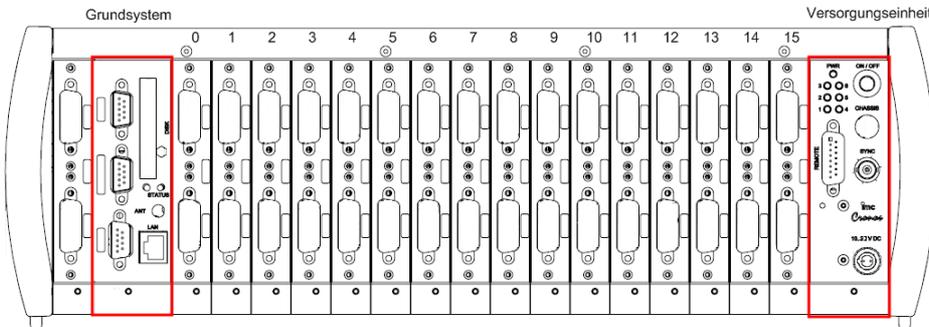
Die [Stromversorgung eines CRFX-Moduls](#)³² aus einem CRC System, ist nicht möglich ([kein PoE](#)⁴⁰)

Welche Adresse ist für ein neues Modul in einem ausgestatteten CRC Gerät sinnvoll?

Die einzelnen Module eines imc CRONOS Geräts werden durch Moduladressen vom Messsystem unterschieden (Hardware und Software). Diese Moduladressen müssen vor dem Einbau des Moduls eingestellt werden (HEX-Schalter). Dabei sind die Moduladressen der anderen Module im Gerät zu berücksichtigen. Werden Moduladressen doppelt oder mehrfach vergeben, so führt dies zu Konflikten und die betroffenen Module werden nicht oder nicht korrekt von der Geräte-Software erkannt. Dies führt zu schwer identifizierbaren Fehlern!

Die möglichen Steckplätze, Kombinationen der "CRC-Einschubmodule" und Einschränkungen werden in diesem Kapitel beschrieben. Zunächst ein Beispiel mit einem Gerät, das mit Modulen bestückt ist, die 4 TE (=20,32 mm) breit sind, also einen Steckplatz in Ihrem imc CRONOScompact Gerät belegen. Folgende Hinweise zur Einstellung der Moduladresse eines Moduls in ein bereits bestücktes Gerät sind unbedingt zu beachten:

1. Die Versorgungseinheit ist ab Werk im Gerät konfiguriert. Die Versorgungseinheit darf nachträglich nicht umgesteckt werden!



2. Die Nummern 0 bis 15 auf der Abdeckleiste (siehe Abbildung) Ihres imc CRONOScompact Gerätes entsprechen ab Werk den Moduladressen. Die Moduladresse 0 bis F eines Moduls wird über einen HEX-Schalter am "CRC-Einschubmodul" eingestellt.

! Hinweis

Die mit dem HEX-Schalter eingestellte Moduladresse (0 bis F) am Modul, muss mit der Steckplatzposition (siehe Abdeckleiste 0 bis 15) übereinstimmen!



Achtung ! Sicherheitssiegel nicht verletzen!

Die Module (z.B. HV2-4U) mit Sicherheitssiegel (unter der Abdeckleiste) wurden vor Auslieferung im Messsystem auf die Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen nach DIN EN 61010-1 kontrolliert und einer Hochspannungsprüfung unterzogen. Nach Erfolg dieser abschließenden Prüfungen wird das Modul versiegelt. Bei verletztem Sicherheitssiegel kann ein sicheres Arbeiten nicht mehr garantiert werden. Jeder Eingriff, wie z.B. ein vorübergehendes Entfernen des Moduls, erfordert eine erneute Prüfung der Sicherheit.



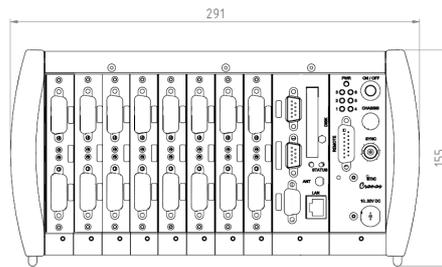
🔗 Verweis

[Technische Daten CRONOScompact](#)³³¹

6.1.3.1 CRC-400(GP)-08



Front CRC-400(GP)-08



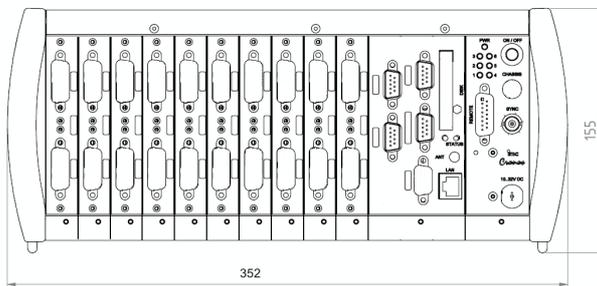
CRC-400(GP)-08

CRC-400(GP)-08 haben die Maße eines halben 19" Racks, bieten Platz für 8 bzw. 7 Einschub-Module.

6.1.3.2 CRC-400(GP)-11



Front CRC-400(GP)-11

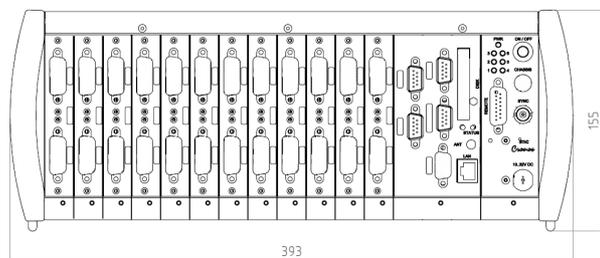


CRC-400(GP)-11

6.1.3.3 CRC-400(GP)-13



Front: imc CRONOScompact (CRC-400(GP)-13)

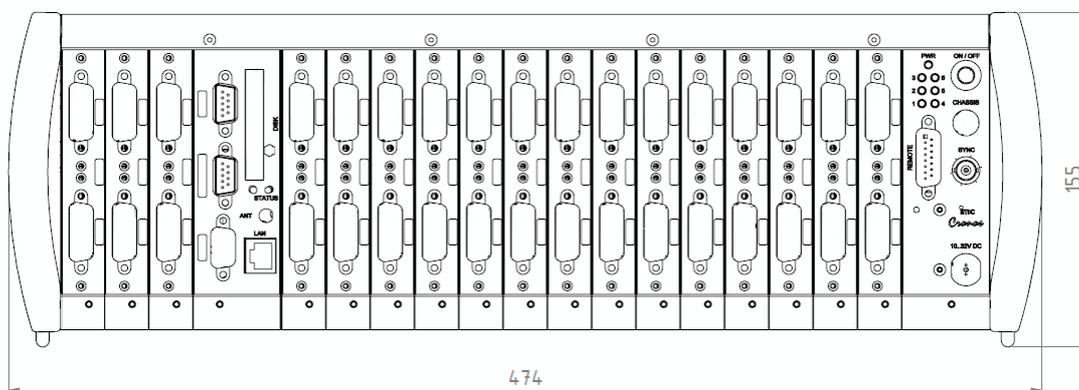


CRC-400(GP)-13

6.1.3.4 CRC-400(GP)-17



CRC-400(GP)-16



CRC-400(GP)-17

! Hinweis

Die Modulsteckplätze können mit analogen, digitalen und Feldbusmodulen belegt und frei kombiniert werden ([siehe Liste der Module](#)¹⁴⁸). Die Anzahl der verwendeten analogen bzw. digitalen Modulen darf 16 nicht überschreiten.

Wie auf dem folgenden Bild dargestellt, befindet sich das Batterieset auf der Unterseite des Messgerätes. In diesem Gehäuse und in der [CRC-400\(GP\)-13](#)⁹¹ Variante können zwei Batteriesets eingesetzt werden. Vier LEDs auf dem Akku-Modul können den aktuellen Ladezustand anzeigen. Beschreibung der [Ladezustandsanzeige](#)⁴⁹.



CRC mit zwei Li Ion AKKU Modulen

6.1.3.5 CRC-400(GP)-RACK

In einem CRONOScompact RACK sind serienmäßig sämtliche Anschlüsse zur Front bzw. nur zu einer Seite des RACKs herausgeführt. Auf der Frontseite des Baugruppenträgers befinden sich die Messanschlüsse und auch die Griffe. Alternative Konfigurationen auf Anfrage: z.B. der Versorgungseingang, sowie der Sync- und Remoteeingang kann auf der den Konditionier Modulen gegenüber liegenden Seite herausgeführt. Dann könnten 18 Steckplätze zur Verfügung stehen.



Sowohl in einem CRONOScompact-400(GP) AC- als auch in einem DC RACK gibt es 16 freie Steckplätze, die mit analogen und digitalen Modulen frei bestückt werden können. Einschränkung: in Summe 16 analoge oder 16 digitale Module, z.B. 16 analoge und zwei digitale Module. Ausnahme: das [SYNTH-8](#)³¹⁷ Modul, dieses Modul wird vom System als Feldbus Modul erkannt.



Hinweis

AC-RACK

- Die angegebene max. Steckplatzanzahl (16 Steckplätze) wird durch die rückseitige Anordnung des AC-Versorgungseingangs erreicht. Der DC- Versorgungseingang ist weiterhin frontseitig angeordnet.
- Der Netzadapter, der in einem CRC-AC-RACK integriert ist, ist nicht für einen erweiterten Temperaturbereich geeignet.

6.1.4 imc CRONOS-SL

imc CRONOS-SL Systeme sind sehr kompakte, ultrarobuste mobile Messsysteme, für Anwendungen in rauen Umgebungen. Sie entsprechen mit MIL STD810F einem Standard für Temperatur-, Schmutz- und Schockfestigkeit. Die imc CRONOS-SL Systeme erfüllen den IP65 Schutzgrad. Eine kurze Beschreibung der IP65 Schutzart und Hinweise zum Umgang mit den imc Steckern [finden Sie hier](#)¹¹³.

Die Signalkonditionierung, AD-Umsetzung, Online Verrechnung und Datenspeicherung sind integraler Bestandteil des Messsystems. imc CRONOS-SL ist deshalb ideal einsetzbar bei experimentellen Messaufgaben oder Langzeitmessungen bzw. Überwachungsaufgaben z.B. in Fahrzeugen, Maschinen oder an Messorten im Freien, an denen handelsübliche Elektronik versagt.

Technisch verfügen die SL Varianten über die gleichen Möglichkeiten wie imc CRONOScompact. Die Gerätebezeichnung CRONOS-SL-2 und -4 ist so zu verstehen, dass hier jeweils zwei bzw. vier Messverstärker konfigurierbar sind. Die [Geräteigenschaften finden Sie hier](#)³³⁸.

6.1.4.1 imc CRONOS-SL-2



imc CRONOS-SL2 (Front)

Maße (B x H x T):

286 x 80 x 350 mm

mit einem Gewicht: ca. 6,5 kg

Anzahl möglicher Messverstärker: 2
(16 Messkanäle maximal)



imc CRONOS-SL2 (Rückseite)

Signalanschlusstechnik (**rückseitig**):

z.B. 8x DSUB-15 für analoge und
4x DSUB-15 für DI-DO-ENC

oder 16x LEMO 7-polig

6.1.4.2 imc CRONOS-SL-4



imc CRONOS-SL-4

Maße (B x H x T):

286 x 116 x 352 mm

Gewicht: ca. 8 kg

Die geräteseitigen Buchsen setzen für Dichtigkeit voraus, dass geeignete Stecker abgeschlossen sind, oder alternativ geeignete dichtenden Schutzkappen.

6.2 Geräteübersicht

Einige, der in diesem Dokument beschriebenen Möglichkeiten, gelten nur für bestimmte Gerätevarianten. Die entsprechenden Gerätegruppen werden an den jeweiligen Stellen genannt. Sie finden die Gruppen in der folgenden Tabelle.

— nicht verfügbar ● standardmäßig ○ optional
 CRXT imc CRONOS-XT CRFX imc CRONOSflex CRC imc CRONOScompact

imc Gerät	SPARTAN	BUSDAQ	BUSLOGflex	BUSDAQflex	SPARTAN-R	SPARTAN-N	CRSL-N	CRC-400	C1-N	C-SERIE-N	C1-FD	C-SERIE-FD	CRFX-400	CRC-2000E	CRFX-2000	CRC-2000G	CRC-400GP	CRFX-2000G	CRFX-2000GP	CRXT	EOS	ARGUSfit				
Treiberpaket	imc DEVICES																				imc DEVICEcore					
Firmware-Gruppe	A																				B					
Geräte-Gruppe	A4				A5				A6				A7				B10		B11							
Seriennummer ¹	13				14				16				19				4120		416							
TCP/IP Interface [MBit/s]	100				100				100				1000				1000		1000							
Abtastrate ² [kHz]	400				400				2000 / 400 ³				2000 / 400 ³		2000 / 400 ³		2000		2000		2000		4000		5000	
STUDIO Monitor Unterstützung	●				●				●				●				●		●		—		—			
Verbindungen ⁴	4				4				4				4				4		4		—		—			
Signalverarbeitung im Gerät																										
Online FAMOS	○	○	—	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	—	●			
Vorverarbeitung Original Kanal	●	—	—	—	●	●	●	●	—	●	—	●	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
Vorverarbeitung Monitor Kanal	●	—	—	—	●	●	●	●	—	●	—	●	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●			
Datenspeicherung																										
CF	●				●				—				—				—		—		—		—			
Express Card	—				—				—				—				—		—		—		—			
CFast	—				—				—				—				—		—		—		—			
USB	—				—				—				●		●		●		●		—		—			
microSD	—				—				—				—				—		—		—		●			
Speicherung auf Netzlaufwerk	●				●				●				●				●		●		—		—			
Interne Festplatte	○	(○) ⁵	—	—	○	○	—	—	○	○	—	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—			
Synchronisation																										
DCF	●				●				●				●				●		●		—		—			
IRIG-B	—	—	●	●	●				●				●				●		●		●		●			
GPS	●	●	—	(●) ⁶	●				●				●				●		●		—		●			
NTP	—	—	●	●	●				●				●				●		●		●		●			
PTP	—				—				—				—		●		—		●		●		—			
Phasenfehlerkorrektur	—	—	●	●	●				●				●				●		●		●		●			

1 Seriennummer-Bereich erweitern mit vier Ziffern (drei für imc EOS)
 2 maximale Summenabtastrate (siehe Geräte-Datenblatt)
 3 2000 via EtherCAT sonst 400
 4 Anzahl der imc STUDIO Monitor-Verbindungen oder imc REMOTE (ab 14xxxx) Verbindungen
 5 nicht verfügbar für imc BUSDAQ-2
 6 nicht verfügbar für imc BUSDAQflex-2-S

6.3 Verschiedenes

Dieses Kapitel beschreibt Lösungsansätze und gibt einen Überblick einiger Erweiterungen.

6.3.1 Abtastrate

Für die physikalischen Messkanäle können pro Messgerät zwei verschiedene Abtastzeiten definiert werden, wobei der kleinste (schnellste) einstellbare Wert 10 μ s beträgt, entsprechend einer Kanal-Abtastrate von 100 kHz (Kehrwert, Abtastrate). Die Summenabtastrate des Systems ergibt sich aus der Summe der Abtastraten aller aktiven Kanäle.

Die maximale Summenabtastrate für die Geräte der [Gruppe A4 bis A5](#)^[95] kann 400 kHz betragen.

Die maximale Summenabtastrate für die Geräte der [Gruppe A7](#)^[95] kann 2 MHz via EtherCAT betragen, sonst 400 kHz. Diese maximale Summenabtastrate (2 MHz via EtherCAT) ist nur ohne Verwendung der Prozessvektor Variablen und ohne Trigger und nur im 16-Bit Modus erreichbar! Dabei belastet ein CRFX/DAC-8 Modul das System mit 5 kHz und 16 Bit pro Kanal, unabhängig davon, ob es im Experiment verwendet wird.

Die Datenraten der mit **imc Online FAMOS** errechneten **virtuellen Kanäle** gehen in die Summenabtastrate nicht ein. Neben den zwei primären Abtastraten können sich durch imc Online FAMOS Funktionen, mit reduzierender Wirkung, noch weitere Abtastraten im System ergeben.

Hinweis

Bezüglich der Wahl von **zwei Abtastraten** besteht folgende Einschränkung: **Zwei Abtastraten**, die zueinander im Verhältnis **2:5** stehen und unterhalb 1 ms liegen sind nicht zulässig (z.B. 200 μ s und 500 μ s). Eine Verletzung dieser Bedingung wird beim Vorbereiten der Messung durch eine entsprechende Fehlermeldung abgefangen:

„Die zwei aktiven Abtastzeiten dürfen nicht das Verhältnis 2:5 bilden. Fehlernummer: 365“

Hinweis

Hinweis für imc CRONOSflex/CRONOS-XT

Bei CRFX/CRXT Modulen ergeben sich durch die Busrate des Systembus von 5 kHz folgende Einschränkungen:

- Ein CRFX/CRXT-Kanal, der langsamer als mit 5 kHz abgetastet wird, produziert auf dem Systembus die gleiche Datenlast, wie ein 5 kHz Kanal. Somit verursachen beispielsweise 20 Kanäle mit 100 Hz Abtastrate statt 2 kHz eine Systembusauslastung von 100 kHz.
- Bei 2 kHz Kanälen entsteht wegen des 2:5 Verhältnisses eine Datenlast von 10 kHz pro Kanal.
- [DIO- und DAC Module](#)^[276] unterstützen maximal eine Abtastrate von 5 kHz, obwohl in der Software 100 kHz einstellbar sind.

Hinweis

Hinweis für GPS Kanäle

Systembedingt werden **GPS Kanäle** zur Bestimmung der schnellsten Abtastrate im System nicht berücksichtigt. Für eine fehlerfreie Konfiguration muss daher mindestens ein anderer Kanal (Feldbus, digital oder analog) gleich oder schneller abgetastet werden.

Verweis

Bitte berücksichtigen Sie die jeweiligen Spezifikationen im Kapitel "[Technischen Daten](#)"^[321] und die Beschreibung der Kanalkonfiguration im Software Handbuch.

6.3.2 Filter-Einstellungen

Theoretischer Hintergrund

Der Filter-Einstellung kommt bei einem abtastenden Messsystem besondere Bedeutung zu: Aus der Theorie digitaler Signalverarbeitung und des **Abtasttheorems** (Shannon, Nyquist) geht hervor, dass bei einem abtastenden System eine Bandbegrenzung des Signals vorhanden sein muss. Diese stellt sicher, dass das Signal ab der halben Abtastfrequenz (Nyquist-Frequenz) keine nennenswerten spektralen Signalanteile mehr beinhaltet. Andernfalls führt dies zu Aliasing - Fehlern, die auch durch nachträgliche Filterung nicht mehr zu beseitigen sind.

Das imc Gerät ist ein abtastendes System, bei dem die einzustellende Abtastzeit (bzw. Abtastrate) dieser Bedingung unterliegt. Die auswählbare Tiefpass-Filterfrequenz ist dabei bestimmend für die Bandbegrenzung des mit dieser Rate abzutastenden Eingangssignals.

Die Einstellung AAF für die Filtereinstellung steht für Automatisches Antialiasing Filter. Sie nimmt eine automatische Wahl der Filterfrequenz vor, angepasst an die gewählte Abtastrate. Die zugrundeliegende Regel dabei ist:

$$\begin{aligned} \text{AAF-Filterfrequenz (-80 dB)} &= \text{Abtastfrequenz} \cdot 0,6 = \text{Nyquistfrequenz} \cdot 1,2 \\ \text{AAF-Filterfrequenz (-0,1 dB)} &= \text{Abtastfrequenz} \cdot 0,4 = \text{Nyquistfrequenz} \cdot 0,8 \end{aligned}$$

Allgemeines Filter-Konzept

Das imc System verwendet eine zweistufige Systemarchitektur, bei dem die analogen Signale mit einer festen primären Abtastrate abgetastet werden (analog-digital Wandlung mit Sigma-Delta ADCs). Hierbei vermeidet ein festes analoges Tiefpassfilter Aliasing-Fehler. Der Betrag dieser primären Abtastrate ist nicht nach außen hin sichtbar, hängt vom Kanaltyp ab und ist in der Regel größer oder gleich der in der Einstelloberfläche wählbaren Abtastrate.

Das einstellbare Filter ist als digitales Filter realisiert, welches den Vorteil eines exakten Betrags- und Phasenverlaufs hat. Dies ist insbesondere für den Gleichlauf (Matching) von miteinander verrechneten Kanälen von großer Bedeutung.

Für jede in der System-Konfiguration einzustellende Datenrate (f_{sample}) werden in der System-Konfiguration digitale Anti-Aliasing Filter (Tiefpass-Filter) eingestellt, die die Einhaltung der Bedingungen des Abtasttheorems gewährleisten. Drei Fälle können dabei unterschieden werden.

Implementierte Filter

Filter-Einstellung "Filter-Typ: ohne":

Nur das (analoge) auf die primäre Datenrate abgestimmte Anti-Aliasing-Filter ist wirksam.

Diese Einstellung kann sinnvoll sein, wenn maximale Bandbreitenreserven genutzt werden sollen und gleichzeitig einschränkende Annahmen über die spektrale Verteilung des Messsignals gemacht werden können, die einen Verzicht auf vollständige Filterung rechtfertigen.

Filter-Einstellung "Filter-Typ: AAF":

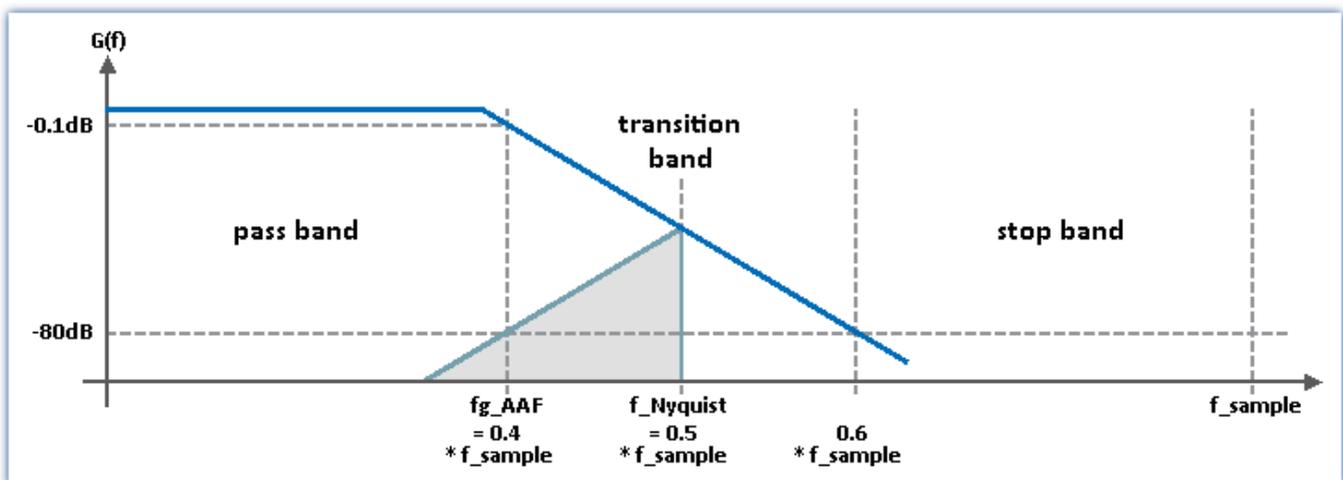
Die (digitalen) Anti-Aliasing-Filter werden als elliptische Cauer-Filter ausgeführt. Deren "scharfe" Kennlinie im Frequenzbereich ermöglicht es, die Eckfrequenzen erheblich näher an die Abtast- bzw. Nyquist-Frequenz heranzuführen, ohne Kompromisse zwischen Bandbreite und Aliasing-Freiheit.

Die automatische Wahl der Eckfrequenz in der Einstellung "AAF" basiert auf folgenden Kriterien:

- Im Durchlassbereich ("pass band") ist eine maximale (AC-) Verstärkungs-Unsicherheit von 0,06% = -0,005 dB zulässig. Das pass band ist definiert durch die Eckfrequenz, bei der dieser Wert unterschritten wird.
- Der Sperrbereich ("stop band") ist gekennzeichnet durch eine Dämpfung von mindestens -80 dB. Diese Dämpfung wird als ausreichend angesehen, da diskrete Störfrequenzen nie 100% Amplitude erreichen können: der Messbereich wird im wesentlichen durch das Nutzsignal ausgefüllt.
- Der Übergangsbereich ("transition band") liegt typischerweise symmetrisch um die Nyquist-Frequenz herum. Damit ist gewährleistet, dass die ins pass band zurückgespiegelten Aliasing-Anteile aus dem stop band um ausreichende (mind.) -80dB unterdrückt sind. Rest-Anteile aus dem Frequenzbereich zwischen Nyquist-Frequenz und stop band Grenze spiegeln lediglich zurück in den Bereich außerhalb des pass band (pass band bis Nyquist) dessen Signalgehalt als nicht relevant definiert ist.

Die genannten Kriterien sind mit den verwendeten Cauer-Filter durch folgende Konfigurations-Regel erfüllt:

- $fg_AAF (-0,1 \text{ dB}) = 0,4 \cdot f_sample$;
- Charakteristik: Cauer; Filter-Ordnung: 8ter Ordnung



Filter-Einstellung "Filter-Typ: Tiefpass" (Bandpass und Hochpass):

Es kann manuell eine Tiefpassfrequenz gewählt werden, die den konkreten Anforderungen der Applikation gerecht wird. Insbesondere kann eine Eckfrequenz deutlich unterhalb der Nyquist-Frequenz eingestellt werden, die in jedem Fall ein Aliasing garantiert ausschließt, natürlich unter "Opferung" entsprechender Bandbreite-Reserven.

- | | | |
|---|--|----------|
| mit $fg_AAF (3\text{dB}) = f_sample / 4$ | Dämpfung bei Nyquist Frequenz: $1/64$ | = -36 dB |
| mit $fg_AAF (3\text{dB}) = f_sample / 5$ | Dämpfung bei Nyquist Frequenz: $1/244$ | = -48 dB |
| mit $fg_AAF (3\text{dB}) = f_sample / 10$ | Dämpfung bei Nyquist Frequenz: $1/15630$ | = -84 dB |
- Charakteristik: Butterworth, 8ter Ordnung (48 dB/Oktave)

Weitere mögliche Filtereinstellungen sind "Bandpass" und "Hochpass" - jeweils 4. Ordnung.

6.3.3 Synchronität

Sollen Kanäle zueinander in Beziehung gesetzt werden, z.B. bei der Leistungsberechnung, so ist von zentraler Bedeutung, dass es zwischen ihnen keine Phasenverschiebung gibt, sie also synchron aufgenommen werden.

Eine wesentliche Eigenschaft von den Geräten der imc CRONOS Systemfamilie ist es, Kanäle unterschiedlichen Typs und unterschiedlicher Abtastzeit synchron aufzunehmen. Voraussetzung ist hierbei jedoch, dass die entsprechenden Kanäle mit der gleichen Filtereinstellung konfiguriert sind. Die Tiefpassfilter führen stets zu einer definierten zusätzlichen Phasenverschiebung. Z.B. entspricht die Phasenverschiebung bei einem Butterworth-Tiefpassfilter von 1 kHz einer konstanten Gruppenlaufzeit von 663 µs (für Frequenzen deutlich unterhalb der Eckfrequenz).

 **Hinweis**

Zu beachten ist, dass zwei Kanäle mit unterschiedlicher Abtastzeit, die beide mit der Filtereinstellung Anti-Aliasing-Filter konfiguriert sind, dann gerade nicht die gleiche Filterfrequenz besitzen.

6.3.3.1 Verzögerung

Damit die **Synchronität** aller aktiven Kanäle eines Systems gewahrt bleibt, werden die Kanäle aller Verstärker auf die Durchlaufzeit des langsamsten Verstärkers künstlich verzögert.

 **Beispiel**

An einer Messung (Experiment) sind Kanäle folgender Verstärker beteiligt BR-4 und UNI-8, UNI2-8. Die Verzögerungen bis zum "Prozessvektor" betragen im Einzelnen:

- UNI-8; UNI2-8: 1 ms
- BR-4: 3 ms

Damit ist die Gesamtverzögerung bis zur Anzeige auf 3 ms festgelegt. Alle Kanäle, die weniger Verzögerung (Prozessvektor) aufweisen, werden "künstlich" auf die Gesamtverzögerung verzögert, um die Signalsynchronität zu gewährleisten.

 **Hinweis**

Ausnahmen

Der OSC-16 wird nicht ausgeglichen, da die Abtastrate und die damit verbundene digitale Verzögerung zu groß ist.

6.3.3.2 CRC und CRSL

Die digitale Gesamtverzögerung der Signalkonditionierer für CRC und CRSL Basissysteme sind:

Modul	Delay
SC2-32	10*Ta (max 5 ms)
ICPU-16	1 ms
LV-16	2 ms
ISO2-8	2 ms
HISO-8	2 ms
UNI-4	2 ms
UNI2-8	1 ms
DCB2-8	1 ms

LV3-8	1 ms
ICPU2-8	1 ms
AUDIO-4 (CRC)	2 ms
ISOF-8	1 ms
FRQ	3 ms
HRENC	60 µs@50 ksps; 200 µs@20 ksps; 400 µs@10 ksps; 400 µs@5ksps; 1 ms@2 ksps; 2 ms@1 ksps;
DIOINC	3 ms
ENC-4	3 ms
OSC-16	>10 ms (ohne Ausgleich)

Die Anzeigeverzögerung ist die größte Einzelverzögerung eines an der Messung beteiligten Verstärkers.

6.3.3.3 CRFX und CRXT

Die digitale Gesamtverzögerung der Signalkonditionierer für CRFX und CRXT Basissysteme sind:

Modul	Delay
BR4	420 µs
HV2-I	1,3 ms
HV2_2I	450 µs
ISO16	890 µs
ISOF-8	460 µs
ACI-8	460 µs
WFT-2	100 µs
ISO2-8	810 µs
HISO-8	770 µs
UNI-4	440 µs; 1 ms@1 ksps...
DCB2-8	610 µs
UNI2-8	460 µs
LV3-8	460 µs
ICPU-8	460 µs
AUDIO-2	440 µs
Qi-4	440 µs
FRQ	800 µs
HRENC	600 µs

Die Anzeigeverzögerung ist die größte Einzelverzögerung eines an der Messung beteiligten Verstärkers.

6.3.4 Synchronisation und Zeitraster

Synchronisation mit anderen Geräten

Zur synchronisierten Messung steht eine SYNC Buchse zur Verfügung. Diese ist zur Synchronisation mit anderen imc Geräten oder zur Synchronisation mit einem DCF77/IRIG-B Signalgeber zu verbinden.

Synchronisation mit GPS

Mit einem an die GPS-Buchse angeschlossenen [GPS-Empfänger](#)¹⁰⁷ kann das Messgerät auf die absolute Zeit synchronisiert werden.

Hinweis

- Für die Nutzung des SYNC-Eingangs muss IRIG B unterstützt werden. Eine SYNC-Nutzung mit BUSDAQflex (Seriennummern-Kreis 13...) ist deshalb auch möglich.
- Der gelbe Ring am SYNC-Anschluss bedeutet, dass der Anschluss gegen Potentialunterschiede geschützt ist. Der SYNC-Anschluss ist gegen Potentialunterschiede geschützt.
- Im Software Handbuch Kap. *Synchronisation* finden Sie eine Beschreibung zu den Einstellungen.

Verweis

[Technische Daten: Synchronisation](#)³⁴¹

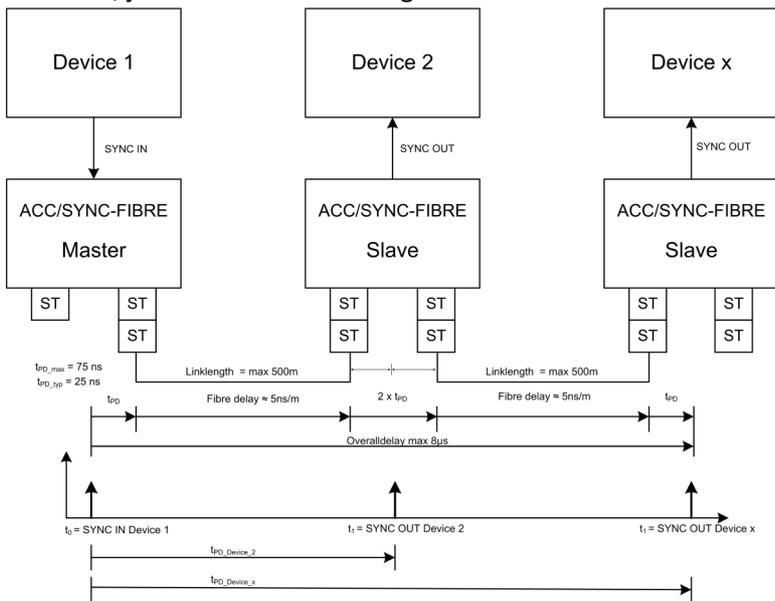
6.3.4.1 Optischer SYNC Adapter: ACC/SYNC-FIBRE

Eine grundlegende Eigenschaft sämtlicher imc Messgeräte besteht in der Möglichkeit, mehrere, auch unterschiedliche Geräte untereinander zu synchronisieren und im Verbund zu betreiben. Die Synchronisation erfolgt typischerweise im Master/Slave Verfahren über das elektrische SYNC-Signal, welches auf einer BNC-Buchse der Geräte zugänglich ist.

In elektrisch stark gestörter Umgebung bzw. bei sehr großen Entfernungen kann es von Vorteil sein, dieses Signal über Glasfaser-Optik (LWL, Fibre Optic) vollkommen isoliert und störungsfrei zu entkoppeln. Hierzu dient der extern anschließbare optische SYNC-Adapter ACC/SYNC-FIBRE.

Bei seiner Verwendung kommt dann nicht mehr die BNC Buchse zum Einsatz, sondern es wird eine der DSUB-9 Buchsen für GPS, DISPLAY oder MODEM verwendet, welche dann sowohl das zu entkoppelnde elektrische SYNC Signal führt als auch eine für den Adapter benötigte Versorgungsspannung und auch als Richtungssignal (Master Slave) genutzt wird.

Zu verwendende **imc Messgeräte müssen aus diesem Grunde bzgl. einer der DSUB-9 Buchsen umgebaut werden**. Bei einem Umbau der MODEM oder der GPS Buchse ist diese nicht mehr für den ursprünglichen Zweck verwendbar. Für die GPS Buchse gilt diese Einschränkung nicht. Es ist sogar ein paralleler Betrieb möglich (Y-Kabel), wenn die GPS-Daten nur für die Orts-Daten und der Adapter für das SYNC Signal verwendet werden. Je nach aktuell angeschlossenem Signal (Adapter oder BNC) sind sowohl elektrischer als auch optischer Modus verwendbar, jedoch nicht beide zur gleichen Zeit.

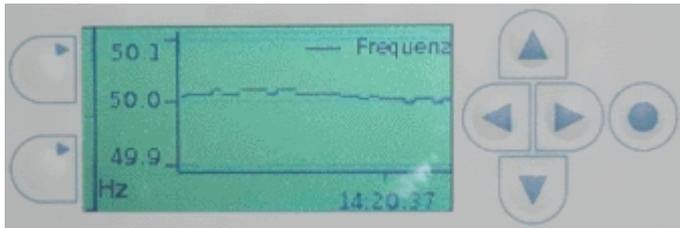


Technische Daten: ACC/SYNC-FIBRE ⁴⁸⁵

6.3.5 Betrieb ohne PC

Zum Betrieb Ihres imc Gerätes benötigen Sie nicht unbedingt einen PC. Wenn ein Selbststart ins Gerät geschrieben wurde, beginnt dieses selbstständig die Messung. Das Display kann zur Anzeige der laufenden Messwerte genutzt werden. Es dient als komfortable Statusanzeige und kann die imc Bediensoftware zur Steuerung ersetzen bzw. ergänzen. Es arbeitet auch dort noch, wo üblicherweise der Einsatz eines PCs nicht mehr möglich ist, z.B. bei -20°C oder +60°C.

Das Display kann jederzeit angeschlossen und wieder abgezogen werden, ohne die laufende Messung zu behindern. Damit kann der Status gleichzeitig laufender Messgeräte nacheinander geprüft werden.



integriertes Display

imc CL-xx Geräte sind mit einem integrierten Display ausgestattet.

Die Interaktion mit dem Messgerät erfolgt über virtuelle Display-Variablen bzw. Bits, die Sie entweder zur Anzeige von Zuständen auswerten oder zur Beeinflussung des Messprozesses modifizieren können.

Die ausführliche Beschreibung entnehmen Sie bitte dem Kapitel *Display* im Handbuch der imc Bediensoftware.

6.3.5.1 Display



Mit dem imc Display ist es Ihnen möglich, interaktiv in den Messprozess einzugreifen, indem Sie sich aktuelle Werte und Zustände anzeigen lassen, sowie Parameter mit der Tastatur ändern.

Wird das Messgerät so vorbereitet, dass es beim Einschalten eine bestimmte Konfiguration lädt, ist es möglich ohne PC die Messung durchzuführen. Das Display dient als komfortable Statusanzeige.

Die **Beschreibung zu den Bedienelementen** und deren Funktionen finden Sie im imc STUDIO-Handbuch Kapitel "*imc Display Editor*".

Eigenschaften:

- 320 x 240 Pixel in 65536 Farben;
- Gehäusegröße ca. 306 x 170 x 25 mm; Größe des Anzeigefeldes: ca. 11,5 x 8,6 cm;
- Bohrung zur Displaybefestigung: Durchmesser Kernloch 5,11 mm; Durchmesser außen 6,35 mm (1/4" - 20 UNC);
- Gewicht: ca. 1 kg, weitere Eigenschaften im Kapitel "[Technischen Daten](#)"⁴⁷⁴.

- Das Display wird über eine serielle RS232 Verbindung angesteuert. Die Aktualisierungsrate kann nicht verändert werden. Sie hängt von der Auslastung des Gerätes ab und beträgt im besten Fall 15 Hz.
- Das Display muss über den 3-poligen Binder Anschluss versorgt werden.

6.3.6 LEDs und BEEPER

Als zusätzliche optische und akustische Ausgabekanäle sind 6 Status-LEDs und ein Summer (Beeper) vorgesehen. Sie können als Standard-Ausgabe-Kanäle in imc Online FAMOS verwendet werden, indem ihnen dort die binäre Werte 0 / 1 oder Funktionen mit booleschem Ausgabe zugewiesen werden. Ein interaktives Setzen bzw. eine Anzeige ist für diese Ausgabekanäle nicht sinnvoll und daher nicht vorgesehen.

Der Summer kann per Software nicht abgeschaltet werden, er dient auch als Indikator für eine einsetzende Pufferung der Geräte-Versorgungsspannung durch die USV.

6.3.7 imc Plug & Measure

6.3.7.1 TEDS

imc Plug & Measure basiert auf der TEDS-Technologie nach IEEE 1451.4. Es realisiert die Vision der schnellen und fehlerfreien Messung auch für ungeübte Benutzer. TEDS steht für Transducer Electronic Data Sheet und stellt ein Datenblatt mit Informationen über einen Sensor, eine Messstelle sowie Angaben für die Messtechnik usw. dar. Es wird in einem Speicher abgelegt, welcher mit dem Sensor fest verbunden ist, und kann von der Messtechnik ausgewertet werden. Darüber hinaus enthält dieser Speicher auch eine Nummer, über die der Sensor eindeutig identifiziert werden kann (unique ID).

Ein TEDS Sensor oder ein konventioneller Sensor der mit einer Sensorkennung mit Speicher ausgerüstet ist, wird an das Gerät angeschlossen. In der Sensorkennung sind Sensordaten und Messgeräteeinstellung hinterlegt. Das Messgerät liest diese aus und stellt sich entsprechend ein. Unpassende Sensorinformationen werden verworfen. Eine entsprechende Meldung wird ausgegeben. Weitere Informationen finden Sie in Softwarehandbuch unter "*Informationen aus dem Sensor lesen*".



Hinweis

Verwendete TEDS-Chips (Speicher)

Volle Sensor-TEDS Unterstützung, incl. dem Typ DS2431, der in den meisten aktuellen IEPE-Sensoren eingesetzt wird, ist nur bei Modulen der Geräteplattformen imc CRONOS*flex* (CRFX) und imc CRONOS-XT (CRXT) gegeben.

6.3.7.2 MMI-TEDS

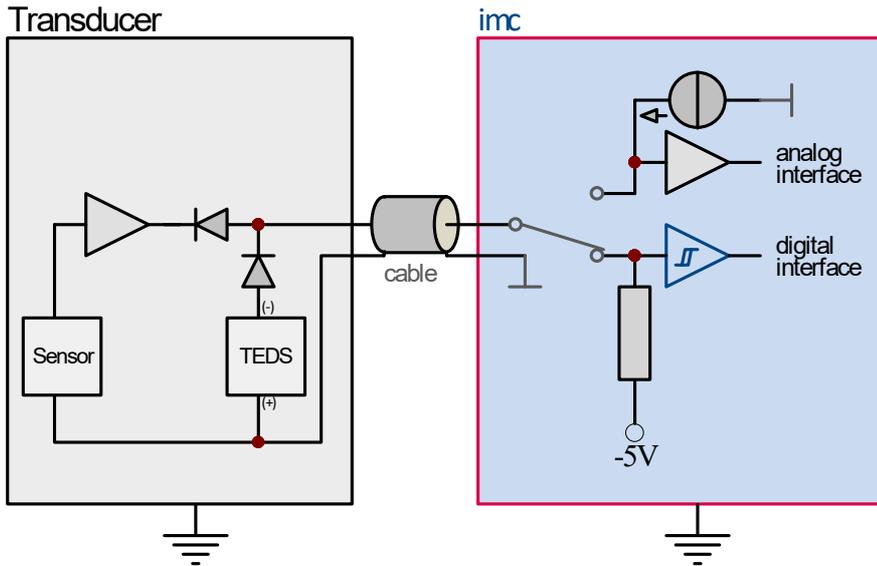
Mixed Mode Interface-TEDS, kurz MMI-TEDS nach IEEE 1451.4. gibt es in verschiedenen Varianten. imc STUDIO unterstützt folgende Varianten:

- Class I Interfaces sind für konstantstromgespeiste piezoelektrische Sensoren entworfen und nutzen den Quasistandard dieser Sensoren (integrated electronic piezoelectric [IEPE] transducer)
- Class II Interfaces sind für Brücken- und andere Sensoren entworfen.

Class I MMI

Ein MMI-TEDS nach IEEE 1451.4. Class I Mixed Mode Interface ist ein Speicher mit elektronischem Datenblatt, der mit den Signalleitungen des Sensors direkt verbunden ist. Über dieselben Leitungen wird einerseits der Sensor versorgt und sein Signal geleitet und andererseits auf den Speicher zugegriffen. Vielfach handelt es sich um Sensoren, die mit einem Konstantstrom von ca. 4 mA gespeist werden und über ein Koaxialkabel mit BNC-Stecker angeschlossen werden.

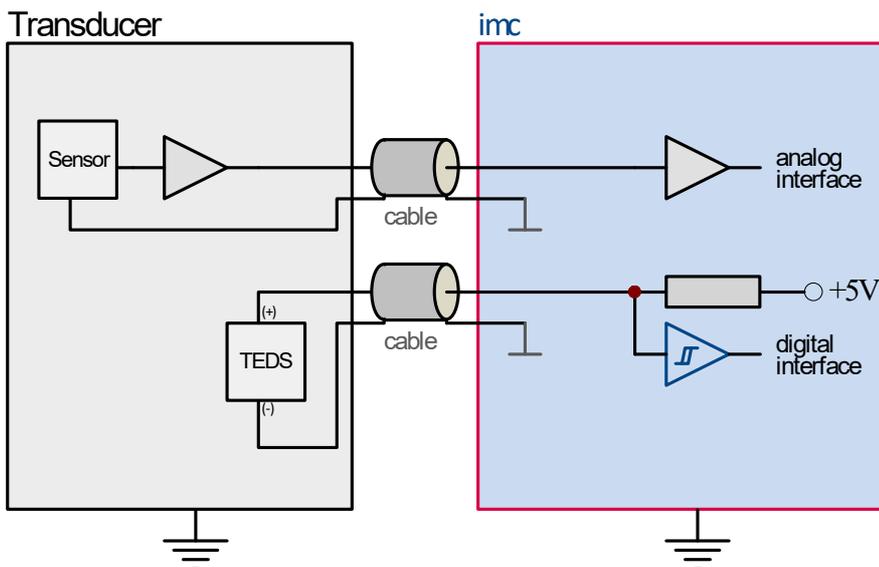
Für den Zugriff auf den Speicher wird der Bezug des Sensors an eine digitale Schnittstelle angeschlossen und mit einer positiven Spannung von ca. 5 V versorgt, was eine isolierte Montage des Sensors erfordert. Eine neue Technik, die diese Einschränkung vermeidet ist in Vorbereitung.



Ein Class I Mixed Mode Interface empfängt/sendet TEDS Daten und analoge Signale auf derselben Leitung

Class II MMI

Bei dieser Variante wird die TEDS Information über eine weitere Leitung übergeben. Der Bezug wird über Versorgungsleitung des Sensors hergestellt.



Ein Class II Mixed Mode Interface empfängt/sendet TEDS Daten und analoge Signale auf unterschiedlichen Leitungen. Der Sensor wird nicht beeinflusst.

6.3.7.3 Besondere Vorteile und Anwendungen

- Schnelle und fehlerfreie Messgeräteeinstellung
- Reduktion von Routinearbeiten
- Hinterlegbare Vorschläge zur Messkanalparametrierung (Abtastrate, Filtereinstellung, etc.)
- Standardisierung von Kanalbezeichnungen bestimmter verwendeter Sensoren
- Überprüfung der Kalibrierdaten und deren Gültigkeit
- Schnelle und eindeutige Rückführbarkeit der Kalibrierdaten nach ISO9000
- Überwachung von Kalibrierintervallen
- Messgeräteunabhängige Sensorverwaltung
- Sensorkennung - CHIP - ACC/TEDS-CHIP; TEDS-Chip auf Leiterkarte; Abmessung: 8 mm x 5 mm
- Sensorkennung - CHIP-D - ACC/TEDS-CHIP-D; TEDS-Chip auf Leiterkarte mit 10 cm Anschlussdrähten

6.3.7.4 Sensorverwaltung per Datenbank

Beim Verwalten von Sensorinformationen wird der Anwender durch imc SENSORS (optionale Sensordatenbank für die imc Plug & Measure Technologie) unterstützt.

Neben dem Auslesen von Informationen aus TEDS kann die Parametrierung auch durch Übertragung der Information aus der Sensordatenbank mittels Drag&Drop erfolgen.

Sensorinformationen können über die Messgeräte-Software von der Sensordatenbank in die Sensorkennung und umgekehrt übertragen werden.

Zur weiteren Verwaltung von Sensoren bietet die Sensordatenbank eine Unterstützung von Barcode-Lesegeräten. imc SENSORS macht die Verwendung und Verwaltung vieler unterschiedlicher Sensoren durch den Einsatz von TEDS und imc Plug & Measure besonders wirtschaftlich, schnell und einfach.

imc SENSORS ist eine Softwareerweiterung für unsere Gerätesoftware. imc Plug & Measure, funktioniert jedoch auch als stand alone Anwendung. imc SENSORS erlaubt es, Informationen zu einem Sensor schnell und komplett auffindbar zu machen.

Es wird ermöglicht:

- Sensoren in einer zentralen Datenbank zu verwalten
- Einen Messkanal zu parametrieren
- Die Kalibrier-Historie zu erfahren
- Das Datenblatt zu inspizieren

Gemeinsam mit den TEDS-fähigen Messverstärkern von imc CRONOS Systemfamilie unterstützt imc SENSORS die TEDS Sensoren nach IEEE 1451.

Als besonders sinnvoll empfiehlt sich hier der UNI2-8, an dem durch seine universellen Messverstärker unterschiedlichste Sensoren direkt angeschlossen werden können.

Hinweis

Die Eingänge der Inkrementalgeber Module unterstützen weder TEDS noch den Informationsaustausch mit imc SENSORS.

6.3.8 GPS

Über die GPS Buchse können Sie GPS-Empfänger anschließen. Das ermöglicht eine absolute **Zeitsynchronisierung auf die GPS-Zeit**. Hat die GPS-Maus Empfang, synchronisiert sich das Messsystem automatisch. Auch die **Synchronisation mit einer NMEA Quelle** ist möglich. Voraussetzung ist, dass die Uhr neben dem Sekundentakt den GPRMC-String liefert.

Alle **GPS Informationen** können Sie **auswerten** und über imc Online FAMOS **weiterverarbeiten**.

GPS-Signale **stehen zur Verfügung** als: Prozessvektor-Variablen und Feldbus Kanäle.

GPS Informationen	Beschreibung
pv.GPS.course	Kurs in °
pv.GPS.course_variation	magnetische Deklination in °
pv.GPS.hdop	Unschärfe der Genauigkeit für horizontal Angabe
pv.GPS.height	Höhe über Meer (über Geoid) in Metern
pv.GPS.height_geoidal	Höhe Geoid minus Höhe Ellipsoid (WGS84) in Metern
pv.GPS.latitude pv.GPS.longitude	Länge und Breite in Grad (Skaliert mit 1E-7)
pv.GPS.pdop	Unschärfe der Genauigkeit der Position (Positional Dilution Of Precision)
pv.GPS.quality	GPS quality indicator 0 Ungültig oder nicht verfügbare Position 1 GPS Standard Modus, fix valid 2 GPS Differentiell, fix valid ...
pv.GPS.satellites	Anzahl der zur Berechnung benutzen Satelliten.
pv.GPS.speed	Geschwindigkeit in km/h
pv.GPS.time.sec	Anzahl der Sekunden seit 01.01.1970 00:00 Uhr UTC Der Wert kann dadurch nicht mehr verlustfrei einem Float-Kanal zugewiesen werden. Diese Sekundenanzahl kann unter Windows und Linux in eine Absolutzeit umgerechnet werden. Verwenden Sie die Funktion MeineSekunden = <code>CreateVChannelInt(Kanal_001, pv.GPS.time.sec)</code>
pv.GPS.vdop	Unschärfe der Genauigkeit für vertikal Angabe. siehe z.B. www.iota-es.de/federspiel/gps_artikel.html

 Hinweis

Skalierung von Latitude und Longitude

pv.GPS.latitude und pv.GPS.longitude sind **INT32** Werte, **skaliert mit 1E-7**. Sie müssen **als Integerkanäle behandelt** werden, sonst **geht die Genauigkeit verloren**.

Sie können mit imc Online FAMOS daraus Virtuelle Kanäle erzeugen. Durch die Rückskalierung geht jedoch die Genauigkeit verloren:

```
latitude = Kanal_001*0+pv.GPS.latitude *1E-7
```

Empfehlung: Verwenden Sie den entsprechenden Feldbuskanal: "*GPS.latitude*" bzw. "*GPS.longitude*". Hier ist keine Skalierung mehr notwendig, wodurch die Genauigkeit erhalten bleibt.

Abtastrate

Systembedingt werden GPS Kanäle zur Bestimmung der schnellsten Abtastrate im System nicht berücksichtigt. Für eine fehlerfreie Konfiguration muss daher mindestens **ein anderer Kanal** (Feldbus, digital oder analog) **gleich oder schneller** abgetastet werden, als der GPS-Kanal.

Interne Variablen, nicht zu benutzen

- pv.GPS.counter
- pv.GPS.test
- pv.GPS.time.rel
- pv.GPS.time.usec

GPS-Empfänger

Die von imc gelieferten **GARMIN GPS-Empfänger** sind betriebsbereit eingestellt und liefern je nach Modell einen 1 Hz- oder 5 Hz-Takt.

Damit sonstige GPS-Empfänger von imc Geräten verwendet werden können, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- **RS232 Port-Einstellungen**
 - **Baudrate:** Mögliche Werte sind 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 oder 115200
 - **8 Bit, 1 Stopp Bit, kein Flow control**
- Folgende **NMEA-Strings** müssen gesendet werden: **GPRMC, GPGGA, GPGSA**. Die Reihenfolge der String muss eingehalten werden.
Weitere Strings sollten nach Möglichkeit deaktiviert werden. Falls dies nicht möglich ist, müssen alle anderen Strings **vor** dem GPGSA String liegen!
- Der Empfänger muss einen **1 Hz-Takt** liefern.
- Die steigende Flanke des Taktes muss die Sekunde markieren, die im nächsten GPRMC-String angegeben ist.
- Das Senden aller drei Strings sollte möglichst zeitnahe nach dem Sekunden-Takt erfolgen, so dass zwischen dem letzten String und dem nächsten Sekunden-Takt ausreichend Zeit für die Verarbeitung bleibt.

NMEA-Talker IDs

Folgende NMEA-Talker IDs werden unterstützt:

- GA: Galileo Positioning System
- GB: BeiDou (BDS) (China)
- GI: NavIC (IRNSS) (India)
- GL: GLONASS, according to IEIC 61162-1
- GN: Combination of multiple satellite systems (GNSS) (NMEA 1083)
- GP: Global Positioning System (GPS)
- GQ: QZSS regional GPS augmentation system (Japan)

[Anschlussbelegung der DSUB-9 Buchse](#)  507

6.3.9 NET-SWITCH

Der NET-SWITCH ist ein Netzwerk-Switch mit PTP-Synchronisation und mit imc BUSDAQflex (BUSFX) kompatibelem Gehäuse (Klick-Verbindung und Spannungsversorgung):

- 5 Ethernet-Ports bis 1 GBit (1000BaseT)
- Unterstützt PTP (Precision Time Protocol, IEEE 1588v2, end-to-end transparent clock)
- Synchronisation von imc CRONOSflex (CRFX-2000GP) und imc CRONOScompact (CRC-400GP)
- Gehäuse kompatibel zu imc BUSDAQflex: Klick-Verbindung / Versorgung. Betreibbar als:
 - Stand-Alone Switch
 - direkt angedockt an Geräte imc BUSDAQflex (Hinweis: imc BUSDAQflex unterstützt kein PTP)
- 2-fach redundante Optionen zur Spannungsversorgung (10 bis 50 V DC):
 - Modulverbinder/Schieber
 - LEMO.0B

Klick-Verbindung (imc CANSASflex / imc BUSDAQflex):

- Koppelbar zu Modulblöcken: mechanisch und elektrisch (Versorgung)
- Werkzeugfrei und ohne weitere Verbindungskabel
- mit Führungsnuten, Rastmagneten und Verriegelungs-Schieber
- kurze und lange Module koppelbar:
 - mit elektrischer Kopplung: bündig an der Rückseite; rein mechanisch: bündig an der Front
- Passender CAN-Logger direkt ankoppelbar: imc BUSDAQflex

 [Verweis](#)

[Technische Daten](#)  489

6.3.10 IRIG-B Modul

Dieses externe IRIG-B-Modul kann ein Zeitsignal im IRIG Format in das GPS Format NMEA 0183 umsetzen und so zur Gerätesynchronisation der imc Geräte genutzt werden.

Dieses Modul unterstützt amplitudenmodulierte Signale gemäß dem IRIG-B1xx Standard! Dies ermöglicht sowohl eine Erweiterung der Funktionalität älterer imc Geräte Generationen, die gar kein IRIG-B Format unterstützen, als auch eine Erweiterung der Funktionalität der aktuellsten imc Geräte Generation in Bezug auf amplitudenmodulierte Signale: Aktuelle imc Geräte (CRFX, CRC und C-SERIE-N) bieten eine IRIG-B Synchronisation über die standardmäßig herausgeführte BNC Buchse als Standard Feature (beinhaltet sowohl DCF-77 als auch IRIG-B Autoerkennung), zur Unterstützung von direkten nicht amplitudenmodulierten TTL-Signale (gemäß IRIG-B0xx Standard).

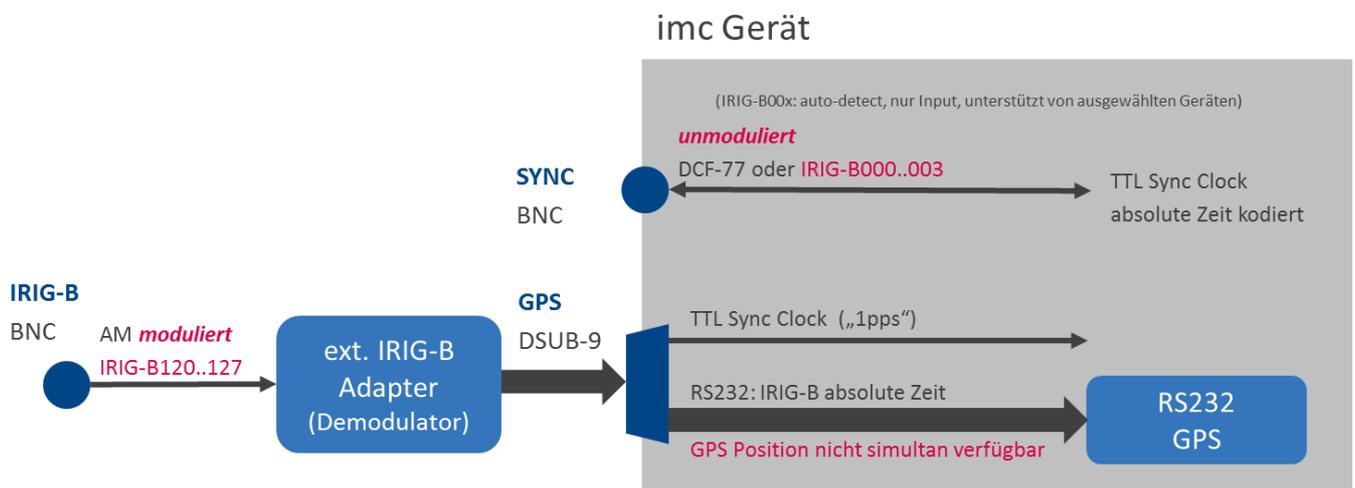
Die Identifikation der verschiedenen IRIG-Zeitcodes ist im IRIG Standard 200-98 spezifiziert. Dieses Adapter-Modul unterstützt die folgenden Sub Standard IRIG-B120 bis B127. Für diese Sub Standards gelten 100 Pulse pro Sekunde, AM-Sinussignal (amplitudenmoduliert), 1 kHz Trägerfrequenz, BCD time of year.

Auf der Rückseite des Moduls befindet sich die DSUB-9 Buchse, die über das mitgelieferte RS232-Verlängerungskabel an die GPS Buchse des Messgerätes angeschlossen wird. Die Belegung der DSUB-9 Buchse entspricht den Angaben der GPS Pinbelegung im imc Geräte-Handbuch.

Sobald der IRIG-B Adapter an der GPS Buchse des Gerätes angeschlossen ist, wird die Information zur absoluten Zeit über dieses RS232 Interface erfasst. Zusätzlich wird die Synchronisation der Systemuhr des Gerätes über ein zusätzliches Zeitsignal an einem bestimmten DSUB-9 Pin ermöglicht ("1 pps"). Solange die GPS Buchse des Gerätes blockiert ist, ist keine zusätzliche parallele Erfassung von GPS Positionsdaten möglich.

Hinweis

imc STUDIO bietet in der Oberfläche bei einer Synchronisation GPS und nicht IRIG an.



Auf der Frontseite des Moduls befindet sich eine BNC Buchse und zwei LEDs. Die LOCK LED leuchtet, wenn das Eingangssignal mit dem IRIG-B-Modul synchron ist. Ist das Eingangssignal ungültig oder nicht mit dem IRIG-B-Modul synchron, leuchtet die FAIL LED.



Das IRIG-B-Modul verfügt über eine batteriegepufferte Echtzeit-Uhr (RTC), die beim Anlegen eines gültigen IRIG-B-Signals auf die empfangene Zeit und das Datum gestellt wird. Wenn das IRIG-B-Signal beispielsweise die folgende Jahreszahl "00" enthält (abhängig vom gewählten Sub Standard), wird diese ignoriert und nur die RTC Zeit und das Datum wird eingestellt. Die interne Uhr wird nur auf die Zeit und den Tag des anliegenden Signals gestellt, das Jahr entspricht aber weiterhin dem fortlaufenden Wert seit der letzten Aktualisierung mit gültiger Jahreszahl. Bei einem Jahreswechsel wird die Jahreszahl hochgezählt.

Zur Überwachung des Statuses zur Synchronität eines imc Messgerätes kann die imc Online FAMOS Funktion

"**IsSynchronized()**" verwendet werden. Sie liefert als Rückgabewert eine "1", wenn das Gerät auf eine externe Zeitreferenz synchronisiert ist, andernfalls wird eine "0" zurückgegeben.

Der Verlust des externen Zeitsignals wird innerhalb von 1 – 2 Sekunden erkannt. Das erneute Aufsynchronisieren dauert jedoch ca. 20 – 25 Sekunden.

[Technische Daten des IRIG-B.](#)  486

Optional ist ab Werk der Einbau des IRIG-B Moduls in einem Messgerät möglich.

6.3.11 WLAN Anbindung

imc Messgeräte können mit intern verbaulichem WLAN-Adapter ausgerüstet werden. Eine alternative drahtlose Netzwerkverbindung kann in Anwendungen wie mobilem Fahrversuch bereitgestellt werden. Geräte können mit WLAN-Adaptoren nach Standard IEEE 802.11g ausgerüstet werden, die maximale Brutto-Transferraten von 54 Mbit/s erreichen, weitere Spezifikationen siehe Kapitel [Technische Daten: WLAN Anbindung](#)⁴⁸⁷.

WLAN Antenne für CRx - 400 Geräte ([siehe Geräteübersicht](#)⁹⁵)

Zur Unterscheidung dieser beiden Antennen, werden sie bei imc ab Werk beschriftet:

- imc CRx - 400; Antenne mit SMA Male — passt nur zu Geräten mit RP-SMA (SMA Female)
- imc CRx - 2000; Antenne mit RP-SMA (SMA Female) — passt nur zu Geräten mit SMA Male



WLAN Antenne für CRx - 2000 Geräte

Die "-G" Geräte erlauben den optionalen Einbau von WLAN-Adaptoren nach Standard IEEE 802.11n, der durch Mehrfachantennen-Einsatz höhere Datenraten zulässt. Es werden zwei extern anschließbare Antennen unterstützt (Standard SMA-Anschluss), die dann 300 Mbit/s Datenrate erreichen können.

Die WLAN Antenne mit einem SMA Male Anschluss wird vom Hersteller nicht mehr angeboten. imc hat vom Hersteller eine modifizierte Antenne als Ersatz (betrifft Auslieferungen ab August 2014). Aus diesem Grund hat imc die Anschlüsse an den Geräten geändert (SMA Male). Die Geräte, die bisher mit RP-SMA (SMA Female) Anschlüssen gebaut wurden, werden künftig mit SMA Male Anschlüssen gebaut. Zur Unterscheidung gibt es eine neue Beschriftung:



WLAN Antenne für CRx - 400 Geräte

- imc CRx - 400 Typ 2; Antenne mit RP-SMA Stecker (SMA Female) — passt nur zu Geräten mit SMA Male

Die Antenne mit der Beschriftung: "imc CRx - 2000" kann künftig für alle imc CRONOS Geräte mit weiblichen SMA Buchsen und intern verbaulichem WLAN-Adapter verwendet werden.

Um die Beschriftung der Antenne nicht nur auf die CRONOS-Gerätefamilie einzuschränken, gibt es eine neue Beschriftung:

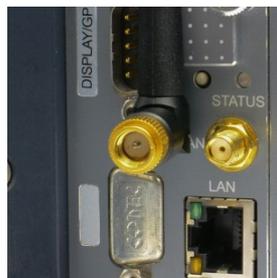


Bitte achten Sie auf den Anschlusstyp an Ihrem Gerät!

WLAN Antenne mit RPSMA (weiblich) ist für den Anschluss an Geräte mit RPSMA (männlich) bestimmt.



WLAN - Antenne mit RPSMA (weiblich)
Anschluss am Gerät RPSMA (männlich)



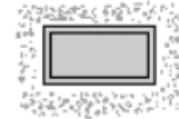
WLAN - Antenne mit SMA (männlich)
Anschluss am Gerät SMA (weiblich)

6.3.12 ACC/DSUB-XX-IP65 - Schutzart IP65

Schutzklassen dienen der Einteilung und Kennzeichnung der Sicherheitsmaßnahmen.

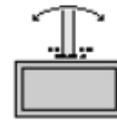
Die erste Ziffer der **(IP 6X) Schutzart definiert:**

- einen vollständigen Schutz gegen Eindringen von Staub



und die zweite Ziffer (**IP X5**) definiert:

- einen Schutz gegen Strahlwasser (aus allen Richtungen)



Hinweis

Auf was ist zu achten, damit ein IP65 spezifizierter Stecker seinen Schutzgrad nach dem Öffnen weiter beibehält?

Damit ein imc Stecker auch nach dem Öffnen und Verkabeln seine schützende Funktion beibehält, ist darauf zu achten, dass vor und während des Öffnens die Kontaktflächen trocken und sauber sind. Denn durch Verunreinigungen an den Dichtungsringen können Beschädigungen auftreten, die zum Versagen der Dichtungen führen.

Das Verschließen (verschrauben) des Deckels sollte über Kreuz stattfinden z.B. oben rechts, unten links, oben links und unten rechts. Hierbei sollten nicht alle Schrauben gleich vollständig fest angezogen werden, sondern nur so, dass sich der Deckel erst einmal nur leicht anpresst. Dies ist nötig damit der Deckel gleichmäßig aufliegt. Nachdem alle Schrauben leicht angezogen sind, schraubt man alle Schrauben richtig fest, so dass der Deckel fest sitzt und die Dichtigkeit des Steckers gegeben ist. Das soll verhindern, dass Wasser oder Staub in den Stecker eindringt.



Die zwei PFLITSCH M12 x 1,5 Kabelverschraubung-Sätze dichten Kabel mit einem Durchmesser von 6,5 mm bis 9,5 mm ab. Für abweichende Kabeldurchmesser sollten entsprechende Kabelverschraubungssätze gewählt werden.

Im Lieferumfang des imc IP65 spezifizierten Steckers ist ein **Dichtring** enthalten. Dieser ist für die Nut an der Buchse an Ihrem imc CRONOS-SL Gerät. Um eine saubere Abdichtung zwischen Stecker und Gerät zu ermöglichen, muss der Dichtring sauber in die Nut eingelegt und geklebt werden.

Warnung

- Es ist darauf zu achten, dass der Stecker nicht schräg angeschraubt wird und dass die Dichtfläche sauber und trocken ist.
- Es kann auch sein, dass ein solcher Dichtring bereits an Ihrem imc CRONOS-SL Gerät eingesetzt ist. In diesem Fall können Sie den mit dem Stecker gelieferten Ring ignorieren.

6.3.13 ACC/DSUBM-ESD

Filterstecker für mehr Zuverlässigkeit



Beim Einsatz des Messgerätes in elektromagnetisch "verschmutzter" industrieller Umgebung, ist sorgfältige Installation und Verkabelung essentiell (Erdung, Schirmung etc.). Als zusätzliche Maßnahme kann der ESD-Stecker dem Messverstärker vorgeschaltet werden, der das System durch Unterdrückung von transienten Störungen noch robuster macht. Die Pinbelegung ist 1:1 durchgeführt und durch Beschaltung mit einheitlichen Filterelementen für sämtliche Messmodultypen geeignet. Dabei gibt es abgesehen von der Filter- bzw. Schutzwirkung gegen hochfrequente Störungen keinerlei Einschränkungen der Funktion und Bandbreite im Nutzbereich der Messung.

Eigenschaften

- Zwischenstecker zur Unterdrückung von leitungsgebundenen Störungen an Messeingängen
- Vermeidung von möglichen Fehlfunktionen des Messverstärkers, bedingt durch ESD-Entladungen bzw. transiente Störungen und Spannungsspitzen
- passive HF-Filterelemente
- einfach nachrüstbar als flexible Lösung für robuste Messung unter anspruchsvollen industriellen Umgebungsbedingungen
- geeignet für beliebige imc-Module mit DSUB-15 Anschlüssen
- keine Einschränkung der Funktion und Bandbreite im Nutzbereich der Messung



*ACC/DSUBM-ESD und der
ACC/DSUB-ESD*

Die technischen Daten des [ACC/DSUB\(M\)-ESD auf der Seite: ⁴⁸³](#). Die aufgeführten technischen Daten gelten sowohl für die Kunststoff-Variante als auch für die neue Metall-Variante des Filtersteckers.

6.3.14 Speichermedien

Die Messdaten können neben einer Übertragung zum PC auch auf Wechselspeicher-Medien gespeichert werden. Die Speicherung kann mit der Betriebssoftware imc STUDIO frei gewählt werden (siehe Beschreibung der Datenspeicherung in der imc STUDIO Hilfe). Die imc Messgeräte einer Geräte-Gruppe sind kompatibel zu bestimmten Speichermedien, z.B. CF, USB-Datenträger. Speichermedien mit geprüfter Leistungsfähigkeit können als Zubehör bei imc erworben werden. Festplatten werden mit dem Gerät bestellt und können nachträglich nur von imc eingebaut werden.

imc Gerät	Serien Nr.	Geräte Gruppe	CF	CFast	USB	microSD
CRONOS <i>flex</i> (CRFX-2000GP), CRONOS <i>compact</i> (CRC-400GP)	19XXXX	A7	-	✓	✓	-
CRONOS <i>flex</i> (CRFX-400), CRC-400, C-SERIE, SPARTAN	14XXXX	A5	✓	-	-	-
BUSDAQ <i>flex</i> (BUSFX)	13XXXX	A4	✓	-	-	-
ARGUS <i>fit</i> (ARGFT)	416XXX	B11	-	-	-	✓

Einige Geräte können mit einer internen Festplatte ausgestattet werden ([siehe Kap. "Geräteübersicht"](#)⁹⁵ im Handbuch). Es ist zwischen **wechselbaren Speichermedien und internen Festplatten** zu unterscheiden.

Wechselbare und interne Speichermedien

Interne Speichermedien sind nicht wechselbar, sondern fest im Gerät verbaut. Es handelt sich im Allgemeinen um magnetische oder SSD Festplatten. Ein Einsatz ist sinnvoll, wenn Speicherkapazitäten gefordert sind, die über denen der Wechselspeicher liegen. Die internen Speichermedien dienen ausschließlich zur Datenaufnahme. Festplatten werden mit dem Gerät bestellt und können nachträglich nur von imc ergänzt oder ausgetauscht werden.

Ist eine hohe Speicherkapazität und gleichzeitig eine Wechselbarkeit gefordert, kann ein Wechselrahmen für 2,5" Festplatten verwendet werden, siehe [Foto: CRC/HDD-FRAME](#)¹¹⁸. Ist diese Fähigkeit vorhanden, wird die Festplatte als Wechselspeicher angezeigt. Ist diese Fähigkeit nicht vorhanden, wird diese Festplatte als interner Speicher angezeigt. Unabhängig von einer eventuell gegebenen Hotplugfähigkeit kann im ausgeschalteten Zustand die Festplatte immer gewechselt werden, um die anfallenden Daten komfortabel auswerten oder archivieren zu können.

Regeln zum korrekten Umgang mit den wechselbaren Speichermedien

- **Setzen Sie immer nur einen wechselbaren Speicher ein (z.B. entweder CFast oder USB bei CRFX-2000GP).** Im Falle von mehreren angebrachten Speicheroptionen (CFast & USB) unterstützt das Gerät nur jeweils ein Speichermedium. Dieser wird beim Einschalten ermittelt wobei keine feste Reihenfolge festgelegt ist. Entfernen Sie daher alle Speichermedien, die Sie für die Messung nicht verwenden möchten, bevor Sie das Gerät einschalten. Wird zu einem aktuell eingesteckten Wechselspeicher ein weiterer eingesteckt, blinkt die Status-LED einmal kurz rot auf, um zu melden, dass der neue Wechselspeicher nicht verwendet werden kann.
- Beachten Sie, dass für den Wechsel ausreichend Zeit zur Verfügung steht. Die Ab- und Anmeldezeit hängt vom Datenträger und der Kanalanzahl ab. Als Richtwert empfehlen wir mindestens 30 s, auch bei einfachen Konfigurationen.
- Eine Formatierung der 1 TB SSD Festplatte darf nur erfolgen, wenn die Festplatte im Gerät steckt. Zur Benutzung der Festplatte ist eine FAT32 formatierte Festplatte eine Voraussetzung.

Wechseln des Datenträgers

Falls Sie einen Wechselspeicher benutzen, beachten Sie unbedingt, dass Sie vor dem Entfernen des Datenträgers (aus einem eingeschaltetem Gerät) durch das Betätigen des Hotplug Tasters dem System die Entnahme bekannt geben müssen.



Verweis

Speichermedien im Messgerät

Das Kapitel: "Speichermedien im Messgerät" im Softwarehandbuch oder auch in den mitgelieferten Ersten Schritten mit dem imc-Gerät beschreiben den vorgeschriebenen Umgang, den fachgerechten Wechsel, die Formatierung u.v.m. mit Speichermedien.

Wechselbare CF Speichermedien

Übersicht der verfügbaren Speichermedien

Bestellbezeichnung	Artikelnummer
ACC/CF-2.0 GB-ET	13500020
ACC/CF-8.0 GB-ET	13500079
ACC/CF-16.0 GB-ET	13500081
ACC/CF-32.0-GB-ET	13500137



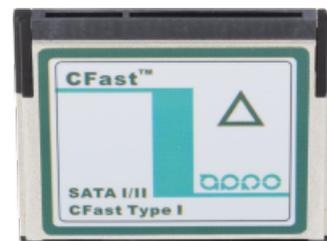
Betriebsbedingungen - wechselbare CF Speichermedien

Lagertemperatur:	-65°C bis 150°C	
Betriebstemperatur:	-40°C bis 85°C	Betauung zulässig (erweiterter Temperaturbereich)
Stoßfestigkeit:	im Betrieb 1000 g	

Wechselbare CFast Speichermedien

basierend auf der CFast 2.0 Spezifikation

Wesentlicher Vorteil des CFast-Formats ist die erhöhte Transfer- bzw. Schreib-Geschwindigkeit. **CFast ist nicht kompatibel mit CF (CompactFlash)**. Beide Speichermedien haben in etwa gleiche Gehäuseabmessungen, aber unterschiedliche Stecker und sind daher nicht steckkompatibel.



CFast basiert elektrisch auf dem SATA Standard, während CF an parallel IDE-ATA angelehnt ist, und bietet daher deutlich höhere Transfargeschwindigkeiten. Die CFast Speichermedien sind ausschließlich für Geräte mit Seriennummern (SN) > 190000 (Geräte-Gruppe A7).

Übersicht der verfügbaren CFast Speichermedien

Bestellbezeichnung	Artikelnummer
ACC/CFast-8 GB ET	13500163
ACC/CFast-16 GB ET	13500164
ACC/CFast-32 GB ET	13500165
ACC/CFast-64 GB ET	13500260

Betriebsbedingungen - wechselbare CFast Speichermedien

Betriebstemperatur:	-40°C bis 85°C
Stoß und Vibrationsfestigkeit:	MIL-STD-810F

CFast Card Reader mit USB 3.0 Anschluss

Bestellbezeichnung	Artikelnummer
FH/CARDREADER-CFAST-USB3	13300018

- Hot Swap, Plug & Play
- 1x micro USB 3.0 Anschluss
- 1x CFast Kartenslot
- Unterstützt CFast Typ I/II Speicherkarten
- Datentransferrate bis zu 5 Gb/s
- Aluminium Gehäuse
(LxBxH: 82 x 60 x 12 mm)



Wechselbare USB 2.0 Speichermedien

Übersicht der verfügbaren USB Speichermedien für Geräte der Gruppe A7

Bestellbezeichnung	Artikelnummer
ACC/USB-32,0 GB-ET	13500200

Betriebsbedingungen - wechselbare USB Speichermedien

Betriebstemperatur:	-40°C bis 85°C
Stoß und Vibrationsfestigkeit	MIL-STD-810F

Hinweis

USB Festplatte mit externer Versorgung

Bei Verwendung von USB Festplatten mit externer Versorgung darf diese nicht am USB Port anliegen. Dadurch kann beim Ausschalten des Messgerätes die Strombegrenzung des imc USB Ports zerstört werden.

Hinweis

Hersteller und Alter des Speichermediums

- imc hat keinen Einfluss auf die Qualität der Speichermedien unterschiedlicher Hersteller.
- Speichermedien, die mit Neugeräten ausgeliefert werden, sind im Rahmen der Qualitätssicherung überprüft und haben entsprechende Tests erfolgreich durchlaufen.
- Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die Verwendung von Wechselspeichermedien auf eigene Gefahr erfolgt.
- imc und seine Widerverkäufer haften im Rahmen der Gewährleistung und nur im Umfang einer Ersatzbeschaffung.
- imc übernimmt ausdrücklich keine Haftung für Schäden, die durch einen eventuellen Datenverlust entstehen könnten.

Flash Speichermedien für ARGUS (microSD)

Übersicht der verfügbaren Speichermedien

Bestellbezeichnung	Artikelnummer
ACC/MICROSD-256GB-ET	13500428
ACC/MICROSD-256GB-ET	13500449

Geräte-Ausstattung: interne Festplatte

Übersicht der verfügbaren Artikel

Bestellbezeichnung	Artikel-Nr.	Geräte	Betriebstemperatur
CRC/400-SSD-960GB	11700298	CRC-400-x	0°C bis 70 °C (commercial)
CRC/400GP-SSD-960GB	11700300	CRC-400GP-x	-40°C bis 85°C (industrial)
CRC/400GP-SSD-480GB	11700299	CRC-400GP-x	-40°C bis 85°C (industrial)
CRFX/400-SSD-960GB	11900282	CRFX-400	0°C bis 70 °C (commercial)
CRFX/2000GP-SSD-960GB	11900284	CRFX-2000GP	-40°C bis 85°C (industrial)
CRFX/2000GP-SSD-480GB	11900283	CRFX-2000GP	-40°C bis 85°C (industrial)
SPAR/SSD-960GB	11300228	SPARTAN	0°C bis 70 °C (commercial)

Hinweise

- Es gelten die Betriebsbedingungen des Gerätes in das die Festplatte integriert wird (benötigt einen Slot).
- Etwa 14% der Gesamtgröße sind für eventuelle Defragmentierungen reserviert und stehen daher nicht zur Verfügung.

Wechselrahmen (HDD/SSD-FRAME)

Bestellbezeichnung	Artikelnummer	Bemerkungen
CRC/HDD-FRAME	11700230	Wechselrahmen für HDD/SSD 2.5" SATA Format, max. 1 pro Gerät, kein Hot-Swap, benötigt 1 Slot
CRC/HDD-FRAME-R	11700231	Variante für das imc CRONOScompact-RACK
CRFX/HDD-FRAME	11900223	Wechselrahmen für HDD/SSD 2.5" SATA Format, max. 1 pro Gerät, kein Hot-Swap, benötigt 1 Slot

Wechselrahmen für HDD/SSD 2.5" SATA Format, max. eins pro Gerät, nicht Hot-Swap fähig.

Hinweise

- Die maximale Festplatten Höhe für den Wechselrahmen beträgt: 9,5 mm
- Wenn Speichermedien verwendet werden, die direkt im üblichen Fach- und Versandhandel gekauft wurden, kann imc nicht für die Qualität garantieren.

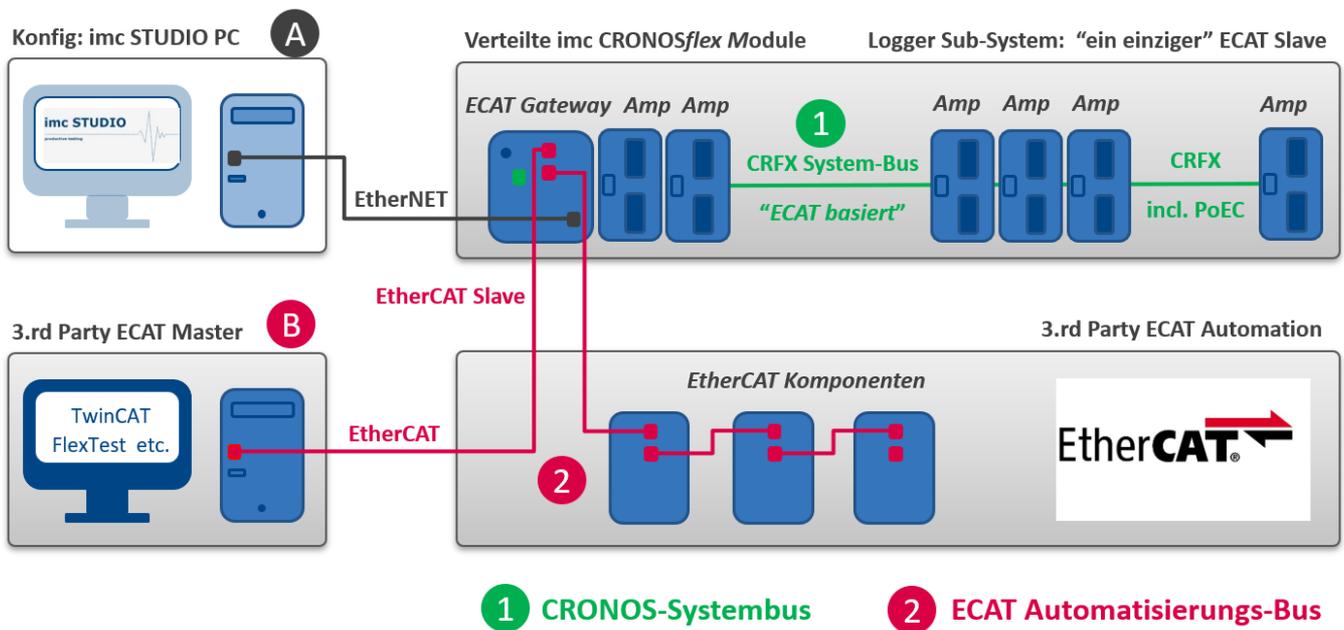


CRC-400GP mit CRC/HDD-FRAME

6.3.15 CRFX/ECAT-GATEWAY

Das imc CRONOSflex EtherCAT Gateway ist ein Buskoppler, der es erlaubt, eine Anzahl von imc CRONOSflex Verstärkermodulen innerhalb eines EtherCAT basierten Automatisierungs- oder Steuerungssystems einzusetzen. imc Verstärker-Komponenten sind damit etwa in EtherCAT Umgebungen wie Beckhoff TwinCAT oder MTS FlexTest nutzbar und zwar ohne dass ein komplettes CRONOS Datenlogger-System (mit Basiseinheit) nötig wäre.

6.3.15.1 Anwendung



- A Konfiguration** **Konfiguration** des imc Subsystems via imc STUDIO Software (auf PC via **EtherNET**)
 - Output ESI und A2L
 - anschließend keine Verbindung (PC, imc STUDIO) mehr nötig: **Auto-Start Modus** (Diskstart mit Selbststart)
- B Messbetrieb** **Messbetrieb** über das "externe" EtherCAT-Automatisierungssystem (z.B. TwinCAT Master) → keine Messdatenaufnahme (Data Acquisition) über imc STUDIO

Im Zusammenhang mit dem Gateway fungieren die CRFX-Module als Datenaufnahme-Subsystem im Sinne eines EtherCAT Slaves und zwar ohne im Verbund eines kompletten CRONOS Datenloggers zu arbeiten. Die einzelnen Module sind untereinander über den CRFX Systembus vernetzt. Dieser CRONOS-Systembus basiert auf dem "EtherCAT Standard", nutzt Netzwerk-Hardware und ist über Netzkabel räumlich verteilbar (Power-over-EtherCAT). Das Protokoll des CRONOS-Systembusses unterscheidet sich zum "EtherCAT Standard". Es ist nicht mit EtherCAT Fremdsystemen kompatibel, d.h. die CRFX Module können nicht in einem solchen Umfeld betrieben werden. Das ECAT-Gateway stellt diese Anbindung her, und bildet dabei einen einzigen EtherCAT Slave Teilnehmer.

Das ECAT Slave Subsystem wird einmalig mittels imc STUDIO via EtherNET konfiguriert. Anschließend und im aktiven Betrieb ist dieser Zugang nicht mehr notwendig.

Typische Anwendungen sind:

- Prüfstände
- Integration von CRFX Modulen in EtherCAT Systemumgebungen, wie:
 - TwinCAT Automatisierung
 - MTS FlexTest
 - Horiba STARS Engine
 - FEV MORPHEE
 - Instron
- Einsatz von WFT-Messrädern mittels CRFX/WFT-2 Interface-Modul in imc-fremde Umgebungen

Sofern die Zielsysteme Echtzeitregelungen realisieren, sind neben den verwendeten Abtastraten der Verstärker (max. 5 kHz) und Zykluszeiten des EtherCAT Busses (z.B. 5 kHz oder 1 kHz) insb. auch die resultierenden Latenzen (Signal-Durchlaufzeiten) des Systems zu beachten. Diese liegen in der Größenordnung von <2 ms.

6.3.15.2 Konfiguration via imc STUDIO

Das Gateway und die angeschlossenen Module werden über imc STUDIO konfiguriert. Dazu ist eine Ethernet-Verbindung zwischen dem Gateway und dem STUDIO PC herzustellen.

Diese Konfiguration und auch die Ethernet-Verbindung ist typischerweise nur einmalig nötig. Anschließend kann die Autostart-Funktionalität von Gateway und Verstärkern genutzt werden. Die letzte gültige und im Gerät gespeicherte Konfiguration wird dann beim Einschalten automatisch geladen und der Betrieb gestartet.

Bei der Konfiguration sind die Messkanäle auf den gewünschten Messmodus, Messbereich etc. einzustellen.

Für die Filtereinstellung ist AAF (automatischen Anti-Aliasing) zu wählen und dabei ist die Abtastrate der Kanäle genau auf die Rate zu setzen, die am EtherCAT Bus als Buszyklus genutzt wird, nämlich typischerweise entweder 5 kHz oder 1 kHz. Genau dann ist die AAF-Filterfrequenz passend auf die interne Zyklusrate der Daten bzw. pv-Variablen abgestimmt, die dem Buszyklus entspricht.

Die tatsächliche Aktualisierungsrate und damit die effektiv ausgenutzte EtherCAT Busrate ist auf 5 kHz begrenzt. Sollte der EtherCAT Buszyklus schneller gewählt werden, dann ist an diesem EtherCAT Gateway trotzdem bei der Kanalkonfiguration die interne Rate von max. 5 kHz zu konfigurieren. Mit dieser Rate werden tatsächlich neue Daten am Bus geliefert und auch das AAF-Filter muss auf diese Rate abgestimmt sein.

Im Anschluss an die Konfiguration ist typischerweise eine A2L Datei zu exportieren. Diese Datei dient zur Konfiguration des EtherCAT Mastersystems. Nach Abschluss der Konfiguration muss eine Autostart-Konfiguration in das Gerät hochgeladen werden (Diskstart), siehe imc STUDIO Handbuch.

Eckdaten

- Max. ECAT Buszyklus: 5 kHz (200 µs), zulässige Buszyklen: 5 kHz, 1 kHz, 500 Hz, 200 Hz, 100 Hz
- Max. Kanalzahl bzw. Summenraten:

34 Kanäle @ 5 kHz	(170 kHz Summenrate)
128 Kanäle @ 1 kHz	und darunter

 **Verweis**

Technische Daten finden Sie im Kapitel "[Technische Daten](#)".

6.4 Feldbus-Erweiterungsmodule

Neben der Erfassung von Messdaten mit den modularen Verstärkern, können mit imc Messgeräten auch Daten von digitalen Bussystemen erfasst werden. Die mit Bus-Interfaces erfassten Daten werden durchgängig gemeinsam und einheitlich mit den übrigen analogen und digitalen Messdaten verarbeitet und verwaltet. Sie können mit diesen synchron in Echtzeit verrechnet werden, können Trigger auslösen und getriggert werden, sowie im Gerät und auf dem PC gespeichert werden. Je nach Software- und Hardwareausstattung ist auch eine gezielte Ausgabe von Daten auf die entsprechenden Bussysteme möglich.

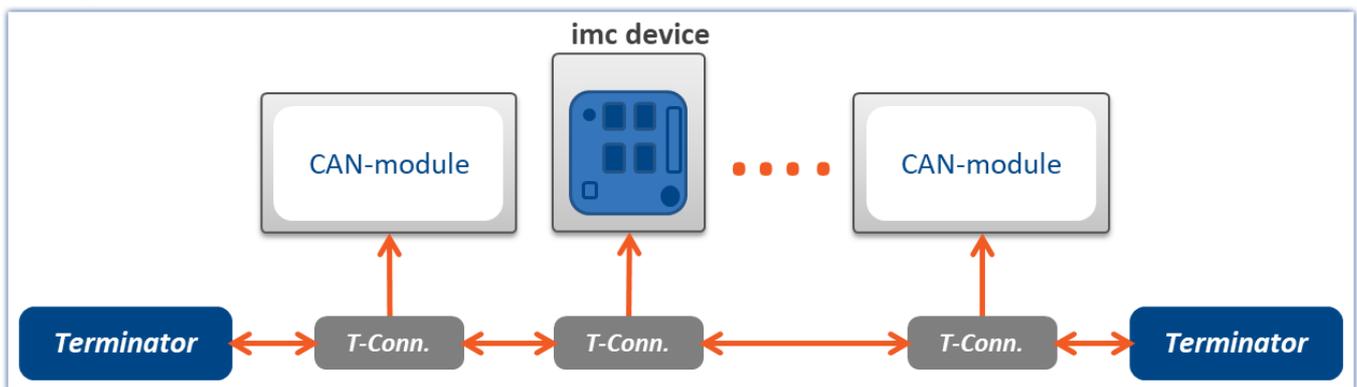
Hinweis

Feldbus Anbindungen

Die Feldbus Anbindungen sind Ausstattungsoptionen, mit denen Geräte ab Werk ausgerüstet werden können. Ein nachträgliches Erweitern, Austauschen oder Umstecken durch den Benutzer ist nicht vorgesehen, wie z.B. bei den analogen Verstärkermodulen.

6.4.1 CAN, CAN FD

Wenn Ihr imc Gerät über mindestens 2 Knoten (DSUB-9) verfügt, werden die jeweils mit einem T-Stück an den Bus angeschlossen.



Messgerät mit angeschlossenem T-Stück

Beachten Sie, dass bei 1 Mbit/s Übertragungsrates am CAN-Bus die Stich-Leitung an einer T-Verbindung nur maximal 30 cm lang sein darf. Im Allgemeinen ist die Verdrahtung im imc CRONOS Systemfamilie bereits 30 cm lang. Wenn also ein externes T-Stück angeschlossen wird, muss die T-Verbindung unmittelbar am Stecker sein. Die übrigen Sensoren können mit oder ohne T-Stück angeschlossen werden.

Zu den [technischen Daten](#)⁴⁶⁰ der CAN-Bus Schnittstelle und zur [Anschlussbelegung](#)⁵⁰⁸.

Zu den [technischen Daten](#)⁴⁶¹ der CAN FD Schnittstelle und zur [Anschlussbelegung](#)⁵⁰⁸.

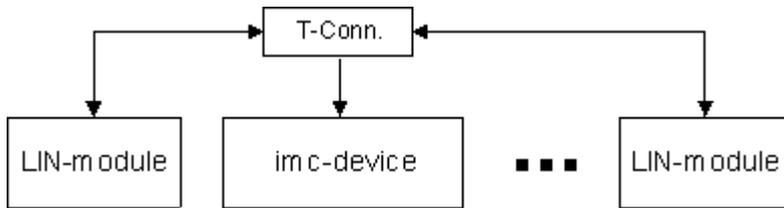
Anschluss der Terminatoren

- Terminator-Widerstände von 120 Ω entsprechend CiA.
- Terminatoren werden zwischen Pin 2 und 7 angeschlossen.
- Terminatoren müssen zum Abschluss des Busses an beiden Enden eingesetzt werden. Ansonsten dürfen keine weiteren Terminatoren angeschlossen sein.

! Hinweis

imc CRONOS Systemfamilie verfügt über interne per Software zuschaltbare Terminatoren. Diese können individuell für jeden Knoten zugeschaltet werden.

6.4.2 LIN



LIN-Verkabelung

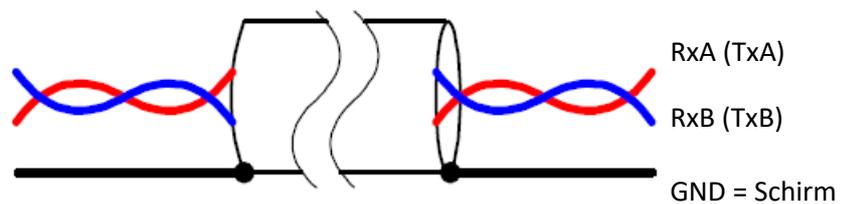
Zu den [technischen Daten](#)^[462] der LIN-Bus Schnittstelle und zur [Anschlussbelegung](#)^[508].

6.4.3 ARINC

imc Standard: DSUB-15

Diese Anschlussbelegung entspricht dem imc-Standard. Sendekanäle und abweichende, kundenspezifische Belegungen können, auf Anfrage, berücksichtigt werden.

Zum Anschluss wird empfohlen verdrehte und geschirmte Leitungen zu verwenden:



Zu den [technischen Daten](#)^[467] der ARINC-Bus Schnittstelle und zur [Anschlussbelegung](#)^[511].

6.4.4 FlexRay

Standard 1x DSUB-9

🔗 Verweis

Zu den [technischen Daten](#)^[463] der FlexRay-Bus Schnittstelle und zur [Anschlussbelegung \(optional 2x DSUB-9\)](#)^[509].

6.4.5 XCPoE

Standard 1x RJ45

🔗 Verweis

Zu den [technischen Daten](#)^[465] der XCPoE Schnittstelle und zur [Anschlussbelegung](#)^[509].

6.4.6 PROFINET



Zu den [technischen Daten](#)^[464] der PROFINET Schnittstelle und zur [Anschlussbelegung](#)^[512].

6.4.6.1 LEDs

PROFINET			
Parameter	Wert		Bemerkungen
Bedeutung NET LED	aus		keine Versorgung keine Verbindung zum IO-Controller
	grün		Verbindung mit IO-Controller aufgebaut IO-Controller in RUN state
	grün, 1 x aufblinkend		Verbindung mit IO-Controller aufgebaut IO-Controller in STOP state oder fehlerhafte IO-Daten IRT Synchronisation nicht abgeschlossen
	grün, blinkend		Netzwerk Identifikation
	rot		interner Fehler in Kombination mit roter Modul-Status-LED
	rot, 1 x aufblinkend		Stationsname nicht gesetzt
	rot, 2 x aufblinkend		IP-Adresse nicht gesetzt
	rot, 3 x aufblinkend		Erwartete IO-Device-Identifikation weicht von realer Identifikation ab
Bedeutung MOD LED	aus		keine Versorgung Gerät nicht in Initialisierungsphase
	grün		Normalbetrieb
	grün, 1x aufblinkend		Diagnose-Ereignis(se) verfügbar
	rot		interner Fehler in Kombination mit roter NET-LED
	abwechselnd grün, rot		Firmware-Update. Das Gerät darf während des Updates nicht ausgeschaltet werden. Ansonsten kann es zum Totalausfall des Gerätes führen.
Bedeutung LEDs der Netzwerkbusen	grün (links)	gelb (rechts)	
	aus	aus	keine Verbindung
	an	aus	100 Mbit/s Verbindung
	blinkt	aus	100 Mbit/s Verbindung, aktiv
	aus	an	10 Mbit/s Verbindung
	aus	blinkt	10 Mbit/s Verbindung, aktiv

6.4.7 PROFIBUS



Zu den [technischen Daten](#)^[463] der PROFIBUS Schnittstelle und zur [Anschlussbelegung](#)^[512].

6.4.8 MVB

EMD (Electrical Medium Distance) mit doppelter Anschluss technik verwendet zwei differenzielle Leitungspaare zur Datenübertragung. Es können bis zu 32 Geräte über eine Distanz von max. 200 m angeschlossen werden. Als Kabel werden Standard 120 Ω Leitungen verwendet. Der Anschluss erfolgt über zwei DSUB-9 Stecker. Der Schirm wird direkt am Gerätegehäuse angeschlossen. Die Gehäuse sollten wenn möglich geerdet werden. Intern ist der Bus galvanisch vom angeschlossenen Gerät getrennt.



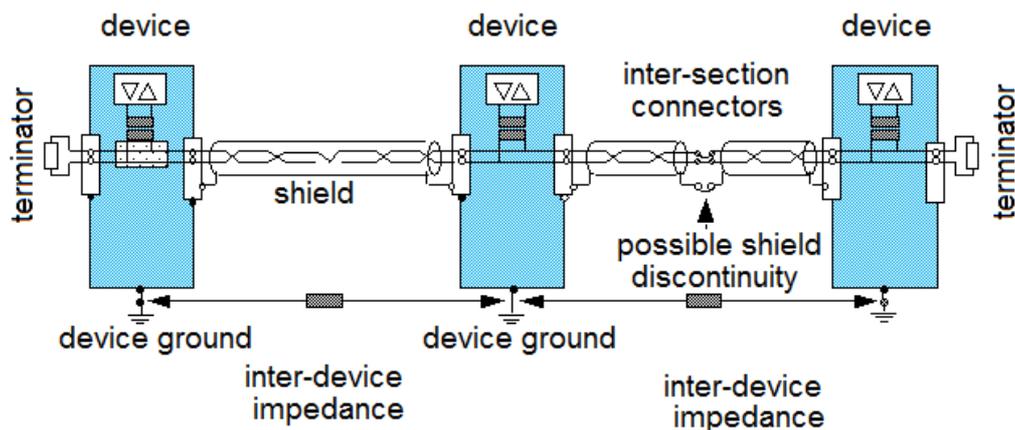
Verweis

Zu den [technischen Daten](#)⁴⁶⁶ der MVB-Bus Schnittstelle und zur [Anschlussbelegung](#)⁵¹³.

6.4.8.1 EMD

EMD (Electrical Medium Distance) mit doppelter Anschluss technik wird der Bus redundant über zwei differenzielle Leitungspaare übertragen.

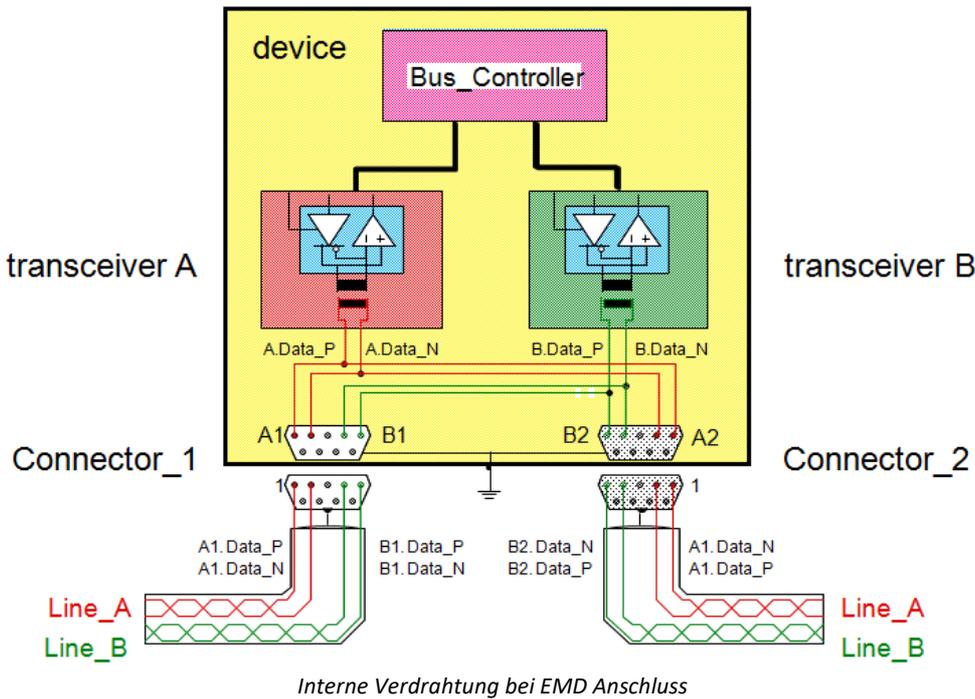
- Es können bis zu 32 Geräte über eine Distanz von max. 200 m angeschlossen werden.
- Als Kabel werden Standard 120 Ω Leitungen verwendet.
- Der Anschluss erfolgt über zwei DSUB9 Stecker.



MVB-Bus Verkabelung mit EMD

Der Schirm wird direkt am Gerätegehäuse angeschlossen. Die Gehäuse sollten wenn möglich geerdet werden.

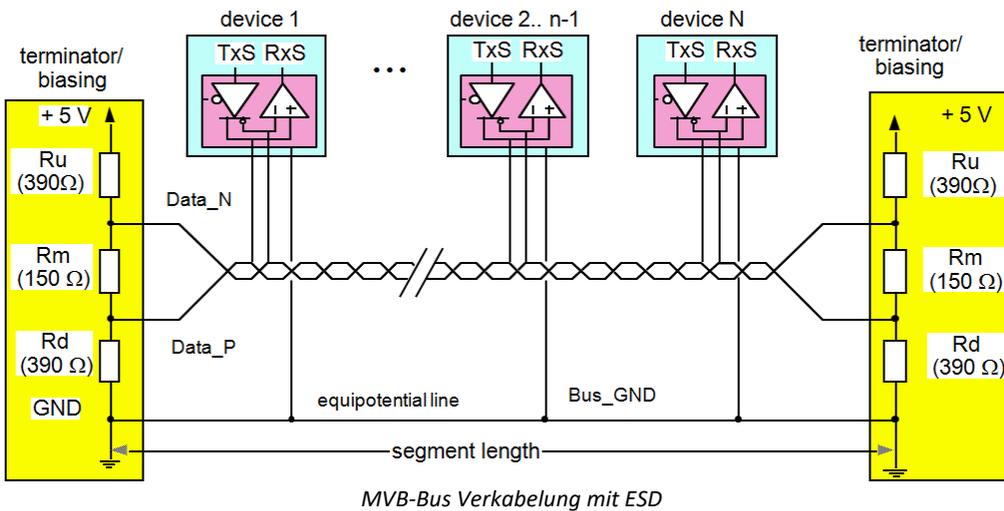
Intern ist der Bus galvanisch vom angeschlossenen Gerät getrennt.



6.4.8.2 ESD

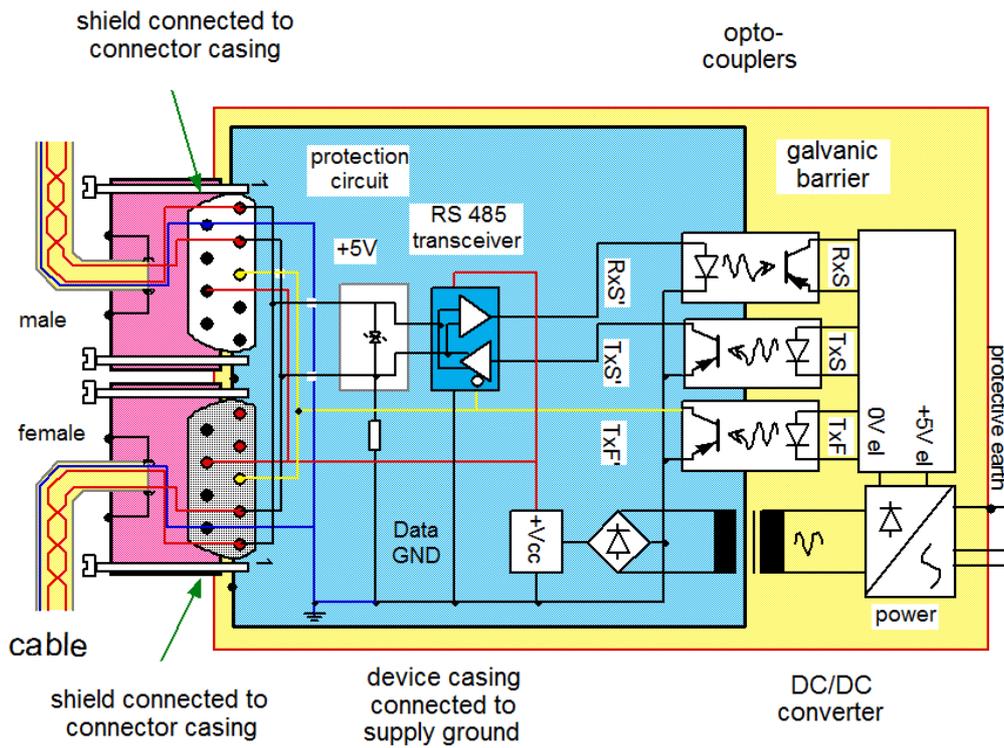
ESD (Electrical Short Distance) RS485 stellt die Verbindung ohne galvanische Trennung her. Die Variante ESD+ verfügt über eine galvanische Isolation und wird von imc bereitgestellt.

- Es können bis zu 32 Geräte über eine Distanz von max. 20 m angeschlossen werden.
- Als Kabel werden Standard 120 Ω Leitungen verwendet.
- Der Anschluss erfolgt über DSUB-9 Stecker.



Der Schirm wird direkt am Gerätegehäuse angeschlossen. Die Gehäuse sollten wenn möglich geerdet werden.

Intern ist der Bus galvanisch vom angeschlossenen Gerät getrennt.



ESD+ Gerät mit galvanischer Isolation

6.4.9 EtherCAT

Das Feldbus Modul EtherCAT Slave Interface (imc ECAT-Slave-IF) ermöglicht den Einsatz von imc Messgeräten und Feldbusloggern in einem Automatisierungssystem mit EtherCAT-Feldbus.

Über das Interface wird das komplette imc CRONOS Gerät als Slave-Modul in den EtherCAT Feldbus eingebunden, welcher von einem externen EtherCAT Master betrieben wird.

Damit sind Daten aus dem imc Messgerät innerhalb eines EtherCAT Systems verfügbar und es wird eine Integration des Geräts in andere System-Umgebungen möglich. Das Interface ist nicht nur begrenzt auf das Auslesen von Daten und Variablen aus dem imc System. Darüberhinaus können auch Variablen und Systemparameter des imc Systems (Slave) durch den externen EtherCAT Master geschrieben bzw. manipuliert werden, was eine sehr enge Anbindung und weitgehende Steuerungsmöglichkeiten eröffnet.

 **Verweis**

Zu den [technischen Daten](#)⁴⁶² der EtherCAT Schnittstelle und zur [Anschlussbelegung](#)⁵¹⁰.

7 Messarten

7.1 Temperaturmessung

Zur Temperaturmessung stehen zwei Verfahren zur Verfügung. Bei der Erfassung mit **PT100** muss ein konstanter Strom von z.B. 250 μA durch den Sensor fließen. Der temperaturabhängige Widerstand verursacht einen Spannungsabfall, der mittels Kennlinie als absolute Temperatur interpretiert wird.

Bei der Messung mit **Thermoelementen** wird die Temperatur über die Spannungsreihe verschiedener Legierungen bestimmt. Der Sensor erzeugt eine temperaturabhängige Spannung, die relativ zur Klemmstelle am Stecker ist. Um die absolute Temperatur zu bestimmen, muss die Temperatur an der Klemmstelle bekannt sein. Diese wird mit einem **PT1000** direkt im Klemmstecker bestimmt und macht einen speziellen Steckertyp nötig.

Die Umrechnung der gemessenen Spannung in den angezeigten Temperaturwert erfolgt nach den Kennlinien der Temperaturskala ITS-90.



Hinweis

Einstellung mit imc Software

Eine Temperaturmessung ist eine Spannungsmessung, deren Messwert über eine Kennlinie in den physikalischen Temperaturwert verrechnet wird. Die Auswahl der Kennlinie erfolgt über den Parameter "Korrektur" auf dem Tab "Messmodus". Verstärker, die eine Brückenmessung ermöglichen, müssen zunächst auf den Messmodus "Spannung" eingestellt werden, damit die Temperaturkennlinien zur Auswahl stehen.

7.1.1 Thermoelemente nach DIN und IEC

Die folgenden Elemente sind hinsichtlich der Thermospannung und deren Toleranz genormt:

Thermoelement	Kennung	max. Temp.	Definiert bis	(+)	(-)
DIN IEC 60584-1 (2014-07)					
Eisen-Konstantan (Fe-CuNi)	J	750°C	1200°C	schwarz	weiß
Kupfer-Konstantan (Cu-CuNi)	T	350°C	400°C	braun	weiß
NickelChrom-Nickel (NiCr-Ni)	K	1200°C	1370°C	grün	weiß
NickelChrom-Konstantan (NiCr-CuNi)	E	900°C	1000°C	violett	weiß
Nicrosil-Nisil (NiCrSi-NiSi)	N	1200°C	1300°C	rot	orange
PlatinRhodium-Platin (Pt10Rh-Pt)	S	1600°C	1760°C	orange	weiß
PlatinRhodium-Platin (Pt13Rh-Pt)	R	1600°C	1760°C	orange	weiß
PlatinRhodium-Platin (Pt30Rh-Pt6Rh)	B	1700°C	1820°C	k. A.	k. A.
DIN 43710					
Eisen-Konstantan (Fe-CuNi)	L	600°C	900°C	rot	blau
Kupfer-Konstantan (Cu-CuNi)	U	900°C	600°C	rot	braun

Sollten die Thermodrähte nicht gekennzeichnet sein, so können folgende Unterscheidungsmerkmale hilfreich sein:

- Fe-CuNi: Plus-Schenkel ist magnetisch
- Cu-CuNi: Plus-Schenkel ist kupferfarben
- NiCr-Ni: Minus-Schenkel ist magnetisch
- PtRh-Pt: Minus-Schenkel ist weicher

Die farbliche Kennzeichnung von Ausgleichsleitungen ist in der DIN 43713 festgelegt. Für die Elemente nach IEC 60584 gilt: Der **Plus-Schenkel hat die gleiche Farbe wie der Mantel, der Minus-Schenkel ist weiß.**

7.1.2 PT100 (RTD) - Messung

PT100 Sensoren können direkt in einer 4-Leiter-Konfiguration angeschlossen werden. Eine Referenzstromquelle speist gemeinsam eine Kette von bis zu vier in Reihe geschalteten Sensoren.

Bei Verwendung des imc Thermosteckers sind die Anschlussklemmen dabei bereits so vorverdrahtet, dass dieser Referenzstrom-Kreis geschlossen wird.

Hinweis

Werden weniger als 4 PT100 angeschlossen, so muss diese Stromschleife durch eine Drahtbrücke vom letzten PT100 nach -I4 komplettiert werden.

Wird bei PT100-Messung auf die im imc Thermostecker zur Verfügung stehenden Stützklemmen ($\pm I1$ bis $\pm I4$) für den 4-Leiter-Anschluss verzichtet, so kann auch ein Standard-Klemmenstecker oder beliebiger DSUB-15 Stecker verwendet werden. Die Stromschleife muss dann zwischen +I1 (DSUB Pin 9) und -I4 (DSUB Pin 6) gebildet werden.

7.1.3 imc Thermostecker (T4)

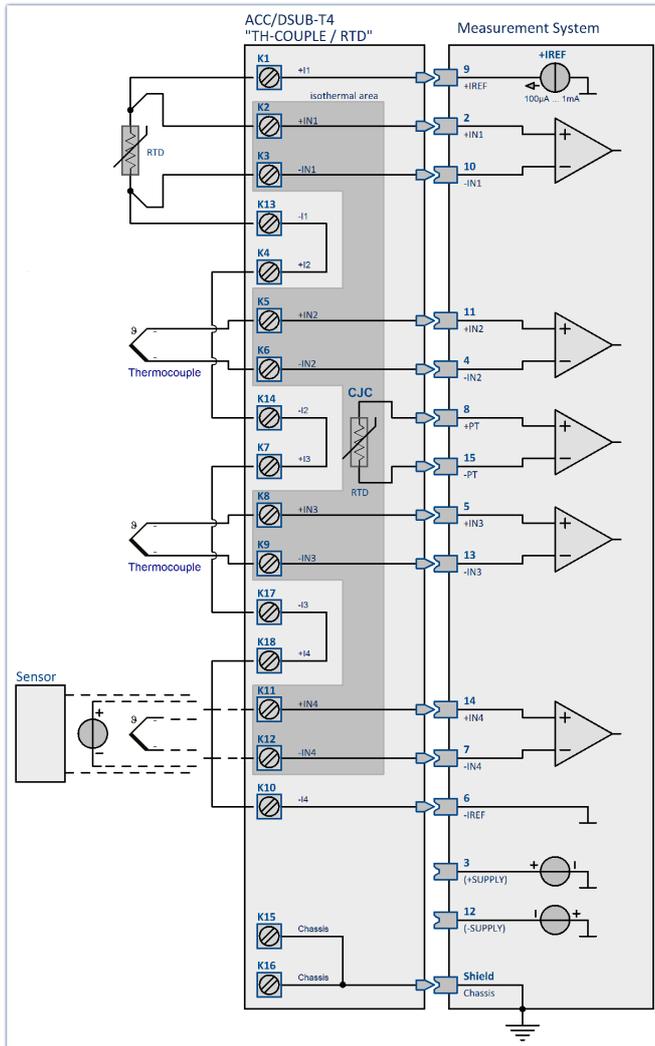
Der imc Thermostecker stellt in einem DSUB-15 Steckergehäuse Schraubklemmen mit integriertem Temperatursensor (PT1000) zur Verfügung der eine **Klemmstellen-Kompensation (coldjunction compensation)** realisiert. Damit können Thermoelemente beliebigen Typs ohne Ausgleichsleitungen direkt an die Differenzeingänge (+IN und -IN) angeschlossen werden. Dieser Stecker kann ebenfalls für die **Spannungsmessung** genutzt werden.

Charakteristisch für Thermoelemente-Messungen sind die "parasitären" Thermoelemente, die sich unweigerlich an den unterschiedlichen Materialübergängen der Anschlussklemme bilden. Der Temperatursensor misst die Temperatur der Anschlussklemme und kompensiert die entsprechende "Fehler"-Spannung. Üblicherweise müssen zum Führen der Verbindung zu dieser (intern im Gerät gelegenen) Vergleichsstelle spezielle Ausgleichsleitungen bzw. Stecker aus identischem Material des jeweiligen Thermoelemente-Typs verwendet werden, um nicht weitere (unkontrollierte) parasitäre Thermoelemente zu erzeugen.

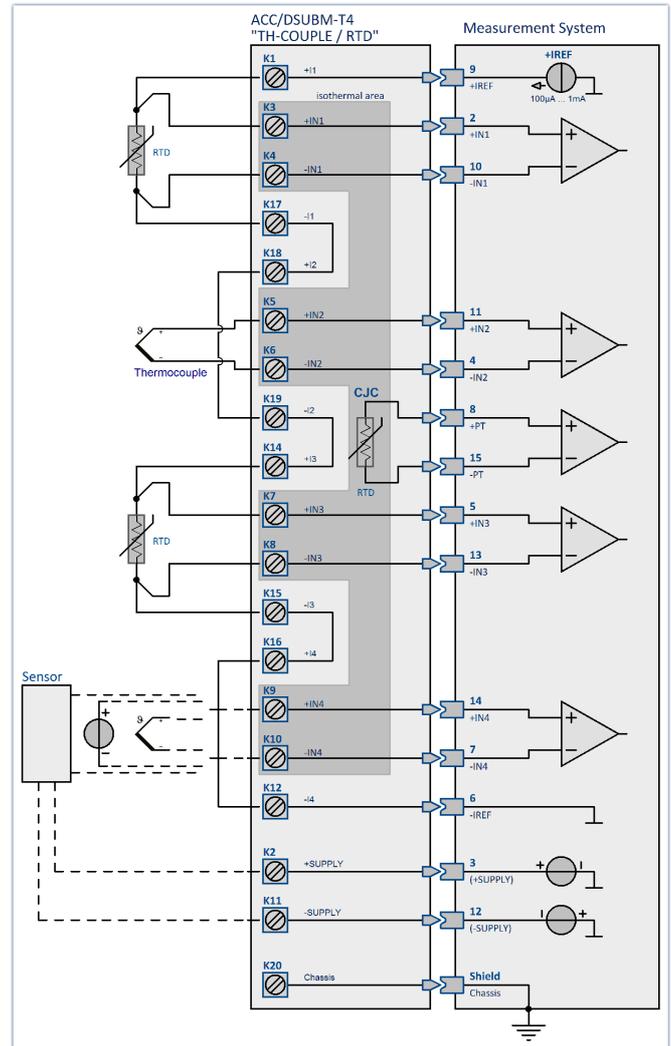
Das imc System vermeidet diese Problematik durch individuelle Kompensations-Sensoren direkt im Anschluss-Stecker und bietet so eine besonders komfortable, flexible und preiswerte Verbindungstechnik.

7.1.3.1 Schaltbild: T4 Stecker

Kunststoff-Stecker (ACC/DSUB-T4)



Metall-Stecker (ACC/DSUBM-T4)



7.2 Brückenmessung

Dieses Kapitel beschreibt die unterschiedlichen Brückentypen und Schaltungen der Brückenkanäle.

7.2.1 Begriffsdefinitionen

Unter einer **Dehnung** ε wird das Verhältnis zwischen der ursprünglichen Länge eines Körpers und der Längenänderung durch eine Krafteinwirkung verstanden.

$$\varepsilon = \frac{dL}{L}$$

Ist ein DMS auf einem Messobjekt festgeklebt, so wird bei einer Dehnung des Objektes, diese auf das Messgitter des DMS übertragen. Die im Messgitter hervorgerufene Längenänderung bewirkt eine Widerstandsänderung. Zwischen Längenänderung und Widerstandsänderung besteht eine Proportionalität:

$$\varepsilon = \frac{dL}{L} = \frac{dR/R}{k}$$

Legende:

ε	Dehnung
dL	Längenänderung
L	Ausgangslänge
dR	Widerstandsänderung
R	Widerstand des DMS
k	k- Faktor, beschreibt das Verhältnis zwischen relativer Längenänderung zur relativen Widerstandsänderung des DMS

Die durch die Dehnung hervorgerufenen Widerstandsänderungen sind sehr klein. Aus diesem Grund wird eine Brücken-Schaltung zur Umwandlung der Widerstandsänderung in eine Spannungsänderung angewendet. Je nach Schaltung können ein bis vier DMS als Brückenwiderstände eingesetzt werden.

Unter der Bedingung, dass alle Brückenwiderstände den gleichen Wert haben, gilt

$$V_a = V_e \cdot \frac{dR}{4 \cdot R} = \frac{V_e}{4 \cdot R} \cdot k \cdot \varepsilon$$

Legende:

V_a	Messspannung
V_e	Speisespannung

$$\varepsilon = \frac{V_a \cdot 4}{V_e \cdot k}$$

Für konkrete Messaufgaben ist die Anordnung der DMS auf dem Prüfobjekt wichtig, ebenso wie die Beschaffenheit der Brücke. Über die "Brückenschaltung" können typische Anordnungen ausgewählt werden. In einer Grafik ist die Lage auf dem Messobjekt und die Schaltung in der Brücke zu sehen. Hinweise zur ausgewählten Anordnung werden in einem Textfeld angezeigt.

Hinweis

Zur einfacheren Bedienung werden messtechnisch ungeeignete Messbereiche ausgeblendet.

Skalierung für die Dehnungsanalyse

Es ist möglich zu entscheiden, ob die Dehnung oder die mechanische Spannung bestimmt werden soll. Im Bereich der elastischen Verformung ist die Normalspannung (Kraft / Querschnitt) proportional zur Dehnung. Der Proportionalitätsfaktor ist das Elastizitätsmodul.

Mechanische Spannung = Elastizitätsmodul · Dehnung (**Hook'sches Gesetz**)

Parameter	Value
Kanalname	Kanal_001
Kopplung	Vollbrücke mit Poisson'schen DMS in gegenüber liegenden Zweigen
Widerstand	120 Ω
Modus	Dehnung
Brückenfaktor N	2 * (1 + ν)
k-Faktor	2
Einheit	μm/m
Querdehnzahl ν	0,3
Elastizitätsmodul E	
Messbereich	±38000 μm/m

Durch die Auswahl des Messmodus "DMS" (Dehnungsmessstreifen) werden gebräuchliche Brückenschaltungen und Anordnungen von DMS angeboten. Die Skalierung ist mittels der für Dehnungsmessungen typischen Parameter wie K-Faktor bzw. Querdehnzahl einstellbar.

k-Faktor

Der k-Faktor ist das Verhältnis der Wandlung der mechanischen Größe (Längenänderung) in die elektrische Größe (Widerstandsänderung). Der typische Bereich liegt zwischen 1,9 und 4,7. Der konkrete Wert ist dem Datenblatt der verwendeten Dehnmessstreifen zu entnehmen. Bei Eingaben außerhalb dieses Bereiches erfolgt eine Warnung, das Modul kann aber trotzdem konfiguriert werden.

Einheit

Bei der Bestimmung der Dehnung erscheinen die Messwerte mit der Einheit μm/m.

Bei der mechanischen Spannung kann zwischen GPa und N/ mm² gewechselt werden.

$$1 \text{ GPa} = 10^3 \text{ N/ mm}^2$$

Es ist zu beachten, dass die Angabe des Elastizitätsmoduls immer in GPa erfolgt.

Querdehnzahl

Erfährt ein Körper Druck oder Zug und kann sich frei verformen, so verändert sich nicht nur seine Länge, sondern auch seine Dicke. Diese Erscheinung wird als Querkontraktion bezeichnet. Es lässt sich für jedes Material zeigen, dass die relative Längenänderung proportional zur relativen Dickenänderung D ist. Die Querdehnzahl (Poisson'sche Zahl) ist der materialabhängige Proportionalitätsfaktor. Die Materialkonstante liegt im Bereich von 0,2 bis 0,5.

In den Brückenschaltungen, in denen die DMS quer zur Hauptdehnung angeordnet sind, muss diese Konstante angegeben werden. In der Liste sind für verschiedene Materialien die Querdehnzahlen angegeben. Diese Werte sind nur Richtwerte und sollten nach der Auswahl konkretisiert werden.

Elastizitätsmodul

Der Elastizitätsmodul E, auch kurz E-Modul genannt, ist ein Materialparameter, der bestimmt, wie sich ein Körper unter einer Zug- oder Druckkraft in Richtung der Kraft verformt. Die Einheit von E ist N/mm². Für die Bestimmung der mechanischen Spannung ist die Angabe des Elastizitätsmoduls notwendig. In der Liste sind für verschiedene Materialien die E-Module angegeben. Diese Werte sind nur Richtwerte und sollten nach der Auswahl konkretisiert werden.

7.2.2 Viertelbrücke

7.2.2.1 Viertelbrücke - intern ergänzt

Diese Brücken-Schaltung verwendet einen aktiven DMS und interne Ergänzungswiderstände zur Dehnungsmessung von Zug bzw. Druck oder Biegung. Der DMS befindet sich im uniaxialen Spannungsfeld auf dem Messobjekt. Dieser DMS wird durch drei passive Widerstände im Modul (interne Ergänzungswiderstände) zur Vollbrücke ergänzt.

	F_n	M_b	M_t
N	1	1	0

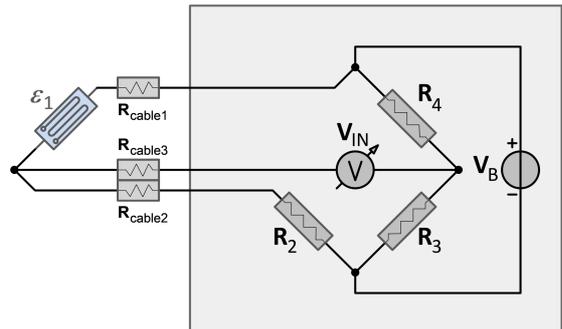
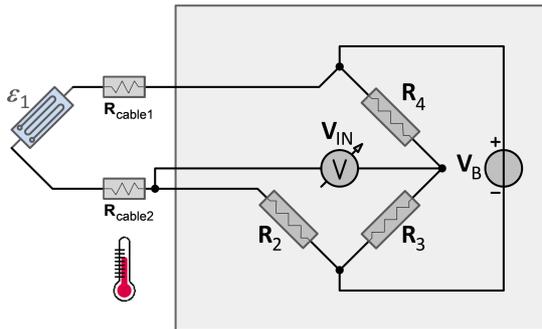
$$\epsilon = \epsilon_n + \epsilon_b + \epsilon_s$$

$$\epsilon = \frac{4}{N \cdot k} \frac{V_{IN}}{V_B}$$

$\epsilon_s = f(\vartheta)$

Die Anordnung bietet **keine** Kompensation des Temperatureinflusses.

Bei der geräteseitigen Ergänzung der Viertelbrücke durch R2 ist die Verbindung zum Sensorwiderstand in 2- oder 3-Leiterschaltung möglich.

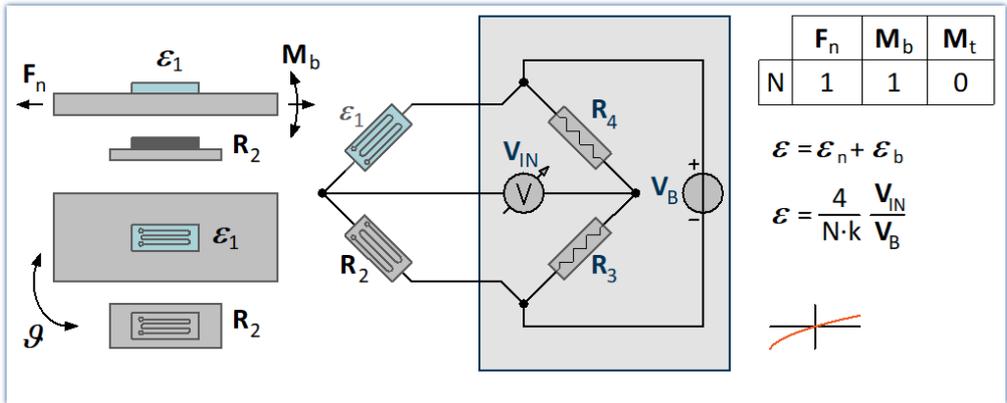


Bei der 2-Leiterschaltung heben sich die temperaturbedingten Änderungen der Kabelwiderstände R_{cable1} und R_{cable2} nicht auf, was zu einer Temperaturdrift der Messung führt. Außerdem ist eine Berücksichtigung der Signalverminderung durch die Kabelwiderstände nicht möglich. Die 2-Leiterschaltung sollte daher nur verwendet werden, wenn die Leitungswiderstände sehr klein sind (geringe Kabellänge, großer Leiterquerschnitt) oder nur geringe Meßunsicherheit gefordert ist. Die 3-Leiterschaltung ist vorzuziehen.

7.2.2 Viertelbrücke - temperaturkompensiert

Diese Brücken-Schaltung verwendet **einen aktiven DMS** und **einen passiven DMS** zur Kompensation des Temperatureinflusses und zur Dehnungsmessung von Zug bzw. Druck oder Biegung. Der aktive DMS befindet sich im uniaxialen Spannungsfeld auf dem Messobjekt. Der passive DMS wird nicht belastet und ist auf einem Bauteil aus dem gleichen Material mit der gleichen Temperatur wie der aktive Messstreifen montiert.

Der aktive und der passive DMS wird durch zwei passive Widerstände im Modul (interne Ergänzungswiderstände) zur Vollbrücke ergänzt.

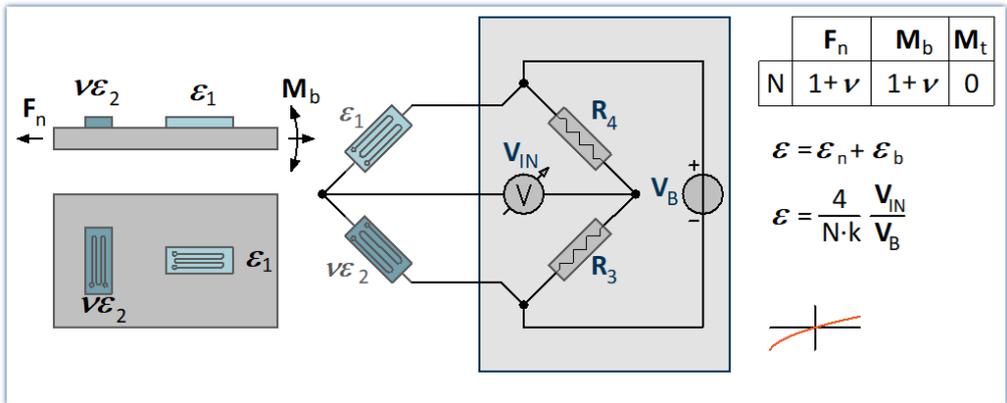


Die Anordnung bietet eine Kompensation des Temperatureinflusses (unempfindlich gegen Temperaturänderungen).

7.2.3 Halbbrücke

7.2.3.1 Poisson-Halbbrücke

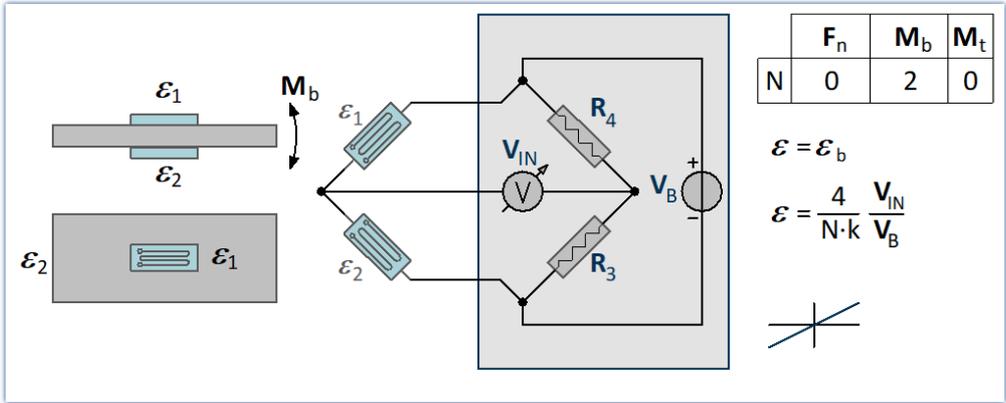
Diese Brücken-Schaltung verwendet zwei aktive DMS, zur Dehnungsmessung von Zug bzw. Druck oder Biegung. Der zweite DMS wird auf dem Messobjekt quer zur Hauptdehnungsrichtung angeordnet. Es wird die Querkontraktion ausgenutzt. Aus diesem Grund ist neben der Angabe des K-Faktor des DMS auch die Angabe der Querdehnzahl des Materials von Bedeutung.



Die Anordnung bietet eine gute Temperatur-Kompensation.

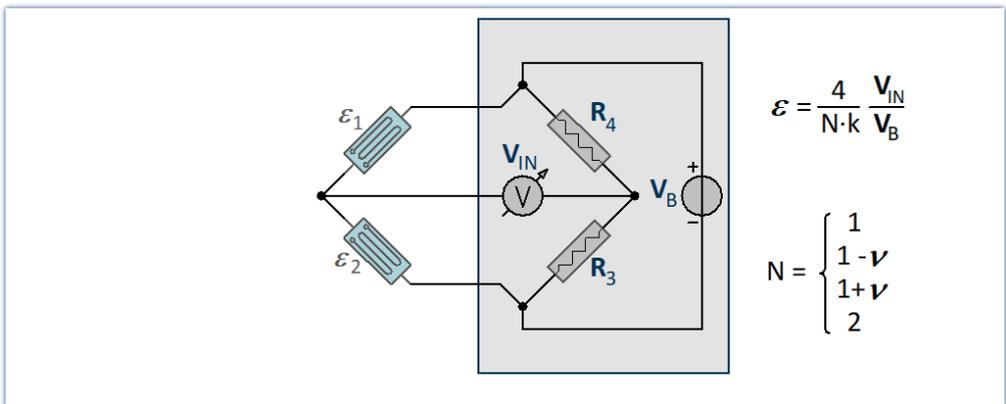
7.2.3.2 Halbbrücke mit zwei aktiven DMS in uniaxialer Richtung

Zwei aktive DMS sind unter gleicher Dehnung mit entgegengesetztem Vorzeichen angeordnet. Typische **Biegebalkenschaltung**: Ein DMS ist unter Druck und der andere unter gleichgroßem Zug. Doppelte Empfindlichkeit für das Biegemoment, kompensiert Längskräfte, Torsion und Temperatur.



7.2.3.3 Allgemeine DMS - Halbbrücke

Frei konfigurierbare Halbbrücken-Schaltung mit Brückenergänzung im Messgerät. N muss aus einer Liste ausgewählt werden.

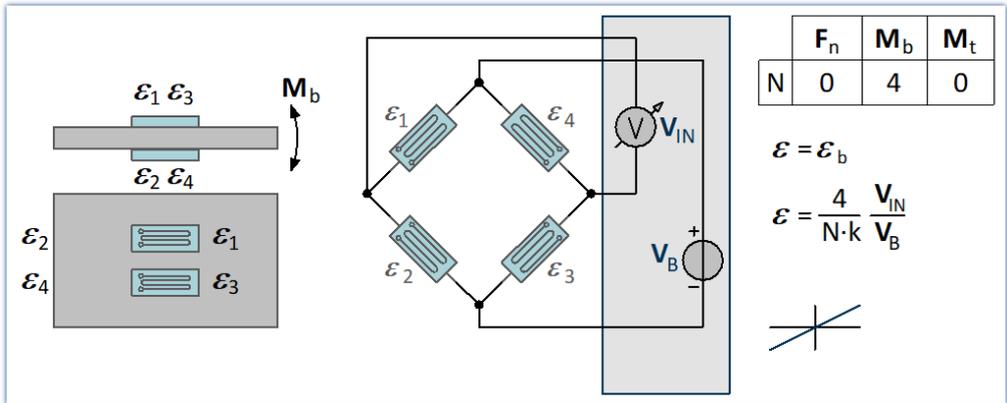


7.2.4 Vollbrücke

7.2.4.1 Vollbrücke mit vier aktiven DMS in uniaxialer Richtung (Biegebalken)

Allgemeine Vollbrückenschaltung für das Biegemoment

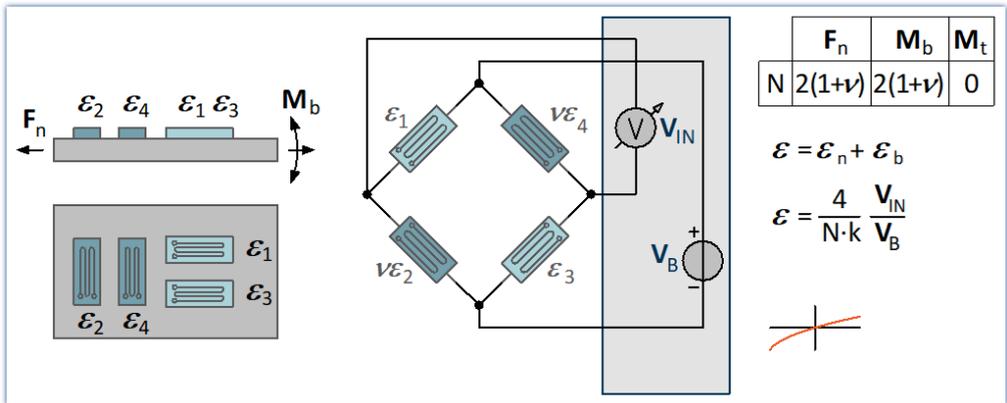
Diese Brücken-Schaltung besteht aus vier aktiven DMS. Zwei von ihnen befinden sich unter Druck und zwei unter gleichmäßigem Zug. Die DMS mit der vorzeichengleichen Dehnung befinden sich in den gegenüberliegenden Brückenarmen.



Die Empfindlichkeit des Biegemoments wird erhöht. Gleichzeitig werden Längskraft, Drehmoment und Temperatur kompensiert.

7.2.4.2 Vollbrücke aus zwei diagonalen Poisson-Halbrücken - einseitig appliziert

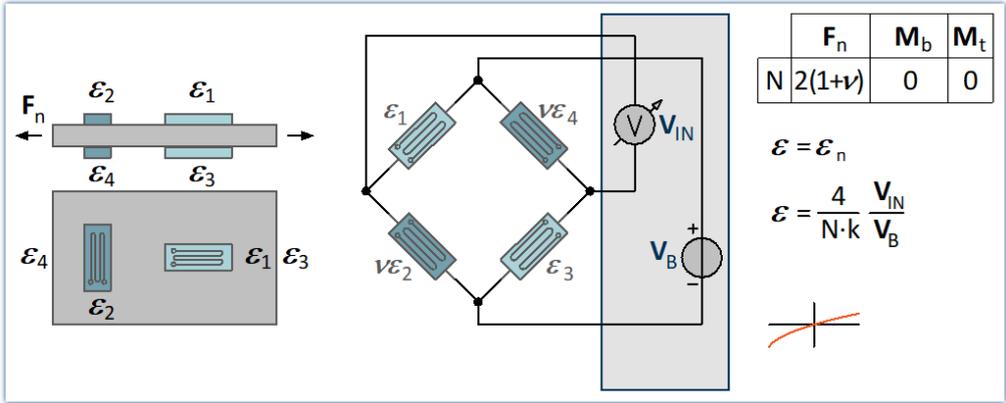
Diese Brücken-Schaltung verwendet eine Vollbrücke mit vier aktiven DMS. Zwei aktive DMS sind durch zwei quer angeordnete DMS zu Poisson-Halbrücken ergänzt, die sich in den diagonal gegenüberliegenden Brückenarmen befinden (*Zugstabbarrangement*). Durch diese Schaltung ergibt sich eine hohe Empfindlichkeit durch die Ausnutzung der Querkontraktion und der Normaldehnung bei guter Kompensation des Temperatureinflusses. Dehnungsmessung von Zug bzw. Druck **oder Biegung**.



In dieser Schaltung ist die Angabe der Querdehnzahl des Materials von Bedeutung. Die Anordnung ist **unempfindlich** gegen Temperaturänderungen.

7.2.4.3 Vollbrücke aus zwei diagonalen Poisson-Halbbrücken (Zug, Druck) - zweiseitig appliziert

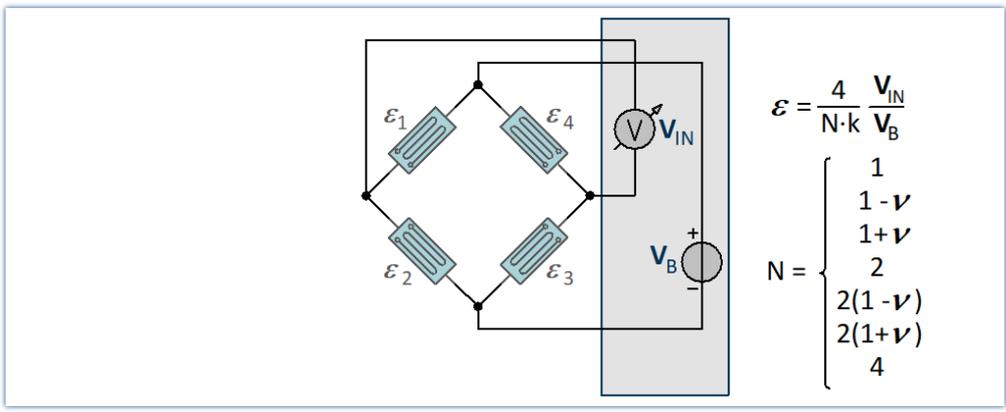
Diese Brücken-Schaltung verwendet eine Vollbrücke mit vier aktiven DMS. Zwei aktive DMS sind durch zwei quer angeordnete DMS zu Poisson-Halbbrücken ergänzt, die sich in den diagonal gegenüberliegenden Brückenweigen befinden. Durch diese Schaltung ergibt sich eine hohe Empfindlichkeit durch die Ausnutzung der Querkontraktion und der Normaldehnung bei guter Kompensation des Temperatureinflusses. Geeignet für eine Dehnungsmessung von **Zug** bzw. **Druck**.



Die Anordnung bietet **eine gute** Kompensation von Temperatureinflüssen.

7.2.4.4 Allgemeine DMS - Vollbrücke

Frei konfigurierbare Vollbrückenschaltung. Der Brückenfaktor N muss per Listenauswahl angegeben werden.



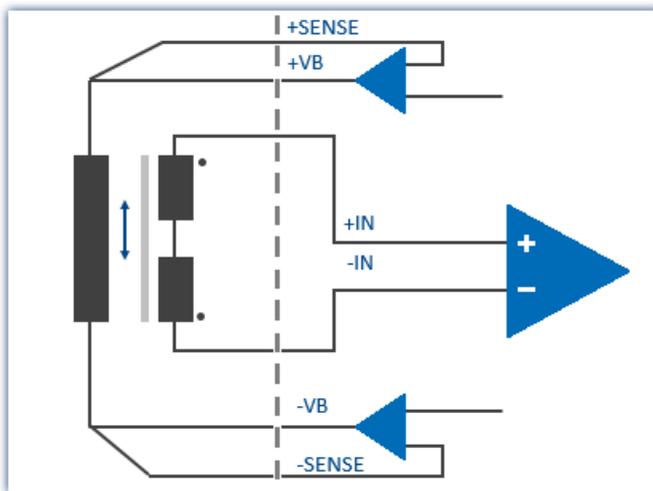
7.3 LVDT

LVDT und induktive Weg- und Winkelaufnehmer werden mit Trägerfrequenz-Brückenverstärkern gemessen, wie dem Modul [BR\(2\)-4](#)^[169].

LDVT (Linear Variable Differential Transformer) bzw. RVDT (Rotary Variable Differential Transformer) basieren auf dem Transformatorprinzip mit einer gespeisten Primärspule. Sie werden als Vollbrücke beschaltet, wobei die Differenzspannung der beiden in Reihe geschalteten und gegenphasig gewickelten Sekundärspulen bei symmetrischer Anordnung zu Null wird. Je nach Typ und Wicklungsverhältnis ist das Ausgangssignal typ. im Bereich von ca. 200 mV/V, kann aber auch größer als 1000 mV/V sein.

Im Gegensatz dazu besitzen induktive Wegsensoren keine galvanisch getrennte Primärspule, sondern arbeiten als induktive Halbbrücke mit zwei gleichphasig gewickelten Differentialdrosseln. Der typische Messbereich dieser Sensoren und "Wegtaster" beträgt 80 mV/V.

Vollbrücke

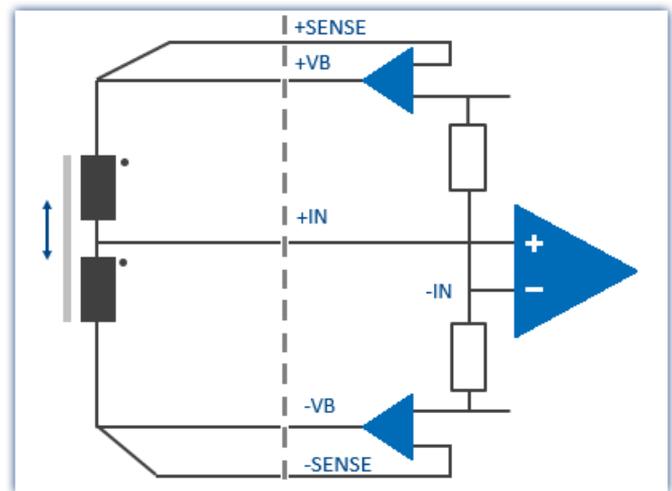


Typisch 200 mV/V Signal oder sogar < 1000 mV/V.

Gegenphasige Wicklung der zwei Sekundärspulen.

Galvanisch isoliert Primär / Sekundär

Halbbrücke



Typisch 80 mV/V Signal.

Gleichartige Wicklung der zwei Spulen.

7.4 Inkrementalgeber-Kanäle

Die Inkrementalgeber-Kanäle dienen zum Messen von Signalen, bei denen **Zeit- oder Frequenzinformationen** erfasst werden sollen. Im Gegensatz zu den analogen Kanälen besteht die eigentliche Messung dabei nicht in einer Abtastung in einem festen Zeitraster (Sampling). Vielmehr werden mittels digitaler Zähler Zeiten zwischen den zu definierenden Flanken (Übergängen) oder Anzahl von Pulsen des digitalen Signals gemessen. [ENC-4 Beschreibung](#)^[301], zur [HRENC-4 Beschreibung](#)^[308] und zur [DI16-DO8-ENC4 Beschreibung](#)^[283]

Die verwendeten **Zähler** (individuell für jeden der Eingangskanäle) erreichen dabei Zeitauflösungen von bis zu 31 ns (32 MHz) und eröffnen damit Dimensionen, die mit **Sampling-Verfahren** (bei vergleichbarem Aufwand) nicht erreichbar sind. Die einzustellende **Abtaste** eines Inkrementalgeber-Kanals bedeutet dabei die Rate, mit der die Ergebniswerte der digitalen Zähler gelesen und gespeichert werden.



Hinweis

Abtaste bei Inkrementalgeberkanälen

Pro Modul kann nur **eine** Abtaste eingestellt werden.

7.4.1 Messgrößen und Konditionierung

7.4.1.1 Messmodus

Die verschiedenen Modi werden durch folgende Messverfahren realisiert:

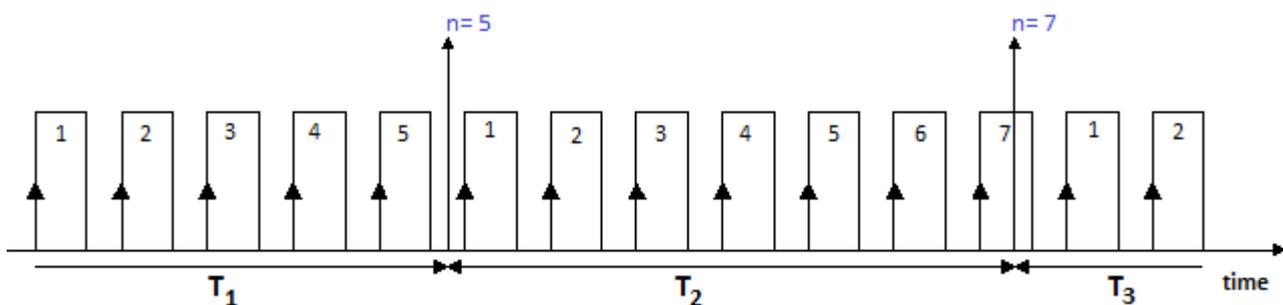
Ereigniszählung	Zeitmessung	Kombinierte Erfassung
<ul style="list-style-type: none"> • Ereignisse • Weg (differentiell) • Winkel (differentiell) • Winkel (sum) • Winkel (abs 0-360) • Weg (abs.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitmessung • Impulszeitpunkt 	<ul style="list-style-type: none"> • Frequenz • Geschwindigkeit • Drehzahl

Ereigniszählung

Aus der **Ereigniszählung** werden folgende Größen abgeleitet:

- [Ereignisse](#)¹⁴⁴
- [Weg \(differentiell\)](#)¹⁴⁴
- [Winkel \(differentiell\)](#)¹⁴⁴
- [Winkel \(abs.\)](#)¹⁴⁴
- [Weg \(abs.\)](#)¹⁴⁴

Anzahl der Ereignisse innerhalb eines Abtastintervalls. Der Ereigniszähler zählt die Sensorimpulse, die innerhalb eines Zeitintervalls auftreten. **Ein Ereignis ist eine positive Flanke im Messsignal, die den einstellbaren Schwellwert überschreitet.**

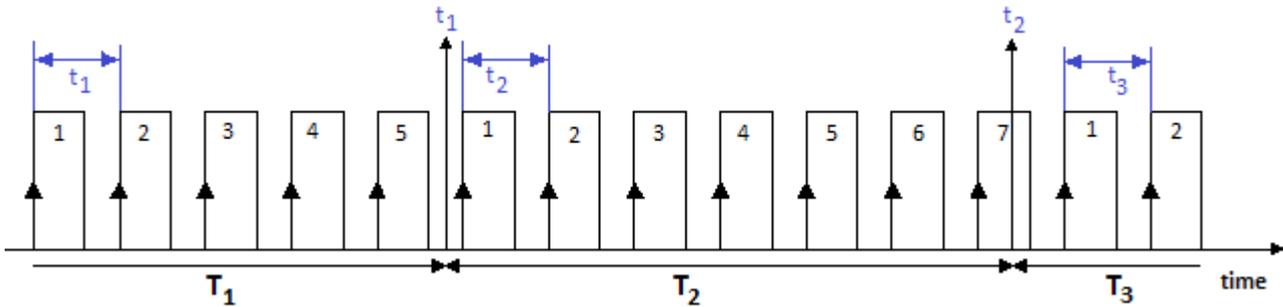


Zeitmessung

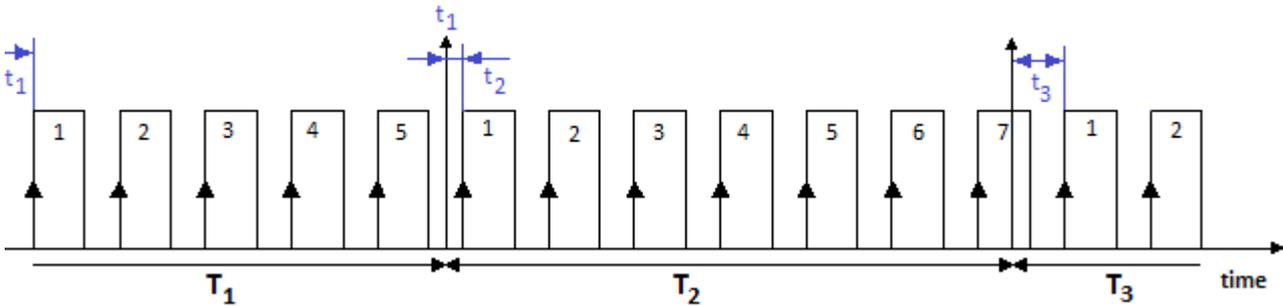
Eine reine **Zeitmessung** erfolgt bei:

- **Zeitmessung** ^[145] (zweier aufeinander folgenden Flanken)
- **Impulszeitpunkt** ^[146] (Zeit von Beginn des Abtastintervalls bis zur ersten Flanke)

Weitere Pulse im Abtastintervall werden hier nicht ausgewertet.



Zeitmessung von zwei steigenden Flanken

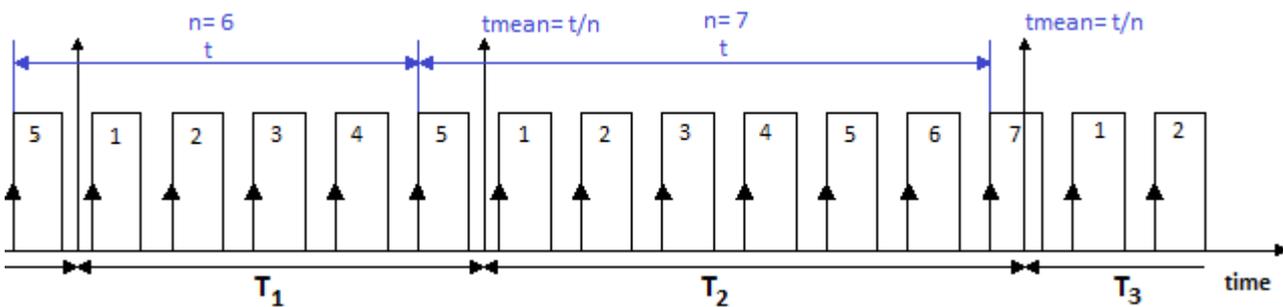


Impulszeit

Kombinierte Erfassung

Die Bestimmung der Frequenz und der daraus abgeleiteten Größen Drehzahl und Geschwindigkeit, basiert auf einer **kombinierten Ereigniszählung mit Zeitmessung**. Es wird während einer Abtastzeit also sowohl die Anzahl der aufgetretenen Ereignisse als auch die Zeit zwischen erstem und letztem Ereignis gemessen:

- **Frequenz** ^[147]
- **Geschwindigkeit** ^[147]
- **Drehzahl** ^[147]



Die Frequenz ermittelt sich aus den gezählten Ereignissen, geteilt durch die Zeit zwischen erstem und letztem "vollständigem" Ereignis im Intervall. Ein Ereignis ist vollständig, wenn die positive Flanke von der nächsten positiven Flanke "abgelöst" wird.

Die Frequenzen müssen innerhalb der Bandbreite des verwendeten Moduls liegen. Wird bei der Messung die maximale Frequenz überschritten, so werden die (zu großen) Messwerte auf den Messbereichsendwert gesetzt.

Die abgeleiteten Größen Drehzahl- und Geschwindigkeitsmessung besitzen folgende optionale Eigenschaften:

- Wahl zwischen [Einsignal- und Zweisignalgeber](#)¹⁴³
- Start der Messung mit oder ohne ["Nullimpuls"](#)¹⁴³
- Die Anzahl der Geberpulse (pro Einheit)

Die Frequenzauflösung des Messergebnisses ist abhängig vom gewählten Messbereich.

Beispiel CANSAS-INC4:

Messbereiche und die dazugehörigen Auflösungen bei der Frequenzmessung					
Index	Messbereich	Frequenzauflösung	Index	Messbereich	Frequenzauflösung
1	450 kHz	15,2588 Hz	8	3 kHz	119,2 mHz
2	200 kHz	7,6294 Hz	9	1,5 kHz	59,6 mHz
3	100 kHz	3,8417 Hz	10	750 Hz	29,8 mHz
4	50 kHz	1,907 Hz	11	450 Hz	14,9 mHz
5	25 kHz	0,9537 Hz	12	200 Hz	7,45 mHz
6	12,5 kHz	0,4768 Hz	13	100 Hz	3,73 mHz
7	7 kHz	0,2384 Hz	14	50 Hz	1,86 mHz

Die Skalierung ergibt sich nach folgender Formel:

$$\text{Auflösung} = \text{Clock} / 2^{20+i}$$

i= Index der Tabelle von oben

Clock = 32.000.000 Hz

Die Formel resultiert aus dem Oszillator und der durchgeführten Berechnung.

Die Auflösung ist die Frequenzauflösung die in der CAN-Bus Botschaft zu sehen ist.

Ausgehend von dieser Auflösung ergibt sich: Bereich = 32767 * Auflösung

Achtung: mit i=1 ergibt sich ein Bereich > 450 kHz. Dies überschreitet die Grenzen des Komparators. Daher sollte 450 kHz nicht überschritten werden!!



Beispiel

Beispiel imc CANSAS INC4

Nominaler (gerundeter) Bereich = 200 Hz, damit ist i=12

$$\text{Auflösung} = 32000000 / 2^{32} = 0.00745 \text{ Hz}$$

$$\text{Tatsächlicher Bereich} = 32767 * 0.00745 = 244.13 \text{ Hz}$$

Der tatsächliche Bereich kann statt des gerundeten Bereichs verwendet werden.

Die Messbereiche und Auflösungen für die Drehzahl bzw. Geschwindigkeit sind zudem abhängig von der Anzahl der eingestellten Geberpulse. Ist die Anzahl der Geberpulse bekannt, so lassen sich die Werte für die Drehzahl und Geschwindigkeit ermitteln:

Parameter	Beschreibung
Drehzahl	Messbereich = ([Messbereich Frequenz in Hz] * 60 / [Geberpulse pro Umdrehung]) in U/min Auflösung = ([Frequenzauflösung in Hz] * 60 / [Geberpulse pro Umdrehung]) in U/min

Verhalten beim Ausbleiben von Impulsen

Wenn bei langsamer werdenden Pulsfolge in einem Abtastintervall kein Impuls vorhanden ist, kann für dieses Abtastintervall keine Berechnung erfolgen. In diesem Fall wird angenommen, dass sich z.B. die Drehzahl verlangsamt und der Signalverlauf abklingend extrapoliert. Dieser "geschätzte" Messwert ist damit dem wahren Wert näher als der Wert aus dem vorangegangenen Abtastintervall. Dieses Verfahren hat sich in der Praxis bewährt.

 **Hinweis**

Im Extremfall liefert der Sensor gar keine Impulse mehr, z.B. im Falle eines plötzlichen Stillstands. Das Verfahren erzeugt dann eine Abklingkurve, also Werte > 0, auch wenn das Messobjekt nicht mehr in Bewegung ist.

7.4.1.2 Messverfahren

Messverfahren	Beschreibung
Differenzielle Messverfahren	Die aus <i>Ereigniszählung</i> abgeleiteten Größen Ereignis , Weg und Winkel mit dem Zusatz (diff.) sind als <i>differentielle</i> Messungen zu verstehen. Angezeigt wird jeweils die innerhalb des letzten Abtastintervalls erfasste Weg- oder Winkel-Änderung (positiv oder bei Zweisignalgebern auch negativ) bzw. die neu aufgetretenen Ereignisse (immer positiv). Soll z.B. der Gesamt-Weg angezeigt werden, so ist die Integration der differentiellen Messgrößen mit imc Online FAMOS Funktionen durchzuführen.
Summierende Messverfahren	Die aus <i>Ereigniszählung</i> abgeleiteten Größen Weg und Winkel mit dem Zusatz (abs.) sind als " summierende " Messungen zu verstehen. Hier wird als Messgröße die Summe aller seit dem Messstart erfassten Änderungen, wie z.B. Weg angezeigt.

7.4.1.3 Skalierung

Unter **Messbereich** (max. Geschwindigkeit, max. Frequenz etc., je nach Modus) ist ein Maximalwert anzugeben. Dieses **Maximum** bestimmt Skalierungsfaktoren der Rechenverarbeitung und stellt den Bereich dar, der auf das zur Verfügung stehende Zahlenformat von 16 Bit abgebildet wird. Je nach Messgröße ist er in der Einheit des resultierenden Messbereichs anzugeben oder aber als Größe, die einer max. Impulsrate entspricht.

Im Interesse einer möglichst hohen **Bereichsauflösung** wird empfohlen, diesen Wert entsprechend anzupassen.

Die **Skalierung** bezieht sich wie gewohnt auf die Spezifikation eines Sensors, gibt also an, wie viele Impulse dieser pro zu messende Größe abgibt. An dieser Stelle kann das Übersetzungsverhältnis des Sensors angegeben werden und auch eine beliebige physikalische Messgröße spezifiziert werden, wenn z.B. einer Umdrehung eines Durchfluss-Sensors ein bestimmtes Volumen entsprechen soll.

Eine Zusammenstellung der in den verschiedenen Messarten relevanten **Größeneinheiten** zeigt die folgende Tabelle; die fett/kursiv gesetzte Größe innerhalb der Skalierung gibt die (nicht veränderliche) primäre Messgröße an, der hintere Teil die (editierbare) physikalische Default-Einheit:

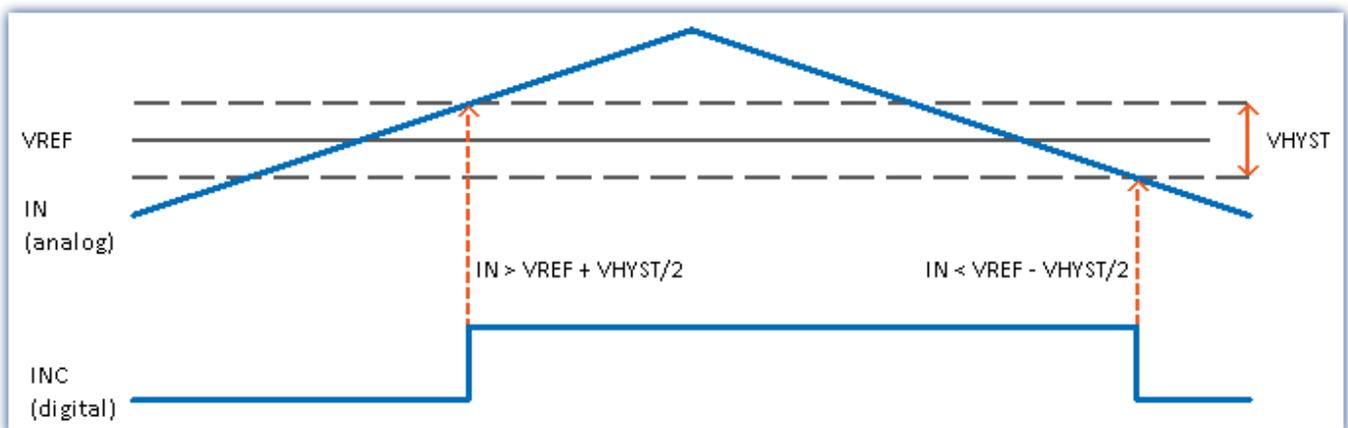
Messgröße	(Sensor-) Skalierung	Bereich	Maximum
Weg	Imp/m	m	m/s
Winkel	Imp/U	U	U/min
Geschwindigkeit	Imp/m	m/s	m/s
Drehzahl	Imp/U	U/min	U/min
Ereignis	Imp/Imp	1 Imp	Hz
Frequenz	Hz/Hz	Hz	Hz
Zeit	s/s	s	s
Impulszeit	Hz/Code	Hz	Hz

7.4.1.4 Komparator-Konditionierung

Die speziellen Eigenschaften der Inkrementalgeber-Kanäle stellen **besondere Anforderungen an die Signalqualität**: Durch die sehr hohe Zeitaufösung des Detektors bzw. Zählers werden bereits kürzeste Impulse erfasst und ausgewertet, die bei abtastenden Messverfahren (wie z.B. bei den Modulen mit digitalen Eingängen) nicht zuverlässig erfasst werden. Daher müssen die digitalen Signale saubere Flanken aufweisen, um nicht zu gestörten Messungen zu führen. Fehlerimpulse oder Prellen führen sonst zu Artefakten in Form von Einbrüchen in gemessenen Zeitverläufen bzw. enormen "Spitzen" in Drehzahlverläufen.

Einfache Sensoren z.B. induktiver Art oder nach dem Lichtschranken-Prinzip geben oft unkonditionierte analoge Signale ab, die nach einer Schwellenwert-Bedingung ausgewertet werden müssen. Daneben können selbst bei konditionierten Gebersignalen (z.B. TTL-Pegel) durch lange Kabel, schlechte Bezugspotentiale, Erdschleifen oder Störeinkopplung Probleme entstehen. Dem begegnen die imc Inkrementalgeber-Eingänge durch eine spezielle 3-stufige Konditioniereinheit.

Zunächst ermöglicht ein hochohmiger **Differenzverstärker** ($\pm 10\text{ V}$ Bereich, $100\text{ k}\Omega$) die sichere Messung eines Sensors auch über lange Kabel sowie eine wirksame Unterdrückung von Gleichtaktstörungen und Erdschleifen. Ein nachgeschaltetes (konfigurierbares) **Glättungsfilter** bietet eine weitere an die Mess-Situation angepasste Störunterdrückung. Schließlich fungiert ein **Komparator** mit einstellbarer Schwelle und Hysterese als digitaler Detektor. Die (einstellbare) **Hysterese** wirkt dabei abermals als störunterdrückendes Element.



Das *digitale Signal* wechselt von **0 nach 1**, wenn das *analoge Signal* die Schwelle $V_{REF} + V_{HYST}/2$ überschreitet. Das *digitale Signal* wechselt von **1 nach 0**, wenn das *analoge Signal* die Schwelle $V_{REF} - V_{HYST}/2$ unterschreitet.

Der Betrag der Hysterese stellt somit die Breite eines Bandes dar, das Signalrauschen und Störungen überschreiten dürfen, ohne zu Fehlimpulsen zu führen.

Bereiche:

- VREF (Schwelle) = -10 V bis +10 V
- VHYST (Hysterese) = +100 mV bis +4 V
- Tiefpassfilter: Kein, 20 kHz, 2 kHz, 200 Hz

7.4.1.5 Einsignal-/ Zweisignalgeber

Der **Einsignalgeber** liefert eine einfache Pulsfolge. Damit kann die Anzahl der Pulse bzw. die Zeit zwischen zwei Pulsen ermittelt werden, nicht aber die Drehrichtung des Inkrementalgebers.

Ein **Zweisignalgeber** liefert zwei um 90° versetzte Pulsfolgen. Neben der Pulsfrequenz lässt sich so die Drehrichtung positiv oder negativ anzeigen. Eine **Messung mit Zweisignalgeber** definieren Sie mit dem Parameter "**Ink.-Signal**" auf der Setup-Seite "**Digitale Kanäle**" auf dem Tab "**Inkrementalgeber**", zusammen mit dem gewünschten "**Modus**".



Hinweis

Probleme bei der Zweipunktskalierung von analogen Eingängen

Betrifft zum einen die Geräte der imc C-SERIE und die Geräte der imc SPARTAN und imc CRONOS-Familie, die mit dem digitalen Multiboard ausgestattet sind: DI16-DO8-ENC4 oder dem DI8-DO8-ENC4-DAC4.

Steht ein Eingang auf **Zweisignalgeber**, ist das **Einmessen** einer **Zweipunktskalierung** für alle **analogen Eingänge** nicht möglich. Es erscheint beim Erfassen der Punkte folgende Meldung:

*"Bitte die Messung vorbereiten, damit die benötigten Initialisierungen vorgenommen werden können!
imcDevices V2.x Adapter"*

Ein "**Vorbereiten**" löst jedoch nicht das Problem. Stellen Sie temporär die Inkrementalgeber-Eingänge der betroffenen Module auf "**Einsignalgeber**", um die Punkte für die Zweipunktskalierung erfassen zu können.

7.4.1.6 Nullimpuls (Index)

Der **Nullimpuls** startet die Zählerlogik der Eingangskanäle des Moduls. D.h. Messwerte werden erst aufgenommen, wenn am **Index-Kanal** ein Ereignis aufgetreten ist. Wird eine Messung ohne Nullimpuls gewählt, so startet die Messung direkt nach dem Start der Messung.

Der Nullimpuls-Eingang ist differenziell und verwendet die **Komparatoreinstellung** des **ersten Inkrementalgebereingangs**, auch bei Modulen, die über mehrere Indexspuren verfügen. Die Bandbreite ist auf 20kHz begrenzt.



Hinweis

- Standardmäßig ist in imc STUDIO die Option "**Geber ohne Nullimpuls**" aktiviert. Wird diese Option deaktiviert und bleibt der Nullimpuls aus, startet das Encoder-Modul die Messung nicht! Die Kanäle liefern dann nur Nullwerte.

7.4.2 Modus (Ereigniszählung)

Modus - Ereignisse	Beschreibung
Ereignisse	<p>Anzahl der Ereignisse innerhalb eines Abtastintervalls. Der Ereigniszähler zählt die Sensorimpulse, die innerhalb eines Zeitintervalls auftreten (differentielle Ereigniszählung). Das Intervall entspricht der eingestellten Abtastzeit. Die maximale Ereignisfrequenz beträgt etwa 500 kHz.</p> <p>Ein Ereignis ist eine positive Flanke im Messsignal, die den einstellbaren Schwellwert überschreitet.</p> <p>Die abgeleiteten Größen Weg- und Winkelmessung besitzen folgende optionale Eigenschaften:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wahl zwischen Einsignal- und Zweisignalgeber ¹⁴³ • Start der Messung mit oder ohne "Nullimpuls" ¹⁴³ • Die Anzahl der Geberpulse (pro Einheit)
Modus - Weg	Beschreibung
Weg (differentiell)	Weg, der innerhalb eines Abtastintervalls zurückgelegt wird. Hierzu muss die Anzahl der Impulse pro Meter eingegeben werden.
Weg (abs.)	Die differentielle Wegmessung wird in den absoluten Weg umgerechnet. Mit Berücksichtigung des Nullimpulses (Geber ohne Nullimpuls ist nicht gewählt) wird der Weg absolut dargestellt. Ansonsten wird der Weg beim Beginn der Messung als 0 m angenommen.
Modus - Winkel	Beschreibung
Winkel (differentiell)	Winkel, der innerhalb eines Abtastintervalls zurückgelegt wird. Hierzu muss die Anzahl der Impulse pro Umdrehung eingegeben werden. Der absolute Winkel kann in imc Online FAMOS integriert werden oder mit dem Modus Winkel(abs) ermittelt werden.
Winkel (abs.)	Die differentielle Winkelmessung wird in den absoluten Winkel umgerechnet. Mit Berücksichtigung des Nullimpulses (Geber ohne Nullimpuls ist nicht gewählt) wird die Winkellage absolut dargestellt. Ansonsten wird der Winkelwert beim Beginn der Messung als 0° angenommen.
Winkel (sum.)	Die differentielle Winkelmessung wird in den summierten Winkel umgerechnet. Dabei wird ein Nullimpuls nur einmalig ausgewertet. Es sind daher Winkel > 360° möglich.

Hinweis

Bei Verwendung von Inkrementalgeber-Modulen, die intern mit einem 16 Bit Zähler arbeiten, können Geber mit hohen Pulszahlen zu Überläufen führen. Die Zählung erfolgt immer mit Vorzeichen: $2^{16} = 65536$, also ± 32767 . Bei Zweisignalgebern wird die Pulszahl intern nochmals vervierfacht und führt zu einer maximalen Pulsanzahl pro Umdrehung von 8192. Bei Gebern mit mehr Pulsen pro Umdrehung muss die Hardware über einen 32 Bit Zähler verfügen, z.B. imc CANSASfit-ENC6. Ansonsten muss stattdessen eine Ereigniszählung durchgeführt werden und mit imc Online FAMOS umgerechnet werden.

7.4.3 Modus (Zeitmessung)

Zeitmessung

Die Zeit zwischen zwei Flanken wird ermittelt. Hierzu erscheinen die Einstellmöglichkeiten für **Start** und **Stopp** der Messung. Zur Zeitmessung gibt es mehrere Möglichkeiten.

Folgende Kombinationen sind dabei möglich:

positive Flanke	>	negative Flanke:	↑ > ↓
negative Flanke	>	positive Flanke:	↓ > ↑
positive Flanke	>	positive Flanke:	↑ > ↑
die Kombination negative Flanke	>	negative Flanke:	↓ > ↓ ist nicht zulässig

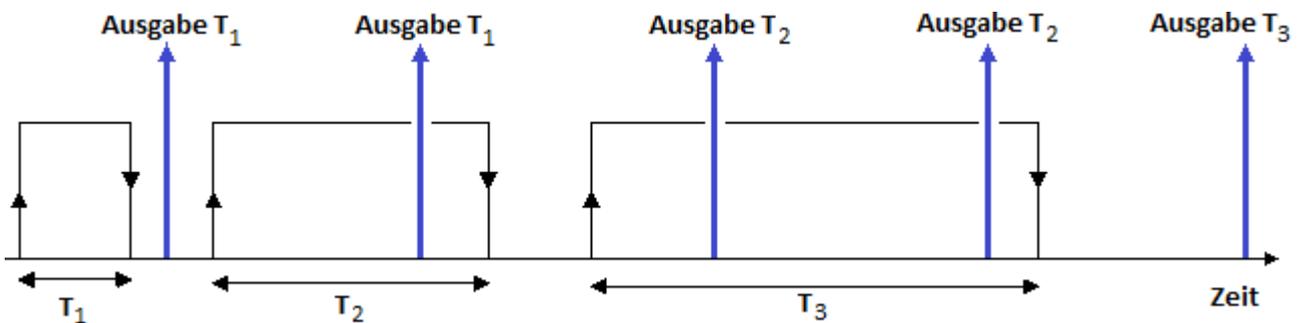
Um eine hohe Zeitauflösung der Messergebnisse zu gewährleisten, ist eine geeignete Skalierung hinsichtlich der bevorstehenden Messung vorzunehmen. Ein **Messbereich (INC4)** oder **Maximale Zeit(s) (ENC-6)** gibt die maximal zu erfassende Zeit zwischen der gewählten Start- und Stopplanke an. **Die Zeit zwischen den Flanken darf nicht größer werden als mit dem gewählten Messbereich angewählt.** Wird bei der Messung die maximale Zeit überschritten, so werden die (zu großen) Messwerte auf den Messbereichsendwert gesetzt.

Messbereich	Zeitauflösung	Messbereich	Zeitauflösung
1 ms	31,25 ns	250 ms	8 μs
2 ms	62,50 ns	500 ms	16 μs
4 ms	125 ns	1 s	32 μs
8 ms	250 ns	2 s	64 μs
16 ms	500 ns	4 s	128 μs
30 ms	1 μs	8 s	256 μs
60 ms	2 μs	16 s	512 μs
120 ms	4 μs	30 s	1024 μs

Zeitauflösungen beim INC4

Die Zeitauflösung entspricht dem Wert eines LSB (Least Significant Bit).

Ist während einer Abtastzeit noch keine Zeitmessung möglich gewesen (fehlende Start- bzw. Stopplanke), so wird die letzte gültige Zeit ausgegeben, bis eine vollständige Zeitmessung erfolgt ist. Ist noch keine gültige Zeit vorhanden, so wird Null ausgegeben. Ist innerhalb einer Abtastzeit mehr als eine Zeitmessung erfolgt (mehrere Start- bzw. Stopplanken), so wird die letzte gemessene Zeit als Ergebnis ausgegeben.



Dargestellt ist eine Zeitmessung, deren Start durch eine positive Flanke im Signal gestartet und durch eine negative Flanke gestoppt wird. Die senkrecht nach oben weisenden Pfeile entsprechen der Ausgabezeit, mit dem zu diesem Zeitpunkt gültigen Ergebnis. Dabei wird zwei Mal T₁, zwei Mal T₂ und ein Mal T₃ ausgegeben.

Impulszeitpunkt

Es wird der Zeitpunkt der Flanke innerhalb des Abtastintervalls ermittelt. Diese Information wird von einigen Funktionen im imc Online FAMOS benötigt, z.B. bei Bestimmung des Drehzahlverlaufs aus einem Pulssignal: OtrEncoderPulsesToRpm.

Die Messgröße **Impulszeitpunkt** bezeichnet eine Phaseninformation, die nur bei speziellen Applikationen (insb. Ordnungsanalyse) von Bedeutung ist. Sie wird für weitere Online-Verrechnungen benötigt. Der Impulszeitpunkt repräsentiert die Zeit zwischen dem letzten detektierten (asynchronen) Impuls und dem (synchronen) Abtastzeitpunkt zu dem die Zählerstände abgetastet und ausgewertet wurden. Die dieser Größe zugeordnete Einheit lautet *Code*.

 **Hinweis**

Der Modus *Impulszeitpunkt* ist von der Abtastrate abhängig. Der Eintrag erscheint nur, wenn die Abtastrate bei allen ENC-4 Varianten kleiner gleich 1ms beträgt, bei HRENC-4 kleiner gleich 100µs.

PWM

Die Pulsweitenmodulation (PWM) ist eine Modulationsart, bei der eine technische Größe (z.B. elektrischer Strom) zwischen zwei Werten wechselt. Dabei wird das **Tastverhältnis bei konstanter Frequenz** moduliert. PWM ist auch unter Pulsbreitenmodulation (PBM) und Pulsdauermodulation (PDM) bekannt.

Ein anschauliches Beispiel für diese Modulationsart ist ein Schalter, mit dem man eine Heizung ständig ein- und ausschaltet. Je länger die Einschaltzeit gegenüber der Ausschaltzeit ist, umso höher die mittlere Heizleistung.

Eine direkte **PWM-Messung** ist in der Gerätesoftware nicht einstellbar. Bei bekannter Frequenz kann dies aber über folgende Einstellung mit der Zeitmessung realisiert werden:

Das **Verhältnis** ergibt sich aus der *Dauer des HIGH Pegels* zur *Periodendauer*.

Die *Dauer des HIGH Pegels* erhalten Sie über eine **Zeitmessung** von *steigender zu fallender Flanke*.

Die *Periodendauer* ist der **Kehrwert der Frequenz**, welche bekannt sein muss.

$$PWM = t_{\text{impuls}} / t_{\text{Periodendauer}} * 100\% \quad \text{oder} \quad t_{\text{impuls}} * f * 100\%$$

Beispiel:

f= 50Hz, Pulsdauer= 10ms

Skalierung: $t_{\text{impuls}} * f * 100\% / s = 5000\%/s$

bei 10ms: $0.01s * 5000\%/s = 50\%$

Dies kann über die Skalierung direkt eingetragen werden:

 Kanaldefinition	 Ink.-Geber	 Filter	 Abtastung & Vorverarbeitung	 Datentransfer	
Kanalname	PWM				
Messmodus	Zeitmessung			Signal	Einsignalgeber
<input checked="" type="checkbox"/> Geber ohne Nullimpuls	Skalierungsfaktor	5000 %/s	Startflanke	Positive Flanke	
	Maximum	0.02 s	Stoppflanke	Negative Flanke	
Eingangsbereich	±10 V	Schaltpegel	1.5 V	Einheit	%
Signalform		Hysterese	0.5 V	Skalierungsoffset	0 %

Einstellung zur PWM Messung im Modus Zeitmessung

7.4.4 Modus (Kombinierte Erfassung)

Modus	Beschreibung
Frequenz	Die Frequenz wird mit Hilfe der kombinierten Erfassung ¹³⁹⁾ ermittelt. Falls die erfasste Frequenz zuvor vervielfacht oder geteilt wurde, kann dies mit dem Skalierungswert berücksichtigt werden. Die Frequenz ist immer vorzeichenlos, daher gibt es hierfür keinen Zweisignalgeber.
Geschwindigkeit	Die Pulsfolge wird mit Hilfe der kombinierten Erfassung ¹³⁹⁾ in m/s umgerechnet. Hierzu muss die Anzahl der Impulse pro Meter eingegeben werden.
Drehzahl	Die Pulsfolge wird mit Hilfe der kombinierten Erfassung ¹³⁹⁾ in Umdrehungen pro Minute umgerechnet. Zur korrekten Skalierung muss die Anzahl der Impulse pro Umdrehung eingegeben werden.

8 Messmodule und Messverstärker

8.1 Schall, Schwingung und Ladungsmessung

Analoge, 4-kanalige Verstärker verfügbar in:			
Verstärker	CRFX	CRC, CRSL und CRXT	Bemerkung
AUDIO2-4 ¹⁴⁸	61,62 mm	-	IEPE/ICP, Spannung
AUDIO2-4-MIC ¹⁵⁰	61,62 mm	-	IEPE/ICP, Mikrofon, Spannung
QI-4 ¹⁵¹	61,62 mm	-	Ladungsmessung, IEPE/ICP, Spannung

8.1.1 AUDIO2-4

Der AUDIO2-4 besitzt vier individuell galvanisch isolierte Kanäle für die Erfassung von:

- IEPE bzw. ICP-Sensoren (stromgespeist 4 mA)
- Spannung (AC und DC Kopplung)

Der direkte Anschluss von IEPE bzw. ICP-Sensoren erfolgt über BNC-Anschlüsse.



Verweis

Die [technischen Daten des CRFX/AUDIO2-4\(-MIC\) finden Sie hier](#) ³⁴³.

Besonderheiten

- kanalindividuelle galvanische Isolierung
- robuste und rückwirkungsfreie Signalerfassung
- großer Signal-Rausch-Abstand (-110 dB SNR)
- geringe Signalverzerrungen (-115 dB THD)
- sehr präzisen Messung über einen weiten Spannungsbereich
- Unterstützt imc Plug & Measure konform zu IEEE 1451.4 (Class I Mixed Mode Interface)
- **Optional** ist eine Variante mit integrierter Versorgungseinheit für Kondensatormikrofone erhältlich ([AUDIO2-4-MIC](#) ¹⁵⁰).

8.1.1.1 Spannungsmessung

Die Eingangskonfiguration ist differentiell. Es ist möglich zwischen einer Gleich- und Wechselspannungskopplung zu wählen. In den Messbereichen größer $\pm 2,5$ V ist ein interner Spannungsteiler wirksam. Die Eingangsimpedanz beträgt in diesen Messbereichen 1 M Ω , in allen übrigen Bereichen 10 M Ω . Bei ausgeschaltetem Gerät beträgt die Eingangsimpedanz stets 1 M Ω .

8.1.1.2 Messung mit stromgespeisten Beschleunigungsaufnehmern

Der Anschluss von ICP™ - bzw. DeltaTron-Sensoren® wird mit einer 4 mA-Speisung unterstützt. Informationen zum angeschlossenen Sensor können ausgelesen werden – konform mit dem Standard "TEDS - Transducer Electronic Data Sheets (IEEE 1451.4)".

Hinweis

Nach dem Einlesen von TEDS (CLASS1, Inhalt="AC mit Stromspeisung") ist nur noch die Kopplungsart "AC mit Stromspeisung" einstellbar. Um die Kopplungen DC oder AC einzublenden, muss der Kanal von der Sensorinformation getrennt werden:

imc STUDIO: Setup-Seite: "TEDS" -> "Sensorinformation des Kanals verwerfen"

Neben jedem Messeingang **auf der Front** des CRFX/AUDIO2-4 Moduls befindet sich eine **LED** für eine **Kabelbrucherkennung** im Messmodus/Kopplung "AC mit Stromspeisung", ab imc STUDIO 5.2 R15: "IEPE".

8.1.1.3 Bandbreite

Die max. Abtastrate der Kanäle beträgt 10 μ s (100 kHz). Die analoge Bandbreite (ohne digitale Tiefpassfilterung) liegt bei 49 kHz (-3 dB).

8.1.1.4 Anschluss

Bei dem AUDIO2-4 erfolgt der Anschluss über BNC Buchsen.

8.1.2 AUDIO2-4-MIC

Der AUDIO2-4-MIC entspricht einem AUDIO2-4 Verstärker **mit einer Versorgungsspannung für Mikrofone.**

Die Versorgung der Mikrofone mit dem CRFX/AUDIO2-4-MIC erfolgt über **LEMO** Buchsen (FGG.1B.307). Die Umschaltung zwischen den BNC Buchsen des AUDIO2-4 Verstärkers und den LEMO Buchsen erfolgt in der Software durch die Auswahl der Eingangskopplung: **Mikrofon**.

Der direkte Anschluss von ICP-Sensoren (ICP™-, DELTATRON®-, PIEZOTRON®-Sensors) erfolgt über BNC-Anschlüsse.

LEDs BNC: Neben jedem BNC Anschluss befindet sich eine LED zur Signalisierung von Fehlerzuständen wie Kabelbruch und Kurzschluss. Wenn die Verbindung zum Sensor unterbrochen ist, leuchtet sie dauerhaft.

LEDs LEMO: (ab Revision 2) Neben jedem LEMO Anschluss (Mikrofonversorgung) befindet sich eine LED zur Überwachung der Polarisationsspannung. Im Normalbetrieb leuchtet die LED nicht.

Die Versorgungsspannungen sind kanalindividuell einstellbar und sind bipolar ausgelegt. ± 14 V bipolar entsprechen 28 V unipolar (± 60 V bipolar entsprechen 120 V unipolar). Die Versorgungsspannung sollte dem Messbereich angepasst werden. Ab einem Signalspitzenpegel von 5 V ist eine Versorgung von ± 60 V zu empfehlen, wenn das Mikrofon dies zulässt. Die **Polarisationsspannung** beträgt 200 V.



Frontseite:
CRFX/AUDIO2-4-MIC

! Warnung

Bei aktivierter Polarisationsspannung bzw. ± 60 V Versorgungsspannung besteht die Gefahr eines elektrischen Schlages! Diese wird auch aktiviert, wenn dies in einem Selbststartexperiment konfiguriert wurde.

🔗 Verweis

[Pinbelegung der LEMO Anschlüsse](#) ⁵⁰⁵

[Technische Daten CRFX/AUDIO2-4-MIC](#) ³⁴³

8.1.3 QI-4 für imc CRONOSflex

Das imc CRONOSflex Messmodul **CRFX/QI-4** ist speziell für quasistatische und auch dynamische Ladungsmessung geeignet. Mit Hilfe piezoelektrischer Sensoren können Kräfte, Drücke, Beschleunigungen erfasst sowie Körperschallanalysen durchgeführt werden, wie sie beispielsweise bei der Motorenindizierung auf Fahrzeugprüfständen auftreten.

Alternativ zu den Standard BNC Anschlüssen sind Triaxial-Anschlüsse lieferbar, die die Verwendung von Ladungssensoren mit integriertem TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) ermöglichen.

Weiterhin ist das Modul für die Erfassung von akustischen Geräuschen und zur Vibrationsanalyse geeignet. Hierzu werden stromgespeiste IEPE-Sensoren wie ICP™-, DeltaTron®-, bzw. PiezoTron®-Sensoren unterstützt. Außerdem ist das Modul zur sehr präzisen Messung über einen weiten Spannungsbereich nutzbar. Das Modul zeichnet sich durch einen sehr großen Signal-Rausch-Abstand und hohe Signaltreue aus. Die kanalindividuelle galvanische Isolierung jedes Messeingangs ermöglicht eine robuste und rückwirkungsfreie Signalerfassung.

Besonderheiten

- Ladungsmessung mit geringer zeitlicher Drift für quasistatische Messungen
- kanalindividuelle galvanische Isolierung
- großer Signal-Rausch-Abstand (-110 dB SNR)
- geringe Signalverzerrungen (-115 dB THD)

Hinweis

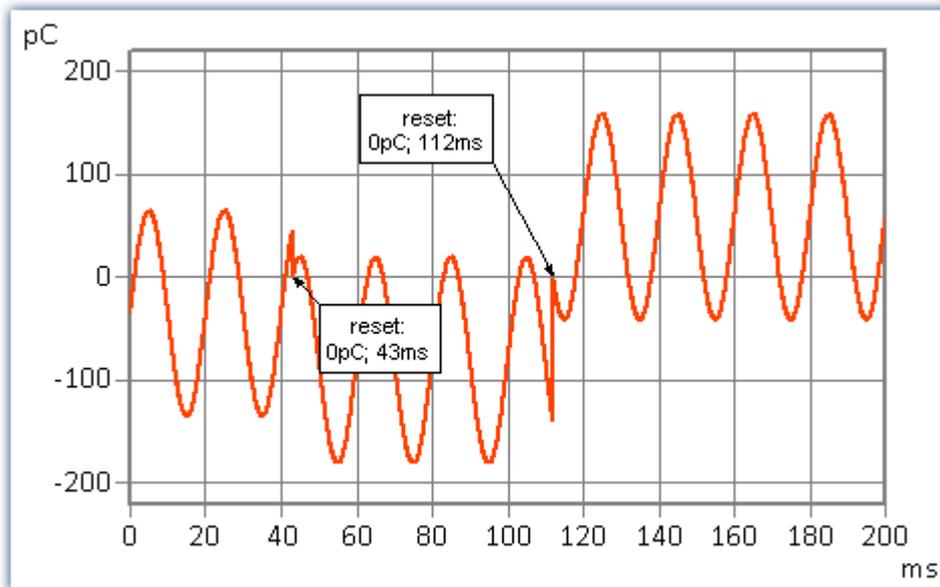
Neben jedem Messeingang **auf der Front** des CRFX/QI-4 Moduls befindet sich eine **LED** für eine **Kabelbrucherkennung** im Messmodus/Kopplung "AC mit Stromspeisung", ab imc STUDIO Version 5.2 R15 heißt die Kopplung "IEPE".

Die [technischen Daten des CRFX/QI-4](#) 

8.1.3.1 Rücksetzen der Ladung des Integrators

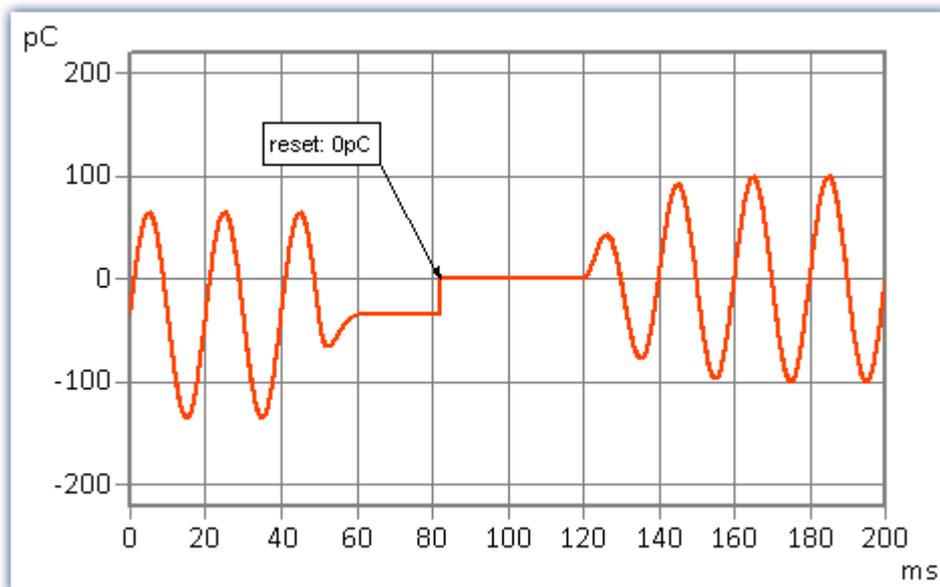
Der QI-4 integriert die vom Sensor abgegebene Ladung. Es bildet das zeitliche Integral des Signals. Damit ist der Momentanwert der Anzeige abhängig vom zurückliegenden Signalverlauf. Um dieses "Gedächtnis" zu löschen, bedient man sich des Rücksetzens des Integrators (per Software imc STUDIO, ähnlich wie bei einem Brückenabgleich). Die bis zum Rücksetzzeitpunkt aufsummierte Ladung wird gelöscht – die Anzeige beträgt 0 C. Ab diesem Zeitpunkt kann Ladung entsprechend dem gewählten Meßbereich gemessen werden, unabhängig von der zuvor erfaßten Ladung.

Soll beispielsweise eine Schwingung mittels Beschleunigungssensor aufgezeichnet werden, ist darauf zu achten, dass sich der Sensor zum Rücksetzzeitpunkt für mindestens 10 s in Ruhe befindet, anderenfalls kann es zu einer Signalverschiebung kommen:



Da während der beiden Rücksetzvorgängen zu den Zeitpunkten 43 ms und 112 ms ein wechselndes Signal am Meßeingang anlag, wird der Momentanwert zu diesen Zeiten der neue Mittelwert (Integrationskonstante).

Der Rücksetzvorgang dauert i. d. R. wenige Millisekunden und ist abgeschlossen, wenn die rote Lampe neben der BNC-Buchse erlischt. (Sie leuchtet ca. 0,4 s nach.)



Überschreitet die Ladung vor dem Rücksetzvorgang die Meßbereichsgrenzen liegt Übersteuerung des Meßeingangs vor. Dann ist der Rücksetzvorgang zweimal im Abstand von ca. 30 s durchzuführen.

8.1.3.2 Spannungsmessung

Die Eingangskonfiguration ist differentiell. Es ist möglich zwischen einer Gleich- und Wechselfspannungskopplung zu wählen. In den Bereichen $>\pm 2,5$ V ist ein interner Spannungsteiler wirksam. Die differentiell Eingangsimpedanz beträgt 1 M Ω , in allen übrigen Bereichen 10 M Ω . Die Eingangsimpedanz bei ausgeschaltetem Gerät beträgt stets 1 M Ω .

8.1.3.3 Messung mit stromgespeisten Beschleunigungsaufnehmern

Der Anschluss von ICP™ - bzw. DeltaTron-Sensoren® wird mit einer 4 mA-Speisung unterstützt. Informationen zum angeschlossenen Sensor können ausgelesen werden – konform mit dem Standard "TEDS - Transducer Electronic Data Sheets (IEEE 1451.4)".

! Hinweise

Nach dem Einlesen von TEDS (CLASS1, Inhalt="AC mit Stromspeisung") ist nur noch die Kopplungsart "AC mit Stromspeisung" einstellbar. Um die Kopplungen DC oder AC einzublenden, muss der Kanal von der Sensorinformation getrennt werden:

imc STUDIO: Setup-Seite: "TEDS" -> "Sensorinformation des Kanals verwerfen"

Neben jedem Messeingang **auf der Front** des CRFX/QI-4 Moduls befindet sich eine **LED** für eine **Kabelbrucherkennung** im Messmodus/Kopplung "AC mit Stromspeisung", ab imc STUDIO Version 5.2 R15 heißt die Kopplung "IEPE".

8.1.3.4 Bandbreite

Die max. Abtastrate der Kanäle beträgt 10 μ s (100 kHz). Die analoge Bandbreite (ohne digitale Tiefpassfilterung) liegt bei 49 kHz (-3 dB).

8.1.3.5 Anschluss



Der Anschluss erfolgt über acht BNC Buchsen, davon sind vier zur Spannungsmessung bzw. wahlweise für ICP (**U**) und vier für die Ladungsmessung (**Q**). Die Anschlüsse sind entsprechend beschriftet: U bzw. Q

8.2 Brückenmessverstärker

Analoge, 4- und 8-kanalige Verstärker verfügbar in:				
	CRFX, Breite	CRXT, Breite	CRC, CRSL	Funktion
ACI-8 	61,62 mm	--	--	dynamische Dehnungsmessungen
BR2-4 	43,3 mm	34 mm	benötigt 1 Steckplatz	DMS-Messbrücken, LVDT, Spannung und IEPE/ICP
B-8	61,62 mm	64,5 mm	benötigt 2 Steckplätze	DMS-Messbrücken, Spannung, IEPE/ICP
BC-8 	43,3 mm	34 mm	benötigt 1 Steckplatz	
DCB2-8	61,62 mm	64,5 mm	benötigt 2 Steckplätze	DMS-Messbrücken, Spannung, IEPE/ICP
DCBC2-8 	43,3 mm	34 mm	benötigt 1 Steckplatz	

8.2.1 CRFX/ACI-8: 8-kanaliges Messmodul für dynamische Dehnungsmessungen

Der ACI-8 ist ein Messmodul mit 8 individuell galvanisch isolierten Kanälen, speziell für dynamische Dehnungsmessungen mit einzelnen DMS-Sensoren. Im Gegensatz zu konventionellen Brückenverstärkern werden dabei die DMS in 2-Leiter Konfiguration mit konstantem Strom gespeist. Das Signal wird AC-gekoppelt und erfasst damit dynamische Dehnungen, während jegliche statischen Signale, verursacht vom Sensor oder durch Kabelwiderstände, unterdrückt werden.

- Spannungsmessung mit Stromspeisung, AC-gekoppelt
- Erfassung von dynamischer Dehnung mit DMS

Besonderheiten

- Kanalweise galvanisch isoliert
- Signalbandbreite 0,5 Hz bis 48 kHz
- Anschluss von DMS in 2-Leiter-Konfiguration
- Anschluss des Kabelschirms über Drehschalter konfigurierbar (Gehäuse, Eingang, offen)
- Speisestrom zu Diagnosezwecken abschaltbar

Typische Anwendungen

- Dynamische Dehnungsmessung, insbesondere an rotierenden Turbinen
- Einsatz hoch temperaturbeständiger Kabel mit sehr hohem ohmschem Leitungswiderstand bzw. Thermoleitungen.
- Aerospace-Industrie und Kraftwerkstechnik (Flugzeug-, Gas- und Dampfturbinen)

Verweis

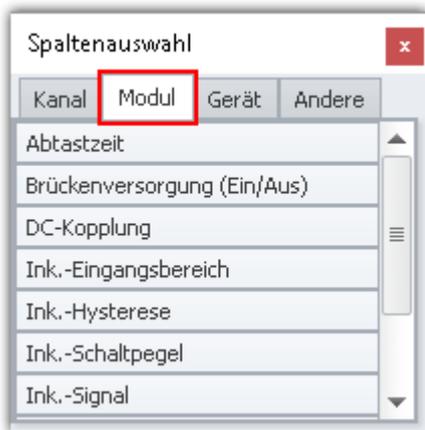
Die [technischen Daten des ACI-8](#) .

8.2.1.1 Speisestrom

Der CRFX/ACI-8 bietet die Möglichkeit die **Brückenversorgung ein- und aus-zuschalten**. Den Schalter dafür müssen Sie in der Oberfläche einblenden.

Lesen Sie dazu in dem STUDIO Handbuch die Beschreibung zum Hinzufügen von Spalten in der Kanal Tabelle: Abschnitt: Setup - Geräte (allgemein) > "Informationen und Tipps" > "Setup-Layout" > "Spalten einblenden und verschieben"

Fügen Sie so auf der Setup-Seite "Analoge Kanäle" folgende Spalte ein: "Brückenversorgung (Ein/Aus)". Die Spalte ist eine "Modul" Spalte:



Speichern Sie anschließend die Ansicht, damit die Spalte auch **beim nächsten Start** von imc STUDIO angezeigt wird. Zusätzlich wird in der Ansicht gespeichert, welches Hauptfenster Sie gerade geöffnet haben. Wenn Sie also beim nächsten Start der Software wieder auf der Startseite aufstarten möchten, wechseln Sie vor dem Speichern auf die entsprechende Seite.

8.2.1.2 Bandbreite

Die max. Abtastrate der Kanäle beträgt 10 μ s (100 kHz).

Die analoge Bandbreite (ohne digitale Tiefpassfilterung) bei -3 dB liegt bei 48 kHz mit einer unteren Hochpassgrenze von 0,5 Hz.

8.2.1.3 Anschluss

Als Anschlusstechnik werden [3-polige LEMO Stecker](#) ⁵⁰⁵ LEMO ERN.1S.303.GLN verwendet werden. Der empfohlene Stecker ist der FFA.1S.303.CLA. Hier finden Sie die Pinbelegung der [LEMO-Stecker](#) ⁵⁰⁵.

8.2.2 DCB(C)2-8: DMS-Messbrücken, Spannung, IEPE/ICP

Dieses Brückenmessmodul ist mit 8 differentiellen, analogen Kanälen ausgestattet und ermöglicht die Messung von Spannung, Strom und den Anschluss von IEPE/ICP-Sensoren sowie Brücken und Dehnungsmessstreifen (Viertel-, Halb- und Vollbrücke).

Zur Versorgung von externen Sensoren bzw. für die Brückenmessung ist das Sensorversorgungsmodul mit einstellbarer Versorgungsspannung integriert.

Dieses Modul ist in einer HD (high density) Version DCBC2-8 mit DSUB-26 Anschlusstechnik verfügbar. Die technischen Daten [finden Sie hier](#) ³⁶⁵.

8.2.2.1 Brückenmessung

Die Messkanäle besitzen eine einstellbare Gleichspannungsquelle, mit der die Messbrücken z.B. Dehnungsmessstreifen (DMS) versorgt werden. Die Einstellung der Versorgungsspannung gilt für jeweils acht Eingänge gemeinsam. Die Brückenspeisung erfolgt unsymmetrisch, z.B. bei Einstellung der Brückenspannung $V_B=5\text{ V}$ ergeben sich 5 V an Pin +VB und 0 V an Pin -VB. Der Anschluss -VB ist gleichzeitig der Massebezug des Gerätes.

Standardmäßig gibt es 5 V und 10 V Speisung. Optional kann das Modul mit 2,5 V und/oder 1 V Speisung ab Werk aufgebaut werden. Es ergeben sich folgende **Messbereiche**:

Brückenspannung [V]	Messbereiche [mV/V]
10	±1000 bis ±0,5
5	±1000 bis ±1
2,5 (optional)	±1000 bis ±2
1 (optional)	±1000 bis ±5

Grundsätzlich gilt: Bei gleicher physikalischer Aussteuerung des Sensors steigt mit höher gewählter Brückenspeisung das vom Sensor abgegebene absolute Spannungssignal und damit **Störabstand** und Driftqualität der Messung. Grenzen werden dabei gesetzt durch den maximal verfügbaren Strom der Quelle sowie die Verlustleistung in Sensor (Temperaturdrift!) und Gerät (Leistungsaufnahme!)

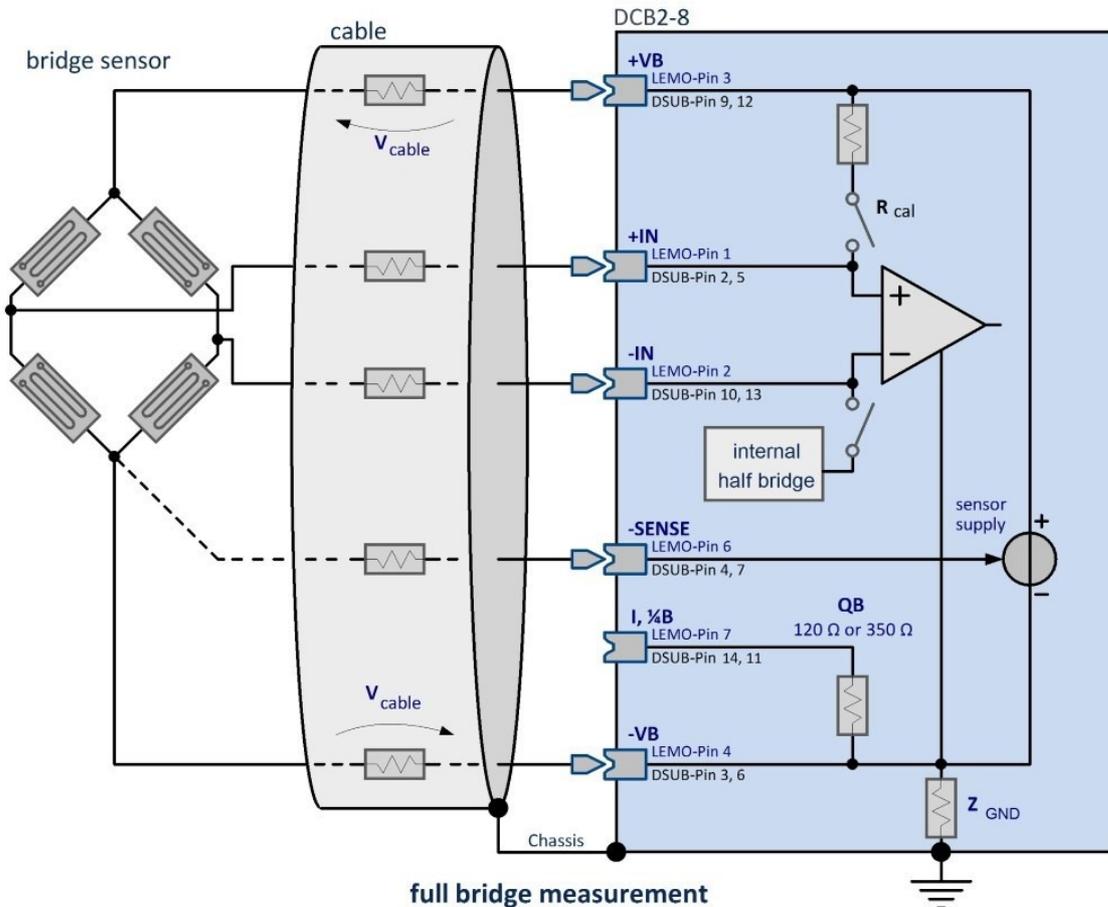
- Für typische Messungen mit **DMS-Sensoren** sind die Bereiche 5 mV/V bis 0,5 mV/V relevant.
- **Potentiometrische Sensoren** können maximal die ihnen eingeprägte Spannung abgeben, also max. 1 V/V, typischer Bereich also 1000 mV/V.

Brückenmessung wird eingestellt, indem als Messmodus *Brücke: Sensor* oder *Brücke: Dehnmessstreifen* in der Einstellsoftware gewählt wird. Die Brückenschaltung selbst wird dabei auf der Karte Brückenschaltung festgelegt, wobei *Viertelbrücke*, *Halbbrücke* und *Vollbrücke* wählbar sind.

Hinweis

Wir empfehlen nicht beschaltete Kanäle auf Spannungsmessung mit maximalen Bereich einzustellen. Ein offener Eingang im Halb- oder Viertelbrückenmodus kann einen Nachbarkanal verstimmen, wenn sich dieser ebenfalls im Halb- oder Viertelbrückenmodus befindet.

8.2.2.1.1 Vollbrücke



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ^[504]
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ^[497]
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Sie haben eine Vollbrücke, bestehend aus vier Widerständen. Das können vier entsprechend geschaltete DMS sein oder auch ein fertiger Sensor, der eine interne Vollbrücke enthält.

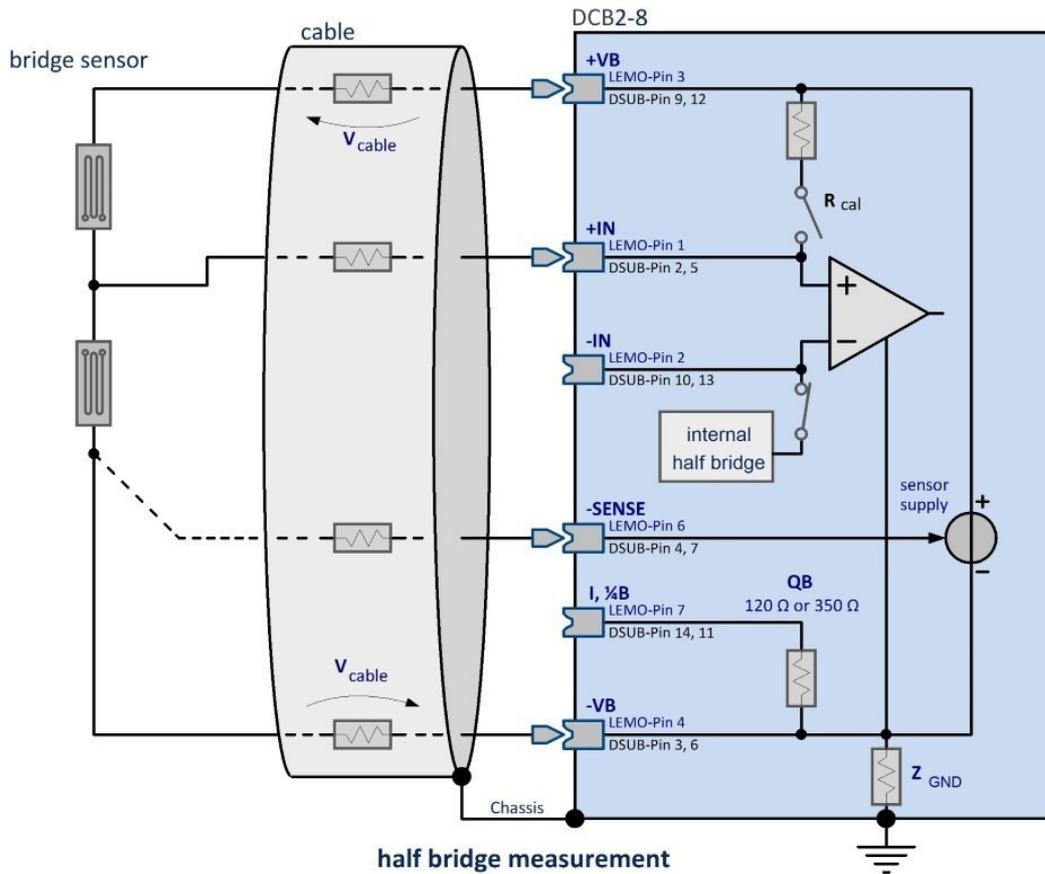
Die Vollbrücke wird 5-drahtig angeschlossen. Zwei Drähte an +VB und -VB dienen der Versorgung, zwei Drähte an +IN und -IN nehmen die Differenzspannung auf. Der fünfte Draht an SENSE dient als Senseleitung für den unteren Anschluss der Versorgung. Über die Senseleitung kann der einseitige Spannungsabfall am Zuleitungskabel festgestellt werden.

Es wird angenommen, dass das andere Versorgungskabel an +VB denselben Widerstand hat und somit denselben Spannungsabfall produziert. Deshalb kann auf eine sechste Leitung verzichtet werden. Mit Hilfe der Senseleitung ist es möglich, auf die wirkliche Versorgungsspannung der Messbrücke zu schließen, um dann einen sehr genauen Messwert in mV/V zu erhalten.

Bitte beachten Sie den maximal zulässigen Spannungsabfall entlang eines Kabels, der nie größer als etwa 0,5 V werden darf. Daraus resultiert die maximal mögliche Kabellänge.

Falls das Kabel sehr kurz und sein Querschnitt ausreichend groß ist, kann der Spannungsabfall entlang der Versorgungsleitung ignoriert werden. In diesem Fall kann die Brücke vierdrahtig ohne Sense angeschlossen werden.

8.2.2.1.2 Halbbrücke



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ⁵⁰⁴
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ⁴⁹⁷
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

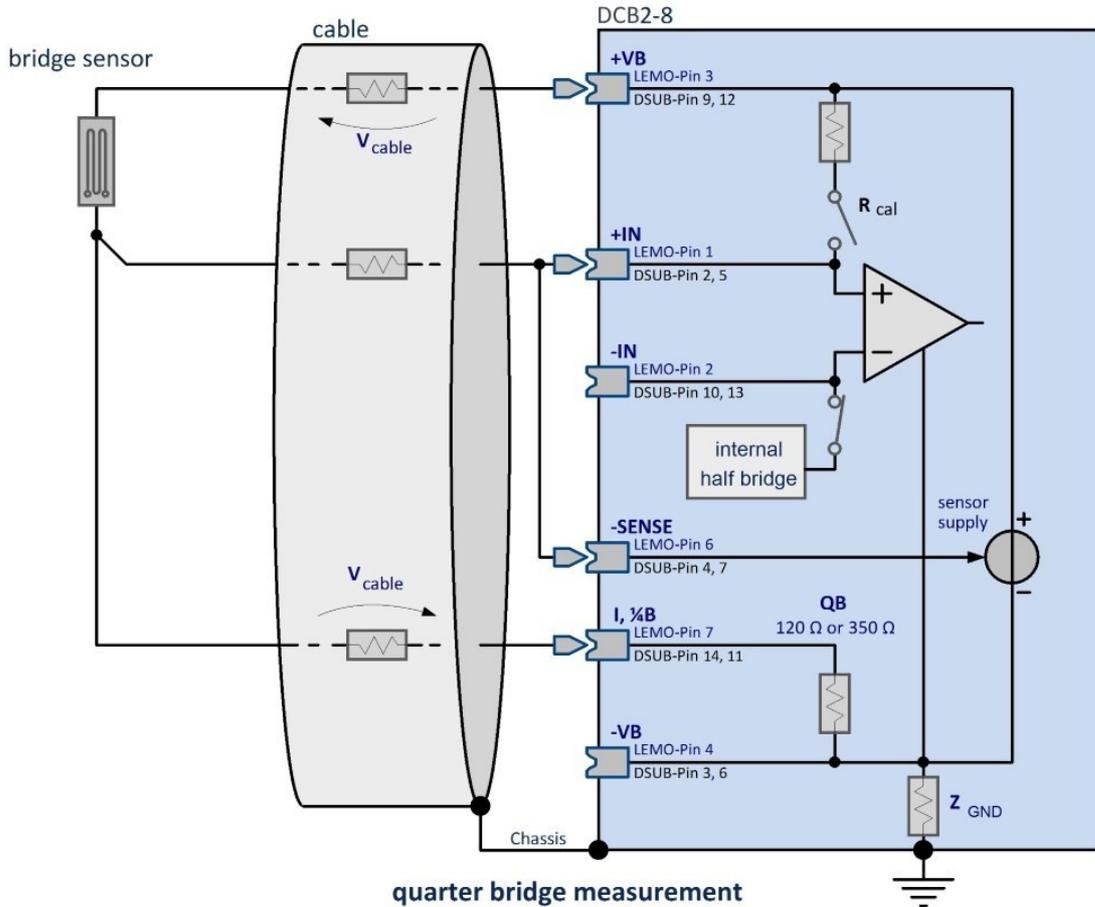
Sie haben nur eine Halbbrücke. Das können z.B. zwei zusammen geschaltete DMS sein oder ein Sensor, der intern eine Halbbrücke ist, oder ein potentiometrischer Sensor. Die Halbbrücke wird 4-drahtig angeschlossen. Zur Wirkung und Nutzung der Senseleitung SENSE siehe Beschreibung der [Vollbrücke](#) ¹⁵⁷.

Der Verstärker ergänzt intern eine Halbbrücke, so dass der Differenzverstärker an einer Vollbrücke arbeitet.



Es ist wichtig, dass das Messsignal der Halbbrücke an +IN angeschlossen wird. Der Anschluss an -IN führt zu unplausiblen Messwerten und zur Beeinflussung der Nachbarkanäle.

8.2.2.1.3 Viertelbrücke



quarter bridge measurement

LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ^[504]
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ^[497]
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Sie haben nur eine Viertelbrücke, z.B. ein einziger DMS oder ein Widerstand. Sein Nennwert beträgt 120 Ω oder 350 Ω.

DCB(C)2-8 ergänzt intern eine Viertelbrücke die von 120 Ω auf 350 Ω umschaltbar ist.

Bei Viertelbrückenmessung kann nur eine Brückenversorgung von 5 V gewählt werden.

Die Viertelbrücke wird 3-drahtig mit Senseleitung angeschlossen. Beachten Sie dazu auch die Hinweise zur Senseleitung bei der Beschreibung der Vollbrücke. Allerdings wird bei der Viertelbrücke die Senseleitung an +IN und SENSE gemeinsam angeschlossen.

Bei einem Verstärker mit ±15 V Sensorversorgung entfällt die Viertelbrückenmessung, da die Klemme I_{1/4B} als Anschluss der -15 V genutzt wird.

8.2.2.1.4 Sense und Anfangsvertrimmung

Die **SENSE**-Leitung dient zur Kompensation von Spannungsabfällen an Kabelwiderständen, die sich andernfalls als Messfehler bemerkbar machen würden. Sind keine Senseleitungen vorhanden so muss in jedem Fall **SENSE** am Anschlussstecker entsprechend den obigen Plänen angeschlossen werden.

Brückenmessung ist eine relative Messung (**ratiometrisches Verfahren**), bei der ausgewertet wird, welcher Bruchteil der eingespeisten Brückenversorgung von der Brücke abgegeben wird (typischerweise im 0,1 % Bereich, entsprechend 1 mV/V). Die Kalibrierung des Systems bezieht sich dabei direkt auf dieses Verhältnis, den Brückenmessbereich, und berücksichtigt dabei den aktuellen Betrag der Speisung. Dies bedeutet, dass der **tatsächliche Betrag der Brückenspeisung nicht relevant** ist und nicht notwendigerweise innerhalb der spezifizierten Gesamtgenauigkeit der Messung liegen muss.

Eine **Anfangsvertrimmung** der Messbrücke, wie sie bei Dehnungsmesssteifen durch mechanische Vorspannung in der Ruhelage auftritt, ist zu Null abgleichbar. Sie kann ein Mehrfaches des Messbereichs betragen (Brückenabgleich oder Brückensymmetrierung). Sollte die Anfangsvertrimmung so groß sein, das ein Ausgleich durch das Gerät nicht möglich ist, muss ein größer Messbereich eingestellt werden.

Maximale Anfangsvertrimmung

Messbereich [mV/V]	Brückensymmetrierung (VB = 2,5 V) [mV/V]	Brückensymmetrierung (VB = 5 V) [mV/V]	Brückensymmetrierung (VB = 10 V) [mV/V]
±1000	200	500	240
±500	2000	100	700
±200	40	400	60
±100	140	20	200
±50	200	70	10
±20	20	100	35
±10	30	14	50
±5	7	18	7
±2	9	3,5	10
±1	-	4,5	2
±0,5	-	-	5

8.2.2.1.5 Abgleich und Kalibriersprung

Die Module bieten Möglichkeiten einen Brückenabgleich oder Kalibriersprung auszulösen:

- Abgleich /Kalibriersprung nach dem Einschalten (Kaltstart) des Gerätes. Wird diese Option gewählt, so wird beim jedem Neustart des Gerätes ein Abgleich aller Brückenkanäle durchgeführt.
- Abgleich / Kalibriersprung über den Dialog *Verstärkerabgleich*.
- Beim Ausführen eines Kalibriersprungs wird die Brücke mit einem parallel geschalteten Widerstand von 59,8 kΩ oder 174,7 kΩ vertrimmt. Daraus ergibt sich:

Brückenwiderstände	120 Ω	350 Ω
59,8 kΩ	0,5008 mV/V	1,458 mV/V
174,7 kΩ	0,171 mV/V	0,5005 mV/V

Die beschriebenen Verfahren zum Abgleich von Brückenkanälen gelten analog auch für den Spannungs-Messmodus mit zugelassenem Nullabgleich.

 **Hinweis**

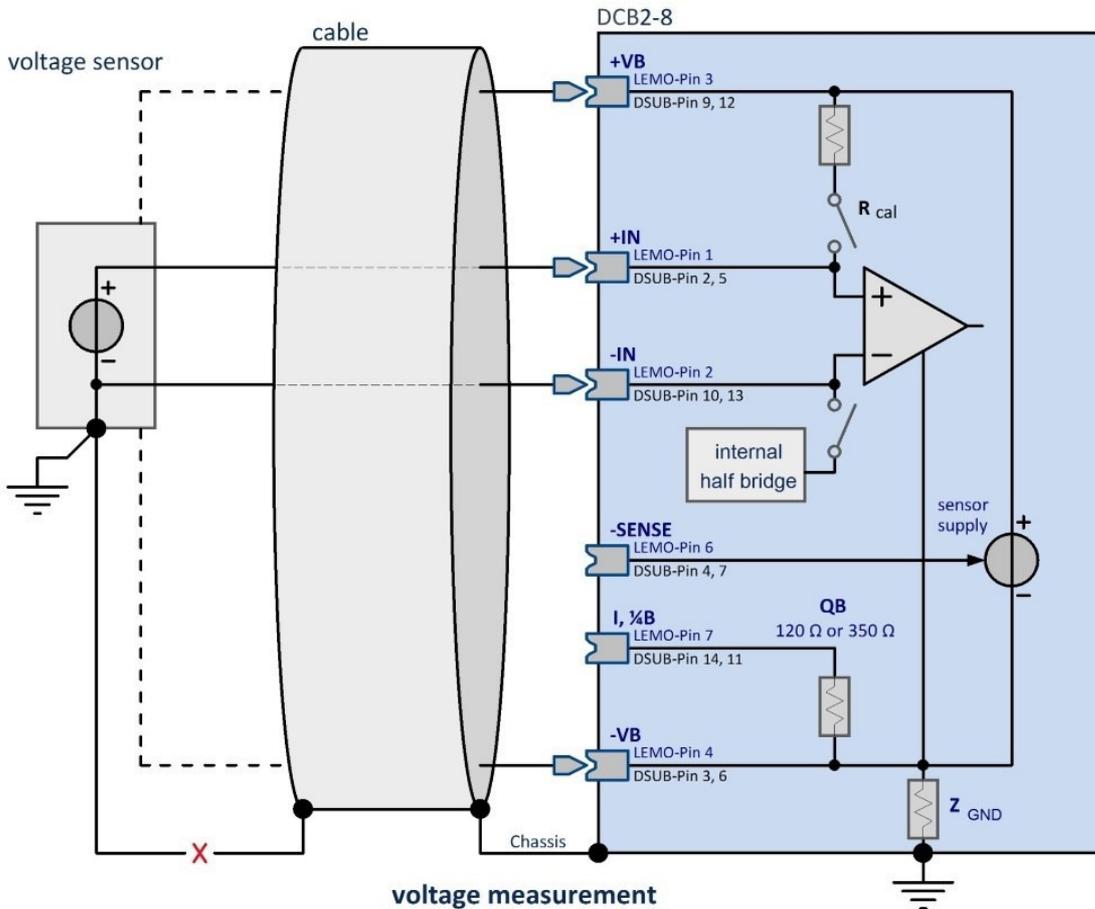
Wir empfehlen nicht beschaltete Kanäle auf Spannungsmessung mit maximalen Bereich einzustellen. Ansonsten kann es bei einem Kalibriersprung zu Beeinflussungen kommen, wenn sich offene Kanäle im Viertel- oder Halbbrückenmodus befinden.

8.2.2.2 Spannungsmessung

- Spannung: $\pm 10\text{ V}$ bis $\pm 5\text{ mV}$

Der Eingangswiderstand beträgt $20\text{ M}\Omega$. Bei ausgeschaltetem Gerät sinkt er auf ca. $1\text{ M}\Omega$.

8.2.2.2.1 Spannungsquelle mit Massebezug



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ⁵⁰⁴
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ⁴⁹⁷
Z_{GND}	ist ca. $500\text{ k}\Omega$ für CRFX, sonst $0\ \Omega$

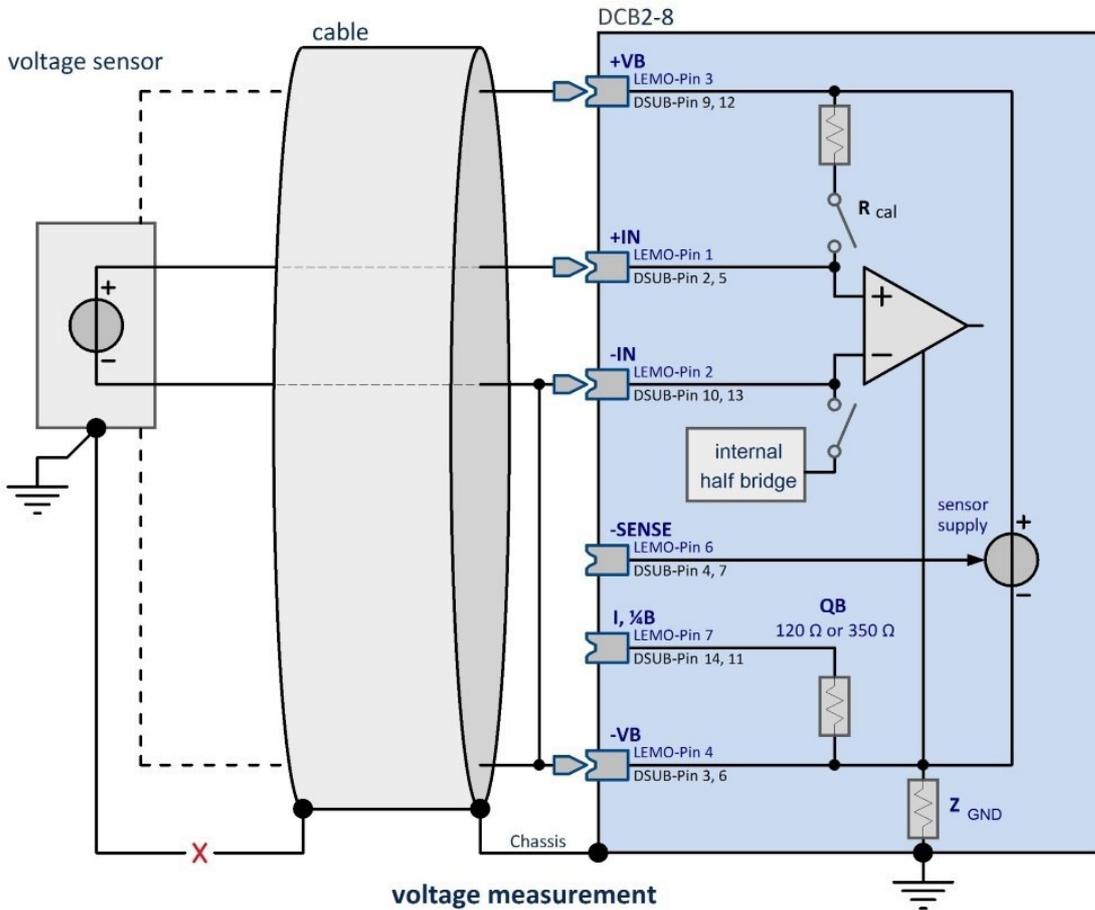
Die Spannungsquelle selbst hat schon einen Bezug zur Masse des Gerät. Die Spannungsquelle muss im Potential gegenüber der Geräte-Masse festgelegt sein.

Beispiel: Das Messgerät ist geerdet. Damit liegt Eingang -VB auch auf Erdpotential. Ist die Spannungsquelle selbst auch geerdet, hat sie einen Bezug zur Geräte-Masse. Es stört dabei nicht, dass das Erdpotential an der Spannungsquelle ggf. um einige Volt verschoben ist gegenüber dem am Gerät selbst. Die maximal zulässige Gleichtaktspannung darf jedoch nicht überschritten werden.

Wichtig: In diesem Fall darf der negative Signaleingang -IN nicht mit der Masse -VB am Gerät verbunden werden. Andernfalls würde eine Masseschleife entstehen, durch die Störungen eingekoppelt werden.

In diesem Fall wird eine echte differentielle (aber nicht isolierte!) Messung durchgeführt.

8.2.2.2 Spannungsquelle ohne Massebezug



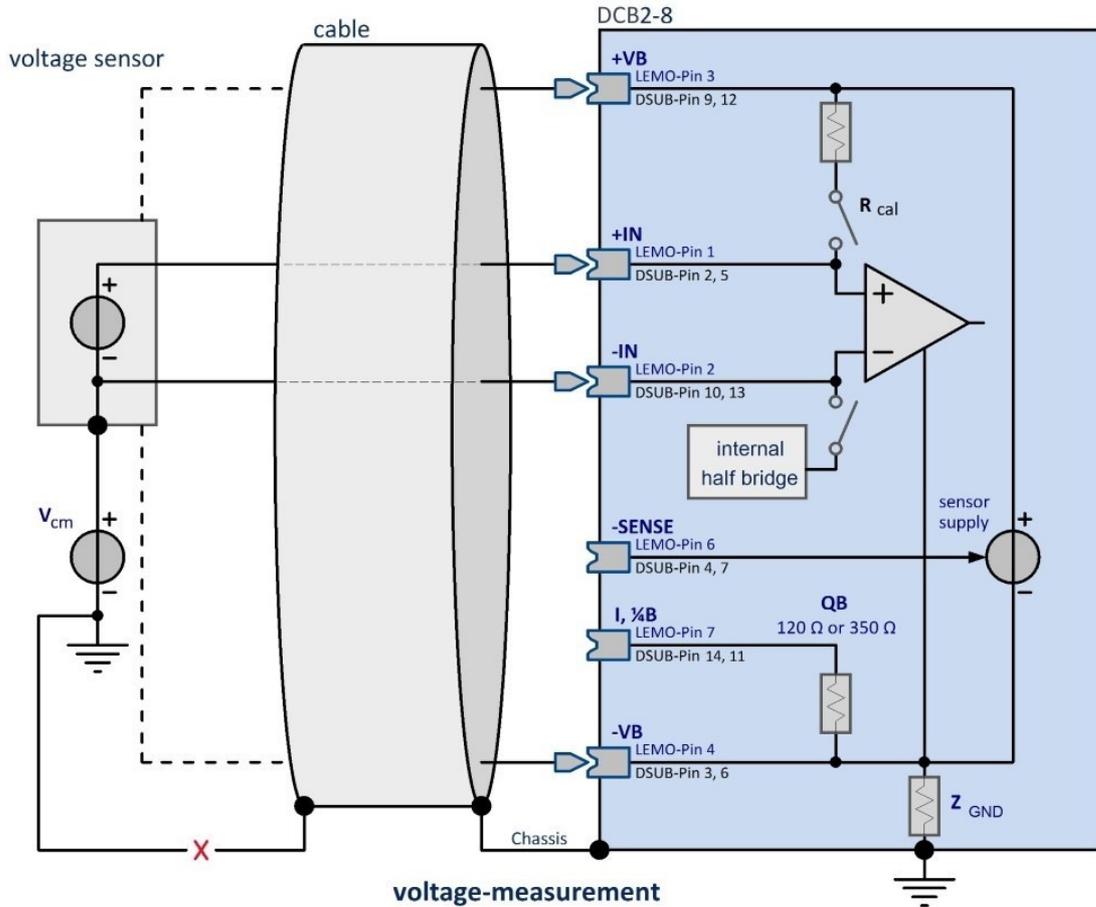
LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ^[504]
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ^[497]
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Die Spannungsquelle selbst hat keinen Bezug zur Masse des Messsystems. Die Spannungsquelle schwebt im Potential frei gegenüber der Gerätemasse. In diesem Fall sollte ein Massebezug hergestellt werden. Das kann z.B. dadurch erreicht werden, dass die Spannungsquelle selbst geerdet wird. Es kann so verfahren werden wie unter Spannungsquelle mit Massebezug und es wird immer noch differentiell gemessen. Man kann auch den negativen Signaleingang mit der Masse am Gerät verbinden, also -IN und -VB verbinden.

Beispiel: Eine nicht geerdete Spannungsquelle wird gemessen, z.B. eine Batterie, deren Kontakte keine Verbindung zu Erdpotential haben. Das Messgerät ist geerdet.

Wichtig: Wenn -IN und -VB verbunden werden, muss darauf geachtet werden, dass die Signalquelle in ihrem Potential auch wirklich auf das Potential der Gerätemasse gebracht wird, ohne dass ein nennenswerter Strom fließt. Falls die Quelle wider Erwarten festgelegt und sich nicht im Potential ziehen lässt, besteht die Gefahr der Zerstörung des Verstärkers. Durch eine Verbindung von -IN und -VB wird praktisch eine single-ended Messung durchgeführt. Das ist kein Nachteil, falls vorher kein Massebezug bestand.

8.2.2.2.3 Spannungsquelle auf anderem festen Potential



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ^[504]
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ^[497]
Z_{GND}	ist ca. 500 k Ω für CRFX, sonst 0 Ω

Die Gleichtaktspannung U_{cm} muss im Bereich von ± 10 V liegen. Diese verringert sich um die halbe Eingangsspannung.

Beispiel: Es soll eine Spannungsquelle gemessen werden, die sich auf einem Potential von z.B. 120 V gegen Erde befindet. Das Messgerät selbst ist geerdet. Da die Gleichtaktspannung größer als erlaubt ist, ist eine Messung nicht möglich. Außerdem wäre die Eingangsspannung gegenüber der Masse des Verstärkers höher als der maximale Grenzwert für eine Überspannung.

8.2.2.3 Strommessung

Diese Messung erfolgt mit dem Shunt-Stecker oder massebezogen über die interne Viertelbrückenergänzung.

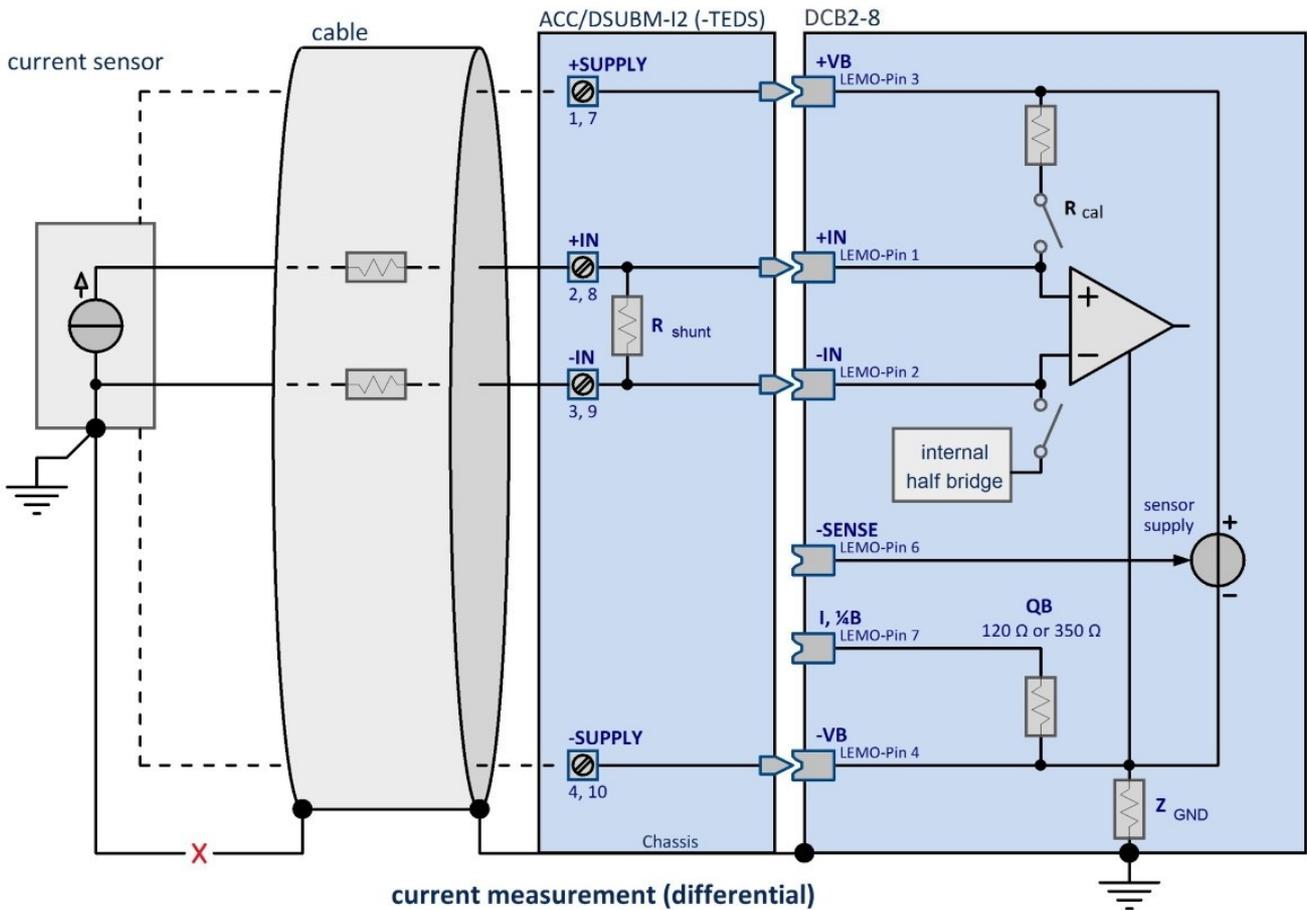
8.2.2.3.1 Differentielle Strommessung

Hinweis

Voraussetzung

Folgendes gilt nur für Module mit DSUB Anslusstechnik.

- Strom: z.B. $\pm 50 \text{ mA}$ bis $\pm 1 \text{ mA}$



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ⁵⁰⁴
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ⁴⁹⁷
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Für diese Strommessung muss der imc Shunt-Stecker benutzt werden. Dieser Stecker enthält einen 50 Ω Bürdewiderstand. Darüber hinaus kann auch über eine extern angeschlossene Bürde Spannung gemessen werden. Eine entsprechende Skalierung ist in der Oberfläche einzutragen. Der Wert von 50 Ω ist nur ein Vorschlag. Der Widerstand sollte ausreichend genau sein. Bitte beachten Sie die Leistungsaufnahme im Bürdenwiderstand.

Die **maximale Gleichtaktspannung** muss auch bei dieser Anordnung im Bereich $\pm 10 \text{ V}$ liegen. Das kann i.a. nur sichergestellt werden, wenn auch die Stromquelle selbst schon einen Masse- bzw. Erdbezug hat. Hat die Stromquelle keinen Massebezug besteht die Gefahr einer nicht zulässigen Überspannung am Verstärker. Ggf. ist ein Massebezug der Stromquelle herzustellen, z.B. durch Erdung der Stromquelle.

Über +VB und -VB kann der Sensor zusätzlich mit einer Spannung versorgt werden, die über die Software eingestellt werden kann.

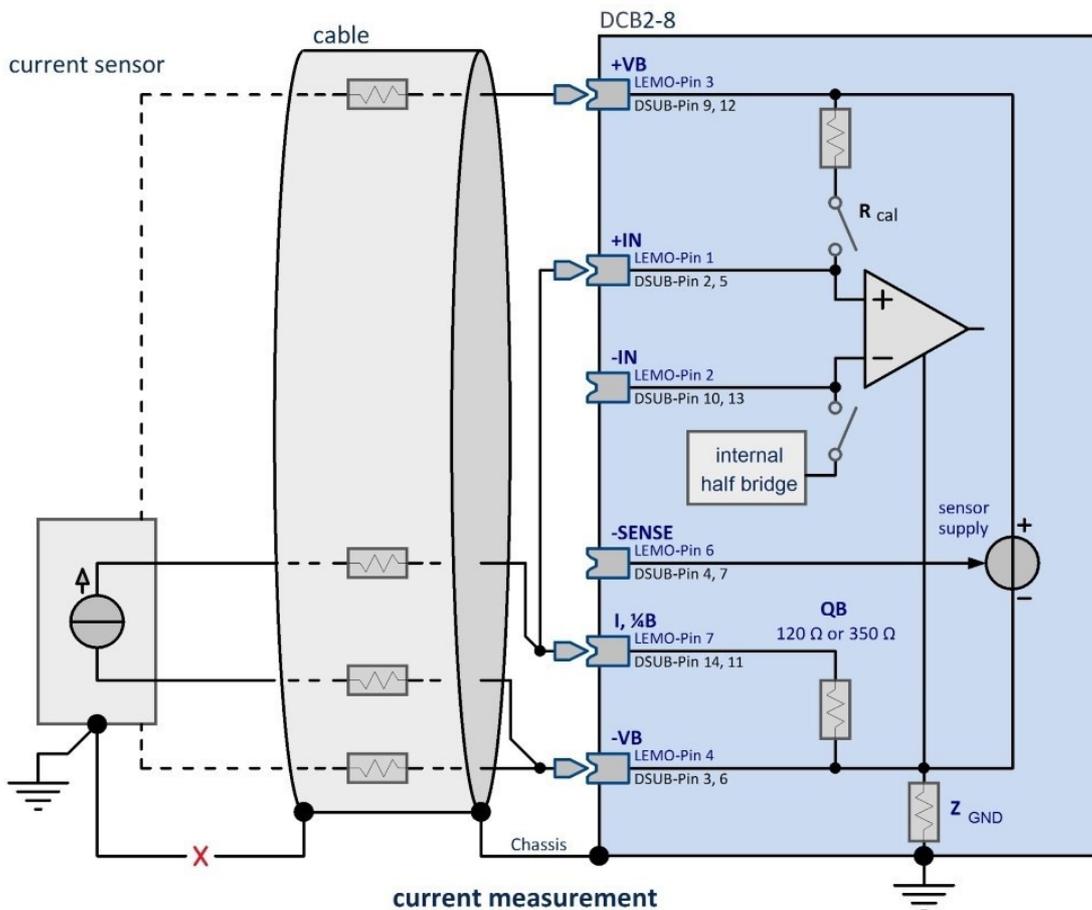
Hinweis

Da es sich bei diesem Verfahren um eine Spannungsmessung am Bürdewiderstand handelt, muss in der imc Software auch eine Spannungsmessung eingestellt werden.

Der Skalierungsfaktor wird mit $1/R$ und der Einheit A eingetragen ($0,02 \text{ A/V} = 1/50 \Omega$).

8.2.2.3.2 Massebezogene Strommessung

- Strom: $\pm 50 \text{ mA}$ bis $\pm 2 \text{ mA}$



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ⁵⁰⁴
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ⁴⁹⁷
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Bei dieser Anordnung fließt durch den im Verstärker enthaltenen Bürdewiderstand von 120 Ω der zu messende Strom. Dabei ist zu beachten, dass Anschluss -VB auch gleichzeitig die Masse des Verstärkers ist. Damit wird eine massebezogene Messung durchgeführt. Die Stromquelle selbst wird dabei in ihrem Potential auf die Masse des Verstärkers gezogen.

Hierbei wird in der Einstellung Messmodus Strom in der Einstellsoftware gewählt.

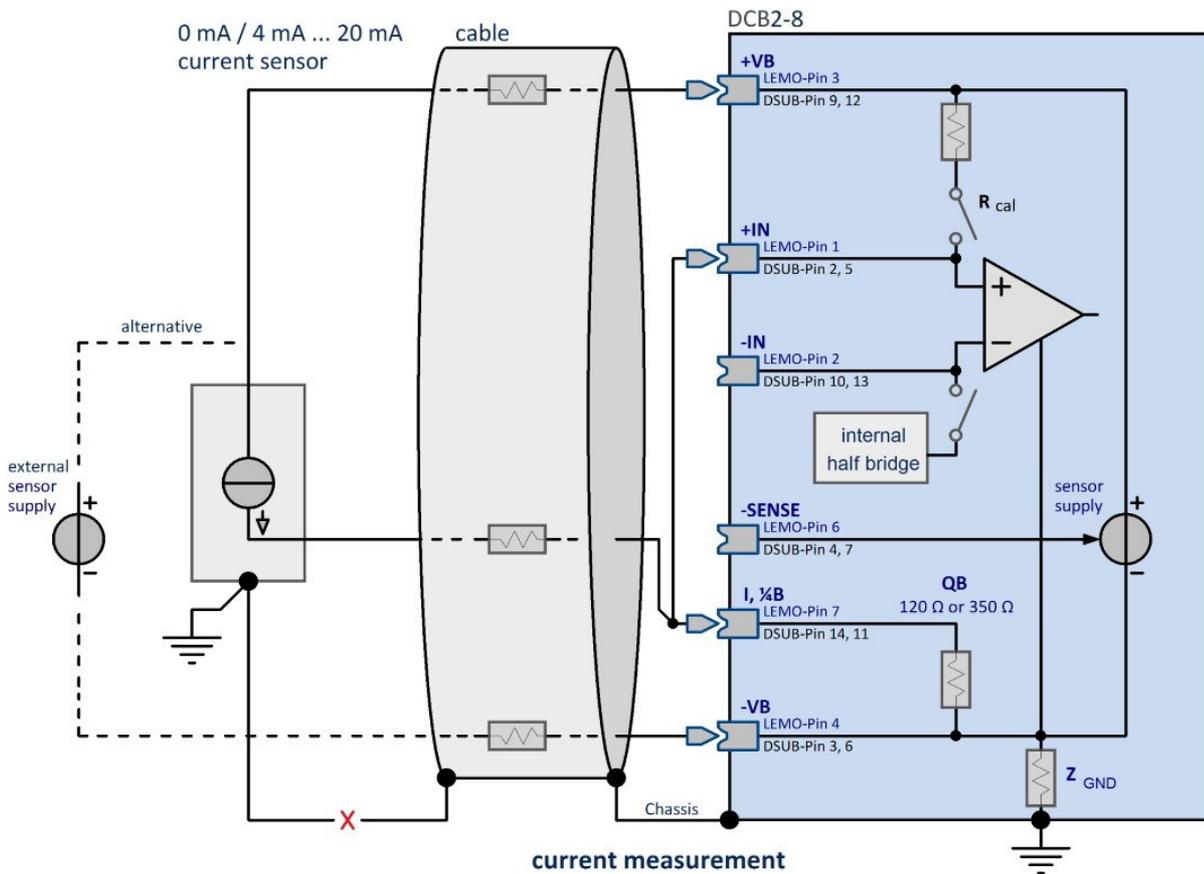
Beachten Sie, dass die Brücke von +IN nach +I; $\frac{1}{4}_{\text{Bridge}}$ unmittelbar im Stecker an +I; $\frac{1}{4}_{\text{Bridge}}$ angeschlossen wird.

Hinweis

Bei einer Sensorversorgung mit gewählter $\pm 15\text{ V}$ Option entfällt die massebezogene Strommessung, da die Klemme $I_{1/4\text{Bridge}}$ als Anschluss der -15 V genutzt werden.

8.2.2.3.3 2-Leiter für Sensoren mit Stromsignal und var. Versorgung

- Z.B. für Druck-Messumformer 4.. 20 mA.



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ⁵⁰⁴
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ⁴⁹⁷
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Messumformer, die als Abbild der physikalischen Messgröße ihre Stromaufnahme haben und variable Versorgungsspannungen zulassen, können in Zweileitertechnik angeschlossen werden. Das Gerät liefert dabei die Versorgung und misst das Stromsignal.

In der Einstelloberfläche auf der Karte *Universalverstärker Allgemein* wird die Spannungsversorgung der Sensoren i. A. eine Spannung von 24 V ausgewählt. Die Kanäle sind auf *Strommessung* zu konfigurieren.

Der Sensor wird über die Klemmen $+VB$ und $+I; \frac{1}{4}\text{Bridge}$ versorgt.

Das Messsignal wird am Messgerät zwischen $+IN$ und $-VB$ gemessen. Es ist deshalb im Anschlussstecker eine Brücke zwischen $+IN$ und $I; \frac{1}{4}\text{Bridge}$ vorzusehen.

! Hinweis

Über den Widerständen der Zuleitung sowie über den internen Messwiderstand von 120Ω fällt eine stromproportionale Spannung ab. Diese steht der Versorgung des Messumformers nicht mehr zur Verfügung ($2,4 \text{ V} = 120 \Omega \cdot 20 \text{ mA}$). Daher muss sichergestellt sein, dass die resultierende Versorgungsspannung ausreichend ist. Gegebenenfalls muss der Querschnitt der Zuleitung ausreichend groß gewählt werden.

8.2.2.4 Sensoren mit Stromspeisung

Zur Erfassung von stromgespeisten Sensoren empfehlen wir den DSUB-15 Erweiterungsstecker [ACC/DSUBM-ICP2I-BNC\(-F,-S\)](#)^[260].

! Hinweis

DCB2-8 bzw. B-8 mit DSUB-15 Anschlüssen

Triaxial Sensoren werden nur bei Verwendung eines auf den Messverstärker gesteckten Metallsteckers ACC/DSUBM-ICP2I-BNC(-F, -S) unterstützt.

8.2.2.5 Sensorversorgung

Die Kanäle verfügen über eine integrierte Sensorversorgung, welche eine einstellbare Versorgungsspannung für aktive Sensoren zur Verfügung stellt. Diese Spannungsquelle hat Bezug zum Chassis des Verstärkers. Der eingestellte Wert der Versorgungsspannung gilt global für alle acht Kanäle des Moduls.

Die Versorgungsausgänge sind intern elektronisch gegen Kurzschluss mit Masse abgesichert. Bezugspotential, also Versorgungs-Masseanschluss für den Sensor, ist die Klemme GND.

! Hinweis

Die gewählte Spannung ist gleichzeitig die Versorgung für Messbrücken. Wird ein anderer Wert als 5 V oder 10 V eingestellt, ist Brückenmessung nicht mehr möglich!

8.2.2.6 Bandbreite

Die **max. Abtastrate** der Kanäle beträgt 100 kHz (10 μs). Die analoge Bandbreite (ohne digitale Tiefpassfilterung) liegt bei 5 kHz (-3 dB).

8.2.2.7 Anschluss

Die folgenden Anschlüsse sind verfügbar:

- DSUB-15 Stecker (siehe [Pinbelegung](#)^[497])
- LEMO (siehe [Pinbelegung](#)^[504])
- DSUB-26-HD (siehe [Pinbelegung](#)^[501])

Der BC-8 verwendet 26-polige HD (High Density) DSUB Buchsen. Diese ermöglichen pro Buchse vier Kanäle.

8.2.3 B(C)-8: DMS-Messbrücken, Spannung, IEPE/ICP

Der B(C)-8 ist ein kompakter Brückenverstärker und entspricht dem [DCB\(C\)2-8](#)^[156] mit hoher Bandbreite von 48 kHz (-3 dB).

Es gilt die Beschreibung des [DCB\(C\)2-8](#)^[156] mit Ausnahme der Bandbreite und der Filter.



Verweis

[Technische Daten des B\(C\)-8](#) 

8.2.3.1 Anschlüsse

Die folgenden Anschlüsse sind verfügbar:

- DSUB-15 Stecker (siehe [Pinbelegung](#) )
- LEMO (siehe [Pinbelegung](#) )
- DSUB-26-HD (siehe [Pinbelegung](#) )

Der BC-8 verwendet 26-polige HD (High Density) DSUB Buchsen. Diese ermöglichen pro Buchse vier Kanäle.

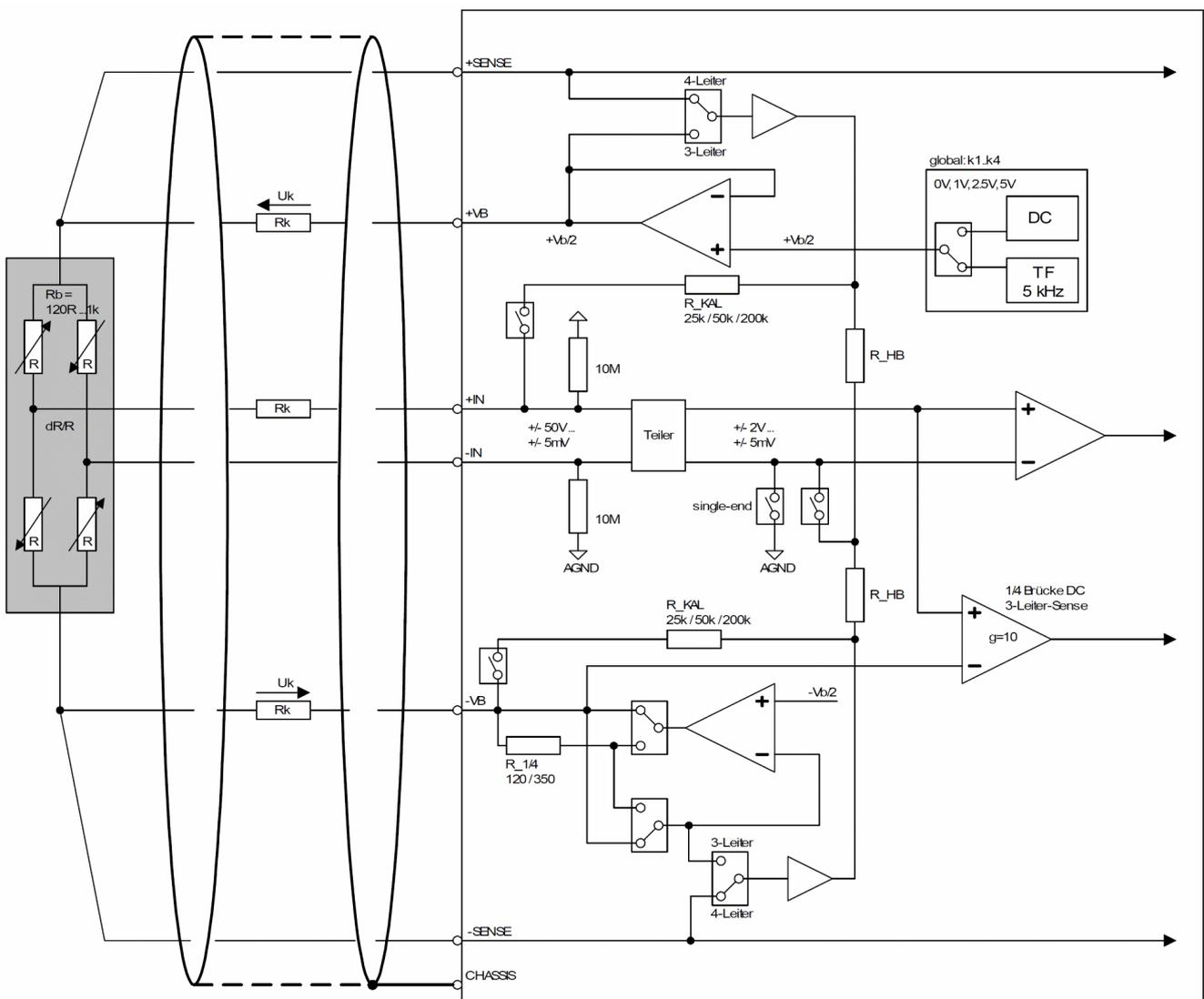
8.2.4 BR2-4: DMS-Messbrücken, LVDT, Spannung, IEPE/ICP

Der BR2-4 ist ein universaler Brückenverstärker für 4 Kanäle (auch als DC-Differenzverstärker nutzbar). Er ermöglicht die Messung von vier Messbrücken, DMS und LVDT die wahlweise mit DC oder TF gespeist werden, siehe [technische Daten](#)  356.

Besonderheiten

- DC und TF Modus (5 kHz) für Brücken, DMS und LVDT
- Einfache und doppelte Fühlerleitung (5/6-Leiter-Technik bei Vollbrücke) möglich
- Symmetrische Brückenversorgung von 1 V, 2,5 V, 5 V sowohl im DC- wie auch im TF-Modus
- Interne Viertelbrückenergänzung, umschaltbar 120 Ω und 350 Ω
- Kabelbrucherkennung

8.2.4.1 Brückenmessung



Blockschaltbild

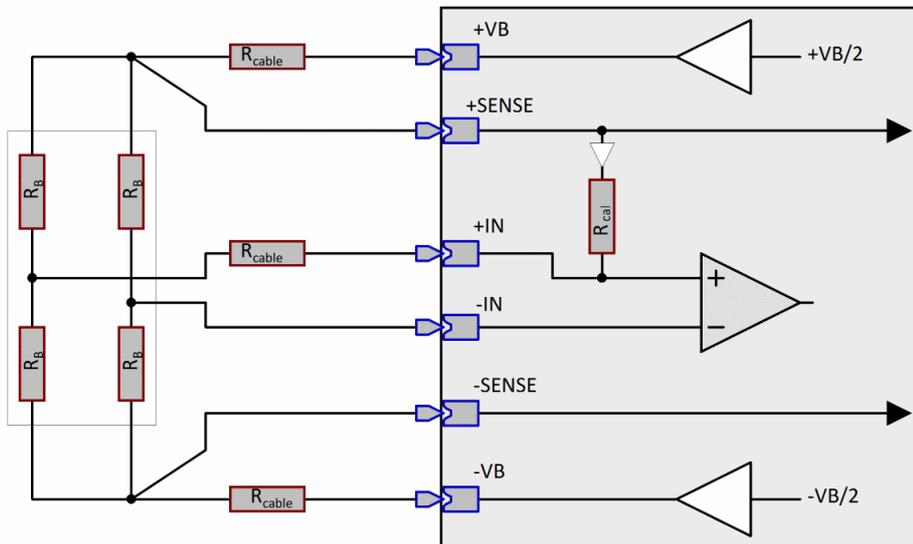
Senseleitung

Der Verstärker unterstützt Konfigurationen mit einfacher Fühlerleitung (Sense) zur Kompensation von symmetrischen Kabeln: Die jeweils nicht benutzte Sense-Leitung offen lassen (+ oder -SENSE): Interne pulldown-

Widerstände sorgen für definierte Nullpegel zur automatischen Erkennung der SENSE-Konfiguration. Diese wird in der Abgleichoberfläche angezeigt und ermöglichen außerdem eine Fühlerbrucherkennung.

8.2.4.1.1 Vollbrücke

Vollbrücke, mit doppelter Fühlerleitung (Sense)



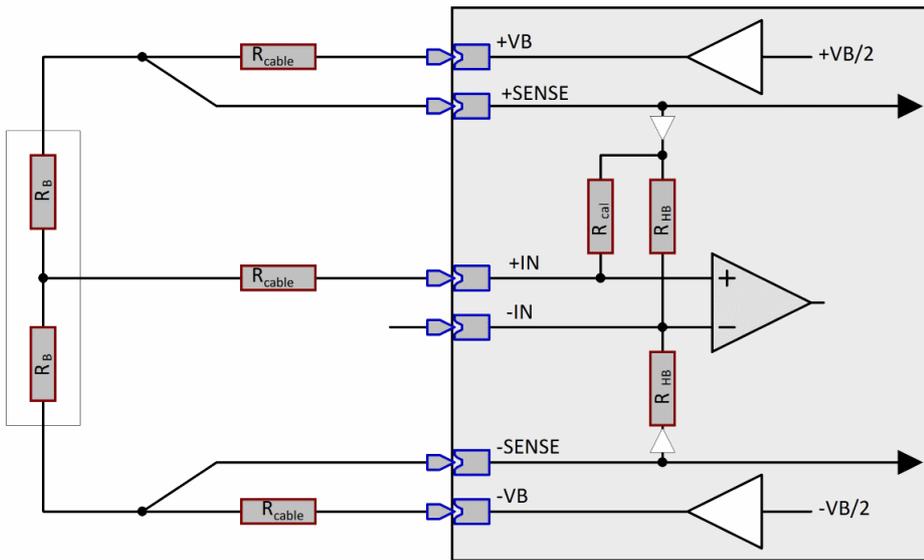
- 6-Leiter-Anschluss
- Beide SENSE-Leitungen $\pm SENSE$ benutzt ("doppelte Sense")
Ausgleich des Einflusses auch von unsymmetrischen Kabelwiderständen.
- Kalibrierwiderstand für Kalibriersprung;
bei langen Kabel im TF-Modus nur mit eingeschränkter Präzision wegen Phasenfehlern

Vollbrücke mit einfacher Fühlerleitung (Sense), nur DC Modus

- Analog zur entsprechenden Halbbrückenkonfiguration

8.2.4.1.2 Halbbrücke

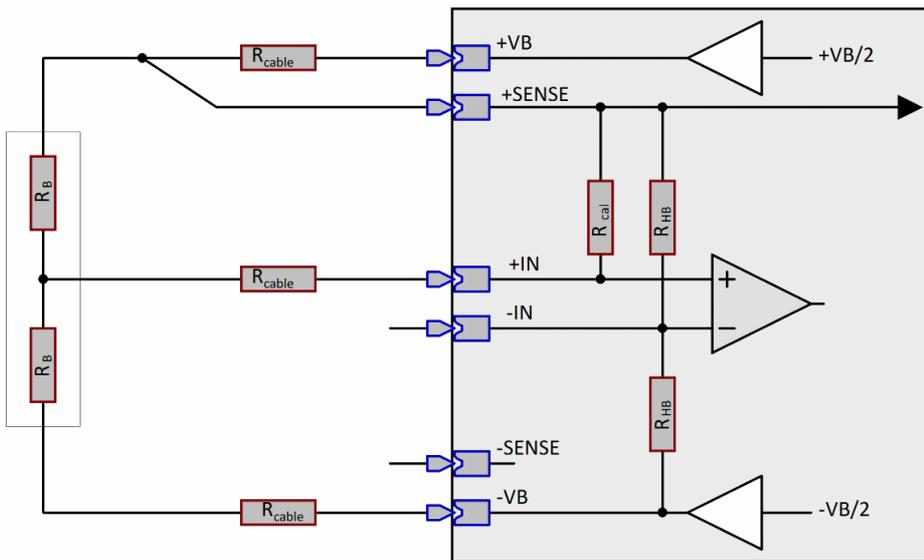
Halbbrücke, mit doppelter Fühlerleitung (Sense)



Halbbrücke, mit doppelter Fühlerleitung (Sense)

- 5-Leiter-Anschluss
- Beide SENSE-Leitungen \pm SENSE benutzt (doppelte Sense): Ausgleich des Einflusses auch von unsymmetrischen Kabelwiderständen.
- Kalibrierwiderstand für Kalibriersprung: Shuntkalibrierung an externem Halbbrückenweig bei langen Kabel im TF-Modus nur mit eingeschränkter Präzision wg. Phasenfehlern
- Interne Halbbrückenergänzung wird von rückgeführten und gepufferten SENSE-Signalen gespeist, daher auch unsymmetrische Kabel zulässig ohne daraus folgende Offset-Drift!

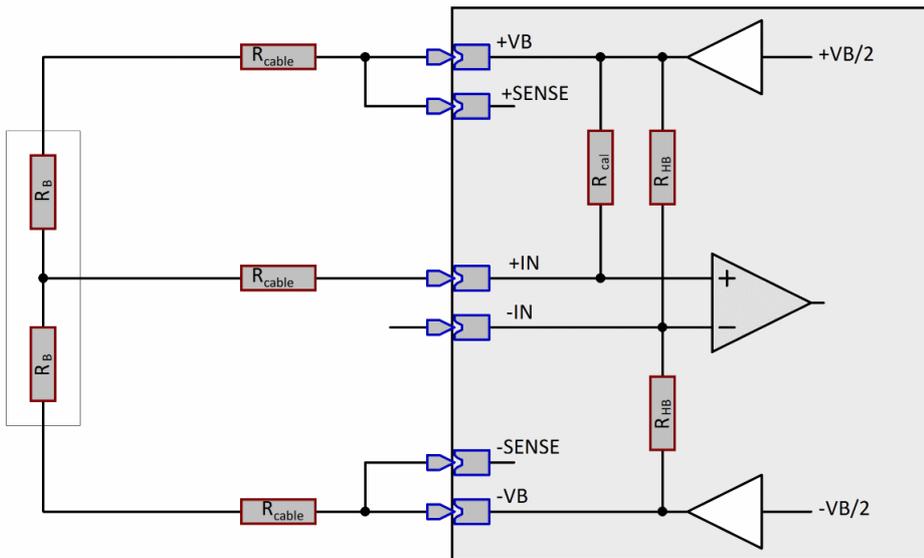
Halbrücke mit einfacher Fühlerleitung (Sense), nur DC Modus



Halbrücke, einfache Fühlerleitung (Sense)

- 4-Leiter-Anschluss
- Nur eine SENSE-Leitung benutzt (einfache Sense): Ausgleich des Einflusses von symmetrischen Kabelwiderständen. +SENSE oder -SENSE verwendbar, wird automatisch erkannt, nicht benutzte SENSE offen lassen. (Interne pulldown-Widerstände sorgen für definierte Nullpegel zur automatischen Erkennung der SENSE-Konfiguration.)
- Kalibrierwiderstand für Kalibriersprung: Shuntkalibrierung an externem Halbbrückenweig bei langen Kabel im TF-Modus nur mit eingeschränkter Präzision wg. Phasenfehlern
- Interne Halbbrückenergänzung wird von $\pm VB$ gespeist, daher symmetrische Kabel erforderlich, sonst nicht nur fehlerhafte Verstärkungskorrektur, sondern auch entsprechende Offset-Drift!

Halbrücke, ohne Fühlerleitungen (Sense)

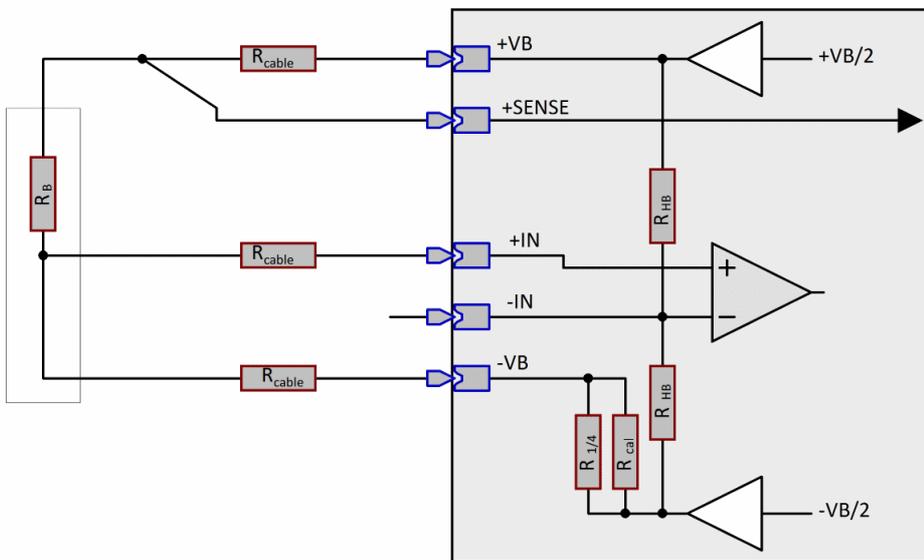


Halbrücke, ohne Fühlerleitungen (Sense)

- 3-Leiter-Anschluss
- keine SENSE-Leitung benutzt, SENSE Klemmen offen lassen oder am Stecker mit $\pm VB$ brücken, um die Übergangswiderstände des Steckers auszugleichen.
- Kalibrierwiderstand für Kalibriersprung: Shuntkalibrierung an externem Halbbrückenweig bei langen Kabel im TF-Modus nur mit eingeschränkter Präzision wg. Phasenfehlern
- Optionale Kabelwiderstandkompensation ("offline"): Ermittlung des Kabelwiderstands mittels Kalibriersprung und automatischer Verrechnung. Symmetrische Kabel erforderlich (auch an $+IN!$). Keine Erfassung der Drift des Kabelwiderstands, da nur offline vor der Messung durchzuführen
- Interne Halbbrückenergänzung wird von $\pm VB$ gespeist, daher symmetrische Kabel erforderlich, sonst nicht nur fehlerhafte Verstärkungskorrektur, sondern auch entsprechende Offset-Drift!

8.2.4.1.3 Viertelbrücke

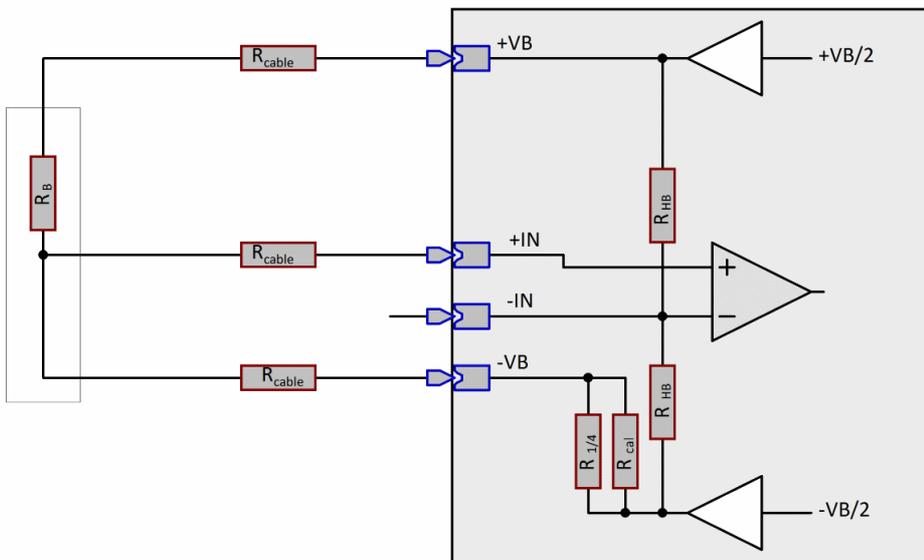
Viertelbrücke, mit Fühlerleitung (Sense)



Viertelbrücke, mit Fühlerleitung (Sense)

- 4-Leiter-Anschluss
- SENSE benutzt:
Kompensation des Spannungsabfalls an symmetrischen Kabeln
- Kalibrierwiderstand für Kalibriersprung: Shuntkalibrierung an interner Viertelbrückenergänzung
Kalibriersprung anwendbar auch bei langen Kabeln im TF-Modus!
- symmetrische Kabel erforderlich, sonst entsprechende Offset-Drift!

Viertelbrücke, ohne Sense



Viertelbrücke, ohne Sense

- 3-Leiter-Anschluss
- Keine SENSE-Leitung benutzt, SENSE Klemmen offen lassen. Auch +SENSE darf NICHT angeschlossen werden. Eine Kompensation des Stecker-Übergangswiderstandes an VB ist dadurch nicht möglich (anders als bei Halbbrücken-2-Leiter Konfiguration).
- Symmetrische Kabel erforderlich, sonst entsprechende Offset-Drift!
- Kalibrierwiderstand für Kalibriersprung: Shuntkalibrierung an interner Viertelbrückenergänzung Kalibriersprung anwendbar auch bei langen Kabeln im TF-Modus!
- DC-Modus: Ausgleich des Spannungsabfalls an (symmetrischen) Kabelwiderständen durch Messung und automatische Kompensation zwischen $-VB$ und $+IN$ (Online-Kompensation). Somit auch Erfassung der Kabeldrift.

8.2.4.1.4 Hintergrund-Info zur Viertelbrücken-Konfiguration

In Viertelbrückenkonfiguration erfolgt der Anschluss des externen $\frac{1}{4}$ -Brückenarm mit (mindestens) drei Kabeln, wobei eine symmetrische Auslegung (gleicher Widerstand, also identische Länge und Querschnitt) der beiden stromführenden Leitungen "+VB" und "-VB" erforderlich ist. Unter dieser Voraussetzung kompensiert sich deren Einfluss bezüglich des Offsets (nicht bezüglich der Verstärkung): es entsteht kein Offset gegenüber dem Potential der (konstanten) internen Halbbrücke.

Bei Verletzung dieser Symmetrie-Bedingung (z.B. bei Verwendung von nur zwei Kabeln und direktem Brücken der Klemmen "-VB" und "+IN" am Verstärker) ergäbe sich folgende resultierende Offsetdrift, bedingt durch den temperaturabhängigen Kabelwiderstand in Reihe mit der Brückenimpedanz:

Bei einer (einfachen) Kabellänge von 1 m:

Cu-Kabel 0,14 mm ² , 130 mΩ/m, Kabellänge l=1 m	Kabel R _k = 130 mΩ	
Temperaturkoeffizient Cu:	4000 ppm / K	
Drift R _k :	0,52 mΩ / K	
Äquivalente Brückendrift (120 Ω Brücke)	$\frac{1}{4} 0,52 \text{ m}\Omega / (K * 120 \Omega)$	= 1,1 μV/V / K
Beispiel: Temperaturänderung dT = 20 K	22 μV/V (dT = 20 K)	

Entsprechend anteilig wirken sich nicht ideal symmetrische Kabelwiderstände aus: z.B. würden 500 m Kabel mit 0,2% Widerstandsdifferenz zu gleicher Offsetdrift von 1,1 μV/V / K führen.

Neben dem Offset ist ein Verstärkungsfehler zu berücksichtigen, der durch das Verhältnis von Kabelwiderstand und Brückenimpedanz gegeben ist. Er bleibt bei 120 Ω-Brücken unter 0,1% für Kabellängen von ca. 1 m:

(Cu-Kabel 0,14 mm², je 130 m Ω/m --> Kabel R_k/R_b = 1/1000 für l=0,9 m)

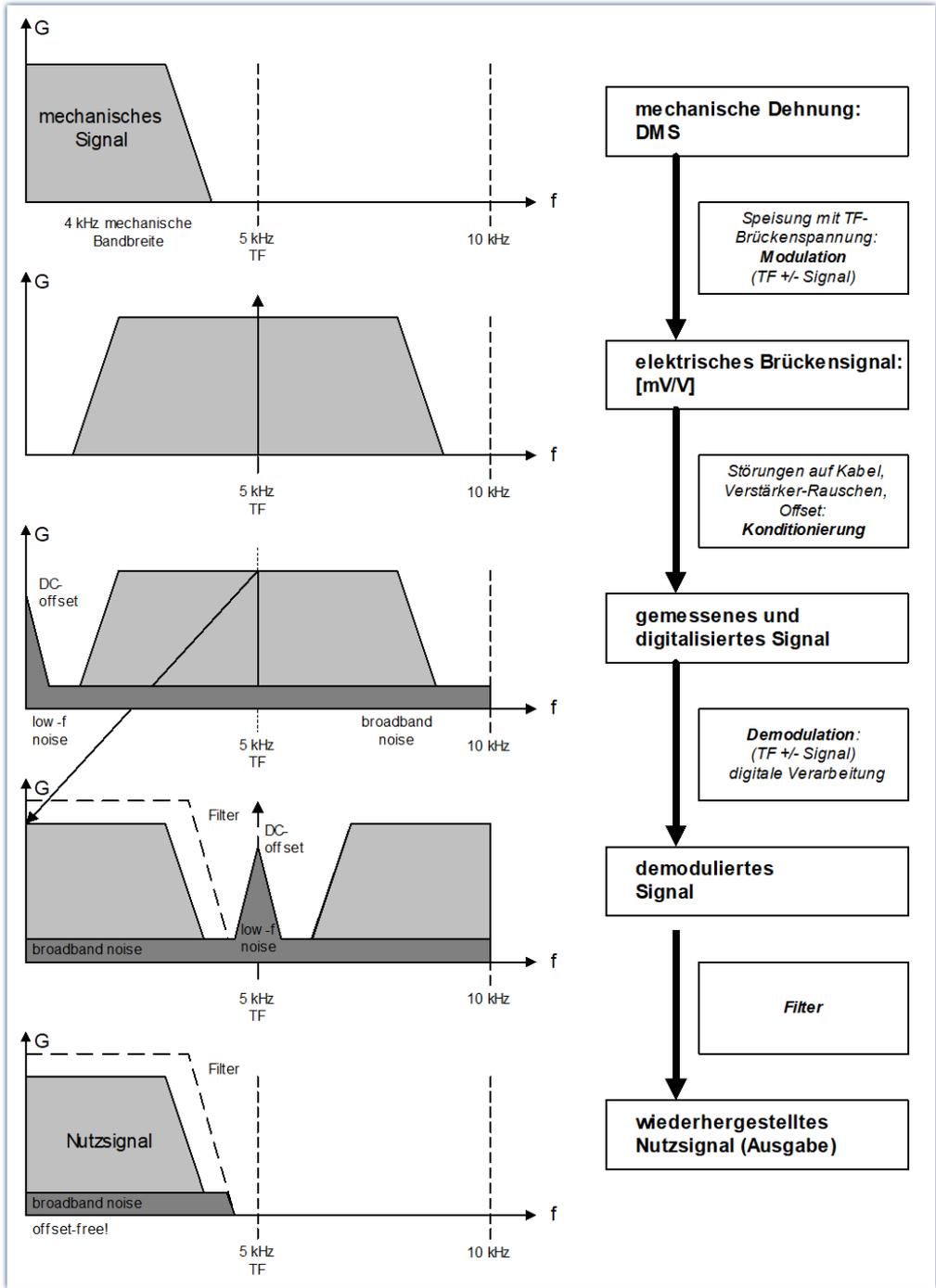
Zu seiner Kompensation können drei Verfahren unterschieden werden:

- Anschluss einer zusätzlichen 4. Leitung: "+SENSE":
 - automatische rechnerische Kompensation unter der Voraussetzung von Kabelsymmetrie
 - online-Kompensationsverfahren das auch Temperaturdrift erfasst
 - anwendbar bei TF und DC-Modus
- Auswertung des Spannungsabfalls am Kabel "-VB" durch Messung der Differenzspannung zwischen den Klemmen "-VB" und "+IN":
 - automatische rechnerische Kompensation unter der Voraussetzung von Kabelsymmetrie
 - online-Kompensationsverfahren das auch Temperaturdrift erfasst
 - anwendbar nur bei DC

8.2.4.2 Trägerfrequenzverstärker: Modulationsprinzip

Funktionsprinzip zur effektiven Unterdrückung von niederfrequenten Störungen, z.B. 16 Hz, 50 Hz. Diese können aus der Verkabelung oder dem Messprozess herwirken bzw. von niederfrequenten Rauschen und Offset Drift sowohl aus dem Prozess als auch dem Verstärker.

Wie nachfolgend schematisch gezeigt, basiert TF aus einem Modulations / Demodulations Verfahren. Dieses Verfahren unterdrückt prinzipiell niederfrequent bzw. DC Störungen, die auf elektrischen Weg eingekoppelt werden. TF ist notwendig für induktive Sensoren, z.B. LVDT.



8.2.4.3 Übersteuerungserkennung

Die Übersteuerung wird mit dem doppelten Wert des Messbereichendwertes angezeigt. Wird der negative Messbereich überschritten, wird im DC-Modus der doppelte negative Messbereich angezeigt. Im TF-Modus wird bei Übersteuerung grundsätzlich der doppelte positive Messbereich angezeigt. Das Kapitel: [Übersteuerung eines Messbereichs](#)²⁵⁸ beschreibt das implementierte Verhalten zur klaren Erkennung einer Übersteuerung.

8.2.4.4 Bandbreite

imc CRONOS*compact* und imc CRONOS-SL:

Die max. Abtastrate der Kanäle beträgt 20 kHz (50 μ s). Die analoge Bandbreite (ohne digitale Tiefpassfilterung) liegt bei 8,6 kHz im Gleichspannungs- und 3,9 kHz im Trägerfrequenzmodus (-3 dB).

imc CRONOS*flex*

Die max. Abtastrate der Kanäle eines imc CRONOS*flex* Moduls CRFX/BR2-4 ist 100 kHz (10 μ s). Die analoge Bandbreite (ohne digitale Tiefpassfilterung) eines CRFX/BR2-4 liegt bei 14 kHz (-3 dB) im Gleichspannungs- und 3,9 kHz im Trägerfrequenzmodus (-3 dB).

8.2.4.5 Anschluss

Verwenden Sie DSUB-15 Stecker für die Module mit DSUB Anschlüssen, hier finden Sie die [Pinbelegung der DSUB-Stecker](#).⁴⁹⁷ Verwenden Sie LEMO Stecker für Module mit LEMO Anschlüssen, hier finden Sie die [Pinbelegung](#).⁵⁰⁴

Hinweis

±SENSE wird vom Verstärker BR2-4 automatisch erkannt (ab einer imc Firmware Version 2.7 R3 SP7).

8.2.5 CRC/LVDT-8: LVDT Messungen

Das CRC/LVDT-8 ist speziell für LVDT Messungen ausgelegt (Schaevitz-Spulen nach Trafoprinzip und induktive Halbbrücken).

Verweis

- [Beschreibung der Messart](#)¹³⁷
- [Technische Daten](#)³⁶²
- [Pinbelegung: ACC/DSUBM-B2](#)⁴⁹⁷

8.3 Spannung, Strom und Temperatur

	CRFX Breite	CRXT Breite	benötigte Steck- plätze CRC, CRSL	Bandbreite	Funktion
C-8 ¹⁷⁹	--	--	1	20 Hz	Spannung, Temperatur, Strom (20 mA)
HISO-8-L HISO-8-T-xL ¹⁸²	81,9 mm	--	--	11 kHz	hochisoliert: Spannung, Strom (20 mA), Temperatur
HV2-2U2I / HV2-4U ¹⁸⁷	81,9 mm	--	2	48 kHz	hochisoliert: Hochvolt, Stromzangen
ICPU2-8 ¹⁹⁶	61,62 mm	64,5 mm	2	48 kHz	Spannung, IEPE/ICP
ICPU-16 ¹⁹⁹	-	--	4	6,6 kHz	Spannung, IEPE/ICP
ISO2-8 ²⁰⁰	43,3 mm	34 mm	1	11 kHz	isoliert: Spannung, Strom (20 mA), Temperatur, IEPE/ICP
ISO2-16-2T ²⁰⁰	61,62 mm	--	--		isoliert: Temperatur
ISOF-8 ²⁰⁵	43,3 mm	34 mm	1	48 kHz	Spannung, Strom (20 mA), Temperatur, IEPE/ICP Spannung
LV-16 ²⁰⁹	--	--	2	6,6 kHz	Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP
LV3-8 ²¹⁰	43,3 mm	34 mm	1	48 kHz	Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP
OSC-16 ²¹³	--	--	2	1 Hz	isoliert: Spannung, Strom (20 mA), Temperatur
SC2-32 ²¹⁶	--	--	4	20 kHz	Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP

8.3.1 C-8: Spannung, Temperatur, Strom (20 mA)

Der C-8 ist ein hochgenauer Messverstärker mit 8 differentiellen, analogen Kanälen zur Messung von:

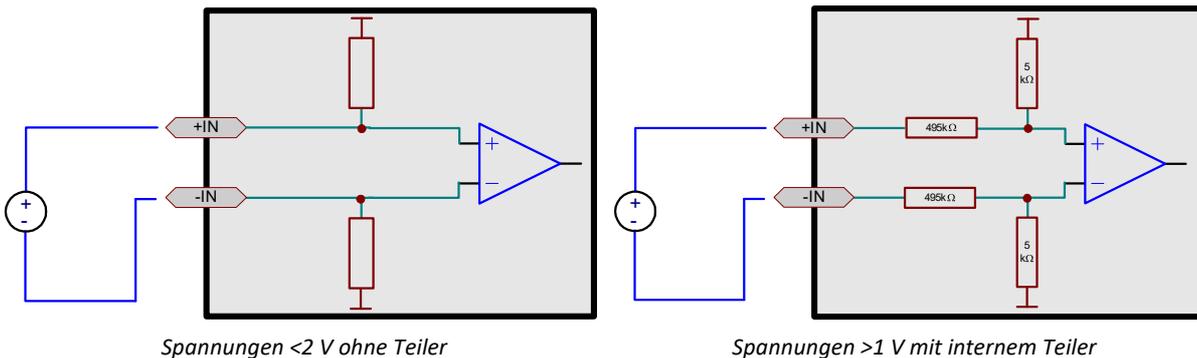
- Spannung, Strom (20 mA) und
- Temperatur (Thermoelemente, PT100)

Die [technischen Daten des C-8](#) ³⁷¹ und die Pinbelegung: ACC/DSUBM-U4

8.3.1.1 Spannungsmessung

- ±50 V bis ±2,5 V mit Teiler
- ±1 V bis ±5 mV ohne Teiler

In den Spannungsbereichen ±50 V bis ±2,5 V ist ein Spannungsteiler wirksam; es ergibt sich ein Eingangswiderstand von 1 MΩ - auch bei ausgeschaltetem Gerät. Die Eingangskonfiguration ist differentiell und DC-gekoppelt.



8.3.1.2 Temperaturmessung

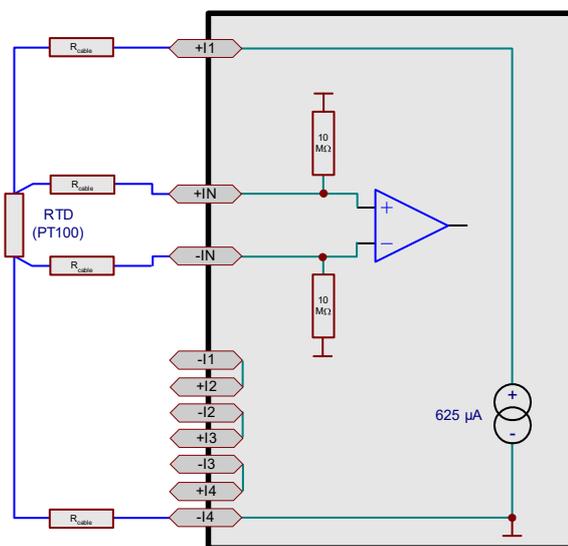
Die Kanäle des C-8 sind für die Messung von Thermoelementen und PT100-Sensoren (RTD) ausgelegt. Beliebige Kombinationen beider Sensortypen können angeschlossen werden. Viele gebräuchliche Typen von Thermoelementen werden durch eine Kennlinienlinearisierung unterstützt.

Die für Thermoelementmessung nötige Klemmstellenkompensation ist je nach Variante des Verstärkers integriert oder erfolgt bei der DSUB-15 Variante über den [imc Thermostecker](#) ¹²⁸.

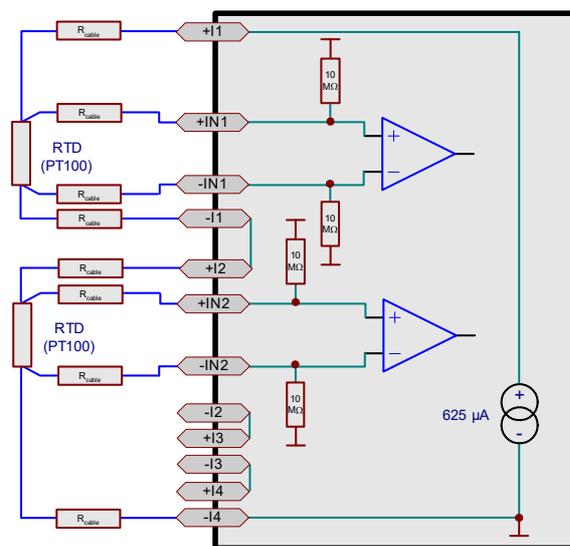
8.3.1.2.1 PT100 (RTD) - Messung

Neben Thermoelementen können PT100 direkt in 4-Leiter-Konfiguration angeschlossen werden. Eine (weitere) Referenzstromquelle speist gemeinsam eine Kette von bis zu 4 in Reihe geschalteten Sensoren.

Bei Verwendung des imc-Thermosteckers sind die Anschlussklemmen so vorverdrahtet, dass der Referenzstrom-Kreis geschlossen wird.



Beispiel für einen PT100 in 4-Leiterschaltung



Beispiel für zwei PT100 in 4-Leiterschaltung

8.3.1.2.2 Thermoelementmessung

Die Thermoelemente werden mit Thermosteckern vom Typ-K in die Buchsen des gleichen Typs am Verstärker gesteckt (C-8-T, 3 polige Thermobuchsen, grün). Die Vergleichsstelle liegt am Stecker an der Frontplatte, dessen Temperatur vom Gerät erfasst und verrechnet wird.

8.3.1.3 Optionales Sensorversorgungsmodul

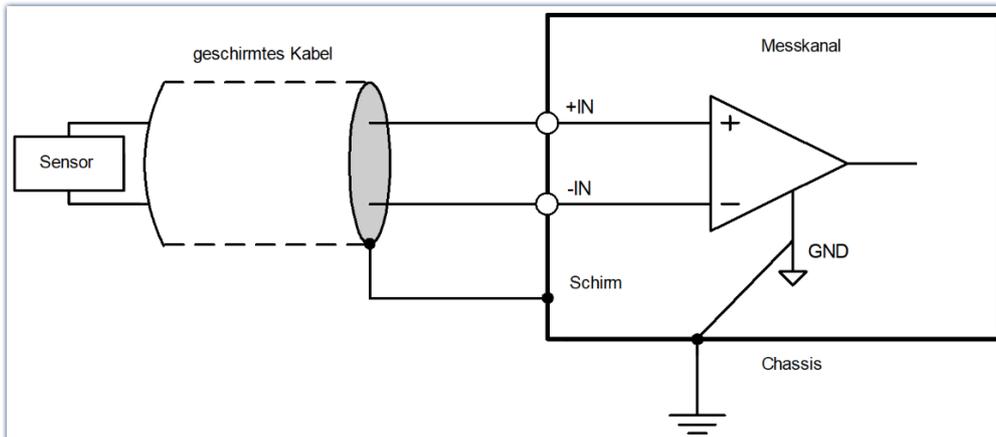
Der C-8 kann mit der Sensorversorgung SUPPLY erweitert werden, die eine einstellbare Versorgungsspannung für aktive Sensoren zur Verfügung stellt.

Die Versorgungsausgänge sind intern elektronisch gegen Kurzschluss mit Masse abgesichert. Bezugspotential, also Versorgungs-Masseanschluss für den Sensor, ist die Klemme GND.

[Die technische Daten des Sensorversorgungsmoduls.](#) ⁴⁶⁹

8.3.1.4 Anschluss

Der Anschluss der Messeingänge sollte mit geschirmtem Kabel erfolgen, wobei positiver und negativer Messeingang (+IN und -IN) innerhalb des Schirms geführt werden. Der Schirm ist mit dem Steckergehäuse zu verbinden.



Hier finden Sie die Pinbelegung der [DSUB-15 Stecker](#)⁴⁹⁷ bzw. der [LEMO Stecker](#)⁵⁰⁴.

8.3.2 HISO-8-L, HISO-8-T-8L und HISO-8-T-2L: Hochisoliert: Spannung, Temperatur

Der HISO-8 ist ein hochisolierender Differenzmessverstärker mit 8 analogen Eingängen zur Messung kleiner Signale mit hoher Gleichtaktisolation bis 800 V. Je nach Modultyp werden folgende Signale und Sensoren unterstützt:

HISO-8 Typ	unterstützte Messmodi	LEMO REDEL
CRFX/HISO-8-T-8L	Thermoelementmessung Typ K	LEMO.2P (2-polig)
CRFX/HISO-8-T-2L	Thermoelementmessung Typ K	LEMO.2P (8-polig)
CRFX/HISO-8-L	Spannungsmessung (± 50 mV bis ± 60 V) Strommessung (20 mA) PT100, PT1000 Temperatursensoren	LEMO.1P (5-polig)



Besonderheiten

- Kanalweise isolierte, galvanisch getrennte Eingänge
- Hohe Gleichtakt-Isolation bis 800 V
- Überspannungsfestigkeit ± 600 V (differentiell)
- Hohe Signal-Bandbreite bis 11 kHz
- Jeder Kanal mit eigenem einstellbarem Filter (z.B. Anti-Aliasing-Filter) und simultanem A/D-Wandler

Typische Anwendungen

- Tests im eMobility-Umfeld (z.B. Elektro- und Hybridfahrzeuge)
- Umgebungen in denen auch in Fehlerfällen volle Personensicherheit gewährleistet sein muss
- Messungen an Hochvolt-Komponenten wie z.B. Batterien, Leistungselektronik-Bauteilen und Versorgungskreisen. Kleinspannungen inkl. Signale an externen Strommess-Shunts

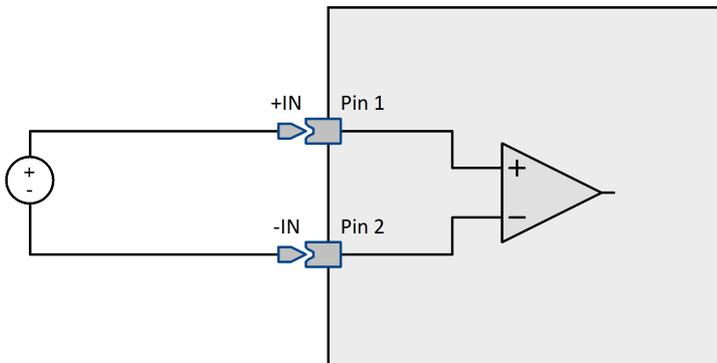
Verweis

Hier finden Sie die [LEMO.1P](#)^[506] und die [LEMO.2P](#)^[506] Belegung.

[Technische Daten: HISO-8](#)^[374]

Beachten Sie bitte [allgemeine Hinweise zu isolierten Verstärkern](#)^[200].

8.3.2.1 Spannungsmessung



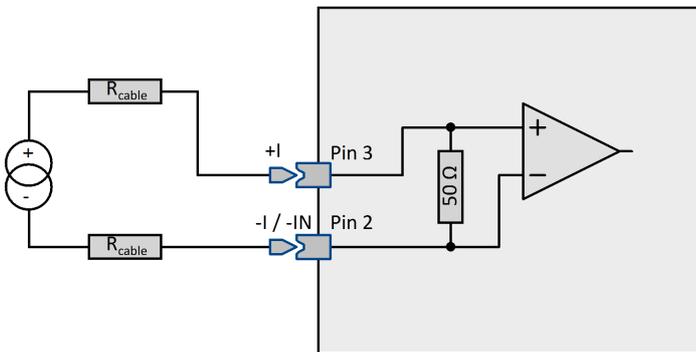
Anschlussbelegung für Spannungsmessung

Messbereiche: ± 50 mV bis ± 60 V

Die differenzielle Eingangsimpedanz beträgt $6,7 \text{ M}\Omega$ für die Bereiche bis einschließlich ± 2 V. In den Bereichen ab ± 5 V und bei ausgeschaltetem Gerät beträgt die Eingangsimpedanz $1 \text{ M}\Omega$.

Die Eingänge sind DC-gekoppelt. Das differentielle Verhalten wird durch den isolierten Aufbau erreicht.

8.3.2.2 Strommessung



Anschlussbelegung für Strommessung

Messbereiche:

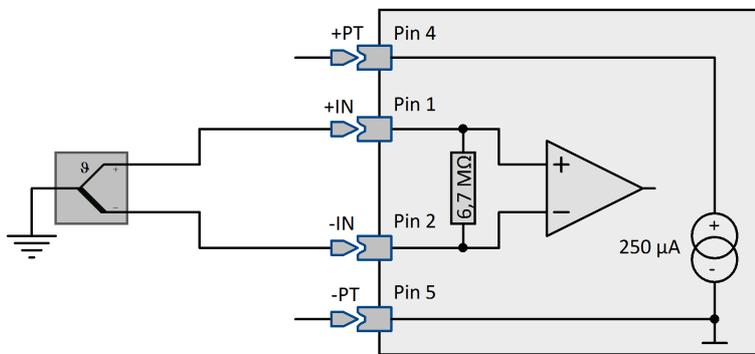
± 40 mA, ± 20 mA, ± 10 mA

Die Strommessung erfolgt über einen internen 50Ω Shunt. Das Stromsignal wird dazu direkt an +I und -IN angeschlossen.

8.3.2.3 Temperaturmessung

Die Eingangskanäle sind für Messungen von Thermoelementen und PT100/PT1000-Sensoren ausgelegt.

8.3.2.3.1 Thermoelementmessung



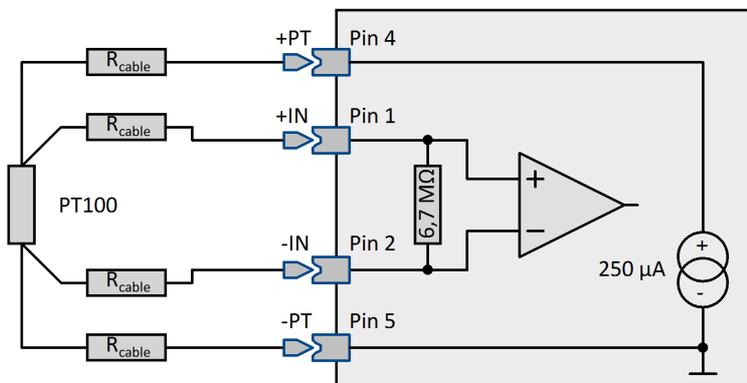
Anschlussbelegung für eine Thermoelementmessung

Messbereiche:
 -270°C bis +1370°C
 -270°C bis +1100°C
 Thermoelement Typ K

! Hinweis

Beachten Sie, dass hierbei die Einbaulage von Bedeutung ist. Die in den technischen Daten angegebene Genauigkeit gilt für die spezifizierte Einbaulage in einer thermisch eingeschwungenen Umgebung.

8.3.2.3.2 PT100 - Messung



Messbereiche:
 -200°C bis +850°C
 -200°C bis +250°C

Ein PT100 Sensor wird in einer 4-Leiter-Konfiguration angeschlossen. Jeder angeschlossene Sensor wird individuell aus einer Referenzstromquelle gespeist.

8.3.2.4 Bandbreite

Die **max. Abtastrate** der Kanäle beträgt 100 kHz (10 μs). Die **analoge Bandbreite** liegt bei 11 kHz (-3 dB).

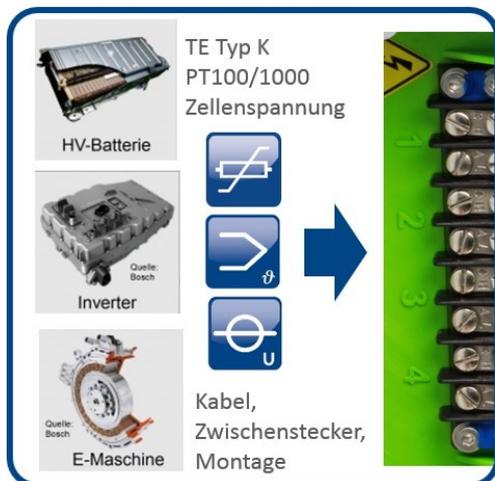
8.3.2.5 Anschlussbox für Hochvoltmodule (HV)



Externe HV-Anschlussboxen

- mit 10 m Spezial HV-Kabel via LEMO.2P (Redel) angeschlossen
- isolierte Schraubklemmen in einer Kunststoffbox
- Sensorkabel-Einführungen via PG-Verschraubungen
- dient als flexible Sicherheits-Übergabeschnittstelle zu beliebigen Anschlussleitungen des Anwenders
- klare Trennung zwischen voll spezifiziertem HV-sicherem **CRFX/HISO-8-T-2L** Messmodul und HV-sicherem Anschlussstecker-System einerseits, sowie Kunden- und prüflingspezifischen Kabeln und Sensoren andererseits, die möglicherweise anderen Schutzregeln unterliegen und in den Verantwortungsbereich des Anwenders fallen

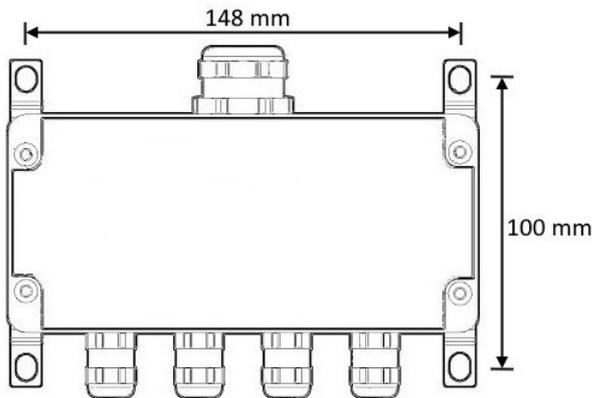
Prüfling und Spezialsensorkit



HV-sicheres Mess und Anschluss-System



Mechanische Abmessungen - HVBOX-8:



Innenansicht



bei der Thermo Variante: HVBOX-8-T-10M

beispielhaft zwei Klemmen vergrößert

(+) links und (-) rechts, für das vierte Thermoelement

Klemme		Kabel (Farb-Code)	
Signal / Material	Beschriftung	IEC 585-3	ANSI
(+) Ni-Cr	CH	grün	gelb
(-) Ni-Al	AL	weiß	rot

Symbole



Achtung! Gefahr des elektrischen Schlags. An den Klemmen können von den Messquellen ausgehende gefährliche Spannungen anliegen (HV-Bordnetz). Beachten Sie bitte die Bemessungsgrößen!

 [Verweis](#)

Im folgenden Kapitel finden Sie die [technischen Daten der HVBOX-8](#) ³⁷⁹.

8.3.2.6 Anschluss

 [Verweis](#)

[HISO-8-xx](#)

Im folgenden Abschnitt finden Sie [die LEMO Pinbelegung](#) ⁵⁰⁶ aller verfügbaren HISO-8 Varianten.

8.3.3 HV2-2U2I, HV2-4U: Hochisoliert: Hochvolt, Stromzangen

Mit diesem vier-kanaligen Verstärker: HV2-2U2I stehen zwei Kanäle für die Spannungsmessung und zwei Kanäle für die Messung mit Stromzangen zur Verfügung.

Mit der Modulvariante HV2-4U stehen vier Kanäle für die Spannungsmessung zur Verfügung.

Typische Anwendungen:

- Leistungsmessung, Messen an Elektromotoren, Batterien, Brennstoffzellen etc.

Verweis

[Technische Daten: HV2-2U2I](#)  ³⁸⁰, technische Daten: [HV2-4U](#)  ³⁸⁴

8.3.3.1 Hochvoltkanäle

Die Hochvoltkanäle sind mit kanalweise galvanisch getrennten (potentialfreien) Verstärkern aufgebaut. Sie erlauben die direkte Messung von Spannungen bis zu 1000 V_{eff} entsprechend der Schutzklasse CAT II, siehe [technische Daten](#)  ³⁸⁰.

Der Anschluss des Mess-Signals erfolgt mit Sicherheits-Bananenbuchsen direkt am Gerät.

Warnung

Jedes Hochvolt-Modul Ihres HV-2U2I, HV-4U wurde vor Auslieferung im Messsystem auf die Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen nach DIN EN 61010-1 kontrolliert und einer Hochspannungsprüfung unterzogen. Nach Erfolg dieser abschließenden Prüfungen wird das Modul versiegelt.

Bei verletztem Sicherheitssiegel kann ein sicheres Arbeiten nicht mehr garantiert werden.

Jeder Eingriff, wie z.B. ein vorübergehendes Entfernen des Moduls, erfordert eine erneute Prüfung der Sicherheit.

8.3.3.1.1 Spannungsmessung

- Spannung: ± 1000 V bis $\pm 2,5$ V in 9 verschiedenen Bereichen

Die Eingänge sind gleichspannungsgekoppelt (DC-gekoppelt) und haben stets eine Eingangsimpedanz von 2 M Ω . Das differentielle Verhalten wird durch den isolierten Aufbau erreicht.

Für die Spannungsmessung an den üblichen Niederspannungsnetzen gibt es eine Anzeigereserve, daher empfiehlt imc die folgende Messbereichswahl:

- Messbereich = 250 V für 230 V-Netz +25 %
- Messbereich = 500 V für 400 V-Netz +40 %

8.3.3.2 Stromkanäle

Diese Stromkanäle sind speziell für die Verwendung von Stromwandlern mit Spannungsausgang vorgesehen (nur die HV2-2U21) Variante. Wandler können [Stromzangen](#)^[188] und [Rogowski Spulen](#)^[189] sein, die eine Strom-Spannungswandlung durchführen. Neben dieser Form der Strommessung sind auch Messungen [kleiner Spannungssignale](#)^[192] innerhalb der jeweiligen Messbereiche möglich. Hierfür stehen die folgenden Messbereiche von ± 5 V bis ± 250 mV zur Verfügung. Die differentiell messenden Eingänge sind gleichspannungsgekoppelt und galvanisch isoliert.

Es können passend konfektionierte Stromzangen und Rogowski-Spulen geliefert werden.

Hinweis

- Verwenden Sie nur von imc gelieferte Stromzangen oder lassen Sie sich Ihre Stromzangen vom Kundendienst anpassen. Nur damit kann eine fehlerfreie Funktion gewährleistet werden. Für eventuelle Störungen oder Schäden am Gerät bei Eigenkonstruktionen wird keine Garantie übernommen.
- Lesen Sie die Skalierwerte aus der Stromzange aus (TEDS Information), wann immer Sie diese wechseln. Die TEDS Daten werden mit dem Experiment gespeichert und müssen daher nicht nach jedem Einschalten ausgelesen werden, siehe auch [Hinweis zur Einstellung in der imc Software](#)^[192].
- Amplituden und Winkelfehler der externen Mess-Wandler beeinflussen das Messergebnis, was sich insbesondere bei der Leistungsmessung niederschlägt.

8.3.3.2.1 Strommessung durch Stromzangen

Stromzangen sind kompakt aufgebaute, isolierte Sensoren in Zangenform, mit denen Ströme durch einfaches Umfassen des stromführenden Leiters gemessen werden können, ohne den Stromkreis auftrennen zu müssen. Dabei wird der zu messende Strom in ein äquivalentes Spannungssignal umgewandelt. Aktive Sensoren, wie Kompensationswandler, benötigen eine Spannungsversorgung. In den meisten Fällen ist diese bereits in der Stromzange mit einer Batterie verwirklicht. Wie bei den Stromzangen ist auch mit Rogowski-Gürteln eine kontaktlose Strommessung durch einfaches Umschließen des stromführenden Leiters möglich. Anders als aktive Stromzangen benötigen Rogowski Spulen keine Versorgung, aber sie können nur Wechselströme messen. Genau betrachtet erfassen sie die Änderung des Stroms, was ein integrieren des Signals erforderlich macht.

In beiden Anwendungsfällen ist eine Konfiguration des Messkanals entsprechend des verwendeten Typus notwendig. Diese Konfiguration wird bei den von imc angebotenen Stromzangen von der imc Bediensoftware erkannt. Beachten Sie auch die Hinweise zur [Eingabe in der imc Software](#)^[192].

Warnung

- Die Messeingänge sind hochohmig und nicht zum direkten Anschluss von Stromwandlern bestimmt.
- Das Messsignal kann gefährliche Berührungsspannungen führen. Benutzen Sie ausschließlich Sicherheitsstecker!

8.3.3.2 Strommessung durch Rogowski Spule

Eine Rogowski-Spule (auch Rogowski-Gürtel genannt) umschließt einen stromführenden Leiter und erfasst das ihn umgebende magnetische Wechselfeld. Mit Hilfe einer entsprechenden Messtechnik, die das zeitliche Integral der Gürtelausgangsspannung bildet, kann der Strom im Leiter gemessen werden. Die Messeingänge des HV2-2U2I können diese Integration durchführen, wenn ein Rogowski-Gürtel mit einem TEDS angeschlossen ist oder entsprechende Sensorinformationen aus der Datenbank imc SENSORS verwendet wird.

Der Rogowski-Gürtel enthält eine Wicklung, die sich entlang der ganzen Länge des Gürtels erstreckt. Konstruktionsbedingt wird nicht das gesamte Magnetfeld vom Rogowski-Gürtel erfasst, da im Bereich des Gürtelschlusses die Wicklung unterbrochen ist. Durch diese Unterbrechung und die damit verbundene unvollständige Magnetfeldaufnahme entsteht eine Messabweichung. Sie ist von der Lage des stromführenden Leiters abhängig und in Schlossnähe am größten.

Die folgende Abbildung stellt die Messabweichung für verschiedene Positionen des Leiters innerhalb der Spule dar, wenn der Leiter senkrecht durch die Gürtelebene tritt. Sie ist umso kleiner, je größer der Abstand zwischen Leiter und Schloss ist. Eine optimale Leiterposition ergibt sich somit gegenüber dem Schloss.

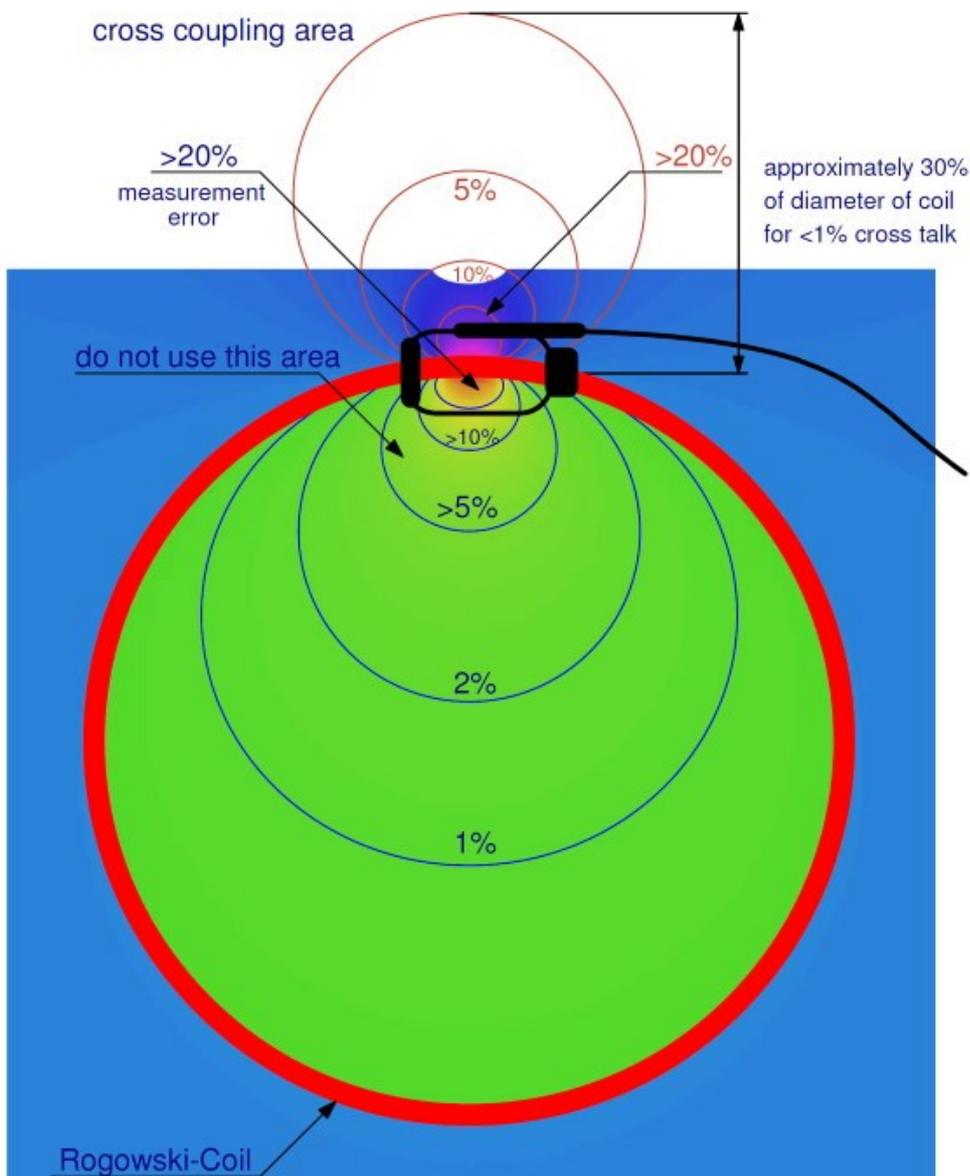


Abbildung 1: Lageabhängige Meßabweichung bei Rogowski-Spule

Da die Spule den Leiter nicht vollständig umschließt, wird nur ein Teil des Stromes gemessen. Im vom Schloss abgewandten Drittel beträgt er ca. 98%. Die Sensorempfindlichkeit wird werksseitig in der Optimalposition kalibriert und in dem TEDS gespeichert, das in der Spule integriert ist. Dieser Wert wird vom Messsystem automatisch für eine Korrektur verwendet. Die Messabweichung beträgt in der optimalen Leiterposition somit weniger als 0,5%. Die Messunsicherheit des HV2-2U2I ist deutlich geringer. (Eine Streckung der Spule zu einer Ellipse wird nicht empfohlen.)

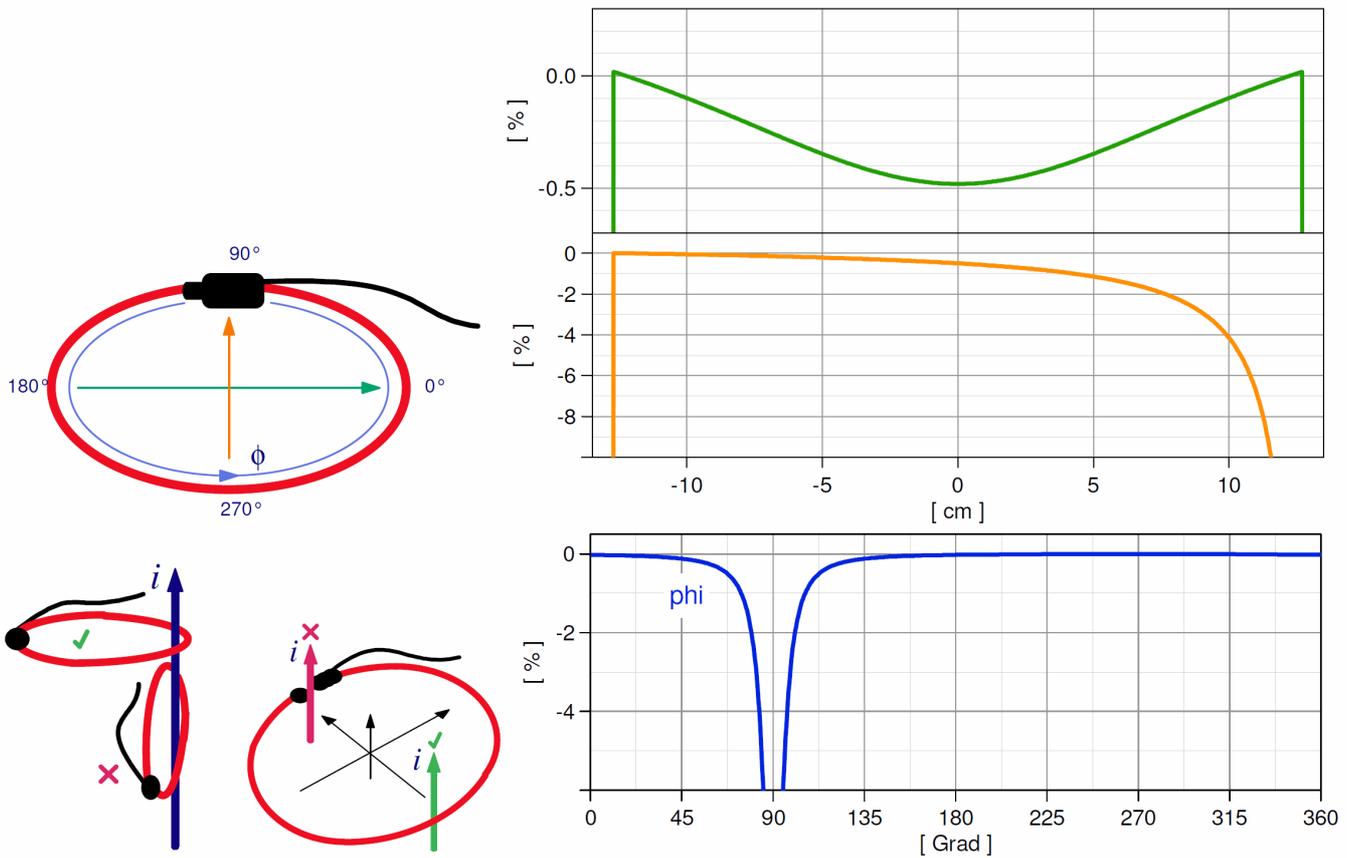


Abbildung 2: Lageabhängige Messabweichung bei Rogowski-Spule für ausgewählte Wege

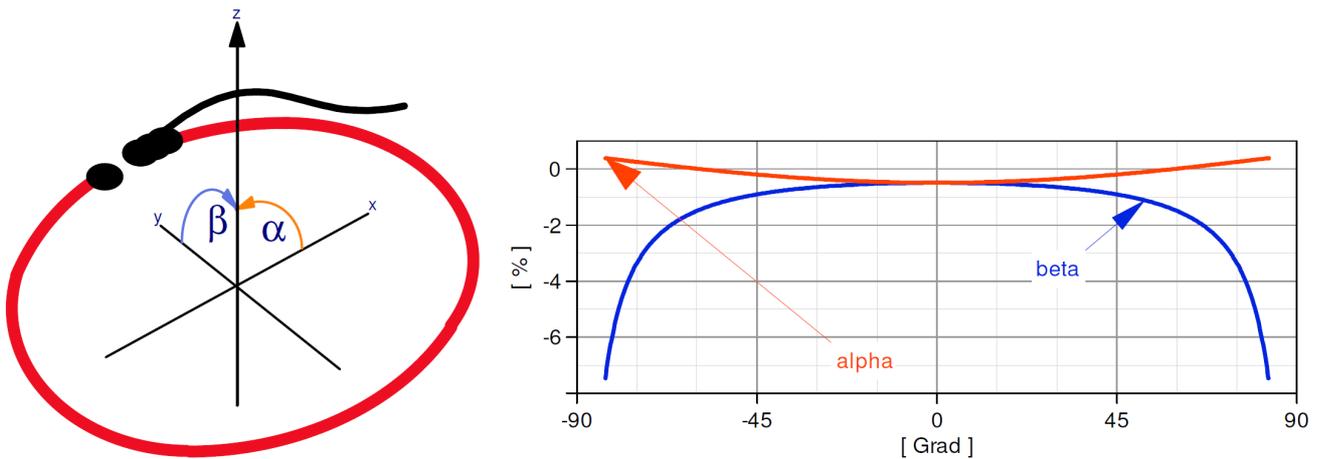


Abbildung 3: Lageabhängige Messabweichung bei Rogowski-Spule für verschiedene Neigungswinkel der Gürtelenebene

Auch eine Neigung der Spulenebene gegen die Leiterachse führt zu Messabweichungen – besonders, wenn dadurch das Schloss in die Nähe des Leiters gelangt. Das ist in Abb. 3 für die Rotation im Winkel β dargestellt. (Die Abbildungen 1 bis 3 gelten für eine Spulenlänge von 80 cm / 32 Inch. Für Gürtel mit einer Länge von 40 cm / 16 Inch ist die Lageabhängigkeit größer und entspricht näherungsweise Abb. 1 wenn die Schlösser deckungsgleich sind.)

Befindet sich ein weiterer stromführender Leiter in der Nähe des Gürtelschlusses, wird auch sein Magnetfeld erfasst und verfälscht somit die Messung. Daher sollte der Gürtel so weit gedreht werden, dass der Abstand maximal wird, [siehe Abb. 1](#) ¹⁸⁹.

! Hinweis

Für geringe Messabweichungen sind folgende Regeln zu beachten:

- Leiter gegenüber des Gürtelschlusses platzieren.
- Gürtelenebene senkrecht zur Leiterachse fixieren.
- Möglichst großer Abstand des Gürtelschlusses zu anderen stromführenden Leitern.

Es können nur Wechselströme gemessen werden. Die Messbandbreite besitzt also eine untere Grenzfrequenz. Für Signalfrequenzen die unterhalb bzw. in der Nähe dieser Grenzfrequenz liegen, muss mit einem Amplituden- und Phasenfehler im Vergleich zur Signalen an den Spannungsmesseingängen gerechnet werden. Der Phasenfehler beeinflusst besonders die Leistungsmessung. HV2-2U21 besitzt eine sehr niedrige untere Grenzfrequenz und geringen Phasenfehler, so dass bis zu 1 Hz sehr gute Ergebnisse erhalten werden.

Dieses Hochpassverhalten führt andererseits zu einem Einschwingverhalten, das im ungünstigsten Fall bis zu 30 s betragen kann. Diese Dauer gilt für Maximalaussteuerung des Messbereichs (z.B. 2 kA) und ist für kleinere Momentanwerte des zu messenden Stromes deutlich kürzer.

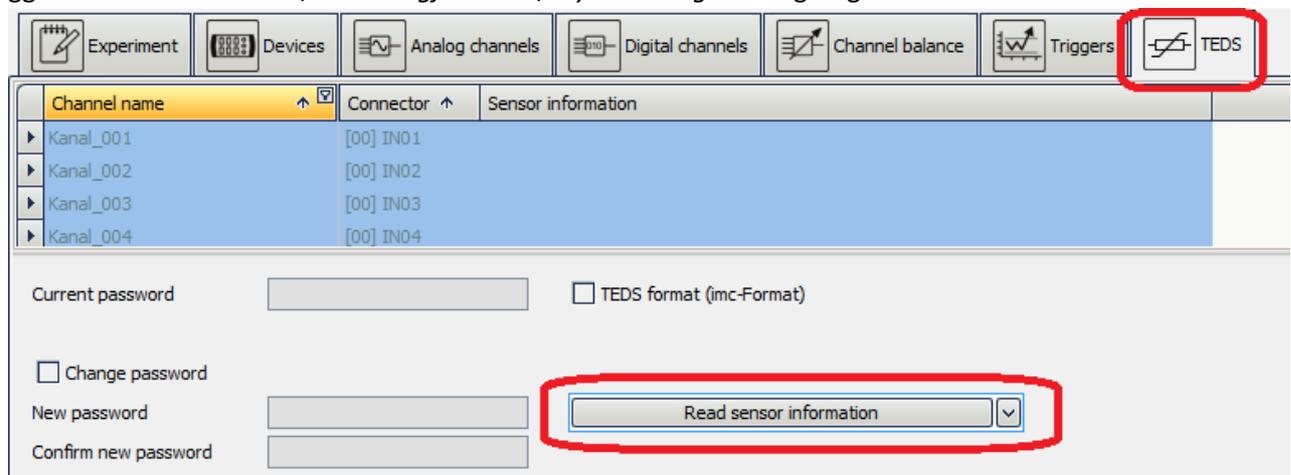
8.3.3.2.3 Hinweis zur Einstellung in der imc Software

Elektrisch liefert ein Stromwandler (Stromzangen bzw. Rogowski Spule) immer eine Spannung. Das Messgerät erfasst die resultierende Spannung deren Wert durch Y-Faktor und Einheit in den passenden Stromwert umgerechnet wird.

Die von imc gelieferten Stromwandler wurden ausgemessen und mit einem TEDS versehen, in dem die entsprechenden Skalierwerte (Wandlerempfindlichkeit) gespeichert sind. Diese Skalierwerte müssen zwingend ausgelesen werden, damit der richtige Y-Faktor mit Einheit im Experiment eingetragen wird.

1. Schließen Sie den Stromwandler an.
2. Starten Sie die imc Bediensoftware und verbinden Sie das Gerät mit dem PC.
3. Öffnen Sie den Konfigurationsdialog unter *Einstellungen Konfiguration*
4. Wählen Sie den Kanal des angeschlossenen Stromwandlers
5. Lesen Sie die Sensorinformationen der Wandler aus:

In imc STUDIO klicken Sie auf *Information aus dem Sensor lesen* auf der TEDS Seite. Die TEDS Seite muss ggf. über Menü *Ansicht \ Werkzeugfenster \ Layout-Ablage* hinzugefügt werden.



Auslesen der TEDS in imc STUDIO

! Hinweise

- Die Empfindlichkeit der individuellen Sensoren führen zu ungeraden Messbereichen.
- Über den Skalierwert des Wandlers und die Spannungsmessbereiche des Verstärkers (250 mV bis 5 V) ergeben sich die Strommessbereiche. Wählen Sie nur die Bereiche, für den Ihr Stromwandler ausgelegt ist. Für die weiteren Bereiche besteht keine Gefahr für das Gerät.
- Die Anzeige der Messbereiche berücksichtigt Effektivwerte bis zu einem Formfaktor von 1,45. Für eine Stromzange von z.B. 2000 A effektiv (sinusförmig) muss bei voller Nutzung ein Messbereich von mindestens 2000 A bis 2500 A eingestellt werden.

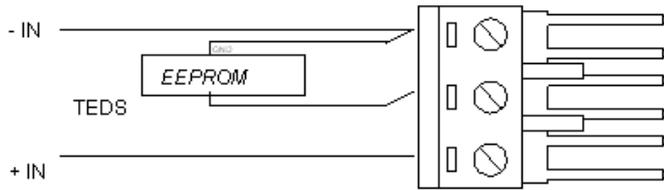
8.3.3.2.4 Spannungsmessung

- Spannung: ± 5 V bis ± 50 mV in 4 verschiedenen Bereichen

Die isolierten differentiellen Eingänge sind gleichspannungsgekoppelt und haben stets eine Eingangsimpedanz von 20 M Ω . Neben der Messung mit Stromzangen können auch beliebige andere Spannungssignale angeschlossen werden.

8.3.3.3 Steckerbelegung und Kabelkonfektionierung

Kabelanschlussstecker – Stromkanäle



Kabelanschlussstecker

Anschlussbuchse im Gerät	Signal	Bedeutung
	+IN	Signal-Eingang
	-IN	Signal-Eingang
	TEDS	Transducer Electronic Data Sheet Ermöglicht das Erkennen der angeschlossenen Stromzange

! Warnung

Zum Schutz vor berührungsgefährlichen Spannungen ist das Steckergehäuse immer zu verwenden!

8.3.3.3.1 Hinweise zum Messaufbau

Prüfleitungen sind von ungeschützten Leitern, scharfen Kanten, elektromagnetischen Feldern und anderen ungünstigen Umgebungen fernzuhalten.

- Prüfleitung für die Spannung: Der Anschluss der Prüfleitung am Messobjekt muss für die maximal auftretende Spannung ausgelegt sein. Überprüfen Sie vor dem Messen die Leitungsführung, um das Auftreten gefährlicher Berührungsspannungen und Kurzschlüsse zu vermeiden. Besondere Vorsicht ist bei der Nutzung von beweglichen Klemmen geboten. Mechanische Verbindungen sind gegen versehentliches Lösen zu sichern. Zur Erhöhung der Sicherheit sind die Leitungen am Messpunkt mechanisch abzusichern. Das Ausschaltvermögen der Sicherung muss dem zu erwartenden Fehlerstrom am Messpunkt entsprechen.
- Prüfleitung für den Strom: Das Anbringen der Stromzangen muss mechanisch sicher sein. Es ist auf eine Anbringung orthogonal zu Stromschiene/Leiter hinzuwirken. Dies gilt insbesondere bei Strommessgürteln, die nach dem Rogowski-Prinzip arbeiten.
- Messgerät: Das Gerät muss so aufgestellt werden, dass nicht versehentlich Verbindungen gelöst werden können.

8.3.3.4 Anschluss

8.3.3.4.1 Spannungen

Zur Spannungsmessung bis $1000 V_{\text{eff}}$ stehen Sicherheitsbananenbuchsen zu Verfügung.



Die maximal zulässige Spannung gegen Erdpotential ist abhängig von Messort. Die Messkategorie entnehmen Sie bitte den [technischen Daten](#) 380.

Verwenden Sie nur Stecker, die vollständig gegen Berührung geschützt sind !

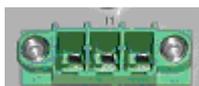
Alle Eingänge sind untereinander potentialgetrennt. Die Spannungs-Kanäle sind mit kanalweise galvanisch getrennten (potentialfreien) Verstärkern aufgebaut. Sie erlauben die direkte Messung von Spannungen bis zu $1000 V_{\text{eff}}$. Der zulässige Einsatzbereich (Messung in Versorgungsnetzen, nominale Bemessungsspannung etc.) hängt von der relevanten Messkategorie ab.

Die analoge Bandbreite (ohne Tiefpassfilterung) ermöglicht die korrekte Messung bis zur 50. Harmonischen. Die Eingänge sind gleichspannungsgekoppelt und haben stets eine Eingangsimpedanz im $M\Omega$ Bereich. Das differentielle Verhalten wird durch den isolierten Aufbau erreicht.

! Hinweis

Realisieren sie bei Messungen an mehrphasigen Systemen ein möglichst symmetrisches Anschluss-Schema: Auch die (-) Anschlüsse der Messeingänge sind für jede Phase mit separaten Kabeln zu führen. Sollten diese Messbezüge zu einem gemeinsamen Bezugspotential gehören (z.B. N oder PE), so sind diese dann am Messobjekt zu verbinden und nicht etwa an den Verstärkereingängen zu brücken bzw. durchzuschleifen.

8.3.3.4.2 Ströme



Die Strommessung erfolgt berührungslos mit Stromwandlern. Zum Anschluss der Wandler stehen dreipolige Schraubklemmen zur Verfügung.



*Stromzange
MN71*



Stromwandler AmpFLEX A100

Die von imc empfohlenen Stromzangenwandler decken den Bereich für kleine Ströme (<10 A) und für mittlere bis große Ströme (5 bis 10 kA). Bei Zangen mit mehreren Messbereichen muss der auf der Zange eingestellte Messbereich von Hand auch in der Benutzeroberfläche richtig eingestellt werden.

8.3.4 ICPU2-8: Spannung, IEPE/ICP

Die Messeingänge (nichtisolierte, differentielle Eingänge) dienen der Spannungsmessung und ermöglichen das direkte Anschließen von IEPE / ICP-Sensoren, siehe [technische Daten](#).³⁸⁶

8.3.4.1 Spannungsmessung

- Spannung: ± 50 V bis ± 5 mV

In den Spannungsbereichen ± 50 V und ± 20 V ist ein Spannungsteiler wirksam; es ergibt sich ein Eingangswiderstand von $1\text{ M}\Omega$ für DC und $0,67\text{ M}\Omega$ in der AC-Kopplung. In den Bereichen $\leq \pm 10$ V beträgt der Eingangswiderstand dagegen $20\text{ M}\Omega$ für DC und $1,82\text{ M}\Omega$ bei AC. Bei ausgeschaltetem Gerät sinkt er auf ca. $1\text{ M}\Omega$.

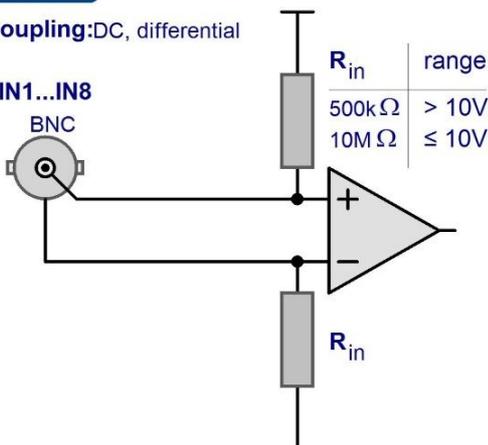
Für die AC gekoppelte ICP-Messung wird der Gleichspannungsanteil mit einem Hochpass von $0,37\text{ Hz}$ in den Messbereich $\leq \pm 10$ V unterdrückt. In den Bereichen $\geq \pm 20$ V beträgt die untere Grenzfrequenz 1 Hz .

8.3.4.1.1 Beschaltungen



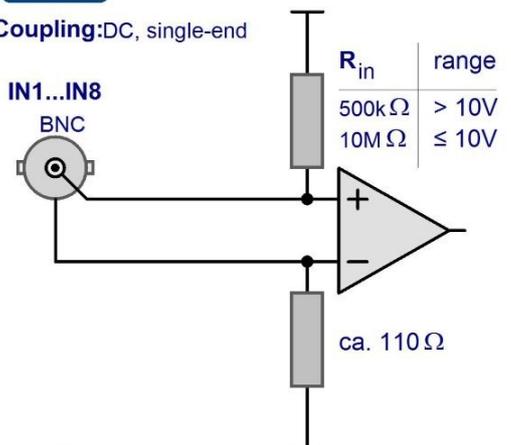
Coupling:DC, differential

IN1...IN8
BNC



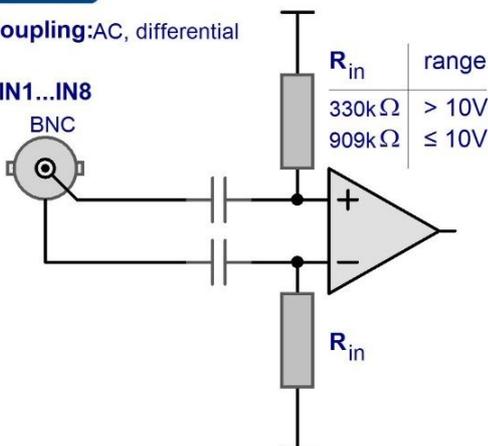
Coupling:DC, single-end

IN1...IN8
BNC



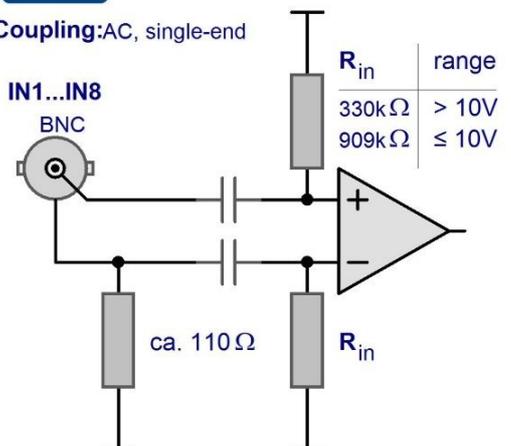
Coupling:AC, differential

IN1...IN8
BNC



Coupling:AC, single-end

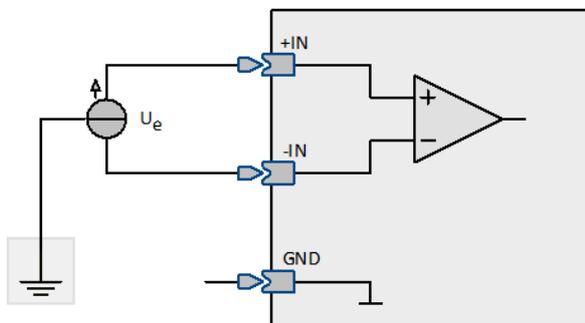
IN1...IN8
BNC



! Hinweis

- Im Einstellmodus **AC mit Stromspeisung bzw. IEPE** liegt an der BNC-Buchse die Leerlaufspannung der Stromspeisung von ca. 30 V an, die evtl. Sensoren anderen Typs (ohne Stromspeisung) beschädigen könnte. Daher sollte dieser Modus nur für entsprechende Sensoren eingestellt werden. Es ist sichergestellt, dass beim Aufstarten des Gerätes keine Stromspeisung eingestellt ist. Dieser Zustand bleibt bis zum erstmaligen Vorbereiten der Messung wirksam, unabhängig davon, was in der Bedienoberfläche eingestellt ist.
- Ab der 2.7 R3 Firmware ist sichergestellt, dass im Einstellmodus **AC mit Stromspeisung keine Spannung** ausgegeben wird, **wenn** der Kanal **passiv** ist!
- Ab imc STUDIO Version 5.2 R15 ist der Einstellmodus "AC mit Stromspeisung" umbenannt in "IEPE".

8.3.4.1.2 Fall 1: Spannungsquelle mit Massebezug



Die Spannungsquelle selbst hat schon einen Bezug zur Masse des Gerätes. Die Spannungsquelle muss im Potential gegenüber der Gerätemasse festgelegt sein.

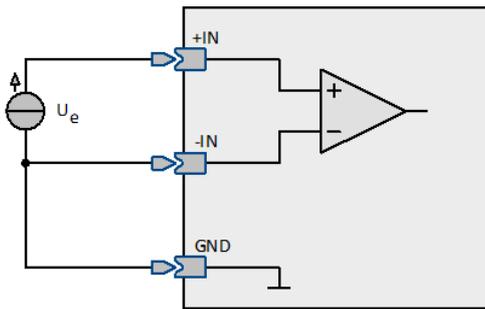
💡 Beispiel

Das Messgerät ist geerdet. Damit liegt der Eingang GND auch auf Erdpotential. Ist die Spannungsquelle selbst auch geerdet, hat sie einen Bezug zur Geräte-Masse. Es stört dabei nicht, dass das Erdpotential an der Spannungsquelle ggf. um einige Volt verschoben ist gegenüber dem am Gerät selbst. Die maximal zulässige Gleichtaktspannung darf jedoch nicht überschritten werden.

! Hinweis

In diesem Fall darf der negative Signaleingang $-IN$ nicht mit der Masse GND am Gerät verbunden werden. Andernfalls würde eine Masseschleife entstehen, durch die Störungen eingekoppelt werden. In diesem Fall wird eine echte differentielle (aber nicht isolierte!) Messung durchgeführt.

8.3.4.1.3 Fall 2: Spannungsquelle ohne Massebezug



Die Spannungsquelle selbst hat keinen Bezug zur Masse des Messgerätes, sondern schwebt im Potential frei gegenüber der Gerätemasse. Ist es nicht möglich einen Massebezug herzustellen, kann auch der negative Signaleingang $-IN$ mit der Masse GND verbunden werden.



Beispiel

Eine nicht geerdete Spannungsquelle (z.B. eine Batterie) wird gemessen, deren Kontakte keine Verbindung zu Erdpotential haben. Das Messgerät ist geerdet.



Hinweis

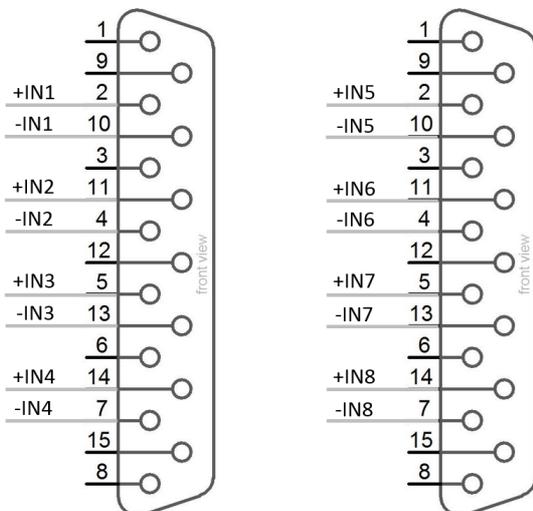
Wenn $-IN$ und GND verbunden werden, muss darauf geachtet werden, dass die Signalquelle sich in ihrem Potential auf das Potential der Gerätemasse ziehen lässt, ohne dass ein nennenswerter Strom fließt. Falls die Quelle sich nicht auf das Potential bringen lässt, dann besteht die Gefahr der Zerstörung des Verstärkers. Wenn $-IN$ und GND verbunden werden, führt man eine Single ended Messung durch. Das ist kein Nachteil, falls vorher kein Massebezug bestand.

8.3.4.2 Bandbreite

Die **max. Abtastrate** der Kanäle beträgt 100 kHz ($10 \mu\text{s}$). Die **analoge Bandbreite** (ohne digitale Tiefpassfilterung) liegt bei 14 kHz (-3 dB). Beim ICPU2-8 liegt die analoge Bandbreite bei 48 kHz (-3 dB). Die untere Grenzfrequenz beträgt bei AC-Kopplung 0,37 Hz in den Bereichen $\leq \pm 10 \text{ V}$, sonst 1 Hz.

8.3.4.3 Anschluss

Die Anschlüsse des ICPU2-8 und des ICPU2-8-70mHz (Sonderversion mit [0,07 Hz Eckfrequenz](#)³⁸⁶) sind vom Typ BNC, siehe [Beschaltung](#)¹⁹⁶. Der ICPU2-8-D-70mHz hat zwei DSUB-15 Buchsen:



[Verweis](#)

[Technische Daten](#)³⁸⁶

8.3.5 ICPU-16: Spannung, Sensor mit Stromspeisung

Die Messeingänge (nichtisolierte, differentielle Verstärker) dienen der Spannungsmessung und ermöglichen das direkte Anschließen von IEPE/ICP-Sensoren. Der Anschluss erfolgt mit BNC. Ein Anschluss über einen imc DSUB-Stecker ist nicht vorgesehen.

Der ICPU-16 unterstützt [TEDS](#)^[104] (Transducer Electronic Data Sheet) nach IEEE 1451.4 Class I Mixed Mode Interface. Dies bedeutet, dass TEDS Daten und analoge Signale auf derselben Leitung gesendet und empfangen werden. Die [technischen Daten des ICPU-16](#)^[390].

8.3.5.1 Beschaltungen

Siehe [ICPU2-8](#).^[196]

8.3.5.2 Spannungsmessung

- Spannung: ± 10 V bis ± 250 mV

Der Eingangswiderstand beträgt 20 M Ω für DC und 1,82 M Ω bei AC. Bei ausgeschaltetem Gerät sinkt er auf ca. 1 M Ω . Für die AC gekoppelte ICP-Messung wird der Gleichspannungsanteil mit einem Hochpass von 0,37 Hz unterdrückt.

Die Eingangskonfiguration ist differentiell.

8.3.5.2.1 Fall 1: Spannungsquelle mit Massebezug

Siehe [ICPU2-8 Fall 1: Spannungsquelle mit Massebezug](#)^[197].

8.3.5.2.2 Fall 2: Spannungsquelle ohne Massebezug

Siehe [ICPU2-8 Fall 2: Spannungsquelle ohne Massebezug](#)^[198].

8.3.5.3 Bandbreite

Die max. Abtastrate der Kanäle beträgt 20 kHz (50 μ s). Die analoge Bandbreite (ohne digitale Tiefpassfilterung) liegt bei 6,6 kHz (-3 dB). Die untere Grenzfrequenz beträgt bei AC-Kopplung 0,37 Hz.

8.3.5.4 Anschluss

Die Anschlüsse sind vom Typ BNC.

8.3.6 ISO2-8(-16)/-2T Isoliert: Spannung, Strom (20 mA), Temperatur, IEPE/ICP

Die isolierten Spannungskanäle des ISO2-8(-16) Moduls nutzen kanalweise **galvanisch getrennte (potentialfreie)** Verstärker, die im Spannungsmodus betrieben werden.

Abhängig von den Anschlüssen ist neben der Spannungsmessung die Strommessung und die Temperaturmessung vorgesehen. Die Verwendung des [ICP-Erweiterungssteckers](#) ²⁶⁰ ist ebenfalls möglich, allerdings ist dadurch die **Potentialfreiheit nicht** mehr gegeben.

Parameter	Wert	Bemerkungen
Messmodi DSUB-15	Spannungsmessung Strommessung Thermoelemente, RTD (PT100) stromgespeiste Sensoren (IEPE/ICP)	Spannungsstecker ACC/DSUBM-U4 Stromstecker ACC/DSUBM-I4 Thermostecker ACC/DSUBM-T4 IEPE/ICP Erweiterungsstecker (ACC/DSUB-ICP4, nicht isoliert)
Messmodi LEMO	Spannungsmessung Strommessung PT100	single end (interner Shunt)
Messmodus Miniatur- Thermoelement- Steckverbinder	Temperaturmessung Thermoelementmessung Typ K	CRFX/ISO2-8(-16)-2T

Verweis

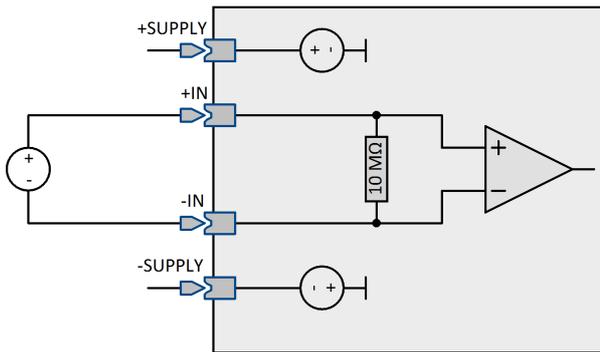
- [Technische Daten des ISO2-8](#) ³⁹²
- [Technische Daten des ISO2-8\(-16\)-2T](#) ³⁹⁸

8.3.6.1 Spannungsmessung

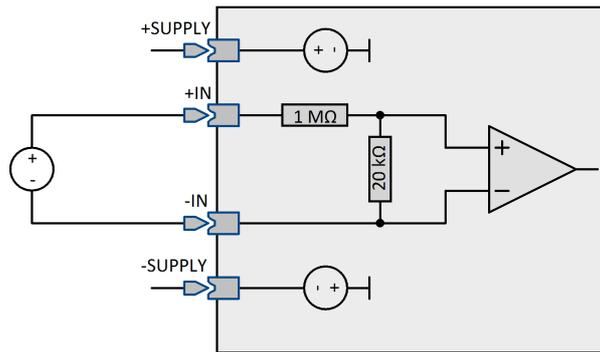
- Spannung: $\pm 60\text{ V}$ bis $\pm 5\text{ V}$ mit Teiler
- Spannung: $\pm 2\text{ V}$ bis $\pm 50\text{ mV}$ ohne Teiler

In den Spannungsbereichen $\pm 60\text{ V}$ bis $\pm 5\text{ V}$ ist ein **interner Vorwiderstand** wirksam. Die differentielle Eingangsimpedanz beträgt in diesem Fall $1\text{ M}\Omega$, in allen übrigen Bereichen $10\text{ M}\Omega$. Die Eingangsimpedanz bei ausgeschaltetem Gerät beträgt stets $1\text{ M}\Omega$.

Die Eingänge sind DC-gekoppelt. Das differentielle Verhalten wird durch den isolierten Aufbau erreicht.



Anschlussbild für Spannungen $< 5\text{ V}$



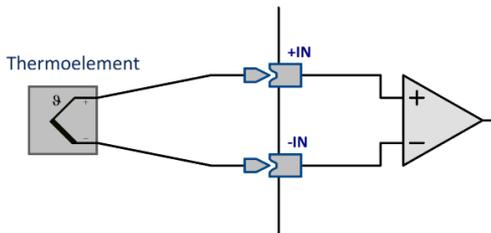
Anschlussbild für Spannungen $> 5\text{ V}$ mit internem Spannungsteiler

8.3.6.2 Temperaturmessung

Die Eingangskanäle sind für die Messung von **Thermoelementen und PT100-Sensoren** (RTD, Platin-Widerstandsthermometer) ausgelegt. Beliebige Kombinationen beider Sensortypen können angeschlossen werden. [Eine Ausführliche Beschreibung zur Temperaturmessung finden Sie hier.](#)^[127]

Die Temperaturmessung erfolgt mit dem imc Stecker [ACC/DSUBM-T4](#)^[129]. Thermoelemente können alternativ mit zweipoligen Thermosteckern erfasst werden.

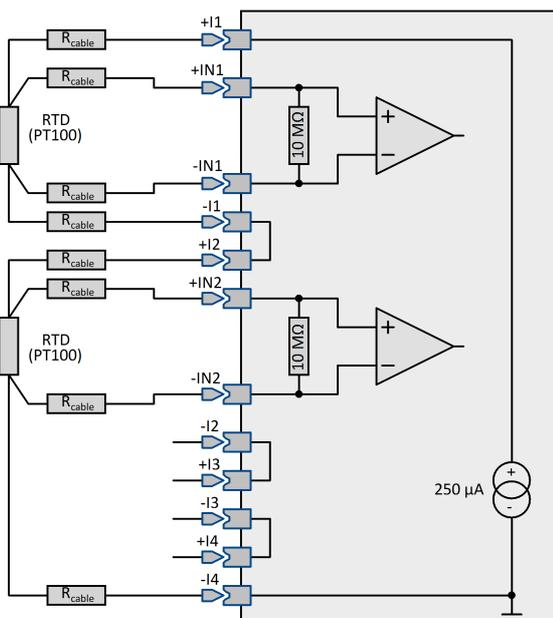
8.3.6.2.1 Thermoelementmessung



Die gebräuchlichen Typen von Thermoelementen werden durch eine Kennlinienlinearisierung unterstützt.

Die für Thermoelementmessung nötige Klemmstellenkompensation ist in dem imc Thermostecker integriert [ACC/DSUBM-T4](#)^[129].

8.3.6.2.2 PT100 (RTD) - Messung



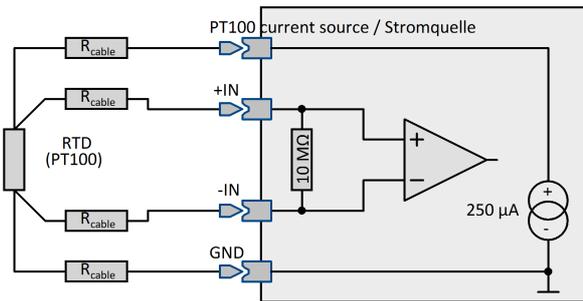
Neben Thermoelementen können **PT100** direkt in **4-Leiter-Konfiguration** angeschlossen werden. Eine extra Referenzstromquelle speist gemeinsam eine Kette von bis zu vier in Reihe geschalteten Sensoren.

Bei Verwendung des imc-Thermosteckers (ACC/DSUBM-T4) werden dabei jeweils 4 Klemmen für eine komplette 4-Draht-Messung angeboten, wobei die Stromspeiseklemmen bereits intern so vorverdrahtet sind, dass bei Anschluss aller 4 PT100 die Referenzstrom-Schleife "automatisch" geschlossen wird. Dazu ist der $-I$ Anschluss eines Kanals zum $+I$ des nächsten verbunden. (siehe Skizze unter [Schaltbild: imc Thermostecker](#)^[129]). An Kanälen, die nicht mit einem PT100 Sensor belegt sind, muss dann jeweils eine Drahtbrücke zwischen $+Ix$ und $-Ix$ geklemmt werden.

Bei Verwendung eines normalen DSUB-15 Steckers sind diese zusätzlichen "Stützklemmen" für 4-Draht-Anschluss nicht vorhanden: es muss darauf geachtet werden, dass der Referenzstrom alle PT100 Messstellen durchfließt. Nur $+I1$ "(RES.)" und $-I4$ "(GND)" sind als Klemme verfügbar. Die "durchgeschleiften" Knoten $-I1 = +I2$, $-I2 = +I3$, $-I3 = +I4$ müssen "fliegend" verdrahtet werden.

PT100 Sensoren werden aus dem Modul heraus gespeist und haben bzw. benötigen keinen beliebig vorgegebenen Potentialbezug im Sinne einer von außen aufgeprägten Gleichtaktspannung. Dieser darf auch nicht hergestellt werden, etwa durch Erden eines der vier Anschlusskabel: Die PT100-Referenzstromquelle hat Potentialbezug zum Gehäuse (CHASSIS) des Geräts, ist also nicht isoliert.

Für die ISO2-8 Verstärkervariante mit **LEMO Anschlussstechnik (ISO2-8-L)** gilt das folgende Anschlussbild:



Jeder angeschlossene Sensor wird individuell aus einer Referenzstromquelle gespeist.

8.3.6.3 Sensoren mit Stromspeisung

Die DSUB-15 Anschlüsse bieten eine feste [5 V Versorgungsspannung für externe Sensoren](#)^[274]. Diese Spannungsquelle hat Bezug zum Chassis des Messgerätes. [Die Beschreibung zur Erfassung von ICP Sensoren finden Sie hier.](#)^[260] Zur Erfassung von stromgespeisten Sensoren empfehlen wir den DSUB-15 Erweiterungsstecker [ACC/DSUBM-ICP2I-BNC\(-F,-S\)](#)^[260].



Hinweis

ISO2-8 mit DSUB-15 Anschlüssen

Triaxial Sensoren werden nur bei Verwendung eines auf den Messverstärker gesteckten Metallsteckers ACC/DSUBM-ICP2I-BNC(-F, -S) unterstützt.

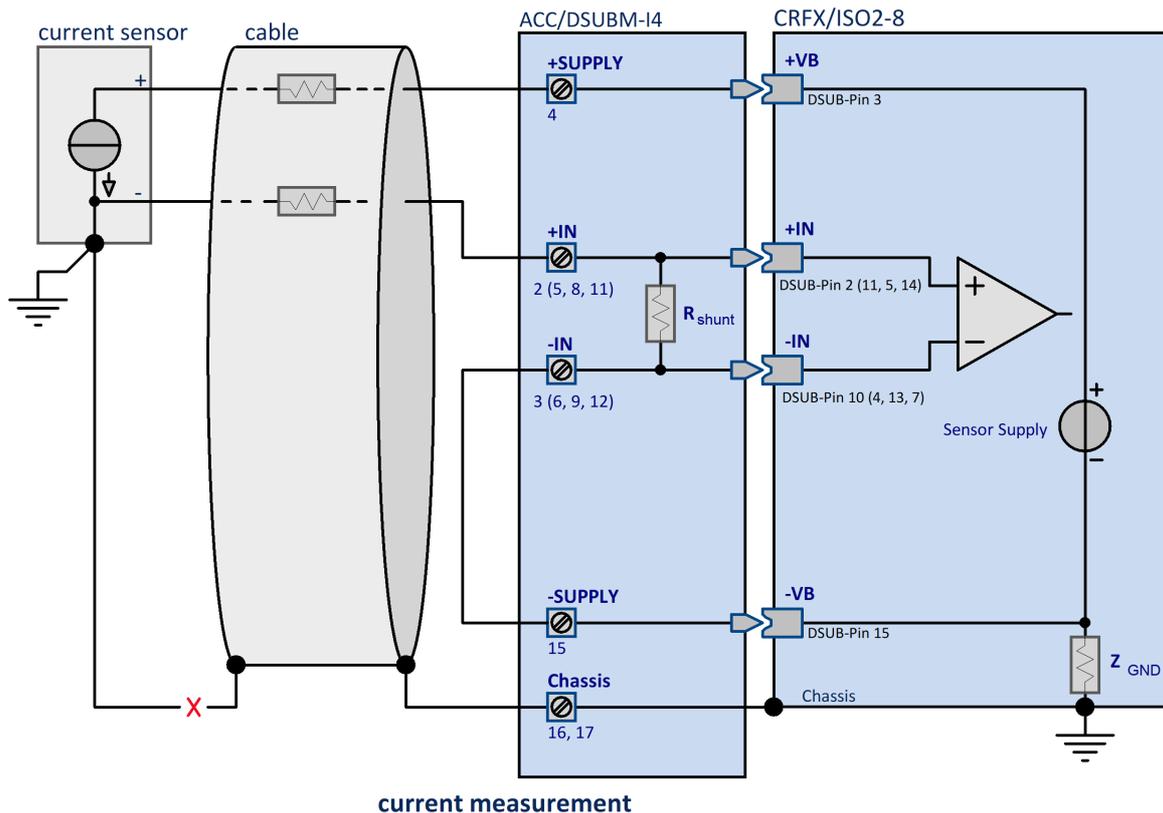
Bei Verwendung des zweikanaligen Steckers: ACC/DSUBM-ICP2I-BNC(-S/-F) in Kombination mit den analogen Eingängen des Gerätes, die vier Kanäle pro Buchse zur Verfügung stellen, können nur die Kanäle 1 und 3 verwendet werden.

8.3.6.4 Strommessung

- Strom: $\pm 40 \text{ mA}$, $\pm 20 \text{ mA}$, $\pm 10 \text{ mA}$... $\pm 1 \text{ mA}$ in 6 Bereichen

Für ISO2-8 Verstärker mit **DSUB-15** Anschluss technik:

Für die Strommessung ist ein spezieller Stecker mit integriertem **Shunt** (50Ω) nötig: ACC/DSUBM-I4. Bei Strommessung mit den speziellen Shuntsteckern ACC/DSUBM-I4 sind aus Gründen der begrenzten Verlustleistung des Mess-Shunts bei statischer Dauerbelastung nur die Messbereiche von 40 mA bis 50 mA zulässig (entspricht dem 2 V oder $2,5 \text{ V}$ Spannungsbereich).



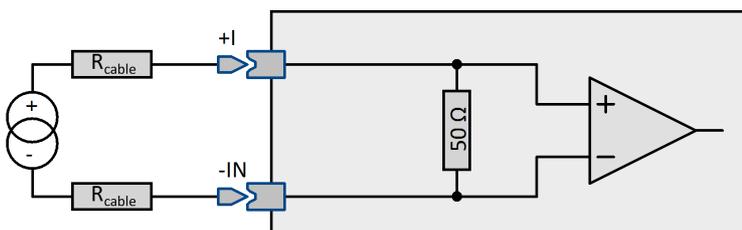
! Hinweis

Da es sich bei diesem Verfahren um eine Spannungsmessung am Bürdewiderstand handelt, muss in der imc Software auch eine **Spannungsmessung** eingestellt werden.

Der **Skalierungsfaktor** wird mit $1/R$ und der Einheit A eingetragen ($0,02 \text{ A/V} = 1/50 \Omega$).

8.3.6.5 Strommessung mit internem Shunt

Für ISO2-8 Verstärkervariante mit **LEMO** Anschluss technik (ISO2-8-L):



8.3.6.6 Bandbreite

Die **maximale Abtastrate** der Kanäle beträgt 100 kHz (10 μ s). Die **analoge Bandbreite** (ohne digitale Tiefpassfilterung) der isolierten Spannungskanäle beträgt 11 kHz (-3 dB) und 8 kHz (-0,2 dB).

8.3.6.7 Anschluss



Verweis

Hier finden Sie die [Pinbelegung der DSUB-Stecker](#)⁴⁹⁷ oder [LEMO-Stecker](#)⁵⁰⁴.

8.3.7 ISOF-8: Spannung, Strom (20 mA), Temperatur, IEPE/ICP

Die isolierten Spannungskanäle des ISOF-8 Moduls nutzen kanalweise **galvanisch getrennte (potentialfreie)** Verstärker, die im Spannungs-Modus betrieben werden. Neben der Spannungsmessung sind Strommessung über Strom-Stecker und Temperaturmessung über den Temperatur-Stecker ACC/DSUBM-T4 vorgesehen. Die Verwendung des [ICP-Erweiterungssteckers](#)²⁶⁰ ist ebenfalls möglich, allerdings ist dadurch die **Potentialfreiheit nicht** mehr gegeben.



Verweis

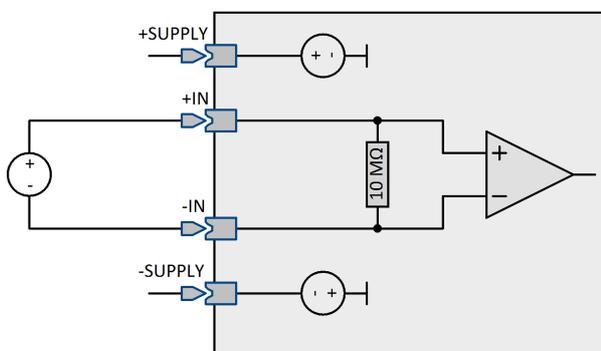
- [Technische Daten des ISOF-8](#)⁴⁰⁰
- Hier finden Sie die [Pinbelegung der DSUB-Stecker](#)⁴⁹⁷ oder [LEMO-Stecker](#)⁵⁰⁴.

8.3.7.1 Spannungsmessung

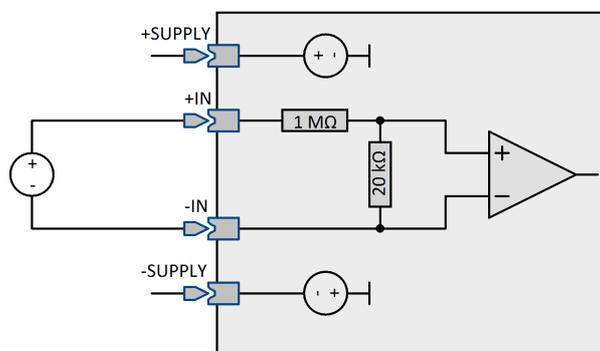
- Spannung: ± 60 V bis ± 5 V mit Teiler
- Spannung: ± 2 V bis ± 25 mV ohne Teiler

In den Spannungsbereichen ± 60 V bis ± 5 V ist ein **interner Vorteiler** wirksam. Die differentielle Eingangsimpedanz beträgt in diesem Fall 1 M Ω , in allen übrigen Bereichen 10 M Ω . Die Eingangsimpedanz bei ausgeschaltetem Gerät beträgt stets 1 M Ω .

Die Eingänge sind DC-gekoppelt. Das differentielle Verhalten wird durch den isolierten Aufbau erreicht.



Anschlussbild für Spannungen <5 V



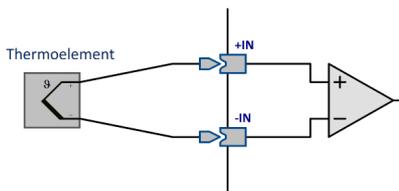
Anschlussbild für Spannungen >5 V mit internem Spannungsteiler

8.3.7.2 Temperaturmessung

Die Eingangskanäle sind für die Messung von **Thermoelementen** und **PT100-Sensoren** (RTD, Platin-Widerstandsthermometer) ausgelegt. Beliebige Kombinationen beider Sensortypen können angeschlossen werden. [Eine ausführliche Beschreibung der Temperaturmessung finden Sie hier.](#)^[127]

Die Temperaturmessung erfolgt mit dem imc Stecker [ACC/DSUBM-T4](#)^[129]. Thermoelemente können alternativ mit zweipoligen Thermosteckern erfasst werden.

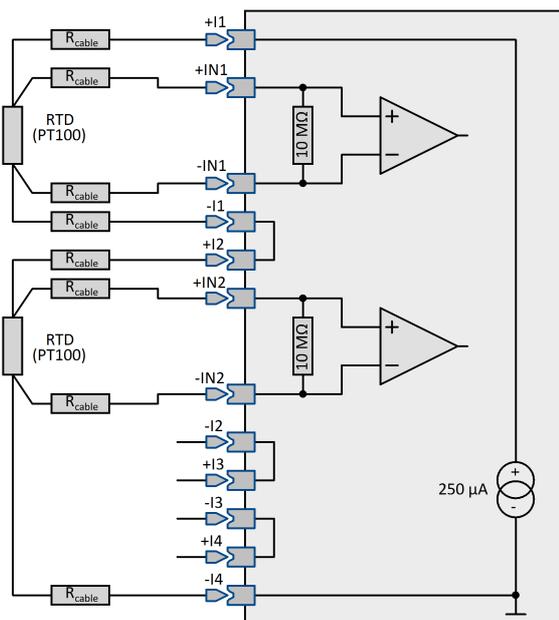
8.3.7.2.1 Thermoelementmessung



Die gebräuchlichen Typen von Thermoelementen werden durch eine Kennlinienlinearisierung unterstützt.

Die für Thermoelementmessung nötige Klemmstellen-Kompensation ist in den imc-Thermostecker integriert ([ACC/DSUBM-T4](#)^[129]).

8.3.7.2.2 PT100 (RTD) - Messung



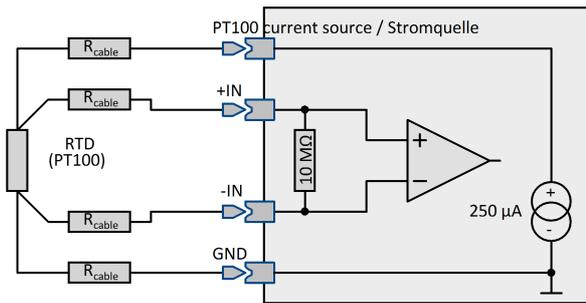
Neben Thermoelementen können **PT100** direkt in **4-Leiter-Konfiguration** angeschlossen werden. Eine extra Referenzstromquelle speist gemeinsam eine Kette von bis zu vier in Reihe geschalteten Sensoren.

Bei Verwendung des imc-Thermosteckers ([ACC/DSUBM-T4](#))^[499] werden dabei jeweils 4 Klemmen für eine komplette 4-Draht-Messung angeboten, wobei die Stromspeiseklemmen bereits intern so vorverdrahtet sind, dass bei Anschluss aller 4 PT100 die Referenzstrom-Schleife "automatisch" geschlossen wird. Dazu ist der -I Anschluss eines Kanals zum +I des nächsten verbunden. (siehe Skizze unter [Schaltbild: imc Thermostecker](#)^[129]). An Kanälen, die nicht mit einem PT100 Sensor belegt sind muss dann jeweils eine Drahtbrücke zwischen "+Ix" und "-Ix" geklemmt werden.

Bei Verwendung eines normalen DSUB-15 Steckers sind diese zusätzlichen "Stützklemmen" für 4-Draht-Anschluss nicht vorhanden: es muss darauf geachtet werden, dass der Referenzstrom alle PT100 Messstellen durchfließt. Nur "+I1" "(RES.)" und "-I4" "(GND)" sind als Klemme bzw. DSUB-15 Pin verfügbar. Die "durchgeschleiften" Knoten "-I1 = +I2", "-I2 = +I3", "-I3 = +I4" müssen "fliegend" verdrahtet werden.

PT100 Sensoren werden aus dem Modul heraus gespeist und haben bzw. benötigen keinen beliebig vorgegebenen Potentialbezug im Sinne einer von außen aufgeprägten Gleichtaktspannung. Dieser darf auch nicht hergestellt werden, etwa durch Erden eines der vier Anschlusskabel: Die PT100-Referenzstromquelle hat Potentialbezug zum Gehäuse (CHASSIS) des Geräts, ist also nicht isoliert.

Für die ISOF-8 Verstärkervariante mit **LEMO Anschlussstechnik (ISOF-8-L)** gilt das folgende Anschlussbild:



Jeder angeschlossene Sensor wird individuell aus einer Referenzstromquelle gespeist.

8.3.7.3 Sensoren mit Stromspeisung

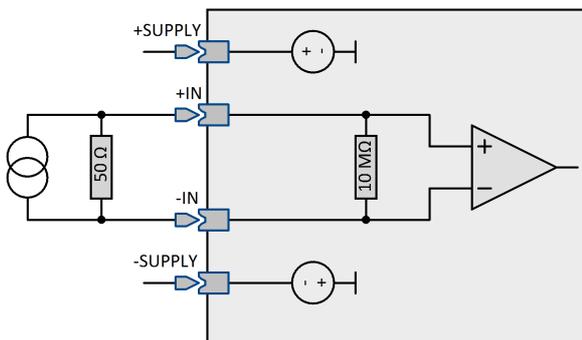
Die DSUB-15 Anschlüsse bieten eine feste [5 V Versorgungsspannung für externe Sensoren](#)^[274]. Diese Spannungsquelle hat Bezug zum Chassis des Messgerätes. [Die Beschreibung zur Erfassung von ICP Sensoren finden Sie hier.](#)^[260] Zur Erfassung von stromgespeisten Sensoren empfehlen wir den DSUB-15 Erweiterungsstecker [ACC/DSUBM-ICP2I-BNC\(-F,-S\)](#)^[260].

8.3.7.4 Strommessung

- Strom: ± 40 mA, ± 20 mA, ± 10 mA in 3 Bereichen

Für ISOF-8 Verstärker mit **DSUB-15** Anschlussstechnik:

Für die Strommessung ist ein spezieller Stecker (ACC/DSUBM-I4) mit integriertem **Shunt** (50Ω) nötig.



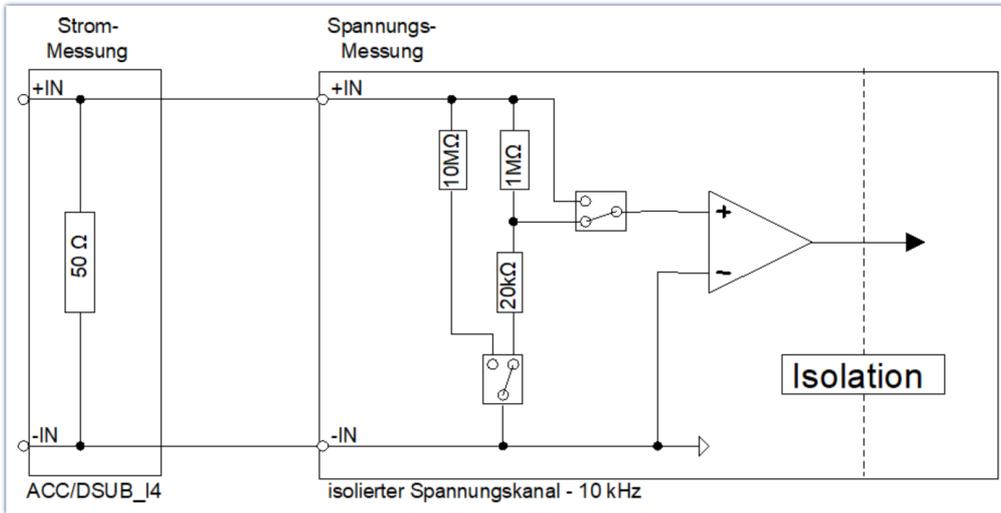
Bei Strommessung mit den speziellen Strom-Steckern ACC/DSUBM-I4 sind aus Gründen der begrenzten Verlustleistung des Mess-Shunts bei statischer Dauerbelastung Messbereiche von **40 mA bis 25 mA zulässig** (entspricht dem 2 V oder 2,5 V Spannungsbereich).

! Hinweis

Da es sich bei diesem Verfahren um eine Spannungsmessung am Bürdewiderstand handelt, muss in der imc Geräte Software auch eine Spannungsmessung eingestellt werden.

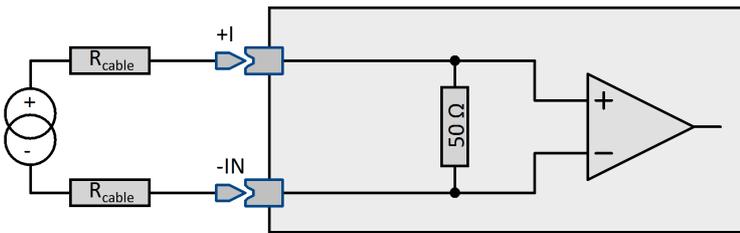
Der Skalierungsfaktor wird mit $1/R$ und der Einheit A eingetragen ($0,02 \text{ A/V} = 1/50 \Omega$).

Prinzip-Schaltbild Eingangs-Stufe



8.3.7.5 Strommessung mit internem Shunt

Für ISOF-8 Verstärkervariante mit LEMO Anschlussstechnik (ISOF-8-L):



8.3.8 LV-16: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP

Der LV-16 verfügt über 16 differentielle, nicht isolierte Eingangskanäle, die zur [Spannungsmessung](#)^[209] verwendet werden können. Daneben sind [Strommessung über Shuntstecker](#)^[209] und die Verwendung eines [IEPE \(ICP\)-Erweiterungssteckers](#)^[209] vorgesehen. Die Kanäle sind mit individuellen ("analogen", fest konfigurierten) Anti-Aliasing-Filtern 5. Ordnung ausgerüstet, deren Eckfrequenz bei 6,6 kHz liegt.

[Technische Daten: LV-16: Spannung, Strom \(20 mA\), IEPE/ICP](#)^[407]

8.3.8.1 Spannungsmessung

- Spannungsbereiche: ± 250 mV, ± 1 V, $\pm 2,5$ V, ± 10 V

Die Eingangsimpedanz beträgt 10 M Ω bezogen auf Systemmasse bzw. 20 M Ω differentiell. Die Eingänge sind DC-gekoppelt. Der passende Anschlussstecker hat die Bezeichnung [ACC/DSUBM-U4](#)^[497].

8.3.8.2 Strommessung

- Strombereiche: ± 5 mA, ± 20 mA, ± 50 mA

Für die Strommessung ist ein spezieller Stecker mit integriertem **Shunt** (50 Ω) nötig [ACC/DSUBM-I4](#)^[497]. Bei Strommessung mit den speziellen Shuntsteckern ACC/DSUBM-I4 sind aus Gründen der begrenzten Verlustleistung des Mess-Shunts bei statischer Dauerbelastung Messbereiche von max. ± 50 mA zulässig (entspricht dem 2 V oder 2,5 V Spannungsbereich).

Hinweis

Da es sich bei diesem Verfahren um eine Spannungsmessung am Bürdewiderstand handelt, muss in der imc Bediensoftware auch eine Spannungsmessung eingestellt werden.

Der Skalierungsfaktor wird mit $1/R$ und der Einheit A eingetragen ($0,02$ A/V = $1/50$ Ω).

8.3.8.3 Sensoren mit Stromspeisung

Die DSUB-15 Anschlüsse bieten eine feste [5 V Versorgungsspannung für externe Sensoren](#)^[274]. Diese Spannungsquelle hat Bezug zum Chassis des Messgerätes. [Die Beschreibung zur Erfassung von ICP Sensoren finden Sie hier.](#)^[260] Zur Erfassung von stromgespeisten Sensoren empfehlen wir den DSUB-15 Erweiterungsstecker [ACC/DSUBM-ICP2I-BNC\(-F,-S\)](#)^[260].

8.3.8.4 Bandbreite

Die **max. Abtastrate** der Kanäle beträgt 20 kHz (50 μ s). Die **analoge Bandbreite** (ohne digitale Tiefpassfilterung) liegt bei 6,6 kHz (-3 dB).

8.3.8.5 Anschluss

Das LV-16 Modul ist in der Regel mit 4 DSUB-15 Steckern ausgerüstet (4 Kanäle / Stecker) und belegt damit 2 Modul-Steckplätze im System.

Die Pinbelegung: [Anschluss mit DSUB-15](#)^[497].

8.3.9 LV3-8: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP

Der LV2-8, LV3-8 ist ein achtkanaliger Universalverstärker für Aufgaben rund um Spannungs- und Strommessung (20 mA) mit Abtastraten bis zu 100 kHz pro Kanal. Der LV3-8 ist eine Weiterentwicklung des LV2-8 und unterscheidet sich in der Bandbreite (LV2-8: 14 kHz; LV3-8: 48 kHz). Wenn keine Einschränkungen erwähnt werden, gilt die nachfolgende Beschreibung auch für den LV3-8.

Besonders der 50 V Messbereich und die sehr niedrige Rauschspannung prädestinieren diese Geräte für anspruchsvollste Spannungsmessungen. Die Eingangskanäle sind differentiell und mit individueller Signalkonditionierung inkl. Filtern ausgelegt.



Verweis

8.3.9.1 Spannungsmessung

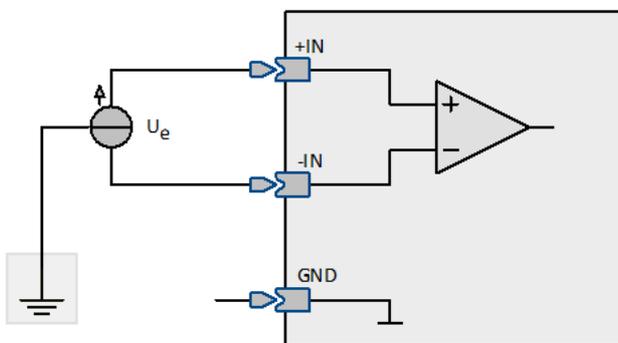
- Spannung: ± 5 mV bis ± 50 V

In den Spannungsbereichen ± 50 V und ± 20 V ist ein Spannungsteiler wirksam; es ergibt sich ein Eingangswiderstand von 1 M Ω . In den Spannungsbereichen ± 10 V bis ± 5 mV beträgt der Eingangswiderstand dagegen 20 M Ω . Bei ausgeschaltetem Gerät sinkt er auf ca. 1 M Ω .

Die Eingangskonfiguration ist differentiell und DC-gekoppelt.

8.3.9.1.1 Spannungsquelle mit Massebezug

Die Spannungsquelle selbst hat schon einen Bezug zur Masse des Gerät. Die Spannungsquelle muss im Potential gegenüber der Geräte-Masse festgelegt sein.



Beispiel

Das Messgerät ist geerdet. Damit liegt der Eingang GND auf Erdpotential. Ist die Spannungsquelle selbst auch geerdet, hat sie einen Bezug zur Geräte-Masse.

Das Erdpotential an der Spannungsquelle darf um einige Volt gegenüber dem am Gerät verschoben sein. Die maximal zulässige Gleichtaktspannung darf jedoch nicht überschritten werden.



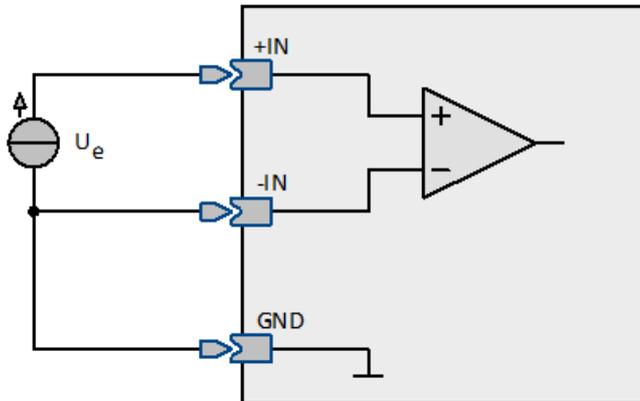
Hinweis

Im Beispiel darf der negative Signaleingang -IN nicht mit der Masse GND am Gerät verbunden werden. Andernfalls würde eine Masseschleife entstehen, durch die Störungen eingekoppelt werden.

In diesem Fall wird eine echte differentielle (aber nicht isolierte!) Messung durchgeführt.

8.3.9.1.2 Spannungsquelle ohne Massebezug

Die Spannungsquelle selbst hat keinen Bezug zur Masse des Messgerätes, sondern schwebt im Potential frei gegenüber der Gerätemasse. Ist es nicht möglich einen Massebezug herzustellen, kann auch der negative Signaleingang $-IN$ mit der Masse GND verbunden werden.



Beispiel

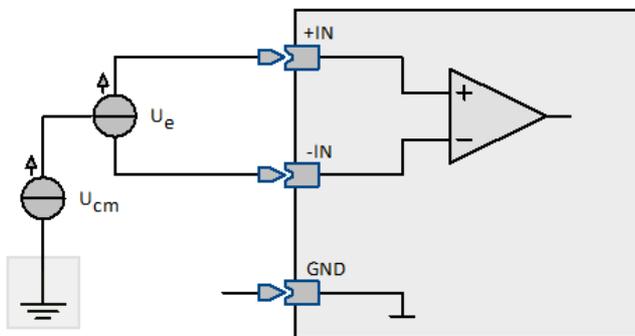
Eine nicht geerdete Spannungsquelle (z.B. eine Batterie) wird gemessen, deren Kontakte keine Verbindung zu Erdpotential haben. Das Messgerät ist geerdet.



Hinweis

Wenn $-IN$ und GND verbunden werden, muss darauf geachtet werden, dass die Signalquelle sich in ihrem Potential tatsächlich auf das Potential der Gerätemasse ziehen lässt, ohne dass ein nennenswerter Strom fließt. Falls die Quelle sich nicht auf das Potential bringen lässt (weil sie doch wider Erwarten festgelegt ist), dann besteht die Gefahr der Zerstörung des Verstärkers. Wenn $-IN$ und GND verbunden werden, führt man eine single end Messung durch. Das ist kein Nachteil, falls vorher kein Massebezug bestand.

8.3.9.1.3 Spannungsquelle auf anderem festen Potential



In den Messbereichen $<20\text{ V}$ muss die Gleichtaktspannung U_{cm} im Bereich von $\pm 10\text{ V}$ liegen. Diese verringert sich um die halbe Eingangsspannung.

8.3.9.1.4 Spannungsmessung: Mit Nullabgleich (Tara)

Es ist möglich bei der Spannungsmessung eine Nullpunktverschiebung des Sensors zu Null abzugleichen (Tara bzw. Nullabgleich). Dazu ist in der Bediensoftware unter *Einstellungen* -> *Verstärker (Abgleich etc.)*... der Verstärkerdialog aufzurufen.

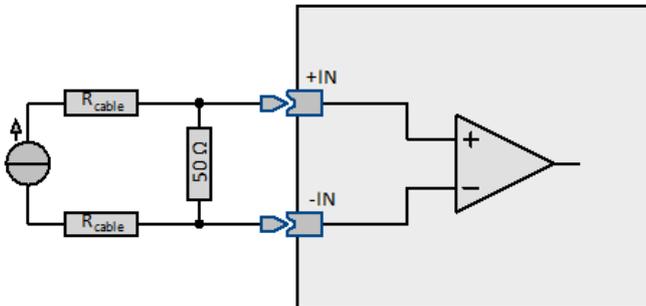
Wählen Sie dort auf der Karte *Allgemein* unter *Abgleich* -> *Tarierung*. Der Messbereich verringert sich entsprechend um den Nullabgleich. Sollte die Anfangsvertrimmung so groß sein, das ein Ausgleich durch das Gerät nicht möglich ist, muss ein größerer Messbereich eingestellt werden.

8.3.9.2 Strommessung

- Strom: z.B. ± 1 mA bis ± 50 mA

Für die Strommessung kann der DSUB-Stecker ACC/DSUBM-I4 benutzt werden, der optional erhältlich ist. In dem Stecker befindet sich ein $50\ \Omega$ Bürdewiderstand (Shunt).

Darüber hinaus kann auch über einer extern angeschlossenen Bürde Spannung gemessen werden. Der Widerstand sollte ausreichend genau sein. Bitte beachten Sie die Leistungsaufnahme im Bürdenwiderstand.



Die maximale Gleichtaktspannung muss auch bei dieser Anordnung im Bereich ± 10 V liegen. Das kann i.A. nur sichergestellt werden, wenn auch die Stromquelle selbst schon einen Masse- bzw. Erdbezug hat. Wenn die Stromquelle keinen Massebezug hat, besteht die Gefahr einer nicht zulässigen Überspannung am Gerät. Ggf. ist ein Massebezug der Stromquelle durch Erdung der Stromquelle herzustellen.

! Hinweis

Da es sich bei diesem Verfahren um eine Spannungsmessung am Bürdewiderstand handelt, muss in der imc Bediensoftware auch eine Spannungsmessung eingestellt werden.

Der Skalierungsfaktor wird mit $1/R$ und der Einheit A eingetragen ($0,02\ \text{A/V} = 1/50\ \Omega$).

8.3.9.3 Sensoren mit Stromspeisung

Die DSUB-15 Anschlüsse bieten eine feste [5 V Versorgungsspannung für externe Sensoren](#)^[274]. Diese Spannungsquelle hat Bezug zum Chassis des Messgerätes. [Die Beschreibung zur Erfassung von ICP Sensoren finden Sie hier.](#)^[260] Zur Erfassung von stromgespeisten Sensoren empfehlen wir den DSUB-15 Erweiterungsstecker [ACC/DSUBM-ICP2I-BNC\(-F,-S\)](#)^[260].

! Hinweis

LV3-8 mit DSUB-15 Anschlüssen

Triaxial Sensoren werden nur bei Verwendung eines auf den Messverstärker gesteckten Metallsteckers ACC/DSUBM-ICP2I-BNC(-F, -S) unterstützt.

Bei Verwendung des zweikanaligen Steckers: ACC/DSUBM-ICP2I-BNC(-S/-F) in Kombination mit den analogen Eingängen des Gerätes, die vier Kanäle pro Buchse zur Verfügung stellen, können nur die Kanäle 1 und 3 verwendet werden.

8.3.9.4 Bandbreite

Die **max. Abtastrate** der Kanäle beträgt 100 kHz ($10\ \mu\text{s}$). Die **analoge Bandbreite** liegt bei 48 kHz (-3 dB).

8.3.9.5 Anschluss

Pinbelegung: [DSUB-15](#)^[497] bzw. [LEMO-Stecker](#)^[504]

8.3.10 OSC-16: Isoliert: Spannung, Strom (20 mA), Temperatur

Parameter	Wert	Bemerkung
Kanäle	16	
Messmodi OSC-16	Spannungsmessung Thermoelemente, RTD (PT100) Strommessung	empfohlener Stecker: ACC/DSUBM-U4 ACC/DSUBM-T4 ACC/DSUBM-I4

Der OSC-16 verfügt über 16 isolierte und differentielle Eingangskanäle. Sie weisen dabei erweiterte Isolationseigenschaften von bis zu 60 V auf (bei einer Prüfspannung von 300 V). Dies gilt sowohl für Kanal zu Gehäuse als auch für Kanäle untereinander.

Stärken:

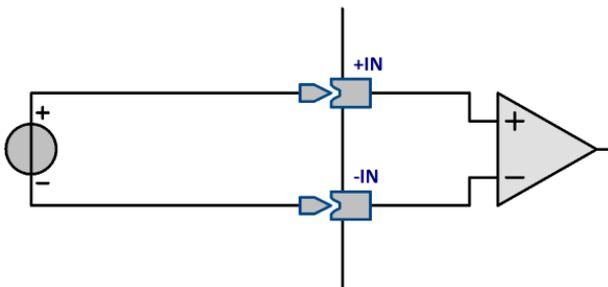
- Ideal für die Messung an passiven Sensoren
- Optimal aliasingfreie Störunterdrückung auch von 50 Hz Störungen
- Unterstützt imc Plug & Measure

Der OSC-16 basiert auf einem Scanner-Konzept mit Blockisolation, bei dem ein Messstellen-Umschalter mit einem isolierten Messverstärker kombiniert ist. Dieses Funktionsprinzip ist optimal geeignet für die Messung an passiven Sensoren. Beim Betrieb mit aktiven Signalquellen und zwar insbesondere mit aktiven Temperaturkalibratoren sind u.U. dynamische Aspekte zu beachten, die im Detail bei der Beschreibung des Scanner-Konzepts diskutiert werden.

Verweis

Die technischen Daten [OSC-16](#) 415.

8.3.10.1 Spannungsmessung



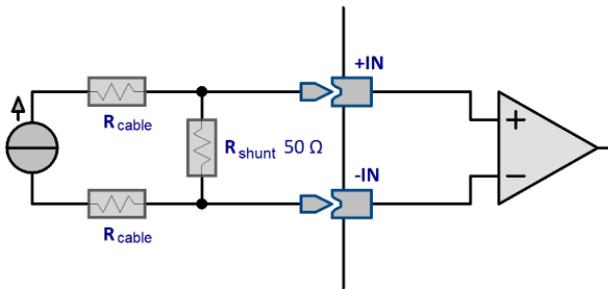
- ± 60 V bis ± 50 mV in elf Bereichen

Die (statische) Eingangsimpedanz in den Bereichen $\leq \pm 2$ V beträgt 10 M Ω , sonst 1 M Ω . Die Eingangsbeschaltung ist differentiell und DC-gekoppelt.

Zum Anschluss wird der Standardstecker zur Spannungsmessung verwendet (ACC/DSUBM-U4), auch der Thermostecker (ACC/DSUBM-T4) wird unterstützt.

Das Anschluss-Schema für isolierte und nicht isolierte Signalquellen unterscheidet sich nicht.

8.3.10.2 Strommessung



- ± 40 mA bis ± 1 mA in sechs Bereichen

Relevant insbesondere für Sensoren mit 0 mA bis 20 mA bzw. 4 mA bis 20 mA Ausgang
Zur Strommessung ist ein Bürdewiderstand (Shunt) im imc Stromstecker integriert (ACC/DSUBM-I4).

Bei einer Strommessung mit dem Shuntstecker: ACC/DSUBM-I4 sind aus Gründen der begrenzten Verlustleistung des Mess-Shunts bei statischer Dauerbelastung Messbereiche von max. ± 50 mA zulässig (entspricht dem 2 V oder 2,5 V Spannungsbereich).

! Hinweis

Da es sich bei diesem Verfahren um eine Spannungsmessung am Bürdewiderstand handelt, muss in der imc Software auch eine Spannungsmessung eingestellt werden.

Der Skalierungsfaktor wird mit $1/R$ und der Einheit A eingetragen ($0,02 \text{ A/V} = 1/50 \Omega$)

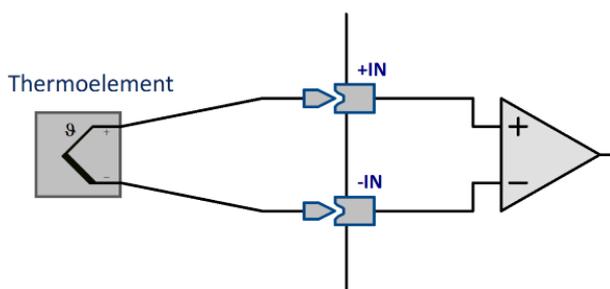
8.3.10.3 Temperaturmessung

Die Eingangskanäle sind für die Messung von **Thermoelementen und PT100-Sensoren** ausgelegt. Beliebige Kombinationen beider Sensortypen können angeschlossen werden.

🔗 Verweis

- [Eine Ausführliche Beschreibung zur Temperaturmessung finden Sie hier.](#)^[127]
- Die Temperaturmessung erfolgt mit dem imc Stecker: [ACC/DSUBM-T4](#)^[129]. Thermoelemente können alternativ mit zweipoligen Thermosteckern erfasst werden.

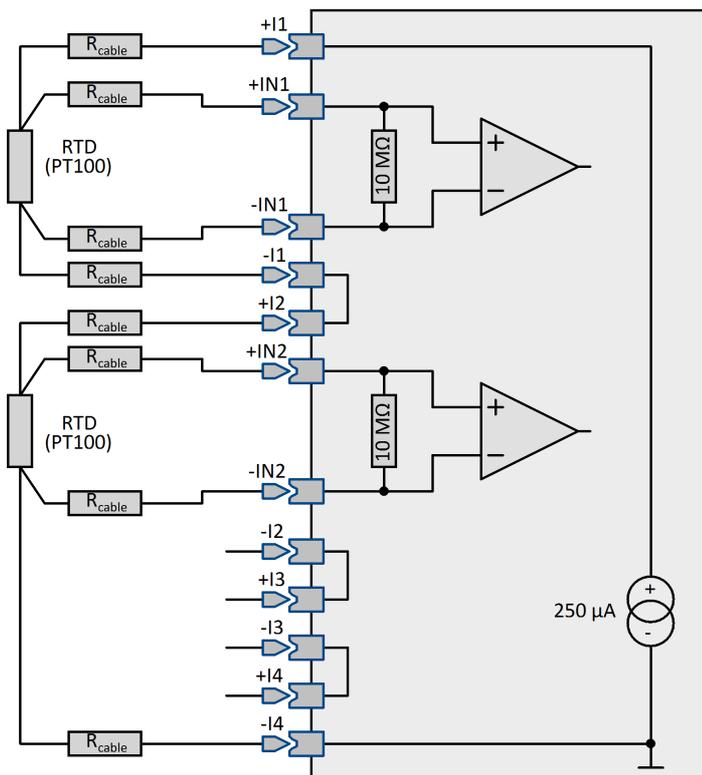
8.3.10.3.1 Thermoelementmessung



Die gebräuchlichen Typen von Thermoelementen werden durch eine Kennlinienlinearisierung unterstützt.

Die für Thermoelementmessung nötige Klemmstellenkompensation ist in den imc-Thermostecker integriert ([ACC/DSUBM-T4](#)^[128]).

8.3.10.3.2 PT100 (RTD) - Messung



Neben Thermoelementen können **PT100** direkt in **4-Leiter-Konfiguration** angeschlossen werden. Eine extra Referenzstromquelle speist gemeinsam eine Kette von bis zu vier in Reihe geschalteten Sensoren.

Bei Verwendung des imc Thermosteckers werden jeweils vier Klemmen für eine 4-Draht-Messung angeboten, wobei die Stromspeiseklemmen bereits intern so vorverdrahtet sind, dass bei Anschluss der vier PT100 die Referenzstrom-Schleife geschlossen wird. Dazu ist der -I Anschluss eines Kanals zum +I Anschluss des nächsten Kanals verbunden, siehe [Schaltbild des imc Thermosteckers](#)^[129].

Bei Verwendung eines Standard DSUB-15 Steckers sind die zusätzlichen Anschlüsse für die 4-Draht-Messung nicht in der Form vorbereitet. Achten Sie darauf, dass der Referenzstrom alle PT100 Messstellen durchfließt. Nur +I1 und -I4 sind als Klemme verfügbar. Die Knoten -I1 = +I2, -I2 = +I3, -I3 = +I4 müssen verdrahtet werden.

PT100 Sensoren werden aus dem Modul heraus gespeist und haben bzw. benötigen keinen beliebig vorgegebenen Potentialbezug im Sinne einer von außen aufgeprägten Gleichtaktspannung. Dieser darf auch nicht hergestellt werden, etwa durch Erden eines der vier Anschlusskabel: Die PT100 Referenzstromquelle hat Potentialbezug zum Gehäuse (CHASSIS) des Geräts, ist also nicht isoliert.

8.3.10.4 Anschluss

Als Anschlusstechnik können DSUB-15 Stecker (CRC/OSC-16, CRSL/OSC-16-D), LEMO-Stecker (CRSL/OSC-16-L) oder Thermoelementbuchsen Typ-K (CRC/OSC-16-T) verwendet werden.

Die [Pinbelegung der DSUB-Stecker](#)^[497].

8.3.11 SC2-32: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP

Das Modul SC2-32 verfügt über 32 differentielle, nicht isolierte Eingangskanäle, die zur Spannungsmessung verwendet werden können. Daneben sind Strommessung über Shuntstecker und die Verwendung eines ICP-Erweiterungssteckers vorgesehen.

Das Modul ist als "Scanner" aufgebaut, der es erlaubt, die maximale Summenabtastrate des Moduls von 400 kHz auf die Zahl von (max. 32) aktivierten Kanälen zu verteilen. Die maximale Abtastrate eines einzelnen Kanals kann dabei bis zu 100 kHz betragen.

Die Kanäle sind mit individuellen (analogen, fest konfigurierten) Anti-Aliasing-Filtern 5. Ordnung ausgerüstet, deren Eckfrequenz bei 28 kHz (-3 dB) liegt. Damit ist bei einer Abtastung eines Kanals mit 100 kHz näherungsweise Aliasing-freies Messen im Sinne des Abtast-Theorems gewährleistet.

Bei niedrigeren Kanal-Abtastraten (insbesondere bei größerer Zahl aktiver Kanäle) werden entsprechend angepasste (digitale) Tiefpassfilter implementiert. Dieses Verfahren erfüllt dann zwar streng genommen nicht mehr vollständig die Bedingungen des Abtast-Theorems, da die Eckfrequenz des "primären" analogen Filters (28 kHz) der niedrigeren Kanalabtastrate nicht angepasst ist, jedoch sind die Eigenschaften dieses preiswerten Moduls für viele Anwendungen völlig ausreichend.

- Messbereiche: $\pm 250 \text{ mV}$, $\pm 1 \text{ V}$, $\pm 2,5 \text{ V}$, $\pm 10 \text{ V}$
- analoge Bandbreite: 28 kHz (-3 dB), 20 kHz (-0,1 dB)
- maximale Summenabtastrate: 400 kHz
- Abtastrate von bis zu 20 kHz pro Kanal
- Unterstützt imc Plug & Measure (Transducer Electronic Data Sheets (IEEE 1451))
- Impedanz: 20 M Ω (differentiell)

Neben der Spannungsmessung sind Strommessung über Shuntstecker, Temperaturmessung, sowie die Verwendung eines ICP-Erweiterungssteckers vorgesehen.

[Technische Daten zum SC2-32](#) ⁴¹⁹

8.3.11.1 Spannungsmessung

- Spannungsbereiche: $\pm 250 \text{ mV}$, $\pm 1 \text{ V}$, $\pm 2,5 \text{ V}$, $\pm 10 \text{ V}$

Die Eingangsimpedanz beträgt 10 M Ω bezogen auf Systemmasse bzw. 20 M Ω differentiell. Die Eingänge sind DC-gekoppelt. Der passende Anschlussstecker hat die Bezeichnung ACC/DSUBM-U4.

8.3.11.2 Strommessung

- Strombereiche: $\pm 5 \text{ mA}$, $\pm 20 \text{ mA}$, $\pm 50 \text{ mA}$

Für die Strommessung ist ein spezieller Stecker mit integriertem Shunt (50 Ω) nötig (Bestellbezeichnung: ACC/DSUBM-I4). Die Konfiguration erfolgt im Spannungsmodus wobei ein entsprechender Skalierungsfaktor eingegeben wird, der die direkte Anzeige von Stromwerten erlaubt (20 mA/V = 1/50 Ω).

Hinweis

Bei Strommessung mit den speziellen Shuntsteckern "ACC/DSUBM-I4" sind aus Gründen der begrenzten Verlustleistung des Mess-Shunts bei statischer Dauerbelastung Messbereiche von max. $\pm 50 \text{ mA}$ zulässig (entspricht dem 2 V oder 2,5 V Spannungsbereich).

8.3.11.3 TEDS

Der SC2-32 unterstützt TEDS. Die passenden DSUB-15 Stecker sind: bei einer Spannungsmessung ACC/DSUBM-TEDS-U4 und bei Strom ACC/DSUBM-TEDS-I4.

Die DSUB-37 Variante stellt zwar ebenfalls die 5 V Versorgung zur Verfügung - jedoch bieten wir als Zubehör keinen 37-poligen Stecker der TEDS oder die Strommessung unterstützt.

8.3.11.4 Externe Versorgungsspannung "+5 V"

An den DSUB-15 Anschlusssteckern steht eine 5 V-Versorgungsspannung für externe Sensoren bzw. des ICP-Erweiterungssteckers zur Verfügung. Diese Quelle ist nicht potentialgetrennt; ihr Bezugspotential ist identisch mit dem Massebezug des Gesamtsystems.

Die Versorgungsausgänge +5 V sind intern elektronisch gegen Kurzschluss abgesichert und jeweils mit max. 160 mA belastbar (Limit der Kurzschlussbegrenzung: 200 mA). Bezugspotential, also Versorgungs-Masseanschluss für den Sensor, ist die Klemme "GND".

8.3.11.5 Optionales Sensorversorgungsmodul

Der SC2-32 kann mit der Sensorversorgung SUPPLY erweitert werden, die eine einstellbaren Versorgungsspannung für aktive Sensoren zur Verfügung stellt.

Die Versorgungsausgänge sind intern elektronisch gegen Kurzschluss mit Masse abgesichert. Bezugspotential, also Versorgungs-Masseanschluss für den Sensor, ist die Klemme GND.

[Technische Daten zum SUPPLY](#)  ⁴⁶⁹.

8.3.11.6 Anschluss

Das SC2-32 Modul ist in der Regel mit 8 DSUB-15 Steckern ausgerüstet (4 Kanäle / Stecker) und belegt damit 4 Modul-Steckplätze im System.

In Kundenspezifischen Geräten können auch Module mit zwei DSUB-37 Anschlüssen zum Einsatz kommen.

Abweichend vom sonst gültigen allgemeinen Schema sind bei den DSUB-15 Steckern des SC2-32 jeweils Pin1 NICHT mit Gerätemasse (CHASSIS) verbunden, sondern nur das DSUB-Steckergehäuse selbst. Bei Verwendung des imc-Klemmensteckers hat dieser Umstand keine Bedeutung, da hier die entsprechenden "CHASSIS"-Klemmen entsprechend angeschlossen sind. Lediglich bei Verwendung von selbstkonfektionierten handelsüblichen DSUB-Steckern ist dieser Umstand (etwa beim Anschluss des Kabelschirms) ggf. zu berücksichtigen.

Die **Pinbelegung** der DSUB-15 Stecker finden Sie unter [DSUB-15 Standard](#)  ⁴⁹⁷ und [Variante 8/2](#)  ⁵⁰².

8.4 Universalmessverstärker

Bezeichnung	CRFX	CRXT	in CRC, CRSL	Kanäle pro Modul	Bemerkung
	Breite	Breite	benötigte Steckplätze		
UNI2-8 	61,62 mm	64,5 mm	2	8	Spannung, Strom (20 mA), Temperatur, Brücke, DMS-Messbrücken, IEPE/ICP
UNI-4 	43,3 mm	34 mm	2	4	isoliert: Spannung, Strom (20 mA), Temperatur, Brücke, DMS-Messbrücken, IEPE/ICP

8.4.1 UNI2-8: Spannung, Strom (20 mA), Temperatur, Brücke, DMS-Messbrücken, IEPE/ICP

Der UNI2-8 ist ein 8-kanaliger Universalmessverstärker mit Abtastraten bis zu 100 kHz pro Kanal. Sie sind besonders geeignet für häufig wechselnde Messaufgaben. Praktisch jeder Sensor- oder Signaltyp ist direkt an einen beliebigen Universalkanal des Messverstärker anschließbar. Die Eingangskanäle sind differentiell und mit individueller Signalkonditionierung inkl. Filtern ausgelegt.

Das Modul bietet zur Versorgung von externen Sensoren (z.B. Brücken Sensoren) eine [Sensorversorgung](#)  mit einstellbaren Versorgungsspannungen. Die analogen Kanäle unterstützen [TEDS](#)  (Transducer Electronic Data Sheets).

Die Messeingänge auf den DSUB-Steckern ([ACC/DSUBM-UNI2](#) ) ermöglichen die Erfassung von Spannungs-, Strom-, Brücken-, PT100- und Thermoelementmessung. Daneben ist die Verwendung eines ICP-Erweiterungssteckers vorgesehen. Sie sind als **nicht isolierte differentielle Verstärker** ausgelegt und bilden eine Einheit bezüglich der Spannungsversorgung von Sensoren und Messbrücken. In der LEMO Variante entfällt die Thermoelementmessung und die Erfassung von ICP-Sensoren.

Die [technischen Daten des UNI2-8 finden Sie hier](#) .

8.4.1.1 Spannungsmessung

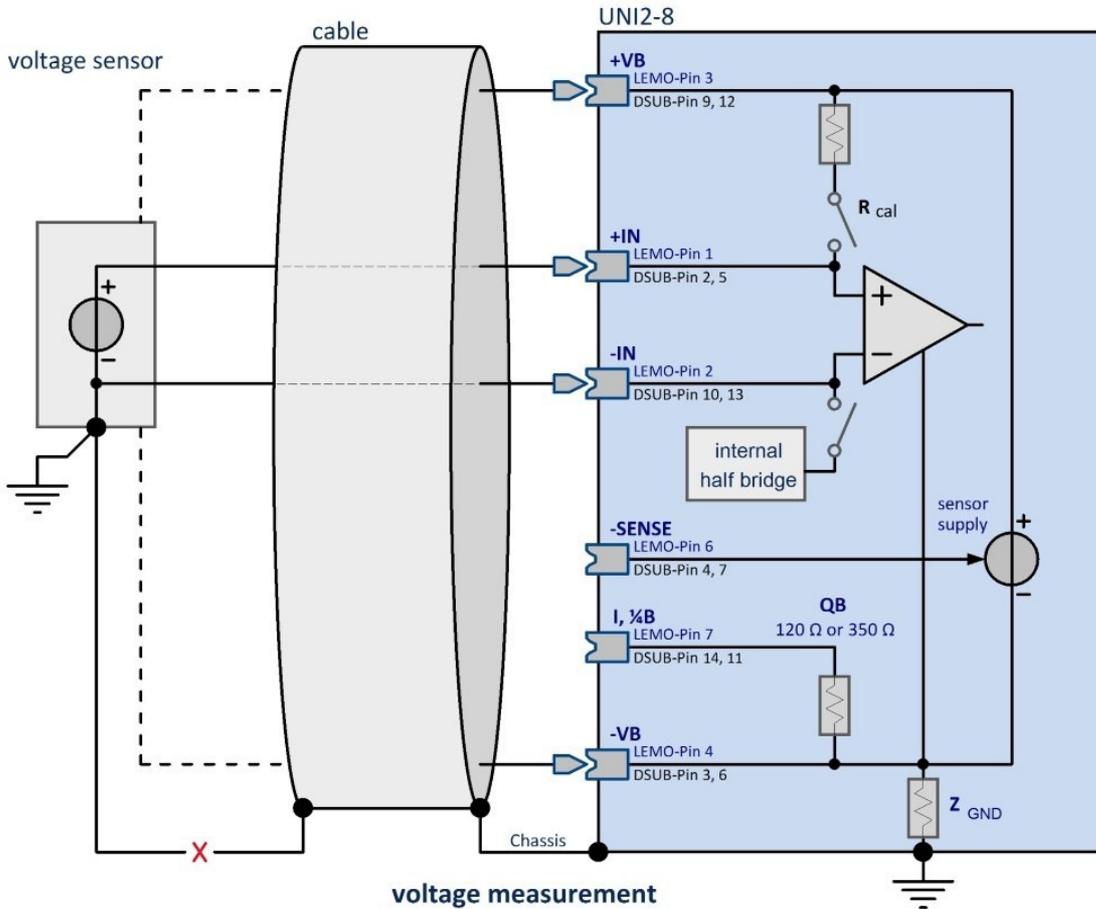
- Spannung: ± 5 mV bis ± 50 V; empfohlener DSUB-15 Stecker: [ACC/DSUBM-UNI2](#) 

In den Spannungsmessbereichen ± 50 V und ± 25 V ist ein Spannungsteiler wirksam; es ergibt sich ein Eingangswiderstand von 1 M Ω . In den Spannungsbereichen ± 10 V bis ± 5 mV beträgt der Eingangswiderstand dagegen 20 M Ω . Bei ausgeschaltetem Gerät sinkt er auf ca. 1 M Ω .

In den Messbereichen <25 V muss die Gleichtaktspannung¹ im Bereich von ± 10 V liegen. Diese verringert sich um die halbe Eingangsspannung. Die Eingangskonfiguration ist differentiell und DC-gekoppelt.

¹ Die Gleichtakteingangsspannung ist der arithmetische Mittelwert der Spannungen an den Eingängen '+IN' und '-IN' bezogen auf die Messgerätemasse. Liegt z.B. an '+IN' +10 V und an '-IN' +8 V ergibt sich eine Gleichtaktspannung von +9 V.

8.4.1.1.1 Spannungsquelle mit Massebezug



LEMO ist der 7-polige LEMO in der [Standardbelegung](#) ^[504]
 DSUB 15-polige [DSUB Pinbelegung](#) ^[497]
 Z_{GND} ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Die Spannungsquelle selbst hat schon einen Bezug zur Masse des Gerätes. Die Spannungsquelle muss im Potential gegenüber der Gerätemasse festgelegt sein.

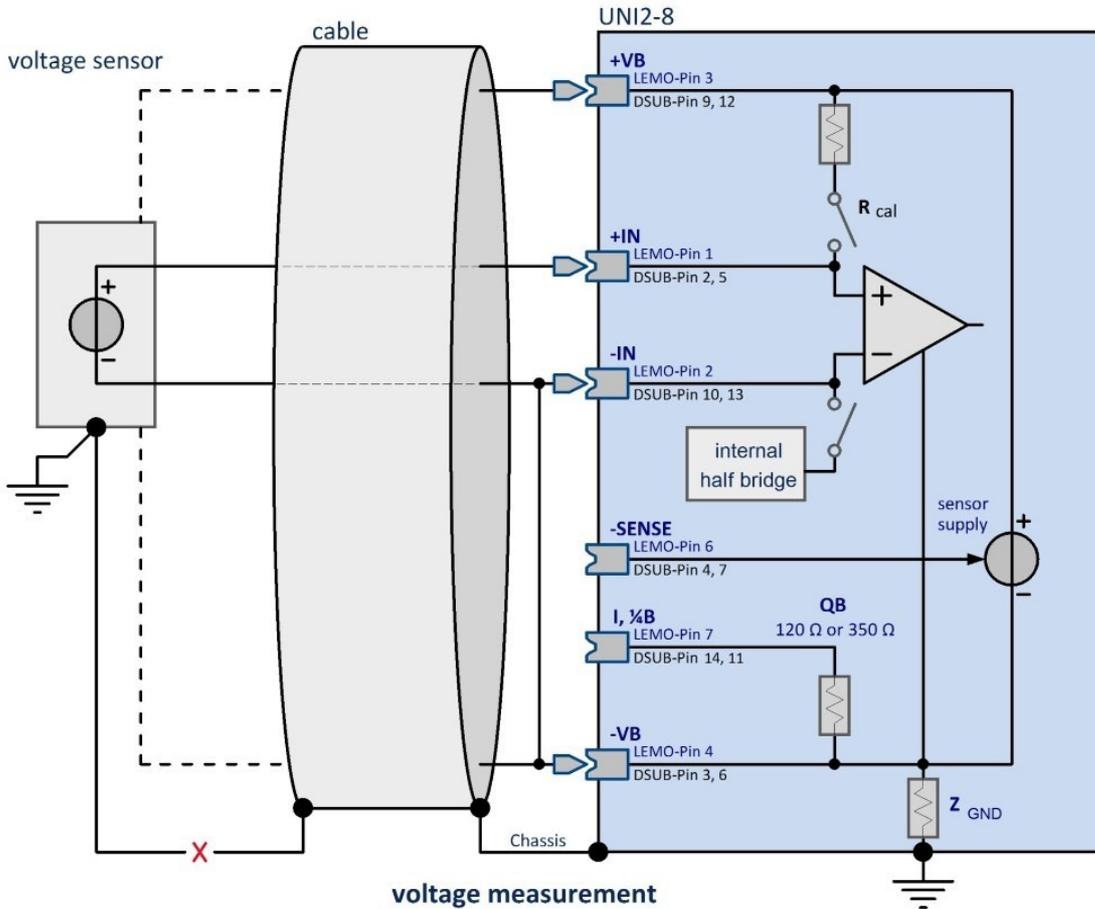
Beispiel

Das Messgerät ist geerdet. Damit liegt der Eingang -VB auch auf Erdpotential. Ist die Spannungsquelle selbst auch geerdet, hat sie einen Bezug zur Gerätemasse. Es stört dabei nicht, dass das Erdpotential an der Spannungsquelle ggf. um einige Volt verschoben ist gegenüber dem am Gerät selbst. Die maximal zulässige Gleichtaktspannung darf jedoch nicht überschritten werden.

Warnung

In diesem Fall darf der negative Signaleingang -IN nicht mit der Masse -VB am Gerät verbunden werden. Andernfalls würde eine Masseschleife entstehen, durch die Störungen eingekoppelt werden. In diesem Fall wird eine echte differentielle (aber nicht isolierte!) Messung durchgeführt.

8.4.1.1.2 Spannungsquelle ohne Massebezug



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ^[504]
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ^[497]
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Die Spannungsquelle selbst hat keinen Bezug zur Masse des Messsystems. Die Spannungsquelle schwebt im Potential frei gegenüber der Gerätemasse. In diesem Fall sollte ein Massebezug hergestellt werden. Das kann z.B. dadurch erreicht werden, dass die Spannungsquelle selbst geerdet wird. Es kann so verfahren werden wie unter [Spannungsquelle mit Massebezug](#) ^[219] und es wird immer noch differentiell gemessen. Man kann auch den negativen Signaleingang mit der Masse am Gerät verbinden, also -IN und -VB verbinden.

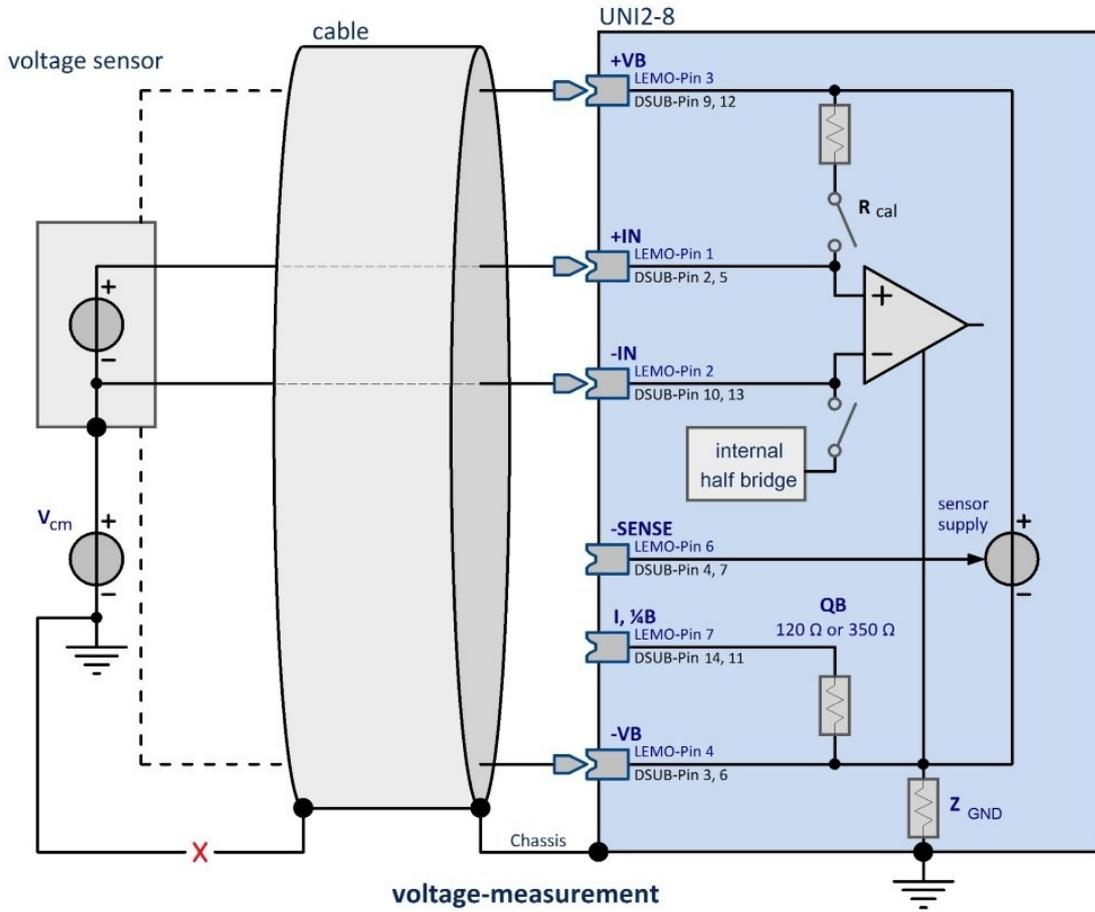
Beispiel

Eine nicht geerdete Spannungsquelle wird gemessen, z.B. eine Batterie, deren Kontakte keine Verbindung zu Erdpotential haben. Das Messgerät ist geerdet.

Warnung

Wenn -IN und -VB verbunden werden, muss darauf geachtet werden, dass die Signalquelle in ihrem Potential auch wirklich auf das Potential der Gerätemasse gebracht wird, ohne dass ein nennenswerter Strom fließt. Falls die Quelle wider Erwarten festgelegt und sich nicht im Potential ziehen lässt, besteht die Gefahr der Zerstörung des Verstärkers. Durch eine Verbindung von -IN und -VB wird praktisch eine single-ended Messung durchgeführt. Das ist kein Nachteil, falls vorher kein Massebezug bestand.

8.4.1.1.3 Spannungsquelle auf anderem festen Potential



LEMO ist der 7-polige LEMO in der [Standardbelegung](#) ^[504]
 DSUB 15-polige [DSUB Pinbelegung](#) ^[497]
 Z_{GND} ist ca. 500 k Ω für CRFX, sonst 0 Ω

Die Gleichtaktspannung V_{cm} muss im Bereich von ± 10 V liegen. Diese verringert sich um die halbe Eingangsspannung.

 **Beispiel**

Es soll eine Spannungsquelle gemessen werden, die sich auf einem Potential von z.B. 120 V gegen Erde befindet. Das Messgerät selbst ist geerdet. Da die Gleichtaktspannung größer als erlaubt ist, ist eine Messung nicht möglich. Außerdem wäre die Eingangsspannung gegenüber der Masse des Verstärkers höher als der maximale Grenzwert für eine Überspannung. Bei dieser Aufgabenstellung darf ein UNI2-8 nicht verwendet werden.

8.4.1.2 Brückenmessung

Messung von **Messbrücken** wie z.B. Dehnungsmessstreifen (DMS).

Die Messkanäle besitzen eine einstellbare Gleichspannungsquelle, mit der die Messbrücken versorgt werden. Die Einstellung der Versorgungsspannung gilt für jeweils acht Eingänge gemeinsam. Die Brückenspeisung erfolgt unsymmetrisch, z.B. bei Einstellung der Brückenspannung $V_B=5\text{ V}$ ergeben sich 5 V an Pin $+V_B$ und 0 V an Pin $-V_B$. Der Anschluss $-V_B$ ist gleichzeitig der Massebezug des Gerätes.

Standardmäßig gibt es 5 V und 10 V Speisung. Optional kann das Modul mit einer $2,5\text{ V}$ Speisung aufgebaut werden. Es ergeben sich folgende **Messbereiche**:

Brückenspannung [V]	Messbereiche [mV/V]
10	± 1000 bis $\pm 0,5$
5	± 1000 bis ± 1
2,5 (optional)	± 1000 bis ± 2

Grundsätzlich gilt: Bei gleicher physikalischer Aussteuerung des Sensors steigt mit höher gewählter Brückenspeisung das vom Sensor abgegebene absolute Spannungssignal, was den **Störabstand** und die Driftqualität der Messung verbessert. Grenzen werden dabei gesetzt durch den maximal verfügbaren Strom der Quelle sowie die **Verlustleistung** in Sensor (Temperaturdrift!) und Gerät (Leistungsaufnahme!)

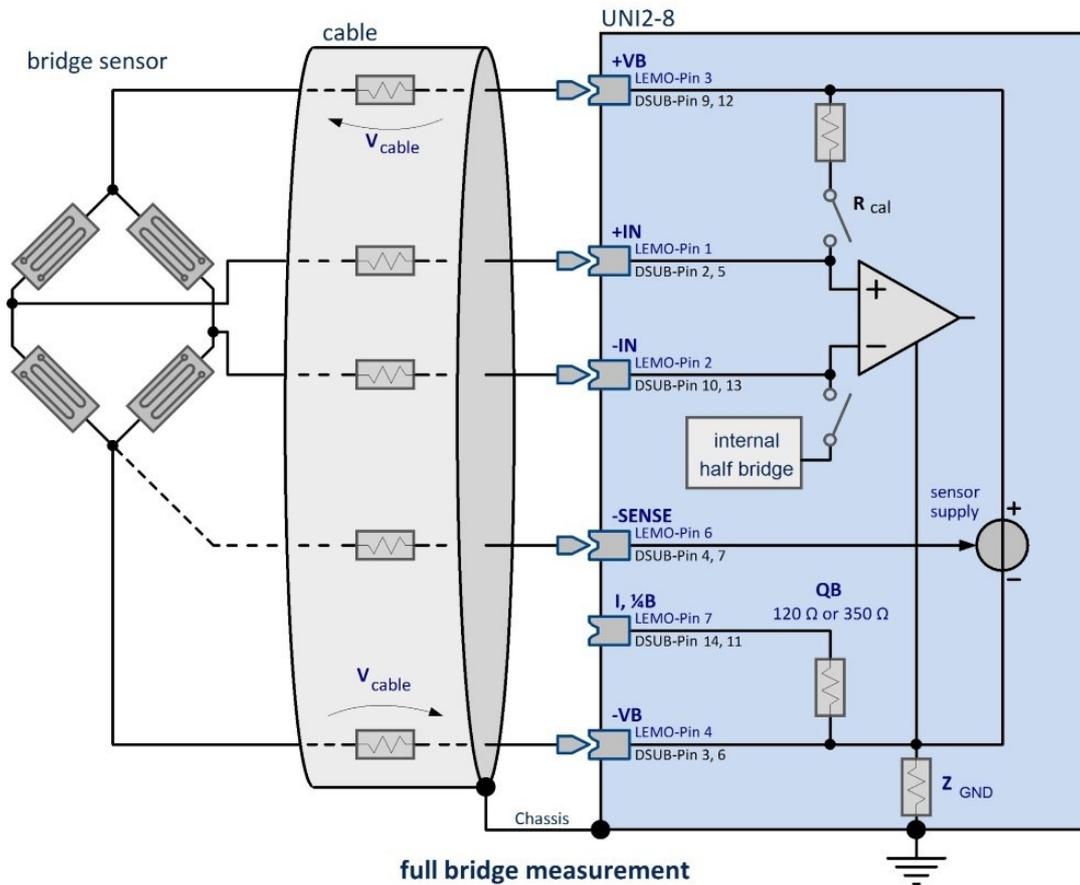
- Für typische Messungen mit **DMS-Sensoren** sind die Bereiche 5 mV/V bis $0,5\text{ mV/V}$ relevant.
- **Potentiometrische Sensoren** können maximal die ihnen eingeprägte Spannung abgeben, also max. 1 V/V , typischer Bereich also 1000 mV/V .

Die Brückenmessung wird eingestellt, indem als Messmodus *Brücke: Sensor* oder *Brücke: Dehnmessstreifen* in der Einstellsoftware gewählt wird. Die Brückenschaltung selbst wird dabei auf der Karte Brückenschaltung festgelegt, wobei Viertelbrücke, Halbbrücke und Vollbrücke wählbar sind.

 **Hinweis**

Wir empfehlen nicht beschaltete Kanäle auf Spannungsmessung mit maximalen Bereich einzustellen. Ein offener Eingang im Halb- oder Viertelbrückenmodus kann einen Nachbarkanal verstimmen, wenn sich dieser ebenfalls im Halb- oder Viertelbrückenmodus befindet.

8.4.1.2.1 Vollbrücke

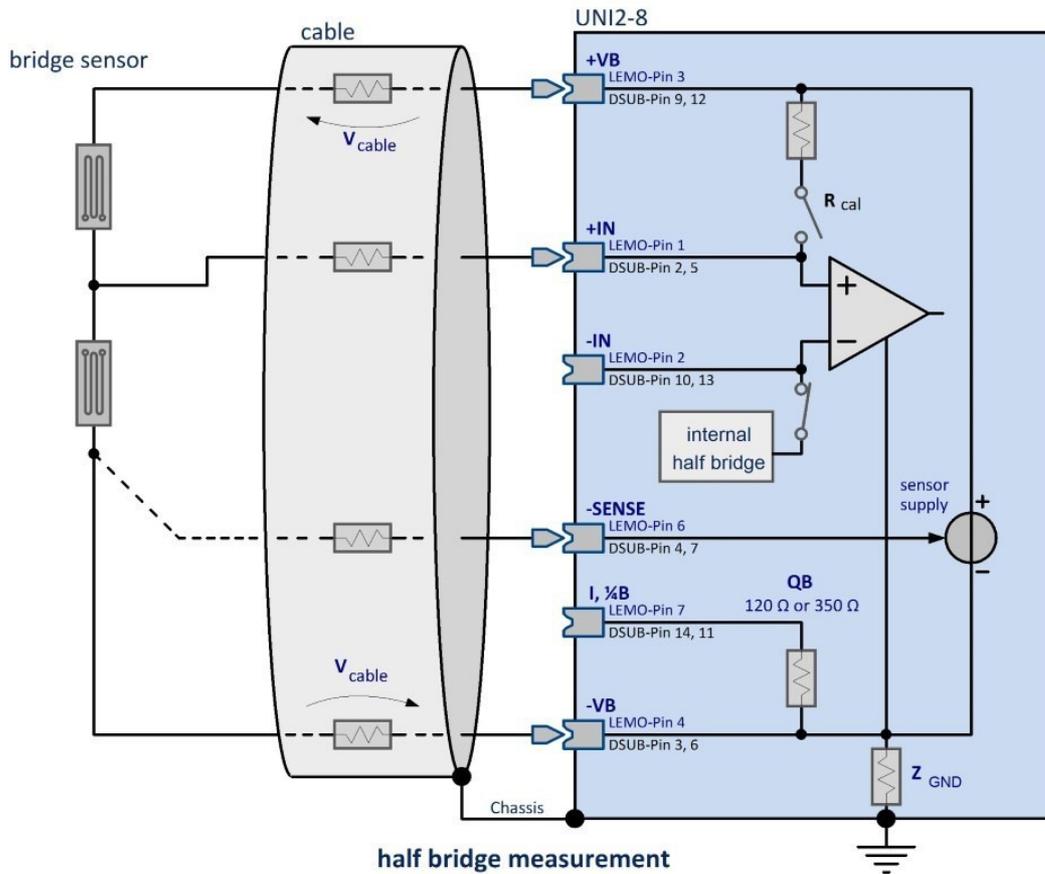


LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ^[504]
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ^[497]
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Sie haben eine Vollbrücke, bestehend aus vier Widerständen. Das können vier entsprechend geschaltete DMS sein oder auch ein fertiger Sensor, der eine interne Vollbrücke enthält. Die Vollbrücke wird 5-drahtig angeschlossen. Zwei Drähte an +VB und -VB dienen der Versorgung, zwei Drähte an +IN und -IN nehmen die Differenzspannung auf. Der fünfte Draht an -SENSE dient als Senseleitung für den unteren Anschluss der Versorgung. Über die Senseleitung kann der einseitige Spannungsabfall am Zuleitungskabel festgestellt werden. Es wird angenommen, dass das andere Versorgungskabel an +VB denselben Widerstand hat und somit denselben Spannungsabfall produziert. Deshalb kann auf eine sechste Leitung verzichtet werden. Mit Hilfe der Senseleitung ist es möglich, auf die wirklich Versorgungsspannung der Messbrücke zu schließen, um dann einen sehr genauen Messwert in mV/V zu erhalten.

Bitte beachten Sie den maximal zulässigen Spannungsabfall entlang eines Kabels, der nie größer als etwa 0,5 V werden darf. Daraus resultiert die maximal mögliche Kabellänge. Falls das Kabel sehr kurz und sein Querschnitt ausreichend groß ist und damit der Spannungsabfall entlang der Versorgungsleitung ignoriert werden kann, kann auch die Brücke 4drahtig ohne Sense angeschlossen werden.

8.4.1.2.2 Halbbrücke



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ⁵⁰⁴
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ⁴⁹⁷
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

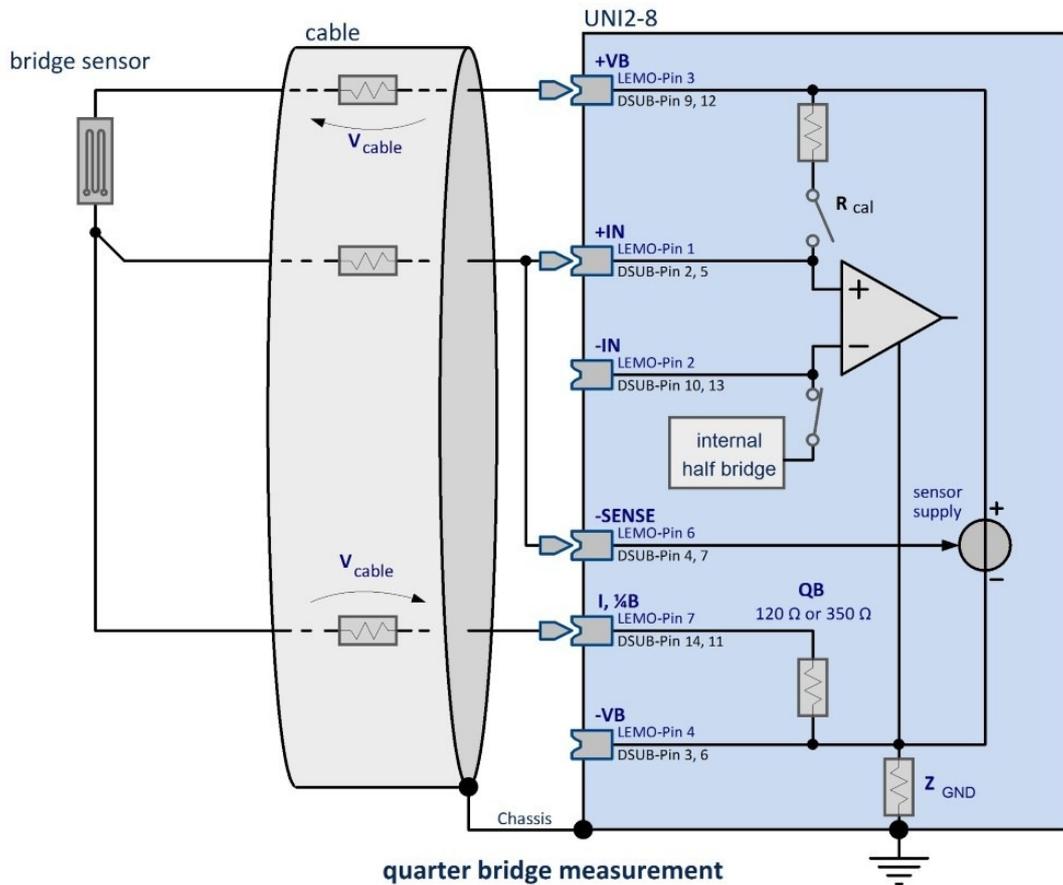
Sie haben nur eine Halbbrücke. Das können z.B. zwei zusammen geschaltete DMS sein oder ein Sensor, der intern eine Halbbrücke ist, oder ein potentiometrischer Sensor. Die Halbbrücke wird 4-drahtig angeschlossen. Zur Wirkung und Nutzung der Senseleitung SENSE, siehe Beschreibung der [Vollbrücke](#) ²²³.

Der Verstärker ergänzt intern eine Halbbrücke, so dass der Differenzverstärker an einer Vollbrücke arbeitet.

Hinweis

Es ist wichtig, dass das Messsignal der Halbbrücke an +IN angeschlossen wird. Der Anschluss an -IN führt zu unplausiblen Messwerten und zur Beeinflussung der Nachbarkanäle.

8.4.1.2.3 Viertelbrücke



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ^[504]
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ^[497]
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Eine Viertelbrücke kann ein einziger DMS oder ein Widerstand mit einem Nennwert von 120 Ω oder 350 Ω sein. Der UNI2-8 ergänzt intern eine Viertelbrücke die von 120 Ω auf 350 Ω umschaltbar ist. Bei einer Viertelbrückenmessung kann nur eine 5 V Brückenversorgung gewählt werden.

Die Viertelbrücke wird 4-drahtig mit der Senseleitung angeschlossen. Beachten Sie dass bei der Viertelbrücke die Senseleitung an +IN und -SENSE gemeinsam angeschlossen wird. Auf der Strecke zwischen der **Viertelbrücke und +IN und -SENSE** gibt es **keinen Spannungsabfall**, da in die hochohmigen Eingänge von +IN und -SENSE kein Strom fließt. Der Strom durch **Viertelbrücke** fließt **nach I_{1/4B}** ab und verursacht dort einen **Spannungsabfall**, der an -SENSE erfasst werden kann.

Bei einem Verstärker mit ±15 V Sensorversorgung entfällt die Viertelbrückenmessung, da die Klemme I_{1/4B} als Anschluss der -15 V genutzt werden.

8.4.1.2.4 Sense und Anfangsvertrimmung

Die SENSE Leitung dient zur Kompensation von Spannungsabfällen an Kabelwiderständen, die sich andernfalls als Messfehler bemerkbar machen würden. Sind keine Senseleitungen vorhanden so muss -SENSE am Anschluss-Stecker entsprechend den obigen Plänen angeschlossen werden.

Brückennmessung ist eine relative Messung (**ratiometrisches Verfahren**), bei der ausgewertet wird, welcher Bruchteil der eingespeisten Brückenversorgung von der Brücke abgegeben wird (typischerweise im 0,1 % Bereich, entsprechend 1 mV/V). Die Kalibrierung des Systems bezieht sich dabei direkt auf dieses Verhältnis, den Brückennmessbereich, und berücksichtigt dabei den aktuellen Betrag der Speisung. Dies bedeutet, dass der **tatsächliche Betrag der Brückenspeisung** nicht relevant ist und nicht notwendigerweise innerhalb der spezifizierten Gesamtgenauigkeit der Messung liegen muss.

Eine Anfangsvertrimmung der Messbrücke, wie sie bei Dehnungsmessstreifen durch mechanische Vorspannung in der Ruhelage auftritt, ist zu Null abgleichbar. Sie kann ein Mehrfaches des Messbereichs betragen (Brückenabgleich oder Brückensymmetrierung). Sollte die Anfangsvertrimmung so groß sein, das ein Ausgleich durch das Gerät nicht möglich ist, muss ein größerer Messbereich eingestellt werden.

Maximale Anfangsvertrimmung

Messbereich [mV/V]	Brückensymmetrierung (VB = 2,5 V) [mV/V]	Brückensymmetrierung (VB = 5 V) [mV/V]	Brückensymmetrierung (VB = 10 V) [mV/V]
±1000	200	500	240
±500	500	100	700
±200	40	400	60
±100	140	20	200
±50	200	70	10
±20	20	100	35
±10	30	14	50
±5	7	18	7
±2	9	3,5	10
±1	-	4,5	2
±0,5	-	-	5

8.4.1.2.5 Abgleich und Kalibriersprung

Die Module bieten folgende Möglichkeiten einen Brückenabgleich oder Kalibriersprung auszulösen:

- Abgleich / Kalibriersprung über Bedienoberfläche der Software (Kanal- bzw. Verstärkerabgleich)
- Abgleich / Kalibriersprung über das [Display](#) ^[103] (siehe Software Handbuch)
- Beim Ausführen eines Kalibriersprungs wird die Brücke mit einem parallelgeschalteten Widerstand (zwischen +VB und +IN) von 59,8 kΩ oder 174,7 kΩ vertrimmt. Daraus ergibt sich:

Brückenwiderstände	120 Ω	350 Ω
59,8 kΩ	0,5008 mV/V	1,458 mV/V
174,7 kΩ	0,171 mV/V	0,5005 mV/V

Die beschriebenen Verfahren zum Abgleich von Brückenkanälen gelten analog auch für den Spannungsmodus mit zugelassenem Nullabgleich.

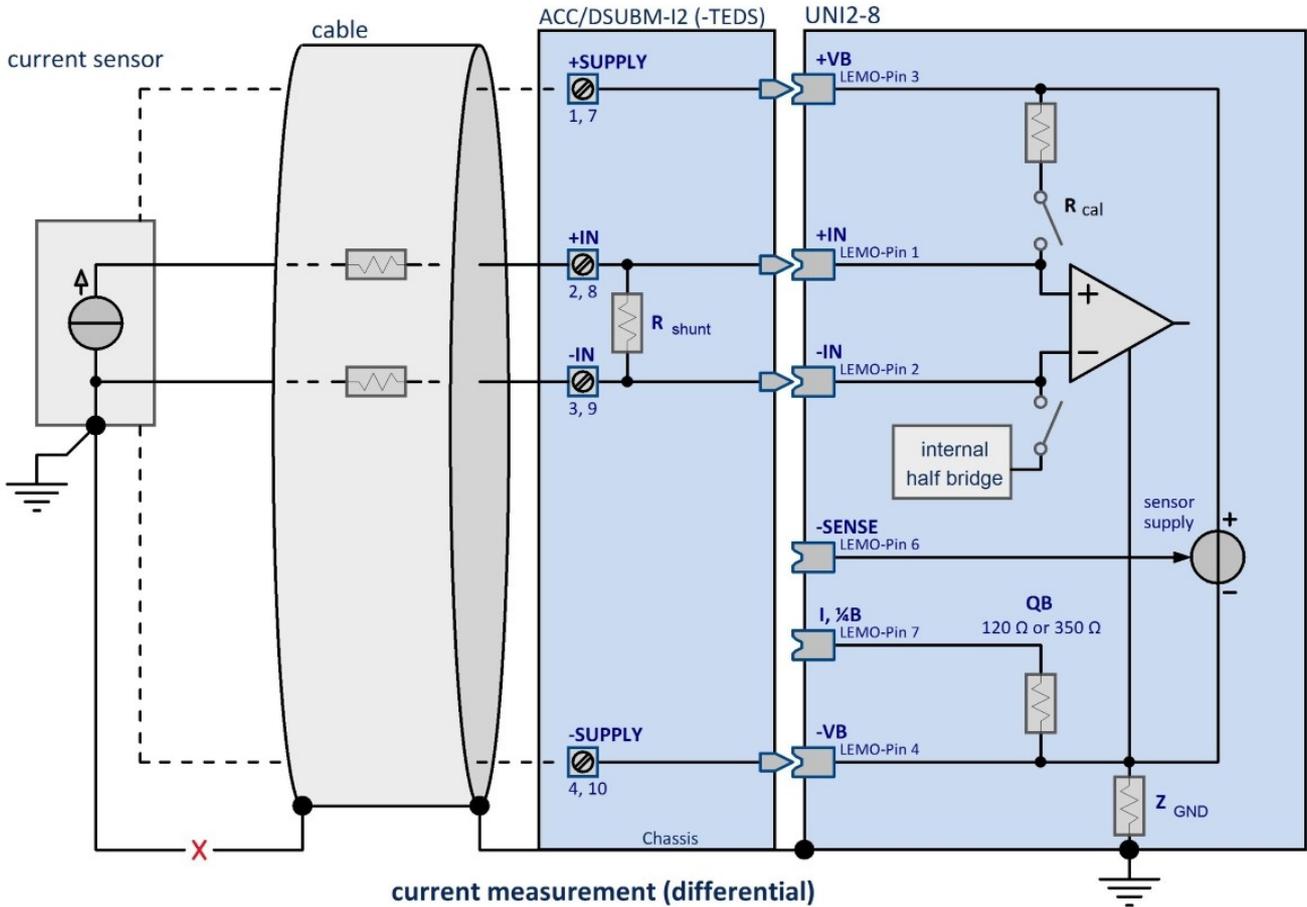
Hinweis

- Wir empfehlen nicht beschaltete Kanäle auf Spannungsmessung mit maximalen Bereich einzustellen. Ansonsten kann es bei einem Kalibriersprung zu Beeinflussungen kommen, wenn sich offene Kanäle im Viertel- oder Halbbrückenmodus befinden!

8.4.1.3 Strommessung

8.4.1.3.1 Differentielle Strommessung

Nur bei Geräten mit DSUB-15 Anschluss in Kombination mit folgendem Stecker [ACC/DSUBM-I2](#) ⁴⁹⁷.



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ⁵⁰⁴
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ⁴⁹⁷
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Der ACC/DSUBM-I2 gehört nicht zum Standardlieferungsumfang des Verstärkers und enthält einen 50 Ω Bürdewiderstand. Darüber hinaus kann auch über eine extern angeschlossenen Bürde Spannung gemessen werden. Eine entsprechende Skalierung ist in der Oberfläche einzutragen. Der Wert von 50 Ω ist nur ein Vorschlag. Der Widerstand sollte ausreichend genau sein. Bitte beachten Sie die Leistungsaufnahme im Bürdenwiderstand.

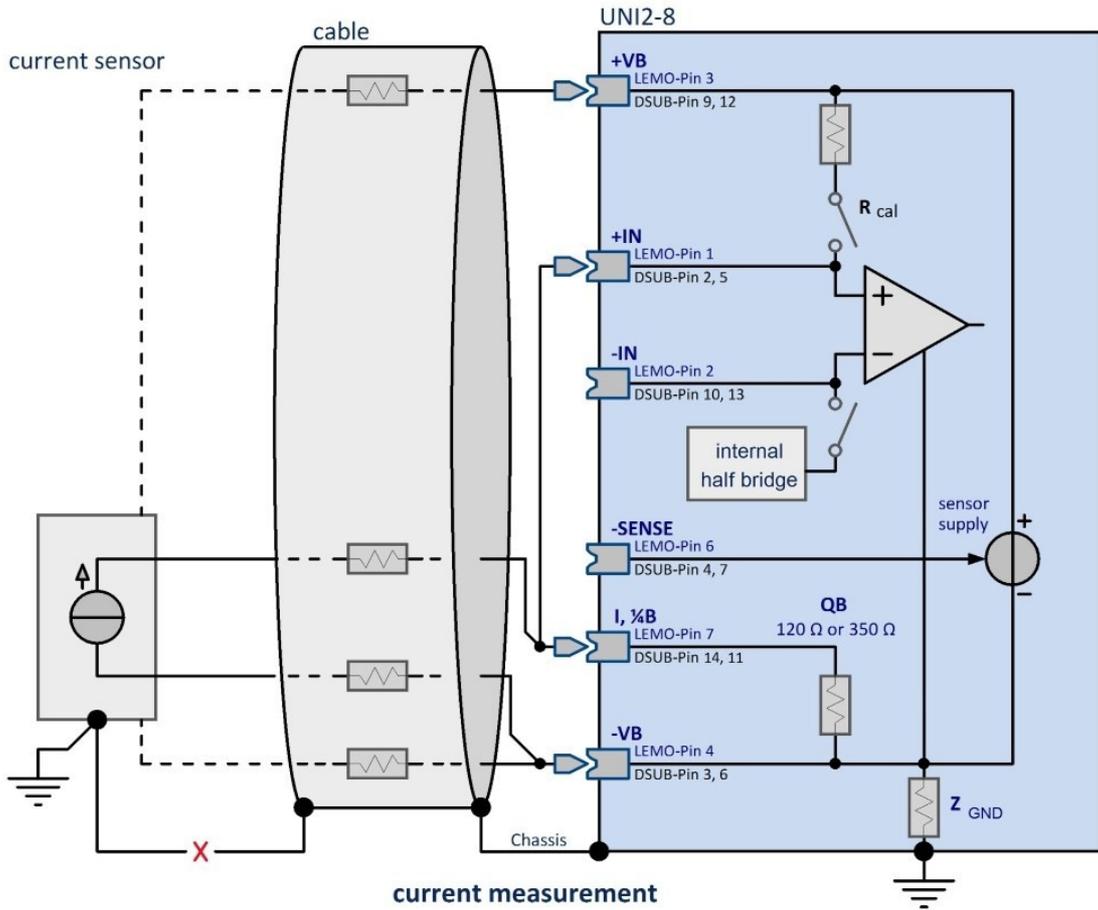
Die maximale Gleichtaktspannung muss auch bei dieser Anordnung im Bereich ±10 V liegen. Das kann i.a. nur sichergestellt werden, wenn auch die Stromquelle selbst schon einen Masse- bzw. Erdbezug hat. Hat die Stromquelle keinen Massebezug besteht die Gefahr einer nicht zulässigen Überspannung am Verstärker. Ggf. ist ein Massebezug der Stromquelle herzustellen, z.B. durch Erdung der Stromquelle.

Über +VB und -VB kann der Sensor zusätzlich mit einer Spannung versorgt werden, die über die Software eingestellt werden kann.

Hinweis

- Da es sich bei diesem Verfahren um eine Spannungsmessung am Bürdenwiderstand handelt, muss in der imc Software auch eine Spannungsmessung eingestellt werden.
- Der Skalierungsfaktor wird mit $1/R$ und der Einheit A eingetrag (0,02 A/V = 1/50 Ω).

8.4.1.3.2 Massebezogene Strommessung



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ^[50]
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ^[49]
Z _{GND}	ist ca. 500 k Ω für CRFX, sonst 0 Ω

- Strom: z.B. ± 50 mA bis ± 2 mA

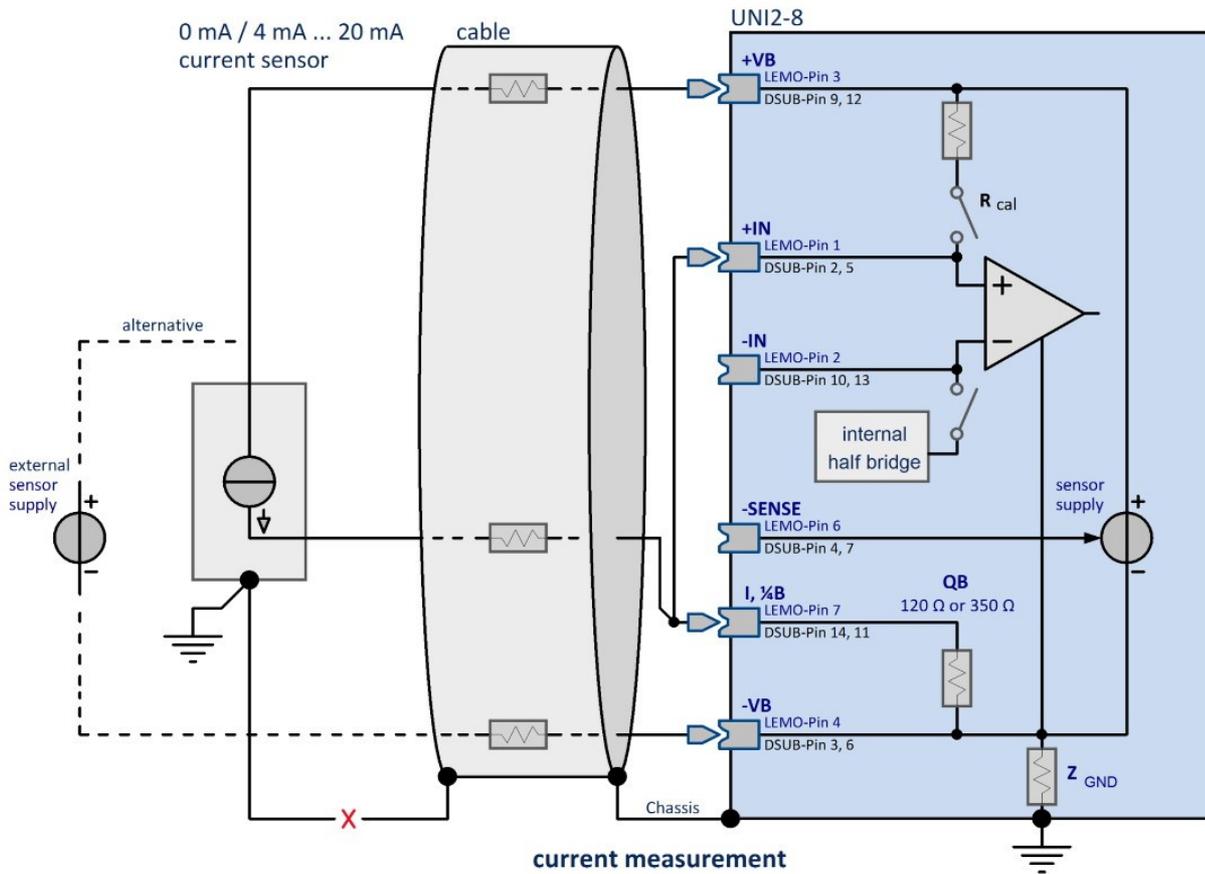
Bei dieser Anordnung fließt durch den im Verstärker enthaltenen Bürdenwiderstand von 120 Ω der zu messende Strom. Dabei ist zu beachten, dass Anschluss -VB auch gleichzeitig die Masse des Verstärkers ist. Damit wird eine massebezogene Messung durchgeführt. Die Stromquelle selbst wird dabei in ihrem Potential auf die Masse des Verstärkers gezogen. Hierbei wird in der Einstellung Messmodus Strom in der Einstellsoftware gewählt.

Beachten Sie, dass die Brücke von +IN nach +I; $\frac{1}{4}$ Bridge unmittelbar im Stecker an +I; $\frac{1}{4}$ Bridge angeschlossen wird.

Hinweis

Bei einem UNI2-8 mit ± 15 V Sensorversorgung entfällt die massebezogene Strommessung, da die Klemme I; $\frac{1}{4}$ Bridge als Anschluss der -15 V genutzt werden.

8.4.1.3.3 2-Leiter für Sensoren mit Stromsignal und var. Versorgung



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ⁵⁰⁴
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ⁴⁹⁷
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

- z.B. für Druck-Messumformer 4 mA bis 20 mA.

Messumformer, die als Abbild der physikalischen Messgröße ihre Stromaufnahme haben und variable Versorgungsspannungen zulassen, können in Zweileitertechnik angeschlossen werden. Das Gerät liefert dabei die Versorgung und misst das Stromsignal.

In der imc Softwareoberfläche wird unter *Universalverstärker Allgemein* die Spannungsversorgung der Sensoren, i. A. eine Spannung von 24 V, ausgewählt. Die Kanäle sind auf *Strommessung* zu konfigurieren.

Das Messsignal wird am Messgerät zwischen +IN und -VB gemessen. Eine Brücke zwischen +IN und I, $\frac{1}{4}$ _{Bridge} ist vorzusehen.

Der Sensor wird entweder über die Klemmen +VB und +I, $\frac{1}{4}$ _{Bridge} versorgt oder über eine externe Sensorversorgung.

 Hinweis

Über den Widerstand der Zuleitung sowie über den internen Messwiderstand von $120\ \Omega$ fällt eine stromproportionale Spannung ab. Diese steht der Versorgung des Messumformers nicht mehr zur Verfügung ($2,4\ \text{V} = 120\ \Omega * 20\ \text{mA}$). Daher muss sichergestellt sein, dass die resultierende Versorgungsspannung ausreichend ist. Gegebenenfalls muss der Querschnitt der Zuleitung ausreichend groß gewählt werden.

8.4.1.4 Temperaturmessung

Die analogen Kanäle sind ausgelegt für die direkte Messung von **Thermoelementen und PT100**-Sensoren. Beliebige Kombinationen beider Sensortypen können angeschlossen werden.

8.4.1.4.1 Thermoelementmessung

Die für Thermoelementmessung nötige Klemmstellenkompensation ist im imc Stecker ACC/DSUBM-UNI2 (DSUB-15), ACC/TH-LEM-150 (LEMO) und im CAN/UINST-PT100 (ITT VEAM) integriert und wird automatisch erfasst.

 Hinweis

- In der imc Bedienoberfläche muss unter Einstellungen -> Konfiguration -> Verstärker die Option Isoliertes Thermoelement aktiviert sein (Standardeinstellung). Dieser erscheint nur bei Kopplung DC.

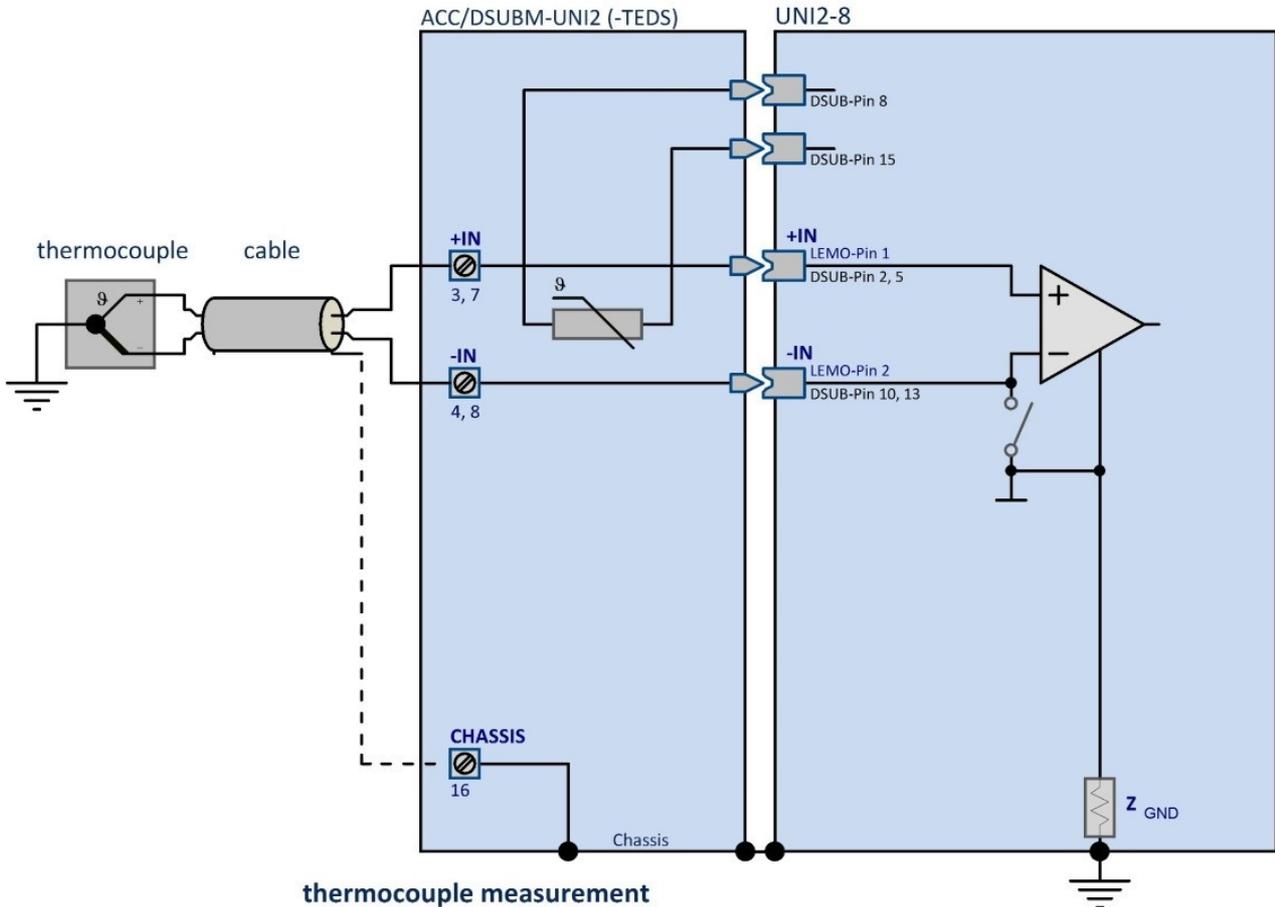
 Verweis

Eine Beschreibung der verfügbaren Thermoelemente finden Sie unter [Thermoelemente nach DIN](#)¹²⁷.

8.4.1.4.1.1 Thermoelement mit Massebezug montiert

Das Thermoelement ist so montiert, dass es bereits einen elektrischen Bezug zu Masse/Gehäuse des Messgerätes hat. Das ist z.B. dadurch gewährleistet, dass das Thermoelement auf einen geerdeten metallischen Körper leitend aufgebracht ist. Das Thermoelement ist differentiell angeschlossen und wird auch differentiell gemessen. Da der Verstärker selbst geerdet ist, besteht der nötige Massebezug.

In der Bediensoftware darf die Option **"Isoliertes Thermoelement"** nicht aktiviert sein.

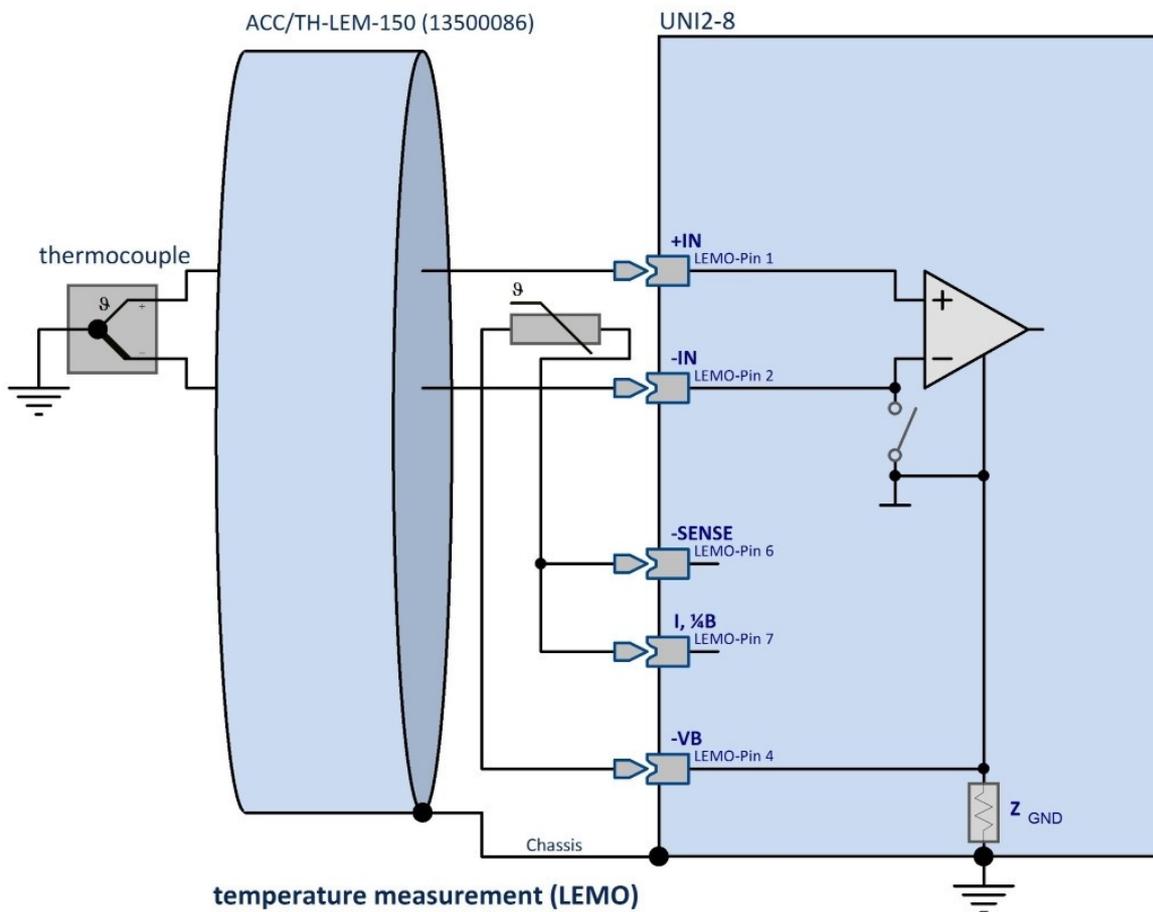


LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ⁵⁰⁴
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ⁴⁹⁷
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Wenn das Erdpotential am Thermoelement um einige Volt gegenüber dem am Modul verschoben sein sollte, wird diese Spannung durch den differentiellen Messeingang unterdrückt und wirkt sich nicht als Störung aus. Die maximal zulässige Gleichtaktspannung darf jedoch nicht überschritten werden.

Hinweis

- Der negative Signaleingang -IN darf nicht mit der Masse -VB am Verstärker verbunden werden. Dadurch würde eine Masseschleife entstehen, durch die Störungen eingekoppelt werden.
- Wenn Sie versehentlich die Option "Isoliertes Thermoelement" auf der Verstärkerkarte aktivieren, besteht die Gefahr, dass ein (kräftiger) Ausgleichsstrom über die (dünne) Leitung des Thermoelements und den Anschlussstecker fließt. Ausgleichsströme sind die Gefahr bei jeder Messung mit Massebezug. Deshalb ist die single-ended Messung nur erlaubt und nötig, wenn das Thermoelement von sich aus keinen Massebezug hat.
- Beachten Sie, dass bei **der LEMO Variante** ⁵⁰⁴ ein externer PT100 im Stecker als Kaltstellenkompensation integriert werden muss. Dazu ist als Zubehör der Stecker **ACC/TH-LEM-150** erhältlich: ein LEMO.1B Stecker mit integrierter Kaltstellenkompensation. Bei ITT VEAM gibt es für den entsprechenden Stecker CAN/UINST-7 Stecker die integrierter Kaltstellenkompensation mit der Bezeichnung **CAN/UINST-PT100**

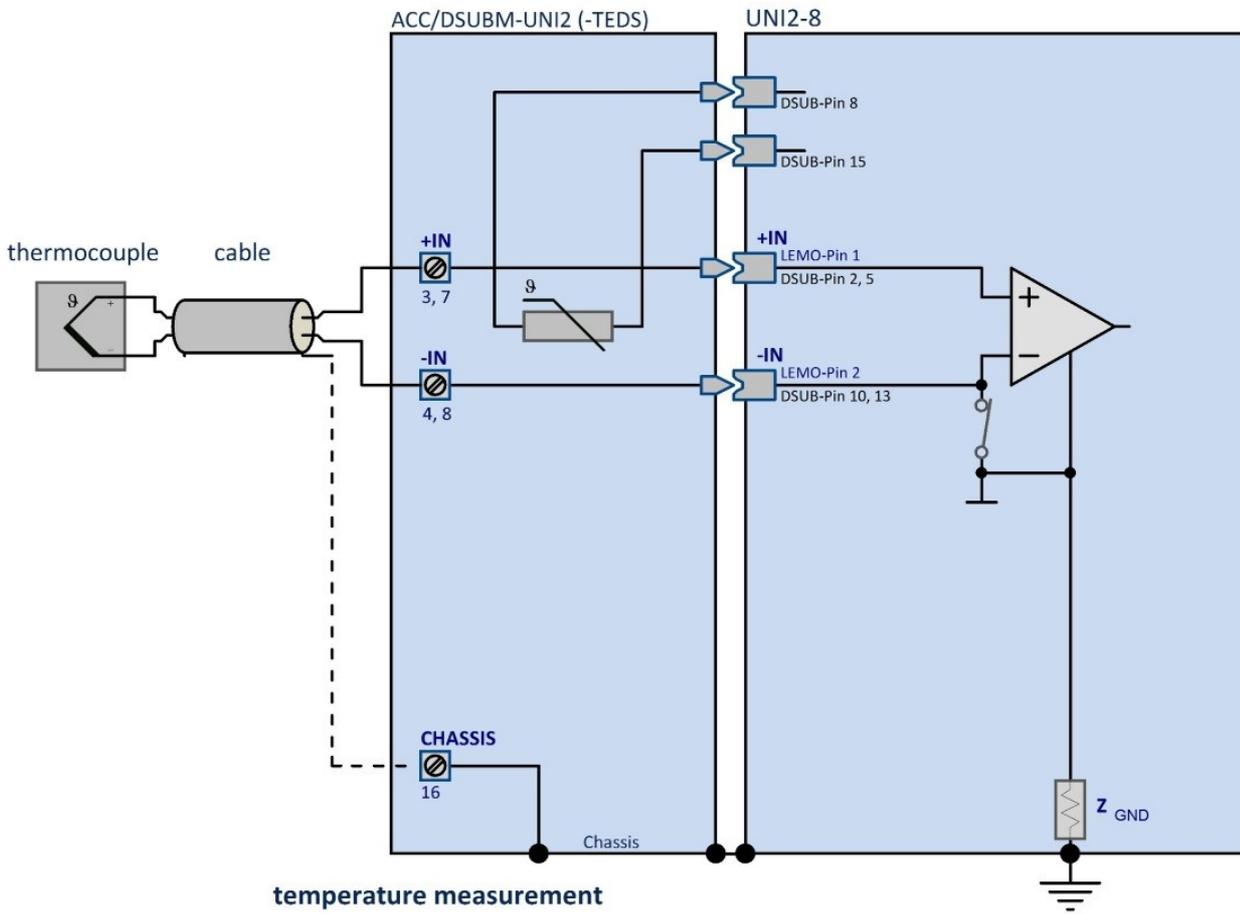


LEMO ist der 7-polige LEMO in der [Standardbelegung](#) ⁵⁰⁴
 DSUB 15-polige [DSUB Pinbelegung](#) ⁴⁹⁷
 Z_{GND} ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

8.4.1.4.1.2 Thermoelement ohne Massebezug montiert

Das Thermoelement ist elektrisch isoliert von Masse/Gehäuse des Messgerätes montiert und hat keinen Bezug zur Messgerätemasse. Das wird z.B. dadurch erreicht, dass das Thermoelement auf nicht leitendes Material geklebt ist. Damit schwebt das Thermoelement im Potential frei gegenüber der Verstärkermasse.

In diesem Fall muss der Verstärker den nötigen Massebezug intern herstellen.



temperature measurement

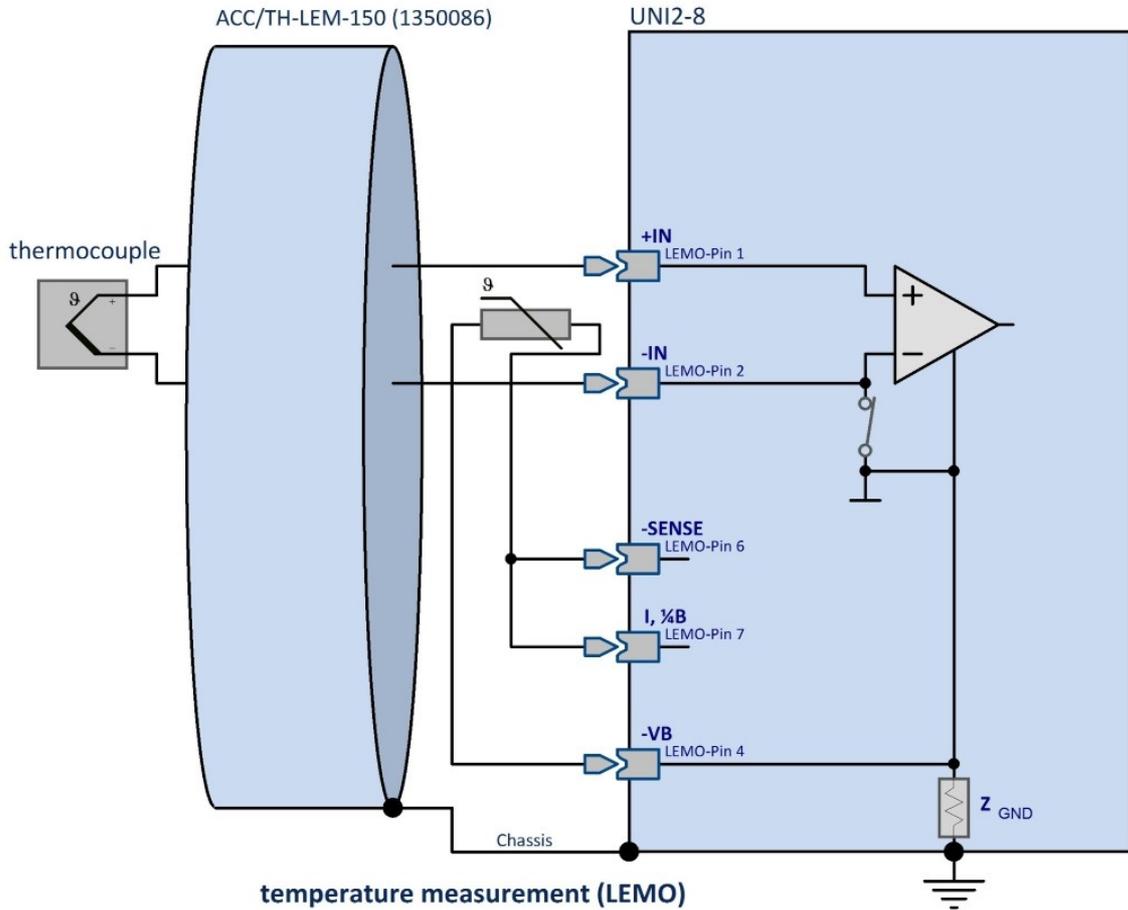
LEMO ist der 7-polige LEMO in der [Standardbelegung](#) ^[504]
 DSUB 15-polige [DSUB Pinbelegung](#) ^[497]
 Z_GND ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Aktivieren Sie in der Bediensoftware die Option **"Isoliertes Thermoelement"** auf der Verstärkerkarte. Mit dieser Option wird der Schalter zwischen -IN und -VB geschlossen. Diese Verbindung wird nur im Modus Thermoelement hergestellt und nicht bei der Spannungsmessung.

! Warnung Das Thermoelement selbst darf keinen Massebezug haben!

Wenn das Thermoelement mit Massebezug montiert ist, besteht die Gefahr, dass ein (kräftiger) Ausgleichsstrom über die (dünne) Leitung des Thermoelements und den Anschlussstecker fließt. Ausgleichsströme sind die Gefahr bei jeder massebezogenen Messung. Deshalb ist die single-ended Messung nur erlaubt und nötig, wenn das Thermoelement von sich aus keinen Massebezug hat.

Beachten Sie, dass bei [LEMO Anschluss](#)^[504] ein extern PT100 im Stecker als Kaltstellenkompensation integriert werden muss. Dazu ist als Zubehör der Stecker **ACC/TH-LEM-150** erhältlich, ein LEMO.1B Stecker mit integrierter Kaltstellenkompensation. Bei ITT VEAM gibt es für den entsprechenden Stecker CAN/UINST-7 Stecker die integrierter Kaltstellenkompensation mit der Bezeichnung **CAN/UINST-PT1100**

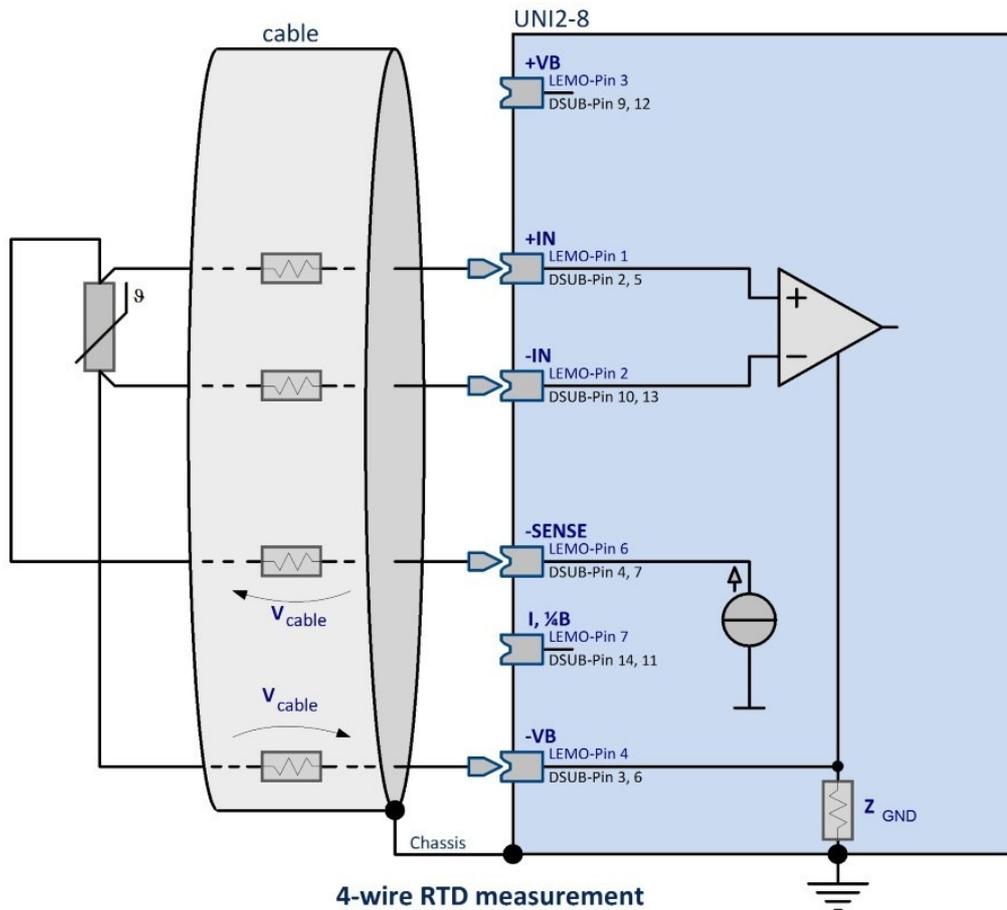


LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ^[504]
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ^[497]
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

8.4.1.4.2 PT100- bzw. RTD - Messung

Neben Thermoelementen können **PT100** direkt in **4-Leiter-Konfiguration** angeschlossen werden (DSUB-Stecker: [ACC/DSUBM-UNI2](#)^[497]). Die 4-Leiterschaltung liefert genauere Ergebnisse als die 3-Leiterschaltung, da nicht vorausgesetzt wird, dass die Widerstände der beiden stromführenden Versorgungsleitungen gleiche Größe und Drift haben. Die 2-Leiterschaltung liefert wegen der Kabelwiderstände die ungenauesten Ergebnisse. Jeder Sensor wird aus einer eigenen Stromquelle mit ca. 1,2 mA gespeist.

8.4.1.4.2.1 PT100 in 4-Leiterschaltung



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ^[504]
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ^[497]
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Der PT100 wird über zwei Leitungen (-SENSE und -VB) mit konstantem Strom versorgt. Über zwei weitere Leitungen (+IN und -IN) wird nur die Spannung über dem Sensorelement erfasst. Der Spannungsabfall entlang der stromführenden Leiter verursacht damit keinen Messfehler. Die 4-Leiterschaltung ist die präziseste Technik, den PT100 zu messen.

Hinweis

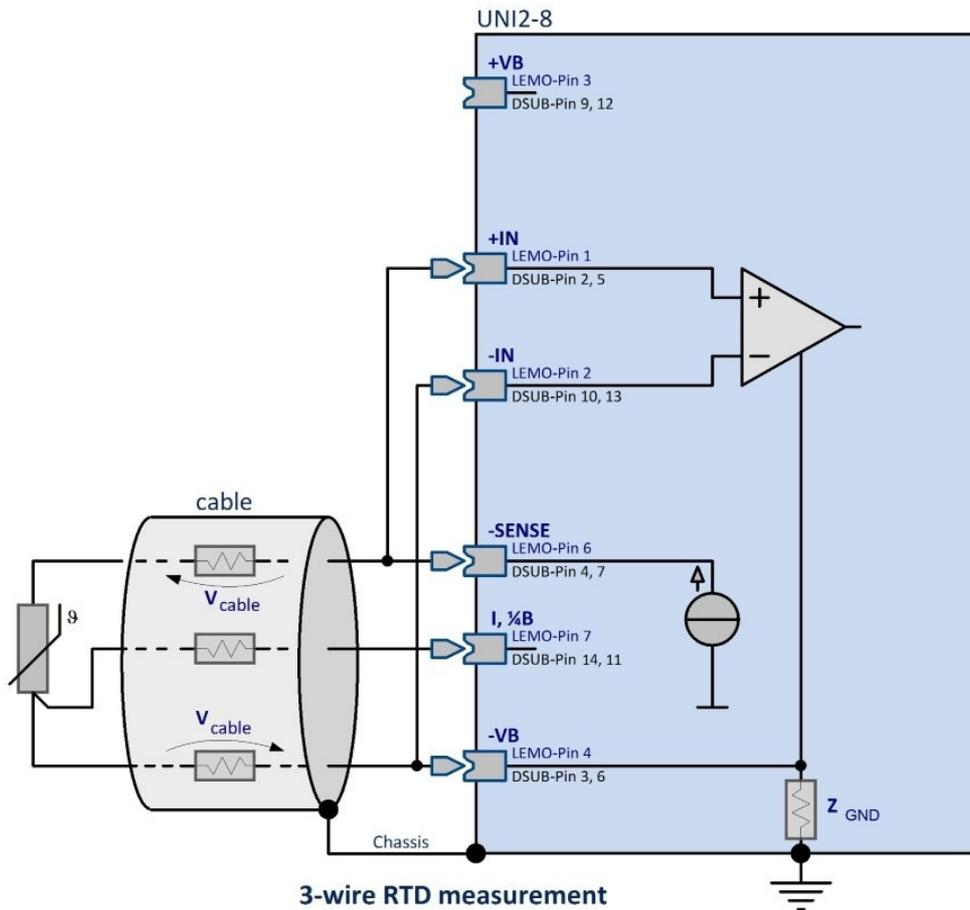
Die 4-Leitermessung ist nicht möglich bei:

- Sensorversorgung: ±15 V

8.4.1.4.2.2 PT100 in 2-Leiterschaltung

In der Software ist "PT100 in 4-Leiterschaltung" einzustellen. Der Anschluss erfolgt wie bei der 4-Leiterschaltung, jedoch sind +IN mit -SENSE sowie -IN mit -VB durch Brücken im Stecker zu verbinden. Die **Kabelwiderstände** der Versorgungsleitungen werden zusätzlich zum RTD erfasst und **führen zur ungenauesten Messung** und ist daher nicht empfohlen.

8.4.1.4.2.3 PT100 in 3-Leiterschaltung



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ⁵⁰⁴
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ⁴⁹⁷
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Der PT100 wird über zwei Leitungen (-SENSE und -VB) mit konstantem Strom versorgt. Über eine weitere Leitung (I, 1/4B) wird die Spannung über der Versorgungsleitung erfasst und zur Kompensation der parasitären Spannungsabfälle verwendet. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Widerstände der Versorgungsleitungen die gleiche Größe und die gleiche Temperaturdrift haben.

Es ist wichtig, dass die Brücken zwischen +IN nach -SENSE und -IN nach -VB direkt am Modul erfolgen.

Hinweis

Die 3-Leitermessung ist nicht möglich bei:

- Sensorversorgung: ±15 V

8.4.1.4.3 Fühlerbrucherkenkung

Der Verstärker ist mit einer Fühlerbrucherkenkung ausgestattet.

Thermoelement: Wenn mindestens einer der beiden Leitungen des Thermoelementes bricht, geht das vom Verstärker generierte Messsignal nach wenigen Messwerten definiert an das untere Ende des Messbereichs. Der tatsächliche Wert richtet sich nach dem entsprechenden Thermoelement. Im Fall des Thermoelements Typ K sind das etwa -270°C . Wenn mit einer gewissen Toleranz eine Grenzwertüberprüfung durchgeführt wird, z.B. Ist der **Messwert** $< -265^{\circ}\text{C}$, dann kann auf einen Fühlerbruch geschlossen werden, solange solche Temperaturen nicht wirklich am Messobjekt auftreten können.

Die Fühlerbrucherkenkung schlägt auch an, wenn ein Kanal mit Thermoelement parametrier ist und eine Messung durchgeführt wird, aber gar kein Thermoelement angeschlossen ist. Wenn ein Thermoelement angeschlossen wird, dauert es mehrere Messwerte, bis die Filter im Modul eingeschwungen sind und die richtige Temperatur angezeigt wird. In diesem Zusammenhang ist auch zu beachten, dass ein frisch auf das Gerät gesteckter Anschlussstecker eines Thermoelement-Testkabels i.a. nicht die Temperatur des Gerätes hat. Beim Aufstecken beginnen die Temperaturen sich auszugleichen. In dieser Phase kann auch der im Stecker eingebaute Pt100 mitunter nicht ganz präzise die wirkliche Klemmstellentemperatur anzeigen. Das wird i.a. erst nach mehreren Minuten erreicht.

PT100/RTD: Wenn die Zuleitungen zum Pt100 unterbrochen werden, geht das vom Verstärker generierte Messsignal nach wenigen Messwerten definiert an das untere Ende des Messbereichs. Wenn mit einer gewissen Toleranz eine Grenzwertüberprüfung durchgeführt wird, z.B. Ist der **Messwert** $< -195^{\circ}\text{C}$, dann kann auf einen Fühlerbruch geschlossen werden, solange solche Temperaturen nicht wirklich am Messobjekt auftreten können. Im Fall eines Kurzschlusses gibt es ebenfalls einen solch niedrigen Ersatzwert.

In dem Zusammenhang ist zu beachten, dass z.B. bei einer 4-Draht-Messung zahlreichen Kombinationen aus gebrochenen und kurzgeschlossenen Leitungen denkbar sind. Viele Kombinationen, vor allem die mit gebrochener Sense-Leitung, führen nicht immer unbedingt zum angegebenen Ausfallwert.

8.4.1.5 Sensoren mit Stromspeisung

Zur Erfassung von stromgespeisten Sensoren empfehlen wir den DSUB-15 Erweiterungsstecker [ACC/DSUBM-ICP2I-BNC\(-F,-S\)](#) ²⁶⁰.



Hinweis

UNI2-8 mit DSUB-15 Anschlüssen

Triaxial Sensoren werden nur bei Verwendung eines auf den Messverstärker gesteckten Metallsteckers ACC/DSUBM-ICP2I-BNC(-F, -S) unterstützt.

8.4.1.6 Benutzerdefinierte Kennlinien

Benutzerdefinierte Kennlinien, die z.B. mit imc SENSORS erstellt wurden, können verarbeitet werden.

8.4.1.7 Sensorversorgung

UNI2-8 -Kanäle verfügen über eine integrierte Sensorversorgung, welche eine einstellbare Versorgungsspannung für aktive Sensoren zur Verfügung stellt. Diese Spannungsquelle hat Bezug zum Chassis des Verstärkers. Der eingestellte Wert der Versorgungsspannung gilt global für alle Kanäle des Moduls.

Die Versorgungsausgänge sind intern elektronisch gegen Kurzschluss mit Masse abgesichert. Bezugspotential, also Versorgungs-Masseanschluss für den Sensor, ist die Klemme GND.

Die gewählte Spannung ist gleichzeitig die Versorgung für Messbrücken. Wird ein anderer Wert als 5 V oder 10 V eingestellt, ist Brückenmessung nicht mehr möglich!

8.4.1.8 Bandbreite

Die max. Abtastrate der Kanäle beträgt 100 kHz (10 μ s).

Die analoge Bandbreite (ohne digitale Tiefpassfilterung) bei -3 dB liegt bei 48 kHz.

8.4.1.9 Anschluss

Hier finden Sie die Pinbelegung der [DSUB-Stecker](#)⁴⁹⁷, [LEMO-Stecker](#)⁵⁰⁴

8.4.2 UNI-4 isoliert: Spannung, Strom (20 mA), Temperatur, DMS-Messbrücken, IEPE/ICP

Dieses Universalmodul bietet maximale Flexibilität und Vielseitigkeit. Die 4 Kanäle ermöglichen nicht nur die Messung von Spannung, Strom und den Anschluss von IEPE (ICP)-Sensoren, sondern auch Temperatur (Thermoelemente, PT100 und PT1000), Brücken und Dehnungsmessstreifen (Voll-, Halb- und Viertelbrücke mit interner Ergänzung: 120 Ω, 350 Ω und 1 kΩ).

Zur Versorgung von externen Sensoren bzw. die Brückenmessung stehen Kanal-individuell unabhängig einstellbare Versorgungsspannungen von 0,25 V bis 24 V zur Verfügung.

Zur Spannungs-, Strom- und Thermoelement Messung sind die Kanäle individuell galvanisch isoliert. Jeder Kanal ist mit einem eigenen simultanen A/D-Wandler und einstellbarem Filter (z.B. Anti-Aliasing-Filter) ausgestattet.

Parameter		Bemerkungen
Messmodi DSUB		ACC/DSUB(M)-UNI2 für alle Modi
isolierte Messmodi:	Spannungsmessung (differentiell) Strommessung Thermoelemente	Shunt-Stecker (ACC/DSUB(M)-I2)
nicht-isolierte Messmodi:	Spannungsmessung (single-end) Strommessung Brückensensor Dehnungsmessstreifen (DMS) PT100/PT1000 stromgespeiste Sensoren (IEPE/ICP) Ladung	mit internem Shunt 3- und 4-Draht-Anschluss ACC/DSUB-ICP2; ACC/DSUB-ICP-BNC mit Ladungsverstärker (ACC/DSUB-Q2) nur bei CRC, CRSL
Messmodi LEMO		
isolierte Messmodi:	Spannungsmessung (differentiell) Thermoelemente	ACC/TH-LEM-150
nicht-isolierte Messmodi:	Spannung (single-end) Strommessung Brücken-Sensor Dehnungsmessstreifen (DMS) PT100/PT1000	mit internem Shunt 3- und 4-Draht-Anschluss

Die [technischen Daten des UNI-4](#)  421.

8.4.2.1 Spannungsmessung (differenziell)

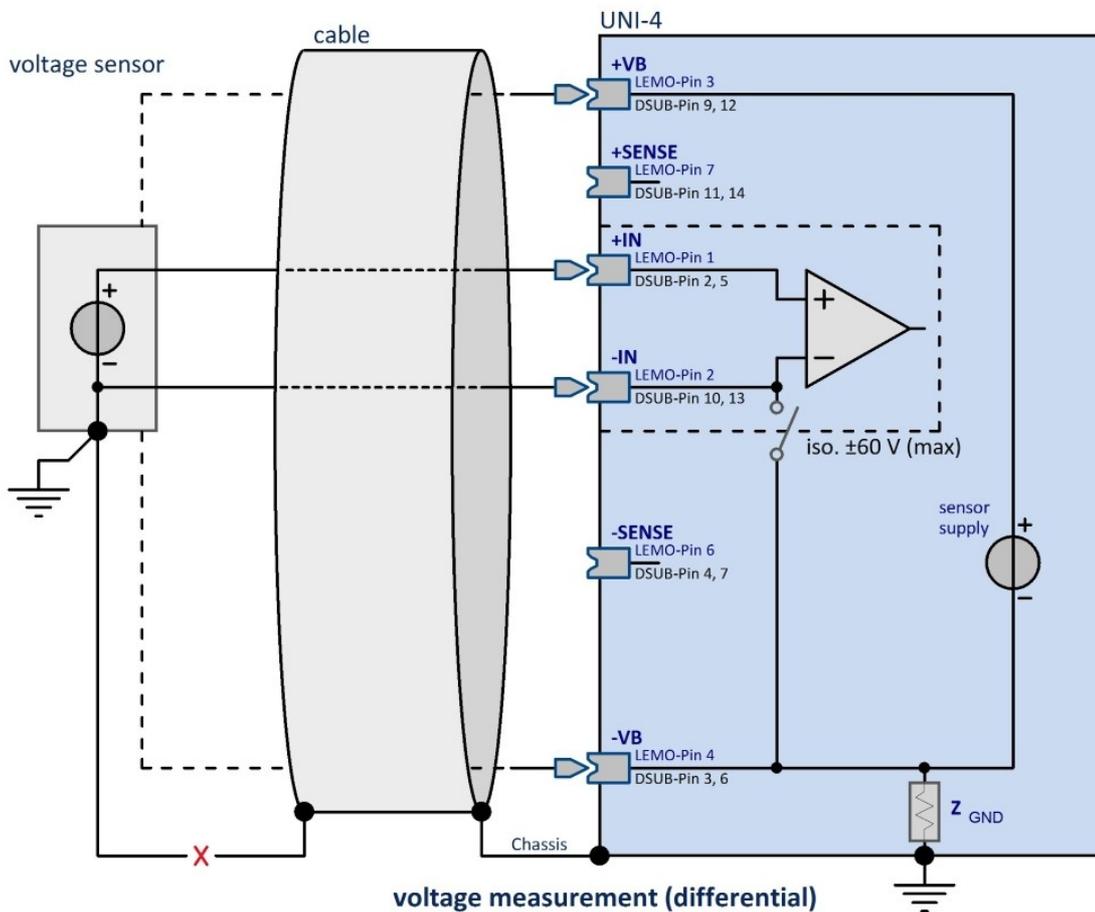
- Spannung: $\pm 2,5$ mV bis ± 60 V

In den Spannungsbereichen ≥ 5 V ist ein Spannungsteiler wirksam; es ergibt sich ein Eingangswiderstand von 1 M Ω . In den Spannungsbereichen ≤ 2 V beträgt der Eingangswiderstand dagegen 10 M Ω .

Die Eingänge sind DC-gekoppelt. Das differentielle Verhalten wird durch den isolierten Aufbau erreicht.

Hinweis

Bei der Benutzung von isolierten Kanälen (mit oder ohne Versorgung) sollte man sicherstellen, dass die Gleichtaktspannung wohl definiert ist: Eine isolierte Signalquelle an einem isolierten Kanal ist nicht sinnvoll. Die sehr hohe Impedanz einer solchen isolierten Schaltung (>1 G Ω) fängt leicht enormes Common-Mode Rauschen ein und driftet schnell auf ein hohes Gleichspannungsniveau weg. Gleichtakrauschen dieser Größenordnung kann auch von einem Isolationsverstärker nicht vollständig unterdrückt werden.



Allgemein gilt: Messungen mit isolierten Kanälen sollten in einer Umgebung durchgeführt werden, deren Gleichtaktspannung zwar hoch, jedoch wohl definiert ist, im Sinne einer niedrigen (DC-) Impedanz zur nichtisolierten Systemmasse.

Falls die Signalquelle selbst isoliert ist, kann sie auf das Gleichspannungspotential des Messsystems gesetzt werden. Dies ist zum Beispiel bei einem Mikrofon der Fall: Die nicht isolierte Spannungsversorgung zwingt die Gleichtaktspannung des Mikrofons und des Verstärkereingangs auf die Systemmasse, anstatt sie frei floaten zu lassen, was sie anfällig für jegliches Rauschen und Störungen machen würde. Für isolierte Signalquellen die keine Versorgung benötigen kann auch eine Messung in der Eingangskonfiguration "single-end" durchgeführt werden.

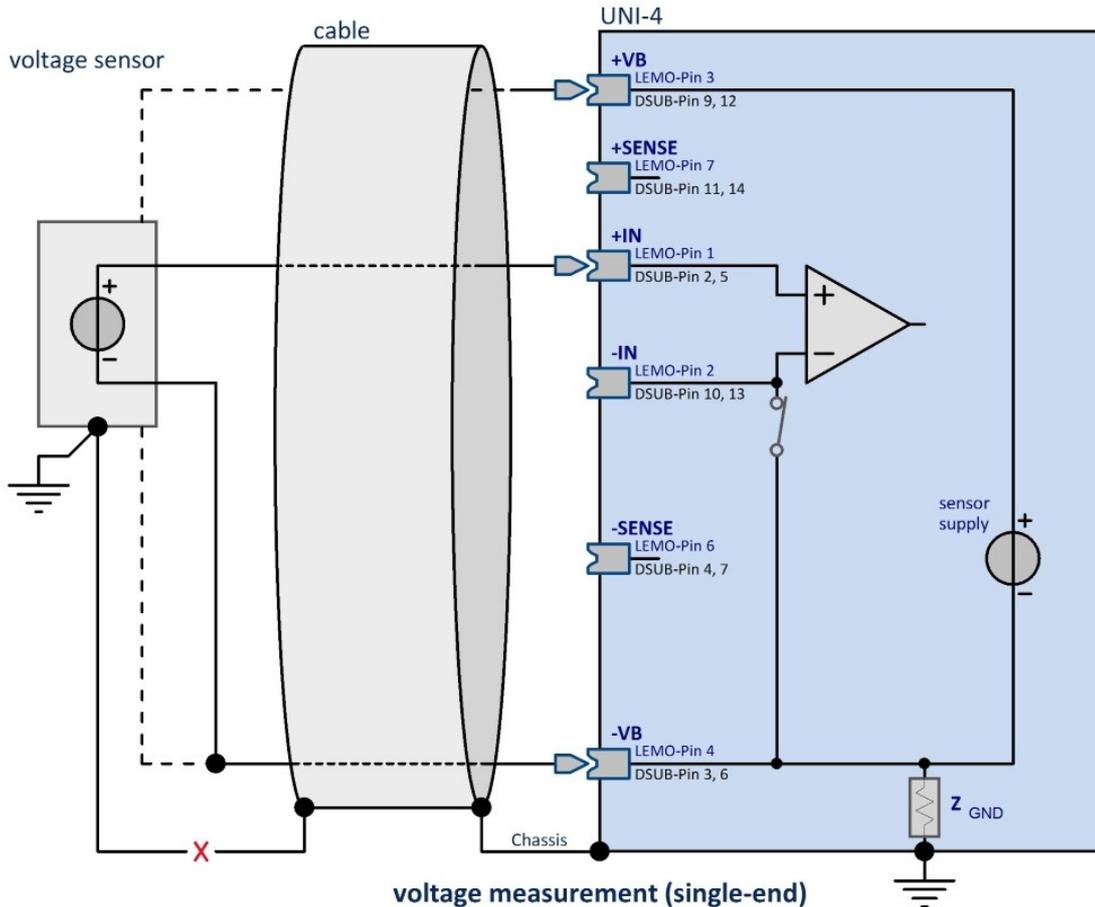
8.4.2.2 Spannungsmessung (single-end)

- Spannung: $\pm 2,5 \text{ mV}$ bis $\pm 10 \text{ V}$

In den Spannungsbereichen $\geq 5 \text{ V}$ ist ein Spannungsteiler wirksam; es ergibt sich ein Eingangswiderstand von $1 \text{ M}\Omega$.

In den Spannungsbereichen $\leq 2 \text{ V}$ beträgt der Eingangswiderstand dagegen $10 \text{ M}\Omega$.

Die Eingänge sind DC-gekoppelt.



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ^[504]
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ^[497]
Z _{GND}	ist ca. $500 \text{ k}\Omega$ für CRFX, sonst 0Ω

Die Spannungsquelle selbst hat keinen Bezug zur Masse des Messsystems. Die Spannungsquelle schwebt im Potential frei gegenüber der Gerätemasse. In diesem Fall sollte ein Massebezug hergestellt werden. Das kann z.B. dadurch erreicht werden, dass die Spannungsquelle durch den Anschluss an das Messsystem selbst geerdet wird.

Beispiel

Eine nicht geerdete Spannungsquelle wird gemessen, z.B. eine Batterie, deren Kontakte keine Verbindung zu Erdpotential haben. Das Messgerät ist geerdet.

 Hinweis

Wichtig: Bei Anschluss aktiver, über +VB vom Messgerät versorgter Sensoren fließt ein Rückstrom über das Anschlusskabel nach -VB. Dieser Rückstrom erzeugt über dem Kabelwiderstand einen Spannungsabfall, der das Messergebnis verfälscht.

8.4.2.3 Brückenmessung

Messung von Messbrücken wie z.B. Dehnungsmessstreifen (DMS).

Die Messkanäle besitzen eine einstellbare Gleichspannungsquelle, mit der die Messbrücken versorgt werden. Die Einstellung der Versorgungsspannung ist kanalindividuell wählbar. Die Brückenspeisung erfolgt unsymmetrisch, z.B. bei Einstellung der Brückenspannung $V_B=5\text{ V}$ ergeben sich 5 V an Pin +VB und 0 V an Pin -VB. Der Anschluss -VB ist gleichzeitig der Massebezug des Gerätes.

Grundsätzlich gilt: Bei gleicher physikalischer Aussteuerung des Sensors steigt mit höher gewählter Brückenspeisung das vom Sensor abgegebene absolute Spannungssignal und damit Störabstand und Driftqualität der Messung. Grenzen werden dabei durch den maximal verfügbaren Strom der Quelle sowie die Verlustleistung in Sensor (Temperaturdrift!) und Gerät (Leistungsaufnahme!) gesetzt.

- Für typische Messungen mit DMS-Sensoren sind die Bereiche 5 mV/V bis $0,5\text{ mV/V}$ relevant.
- Potentiometrische Sensoren können maximal die ihnen eingeprägte Spannung abgeben, also max. 1 V/V , typischer Bereich also 1000 mV/V .

Brückenmessung wird eingestellt, indem als Messmodus Brücke: Sensor oder Brücke: Dehnmessstreifen in der Einstellsoftware gewählt wird. Die Brückenschaltung selbst wird dabei auf der Karte Brückenschaltung festgelegt, wobei Viertelbrücke, Halbbrücke und Vollbrücke wählbar sind.

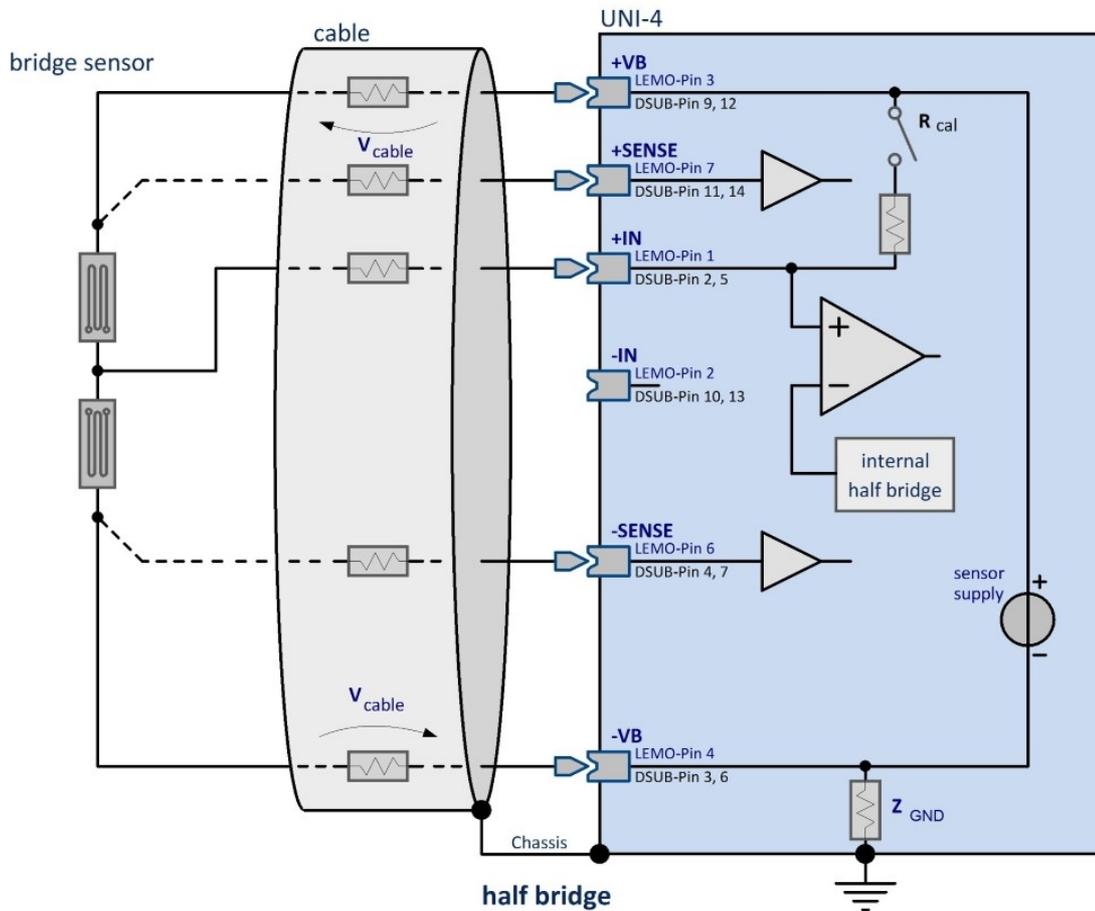
Senseleitung:

Bei Messungen mit einer Vollbrücke oder einer Halbbrücke können jeweils 2 Senseleitungen an +SENSE und -SENSE angeschlossen werden, um unsymmetrische Kabelwiderstände in den Versorgungsleitungen zu kompensieren.

Bei symmetrischen Kabelwiderständen ist der Anschluss einer Senseleitung an -SENSE ausreichend.

Welche Konfiguration angeschlossen ist, wird vom UNI-4 bei Brückenversorgungen $\geq 5\text{ V}$ einmalig beim Vorbereiten der Messung automatisch erkannt. Ändert sich während der Messung diese Konfiguration führt dies zur Ungenauigkeit des Messergebnisses. Bei einer Brückenversorgung $< 5\text{ V}$ wird auch noch während der Messung der Anschluss der Senseleitungen erkannt und berücksichtigt.

8.4.2.3.2 Halbbrücke



LEMO ist der 7-polige LEMO in der [Standardbelegung](#) ⁵⁰⁴
 DSUB 15-polige [DSUB Pinbelegung](#) ⁴⁹⁷
 Z_{GND} ist ca. 500 k Ω für CRFX, sonst 0 Ω

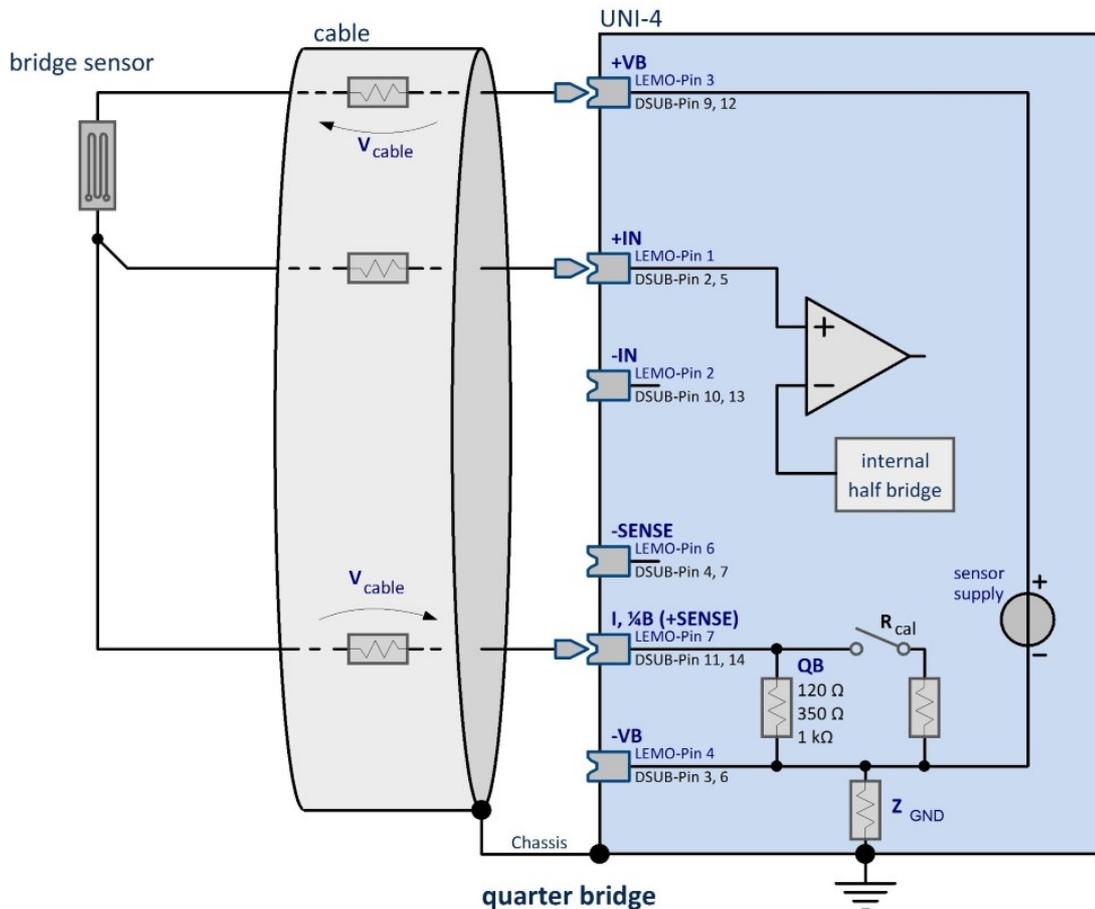
Sie haben nur eine Halbbrücke. Das können z.B. zwei zusammen geschaltete DMS sein oder ein Sensor, der intern eine Halbbrücke ist, oder ein potentiometrischer Sensor. Die Halbbrücke wird 4-drahtig oder 5-drahtig angeschlossen. Zur Wirkung und Nutzung der Senseleitung, siehe Sense-Beschreibung bei Vollbrücke

Der Verstärker ergänzt intern eine Halbbrücke, so dass der Differenzverstärker an einer Vollbrücke arbeitet.

Hinweis

Es ist wichtig, dass das Messsignal der Halbbrücke an +IN angeschlossen wird. Der Anschluss an -IN führt zu unplausiblen Messwerten.

8.4.2.3.3 Viertelbrücke



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ⁵⁰⁴
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ⁴⁹⁷
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Sie haben nur eine Viertelbrücke, z.B. ein einziger DMS oder einen Widerstand. Sein Nennwert beträgt 120 Ω, 350 Ω oder 1 kΩ.

Der UNI-4 ergänzt intern eine Viertelbrücke die von 120 Ω auf 350 Ω oder 1 kΩ umschaltbar ist.

Die Viertelbrücke wird 3 drahtig mit Senseleitung angeschlossen. Beachten Sie dazu auch die Hinweise zur Senseleitung bei der Beschreibung der Vollbrücke.

8.4.2.3.4 Sense und Anfangsvertrimmung

Der **SENSE** dient zur Kompensation von Spannungsabfällen an Kabelwiderständen, die sich andernfalls als Messfehler bemerkbar machen würden. Sind keine Senseleitungen vorhanden so muss beim UNI-4 **SENSE** am Anschlussstecker entsprechend den obigen Plänen angeschlossen werden.

Brückenmessung ist eine relative Messung (ratiometrisches Verfahren), bei der ausgewertet wird, welcher Bruchteil der eingespeisten Brückenversorgung von der Brücke abgegeben wird (typischerweise im 0,1% Bereich, entsprechend 1 mV/V). Die Kalibrierung des Systems bezieht sich dabei direkt auf dieses Verhältnis, den Brückenmessbereich, und berücksichtigt dabei den aktuellen Betrag der Speisung. Dies bedeutet, dass der

tatsächliche Betrag der Brückenspeisung nicht relevant ist und nicht notwendigerweise innerhalb der spezifizierten Gesamtgenauigkeit der Messung liegen muss.

Eine Anfangsvertrimmung der Messbrücke, wie sie bei Dehnungsmessteifen durch mechanische Vorspannung in der Ruhelage auftritt, ist zu Null abgleichbar. Sie kann ein Mehrfaches des Messbereichs betragen (Brückenabgleich oder Brückensymmetrierung). Sollte die Anfangsvertrimmung so groß sein, das ein Ausgleich durch das Gerät nicht möglich ist, muss ein größerer Messbereich eingestellt werden. Die genauen Werte entnehmen Sie den [technischen Daten für UNI-4](#)⁴²¹.

Maximale Anfangsvertrimmung

VB = 2,5 V		VB = 5 V		VB = 10 V	
Messbereich [mV/V]	Brückensymmetrierung [mV/V]	Messbereich [mV/V]	Brückensymmetrierung [mV/V]	Messbereich [mV/V]	Brückensymmetrierung [mV/V]
800	75	1.000 *	513 *	1.000 *	513 *
400	475	400	38	500 *	256 *
200	304	200	238	200	19
100	152	100	152	100	119
40	91	50	76	50	76
20	45	20	45	25	38
10	17	10	23	10	23
4,0	10	5,0	8,5	5,0	11
2,0	12	2,0	5,0	2,5	4,3
1,0	13	1,0	6,0	1,0	2,5
		0,5	6,5	0,5	3,0
				0,25	3,3

* mit Teiler konfiguriert, Eingangsimpedanz (1 MΩ) verursacht Nichtlinearität

8.4.2.3.5 Abgleich und Kalibriersprung

Die Verstärker bieten verschiedene Möglichkeiten einen Brückenabgleich oder einen Kalibriersprung auszulösen:

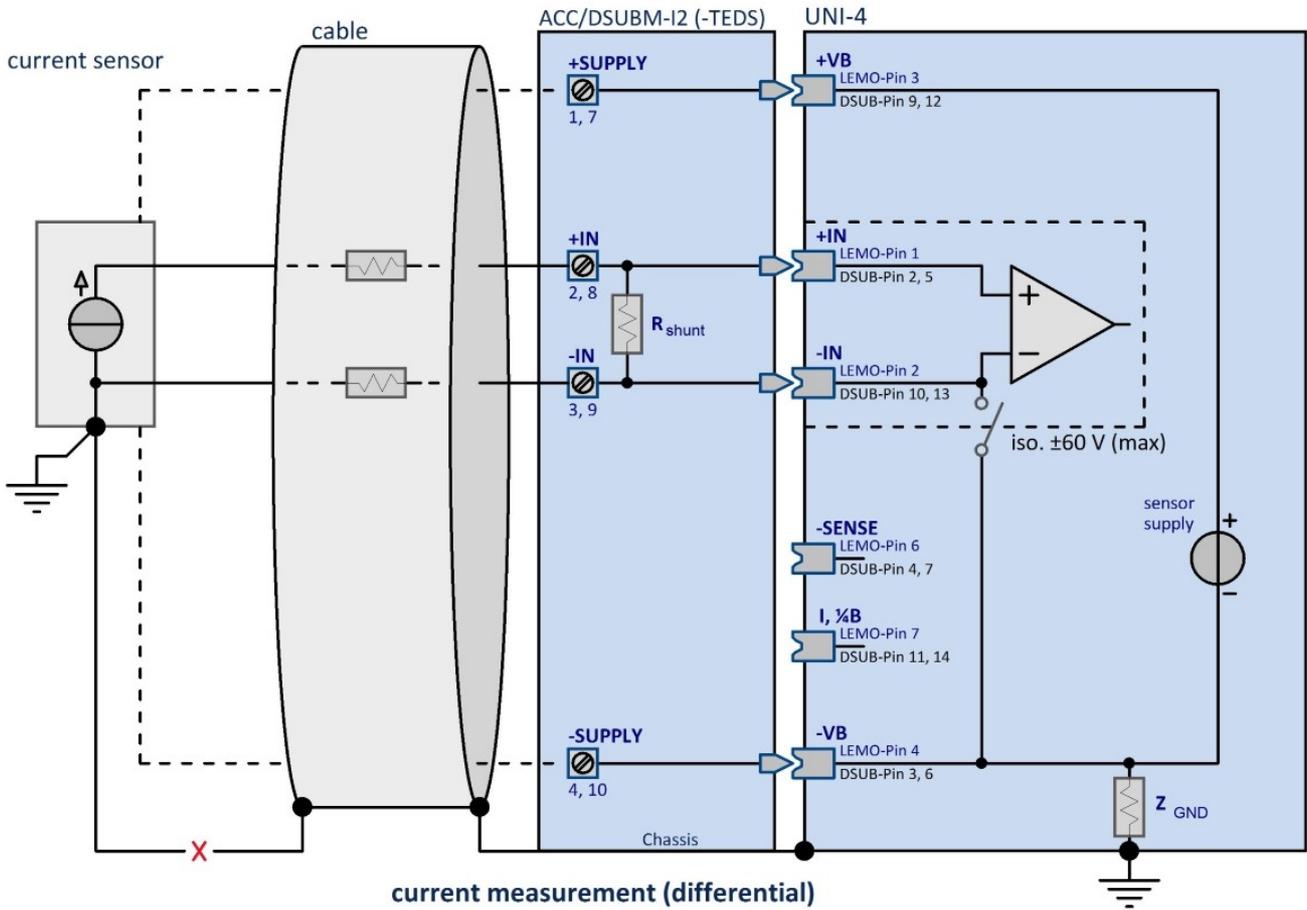
- Abgleich / Kalibriersprung über die Bedienoberfläche der Gerätesoftware (Kanalabgleich bzw. Verstärkerabgleich).
- Abgleich / Kalibriersprung über das [Display](#)¹⁰³¹ (siehe Software Handbuch)
- Beim Ausführen eines Kalibriersprunges wird die Brücke mit einem parallelgeschalteten Widerstand (zwischen +VB und +IN) von 59,8 kΩ oder 174,7 kΩ vertrimmt. Daraus ergibt sich:

Brückenwiderstände	120 Ω	350 Ω
59,8 kW	0,5008 mV/V	1,458 mV/V
174,7 kW	0,171 mV/V	0,5005 mV/V

Die beschriebenen Verfahren zum Abgleich von Brückenkanälen gelten analog auch für den Spannungs-Messmodus mit zugelassenem Nullabgleich.

8.4.2.4 Strommessung

8.4.2.4.1 Differentielle Strommessung



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ⁵⁰⁴
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ⁴⁹⁷
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

- Strom: z.B. ±50 mA bis ±1 mA

Für die Strommessung muss der DSUB-Stecker ACC/DSUBM-12 benutzt werden. Dieser Stecker gehört nicht zum Standardlieferungsumfang des Verstärkers und enthält einen 50 Ω Bürdewiderstand. Darüber hinaus kann auch über einen extern angeschlossenen Bürde Spannung gemessen werden. Eine entsprechende Skalierung ist in der Oberfläche einzutragen. Der Wert von 50 Ω ist nur ein Vorschlag. Der Widerstand sollte ausreichend genau sein. Bitte beachten Sie die Leistungsaufnahme im Bürdenwiderstand.

Die maximale Gleichtaktspannung muss auch bei dieser Anordnung berücksichtigt werden. Hat die Stromquelle keinen Massebezug besteht die Gefahr einer nicht zulässigen Überspannung am Verstärker. Ggf. ist ein Massebezug der Stromquelle herzustellen, z.B. durch Erdung der Stromquelle.

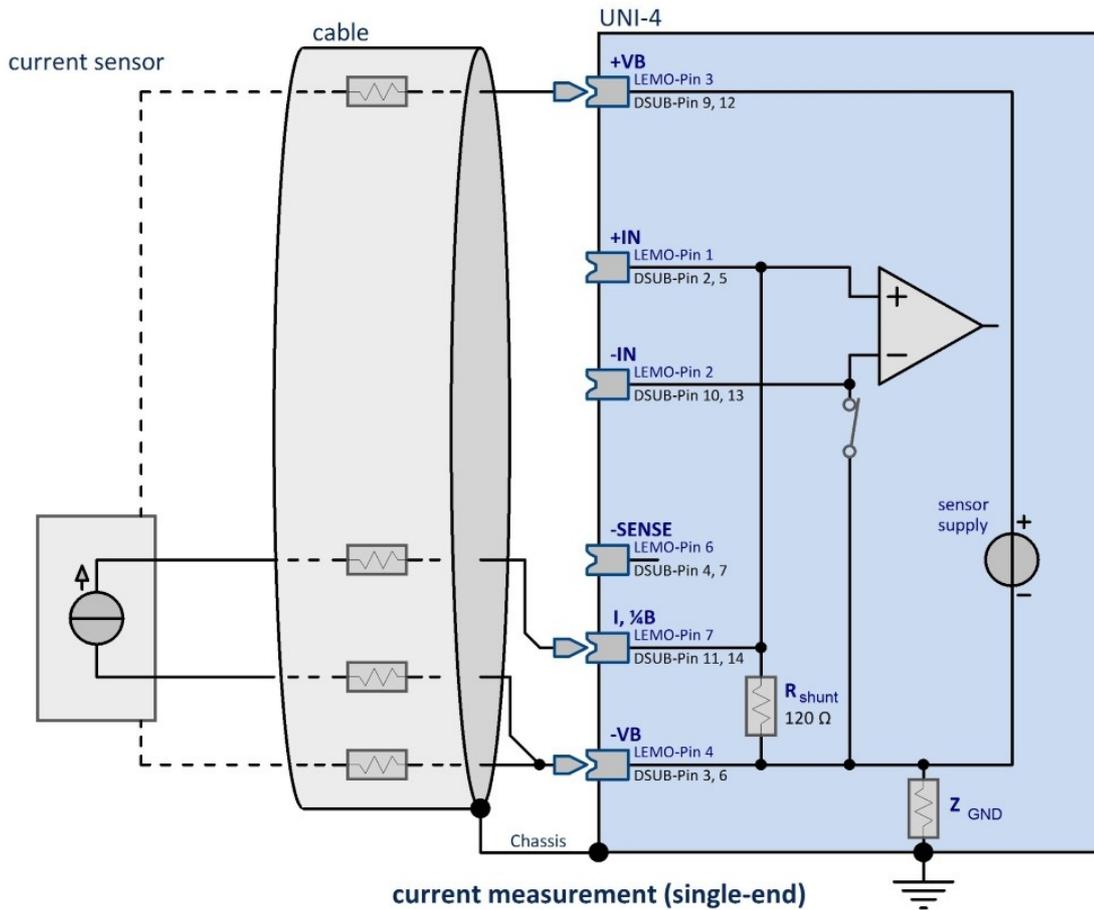
Über +VB und -VB kann der Sensor zusätzlich mit einer Spannung versorgt werden, die über die Software eingestellt werden kann.

Hinweis

Da es sich bei diesem Verfahren um eine Spannungsmessung am Bürdenwiderstand handelt, muss in der imc Bediensoftware auch eine Spannungsmessung eingestellt werden.

Der Skalierungsfaktor wird mit $1/R$ und der Einheit A eingetragen ($0,02 \text{ A/V} = 1/50 \Omega$).

8.4.2.4.2 Massebezogene Strommessung



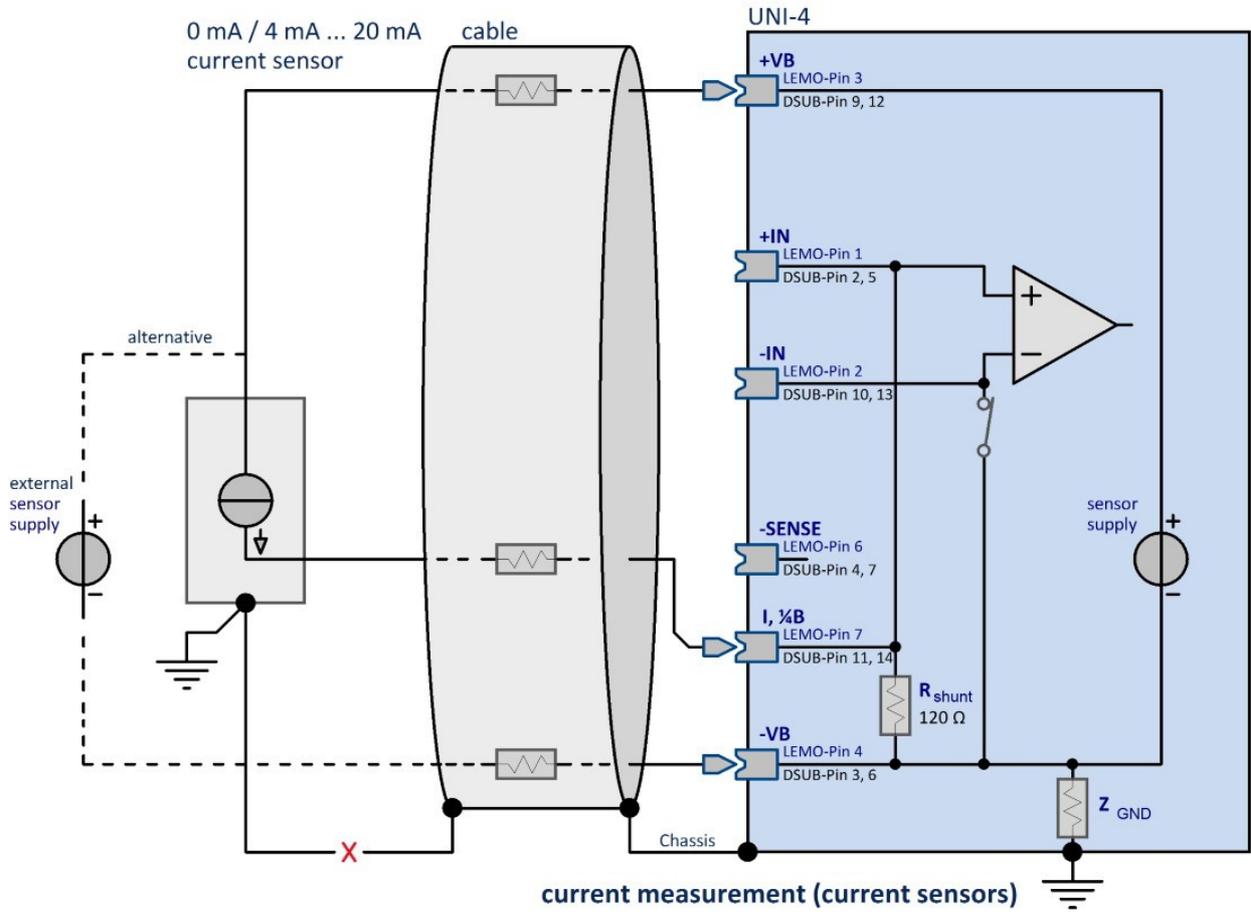
LEMO ist der 7-polige LEMO in der [Standardbelegung](#) ⁵⁰⁴
 DSUB 15-polige [DSUB Pinbelegung](#) ⁴⁹⁷
 Z_GND ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

- Strom: $\pm 50 \text{ mA}$ bis $\pm 1 \text{ mA}$

Bei dieser Anordnung fließt durch den im Verstärker enthaltenen Bürdenwiderstand von 120Ω der zu messende Strom. Dabei ist zu beachten, dass Anschluss -VB auch gleichzeitig die Masse des Verstärkers ist. Damit wird eine massebezogene Messung durchgeführt. Die Stromquelle selbst wird dabei in ihrem Potential auf die Masse des Verstärkers gezogen.

Hierbei wird in der Einstellung Messmodus Strom in der Einstellsoftware gewählt.

8.4.2.4.3 2-Leiter für Sensoren mit Stromsignal und var. Versorgung



LEMO ist der 7-polige LEMO in der [Standardbelegung](#) ^[504]
 DSUB 15-polige [DSUB Pinbelegung](#) ^[497]
 Z_GND ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

- z.B. für Druck-Messumformer 4 mA bis 20 mA.

Messumformer, die als Abbild der physikalischen Messgröße ihre Stromaufnahme haben und variable Versorgungsspannungen zulassen, können in Zweileitertechnik angeschlossen werden. Das Gerät liefert dabei die Versorgung und misst das Stromsignal. Die Kanäle sind auf *Strommessung* zu konfigurieren.

Der Sensor wird über die Klemmen +VB und I, 1/4B versorgt oder über eine externe Sensorversorgung.

Hinweis

Über den Widerständen der Zuleitung sowie über den internen Messwiderstand von 120 Ω fällt eine stromproportionale Spannung ab. Diese steht der Versorgung des Messumformers nicht mehr zur Verfügung ($2,4 \text{ V} = 120 \text{ } \Omega \cdot 20 \text{ mA}$). Daher muss sichergestellt sein, dass die resultierende Versorgungsspannung ausreichend ist. Gegebenenfalls muss der Querschnitt der Zuleitung ausreichend groß gewählt werden.

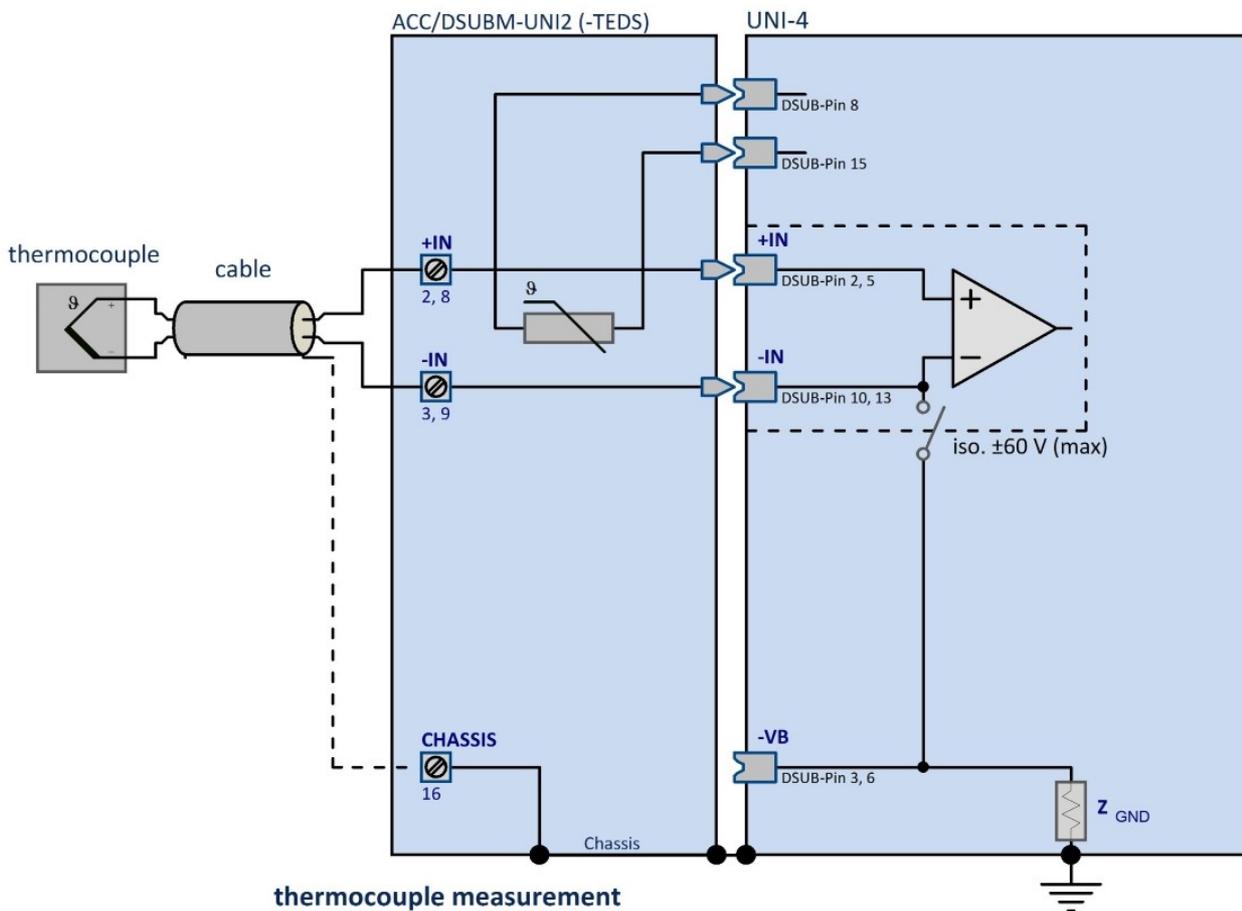
8.4.2.5 Temperaturmessung

Die analogen Kanäle sind ausgelegt für die direkte Messung von Thermoelementen, PT100 und PT1000-Sensoren. Beliebige Kombinationen beider Sensortypen können angeschlossen werden.

Hinweis

Eine Temperaturmessung ist eine Spannungsmessung, deren Messwert über eine Kennlinie in den physikalischen Temperaturwert verrechnet wird. Die Auswahl der Kennlinie erfolgt in der Basiskarte des imc Software Konfigurationsdialoges. Verstärker, die eine Brückenmessung ermöglichen, müssen zunächst auf Spannungsmodus (DC) eingestellt werden, damit auf der Basiskarte die Temperaturkennlinien zur Auswahl stehen.

8.4.2.5.1 Thermoelementmessung

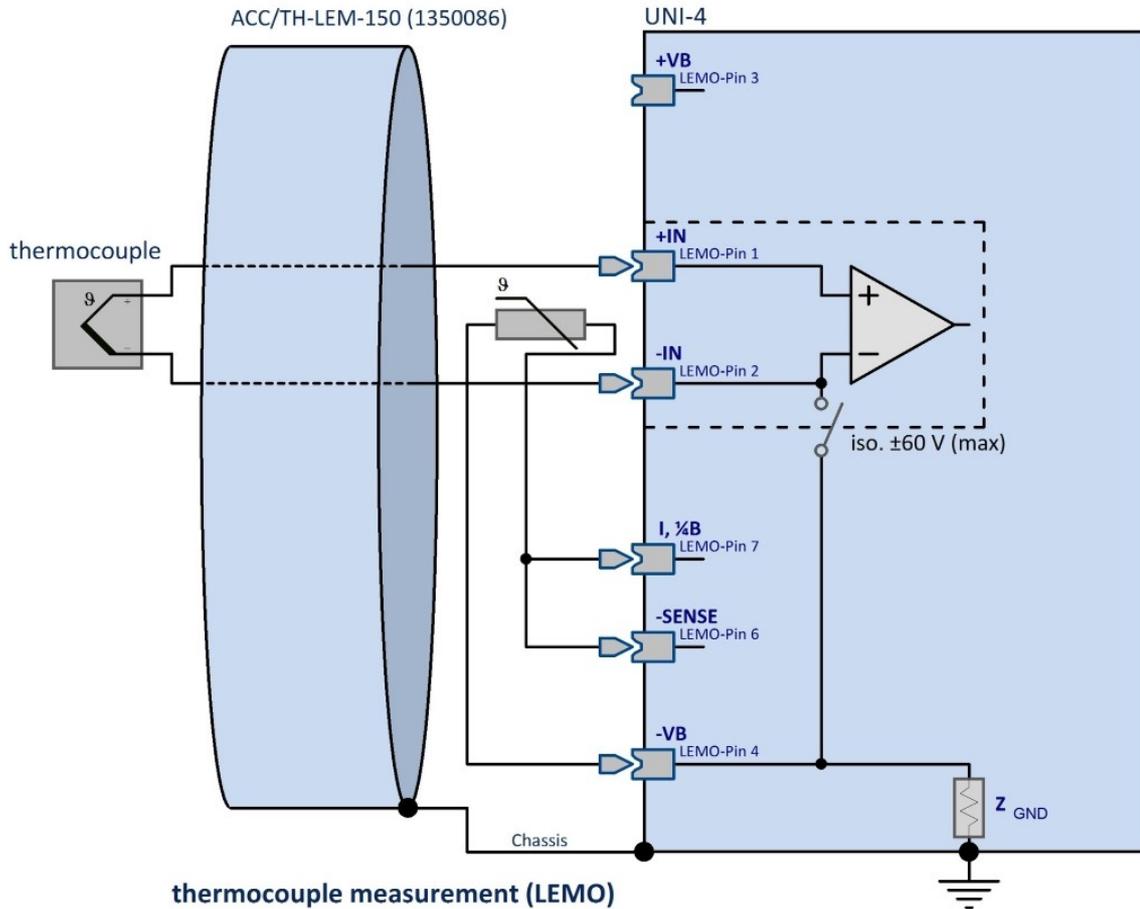


LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ⁵⁰⁴
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ⁴⁹⁷
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Die gebräuchlichen Typen von Thermoelementen werden durch eine Kennlinienlinearisierung unterstützt.

Bei der Standard DSUB Anschlussstechnik empfehlen wir den imc Stecker: **ACC/DSUBM-UNI2**, mit integrierter Kaltstellenkompensation.

Beachten Sie, dass bei [LEMO Anschluss](#)⁵⁰⁴ ein externer PT100 im Stecker als Kaltstellenkompensation integriert werden muss. Dazu ist als Zubehör der Stecker **ACC/TH-LEM-150** erhältlich, ein LEMO.1B Stecker mit integrierter Kaltstellenkompensation.



Wenn die Temperaturverhältnisse in der Umgebung des Verstärkers nicht konstant sind, muss unbedingt ein PT100 im Stecker selbst eingebaut werden. Das gilt für den Fall:

- bei Zugluft
- wenn das Modul im Fahrzeug betrieben wird
- wenn Kabel mit Steckern unterschiedlicher Temperatur angesteckt werden
- wenn die Umgebungstemperatur schwankt
- in allen Situationen, in denen zuverlässig und präzise gemessen werden muss.

Hinweise

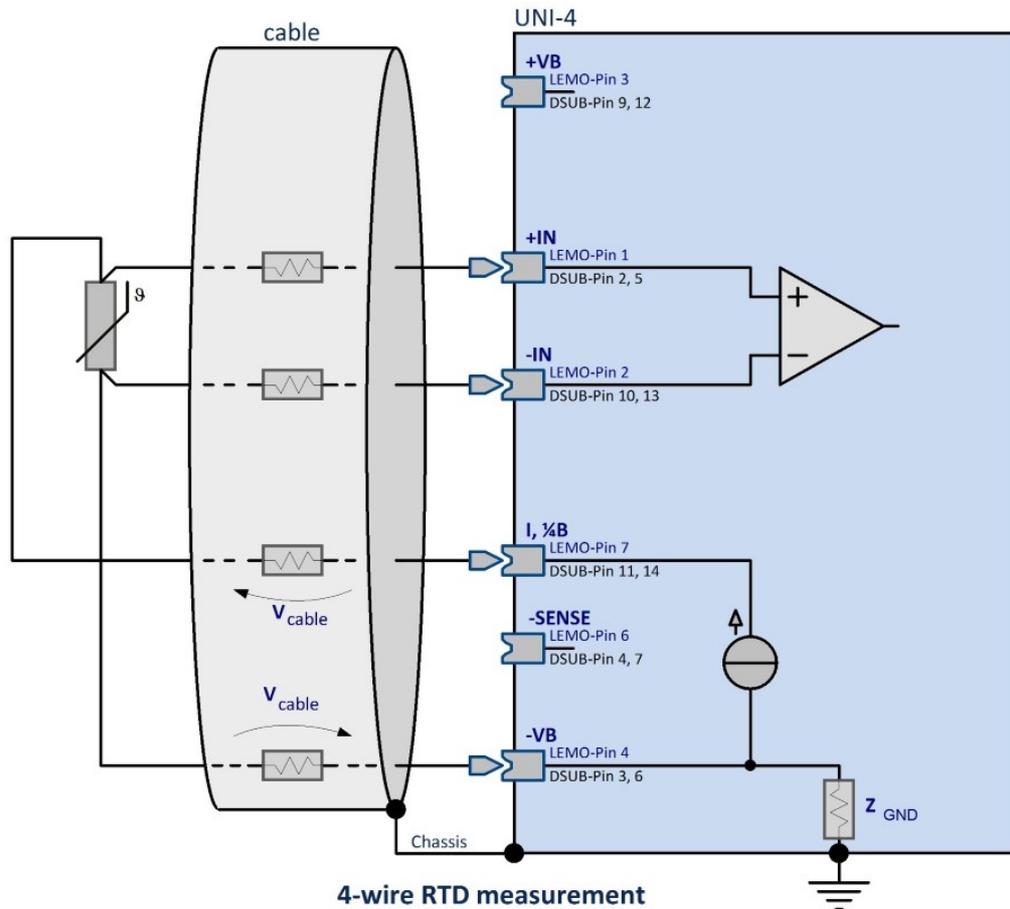
- In der imc Software Bedienoberfläche muss unter Einstellungen - Konfiguration - Verstärker die Option Isoliertes Thermoelement aktiviert sein (Standardeinstellung). Dieser erscheint nur bei Kopplung DC.
- Eine Beschreibung der verfügbaren Thermoelemente finden Sie unter [Thermoelemente nach DIN und IEC](#)¹²⁷.

8.4.2.5.2 PT100, PT1000 Messung

- DSUB-Stecker: [ACC/DSUBM-UNI2](#) ⁴⁹⁷

PT100/PT1000 können entweder in 4-Leiter-Konfiguration oder 3-Leiter-Konfiguration angeschlossen werden. Die 4-Leitermessung liefert genauere Ergebnisse, da nicht vorausgesetzt wird, dass die Widerstände der beiden versorgungsstromführenden Leitungen gleiche Größe und Drift haben. Jeder Sensor wird aus einer eigenen Stromquelle mit ca. 250 µA gespeist.

8.4.2.5.2.1 PT100, PT1000 in 4-Leiterschaltung



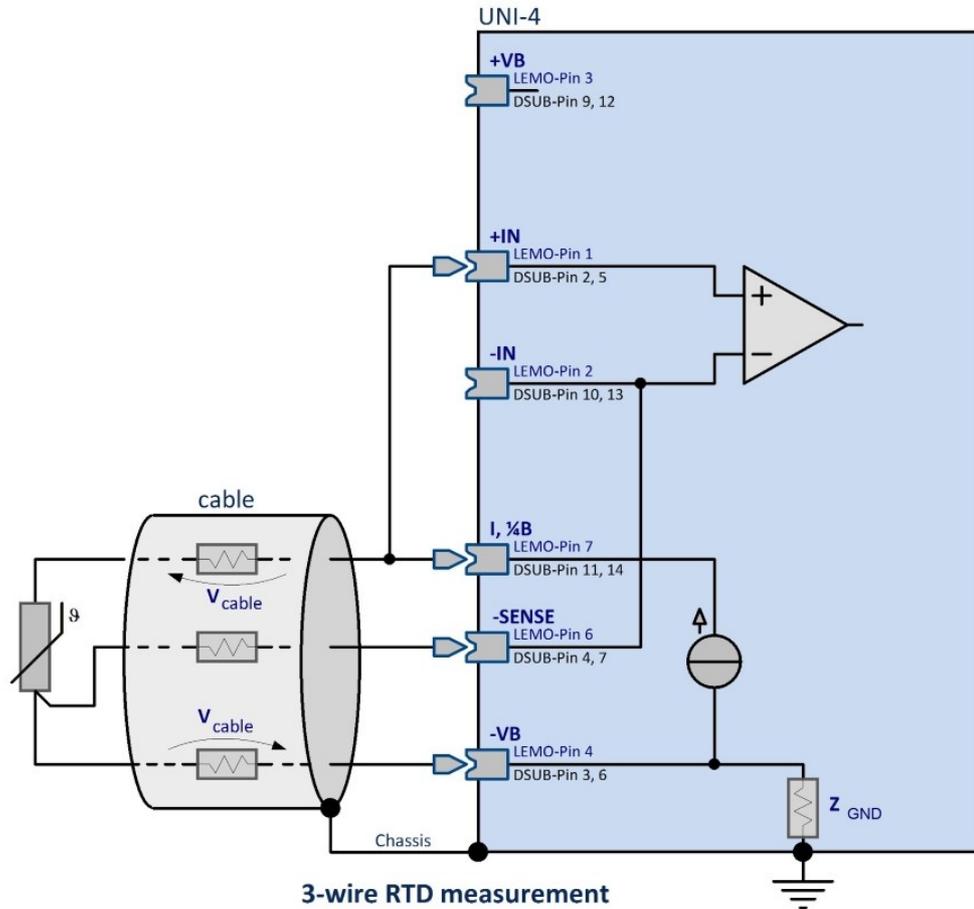
LEMO ist der 7-polige LEMO in der [Standardbelegung](#) ⁵⁰⁴
 DSUB 15-polige [DSUB Pinbelegung](#) ⁴⁹⁷
 Z_{GND} ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Stellen Sie in der Software PT100 4-Leiterschaltung (Eingangskopplung = differentiell) ein.

Der PT100 wird über 2 Leitungen versorgt. Die beiden anderen dienen als Sense-Leitungen. Durch Benutzung der Sense-Leitungen kann die Spannung am Widerstand selbst präzise ermittelt werden. Der Spannungsabfall entlang des stromführenden Kabels verursacht damit keinen Messfehler.

Die 4-Leiter-Technik ist die präziseste Technik, den PT100 zu messen. Der Verstärker führt eine echte differentielle Messung durch.

8.4.2.5.2.2 PT100 in 3-Leiterschaltung



LEMO	ist der 7-polige LEMO in der Standardbelegung ^[504]
DSUB	15-polige DSUB Pinbelegung ^[497]
Z _{GND}	ist ca. 500 kΩ für CRFX, sonst 0 Ω

Stellen Sie in der Software PT100 3-Leiterschaltung (Eingangskopplung = single-end) ein.

Der PT100 wird über 2 Leitungen versorgt. Eine weitere dient als Sense- Leitung. Durch Benutzung der Sense- Leitung kann die Spannung am Widerstand selbst präzise ermittelt werden. Der Spannungsabfall entlang des stromführenden Kabels verursacht damit keinen Messfehler.

Es ist wichtig, dass die Brücke zwischen +IN nach +I_1/4B direkt am Modul erfolgt.

Die 3-Leiterschaltung ist nur für symmetrische Kabel genauso präzise wie die 4-Leiterschaltung. Bei Zweifel ist der 4-Leiteranschluss zu bevorzugen.

8.4.2.5.3 Fühlerbruchererkennung

Der Verstärker ist mit einer Fühlerbruchererkennung ausgestattet.

Thermoelement: Wenn mindestens einer der beiden Leitungen des Thermoelementes bricht, geht das vom Verstärker generierte Messsignal nach wenigen Messwerten definiert an das untere Ende des Messbereichs. Der tatsächliche Wert richtet sich nach dem entsprechenden Thermoelement. Im Fall des Thermoelementes Typ K sind das etwa -270°C. Wenn mit einer gewissen Toleranz eine Grenzwertüberprüfung durchgeführt wird, z.B. Ist der Messwert <-265°C, dann kann auf einen Fühlerbruch geschlossen werden, solange solche Temperaturen nicht wirklich am Messobjekt auftreten können.

Die Fühlerbrucherkennung schlägt auch an, wenn ein Kanal mit Thermoelement parametrier ist und eine Messung durchgeführt wird, aber gar kein Thermoelement angeschlossen ist. Wenn ein Thermoelement angeschlossen wird, dauert es mehrere Messwerte, bis die Filter im Modul eingeschwungen sind und die richtige Temperatur angezeigt wird. In diesem Zusammenhang ist auch zu beachten, dass ein frisch auf das Gerät gesteckter Anschlussstecker eines Thermoelement Kabels i.a. nicht die Temperatur des Gerätes hat. Beim Aufstecken beginnen die Temperaturen sich auszugleichen. In dieser Phase kann auch der im Stecker eingebaute Pt100 mitunter nicht ganz präzise die wirkliche Klemmstellentemperatur anzeigen. Das wird i.a. erst nach mehreren Minuten erreicht.

Pt100/RTD: Wenn die Zuleitungen zum Pt100 unterbrochen werden, geht das vom Verstärker generierte Messsignal nach wenigen Messwerten definiert an das untere Ende des Messbereichs. Wenn mit einer gewissen Toleranz eine Grenzwertüberprüfung durchgeführt wird, z.B. sobald der Messwert $< -195^{\circ}\text{C}$, dann kann auf einen Fühlerbruch geschlossen werden. Solange solche Temperaturen nicht wirklich am Messobjekt auftreten können. Im Fall eines Kurzschlusses gibt es ebenfalls einen solch niedrigen Ersatzwert.

In dem Zusammenhang ist zu beachten, dass z.B. bei einer 4-Draht-Messung zahlreichen Kombinationen aus gebrochenen und kurzgeschlossenen Leitungen denkbar sind. Viele Kombinationen, vor allem die mit gebrochener Sense-Leitung, führen nicht immer unbedingt zum angegebenen Ausfallwert.

8.4.2.6 Sensoren mit Stromspeisung

Zur Erfassung von stromgespeisten Sensoren empfehlen wir den [ACC/DSUBM-ICP2I-BNC\(-F,-S\)](#) ²⁶⁰.



Hinweis

UNI-4 mit DSUB-15 Anschlüssen

Triaxial Sensoren werden nur bei Verwendung eines auf den Messverstärker gesteckten Metallsteckers ACC/DSUBM-ICP2I-BNC(-F, -S) unterstützt.

8.4.2.7 Sensorversorgung

UNI-4-Kanäle verfügen über eine integrierte Sensorversorgung, welche eine einstellbare Versorgungsspannung für aktive Sensoren zur Verfügung stellt. Diese Spannungsquelle ist nicht galvanisch isoliert. Der eingestellte Wert der Versorgungsspannung gilt individuell für jeden einzelnen Kanal.

Die Versorgungsausgänge sind intern elektronisch gegen Kurzschluss abgesichert. Bezugspotential, also Versorgungs-Masseanschluss für den Sensor, ist die Klemme -VB, welche intern mit der Klemme GND verbunden ist.

8.4.2.8 Bandbreite

Die max. Abtastrate der Kanäle beträgt $10\ \mu\text{s}$ (100 kHz).

Die analoge Bandbreite (ohne digitale Tiefpassfilterung) bei -3 dB liegt bei 48 kHz.

8.4.2.9 Anschluss

Als Anschlusstechnik können DSUB-15 Stecker (CRFX/UNI-4) oder LEMO Stecker (CRFX/UNI-4-L) verwendet werden. Hier finden Sie die Pinbelegung der [DSUB-Stecker](#) ⁴⁹⁷ und der [LEMO-Stecker](#) ⁵⁰⁴.

8.5 Brückenabgleich oder Tarierung

Fast alle aktuellen Verstärker sind in der Lage einen Nullpunktverschiebung auszugleichen. Neben des üblichen [Brückenabgleichs](#)²⁵⁷ ermöglicht dies bei normalen Spannungsverstärkern die [Tarierung](#)²⁵⁸. Bei der Tarierung wird lediglich der angezeigte Wert abgezogen. Damit verschiebt sich der resultierende Messbereich. Die Tarierung ist auch bei Brückenverstärker verfügbar, jedoch empfehlen wir den Brückenabgleich, da der Messbereich symmetrisch bleibt.

Die Bediensoftware imc STUDIO bietet eine Setup-Seite zur Einstellung und Durchführung des Brückenabgleichs und der Tarierung.

- Seite: Setup > "Kanalabgleich" > Tab: "Abgleich"
- Hier können Sie die Abgleichprozedur für ein oder mehrere Kanäle durchführen. Der Abgleich erfolgt selbständig auf der Verstärkerkarte. Sind mehrere Kanäle ausgewählt, erfolgt der Abgleich aller Verstärkerkarten parallel, die Kanäle eines Verstärkers jedoch seriell. Damit dauert der Abgleich einer oder mehrerer Verstärkerkarten gleich lange.
- Beim Ausführen des Abgleichs über das Kommando "Geräteaktion ausführen", können die hier definierten Abgleicharten verwendet werden.

Verweis

Kanalabgleich

Weitere Hinweise und Beschreibungen finden Sie im imc STUDIO-Handbuch im Bereich: "Setup-Seiten - Geräte konfigurieren" > "Kanalabgleich"

8.5.1 Tarierung

Die Nullpunktverschiebung des Sensors im Spannungsmodus wird zu Null abgeglichen (Tara bzw. Nullabgleich). Der gemessene Wert wird von der Anzeige abgezogen. Es handelt sich dabei um eine reine Verrechnung, ähnlich der manuellen Eingabe eines Offsets auf der Verarbeitungskarte im Dialog Einstellungen\Konfiguration. Daher hat die Tarierung keinen Einfluss auf das elektrische Verhalten des Verstärkers.

Beispiel:

- Messbereich = ±10 V,
- Angezeigter Wert vor der Tarierung = 3 V
- Messbereich nach der Tarierung= -13 V bis 7 V

Bedienung in der Software imc STUDIO:

Um einen Abgleich durchzuführen, wählen Sie zunächst den Kanal aus und in der Spalte "Abgleich" über den rechten Button die gewünschte Aktion.



Der Abgleich wird erst gestartet, wenn Sie nach der Auswahl auf den Button klicken. Der Messbereich verringert sich entsprechend um den Nullabgleich. Sollte die Anfangsvertrimmung so groß sein, das ein Ausgleich durch das Gerät nicht möglich ist, muss ein größerer Messbereich eingestellt werden.

**Hinweis****Hinweise zur Hardware: Tarierung mit eingestelltem Offset**

Eine Tarierung mit eingestelltem Offset führt bei CRFX/CRXT Modulen und Verstärkern die in imc CRONOScompact, imc C-SERIE oder imc SPARTAN eingebaut sind zu unterschiedlichen Ergebnissen:

- CRFX/CRXT: Eine Tarierung gleicht den Kanal in der physikalischen Einheit ab, also z.B. 0 bar. Dies gilt für alle Module zur Erfassung analoger Spannungen mit 16 oder 24 Bit, ausgenommen UNI-4.
- imc CRONOScompact, imc C-SERIE, imc SPARTAN, CRFX/UNI-4: Es wird der elektrische Wert tariert, d.h. der eingetragene Offset bleibt erhalten. Nach dem Abgleich wird der physikalische Wert mit negativem Offset angezeigt. Damit wird sichergestellt, dass ein nachträglich eingetragener Offset nicht überschrieben wird. Wenn Sie möchten, dass die Tarierung den Offset bestimmt, tragen Sie **nur den Faktor** ein und tarieren Sie anschließend den Offset mit der Tarierungsfunktion. Die Anpassung an das Verhalten von CRFX/CRXT ist in Vorbereitung.

8.5.2 Brücken-Abgleich

Besonderes Kennzeichen von Brückenmessungen ist der Umstand, dass dem eigentlichen Messsignal ein Offset überlagert ist, der ein **Mehrfaches des Messbereichs** betragen kann. Messbrücken, bestehend z.B. aus Dehnungsmess-Streifen (DMS), reagieren bereits auf kleinste relative Widerstandsänderungen der Elemente, aus denen sie aufgebaut sind (im Bereich von $\mu\text{V}/\text{V} = \text{ppm} = \text{parts-per-million} = 1\text{E-}6$). Die statische Anfangs-Unsymmetrie (Offset), bedingt durch Fertigungstoleranz oder Montagebedingungen der Brückenelemente, kann dagegen im mV/V Bereich liegen, also im Bereich des interessierenden Gesamt-Messbereichs (um diese Anfangsauslenkung herum), oder sogar ein Mehrfaches davon.

Da mithin dieser Offset vom angeschlossenen Sensor abhängig ist, kann er nicht für das Gerät kalibriert werden, sondern muss **vor Beginn der Messung** abgeglichen werden. Voraussetzung ist dabei, dass sich der Sensor während des Brückenabgleichs im gleichen Montagezustand wie bei der folgenden Messung befindet und während des Abgleichs **nicht dynamisch angesteuert** wird.

Mit dem Brückenabgleich wird die Symmetrie des physikalischen Messbereichs wieder hergestellt. Dies ist bei der [Tarierung](#)²⁵⁶ nicht möglich.

8.6 Übersteuerung eines Messbereichs

Grundsätzlich ist bei allen CRONOS Verstärkern eine analoge Aussteuerung bis zu den nominalen Messbereichsgrenzen möglich ($\pm FS = \text{Fullscale}$). Das gewählte numerische Darstellungsformat lässt hingegen theoretisch eine Anzeige bis zum doppelten nominalen Messbereich zu ($\pm 2xFS$).

Der analoge Signalpfad lässt in der Regel eine gewisse Übersteuerung zu, auch ohne dass der lineare Arbeitsbereich verlassen wird. Das Übersteuerungsverhalten wird noch durch weitere Aspekte bestimmt, wie die analogen und numerischen Aussteuerungsgrenzen des AD-Wandlers und die numerischen Begrenzungen der nachfolgenden Signalverarbeitung. Gewisse interne Reserven sind auch zwingend nötig, um z.B. Einschwingen von Filtern, Kalibrierung und dergleichen abzudecken. All diese Aspekte führen schliesslich jeweils zu leicht unterschiedlichen Grenzen bzw. Verhalten, im Sinne einer harten Begrenzung oder Einsetzens eines nichtlinearen Verhaltens. Dies kann abhängen von konkretem Modultyp, Messmodus und Messbereich.

Zur klaren Erkennung einer Übersteuerung ist bei einigen imc CRONOS Modulen folgendes Verhalten implementiert:

Wird intern eine Überschreitung des zulässigen Signalbereichs erkannt, was typischerweise bei etwa bei 105% des nominalen Messbereichs liegt ($\pm 1,05 \times FS$), so wird der angezeigte Messwert gezielt auf den doppelten nominalen Messbereich gesetzt ($\pm 2 \times FS$). Dies dient als eindeutige Übersteuerungsanzeige, da diese beiden ausgeprägten Werte unter normalen Bedingungen sonst nicht auftreten können. Diese angezeigten Werte dienen somit als Warnanzeige, um die Wahl eines entsprechend größeren Messbereichs "anzumahnen".

Hierbei ist zu beachten, dass die erkannte interne Übersteuerung sich auf das ungefilterte Rohsignal bezieht. Bei eingestelltem Tiefpassfilter (oder Anti-Aliasing Filter) und signifikantem höher-frequenten Signalanteil ist es also durchaus möglich, dass das gefilterte angezeigte Signal deutlich unterhalb der Messbereichsgrenzen liegt, diese intern jedoch bereits überschritten werden. Ein solcher Fall wäre daran zu erkennen, dass das angezeigte Signal etwa von z.B. $0,8 \times FS$ schlagartig auf $2 \times FS$ springt.

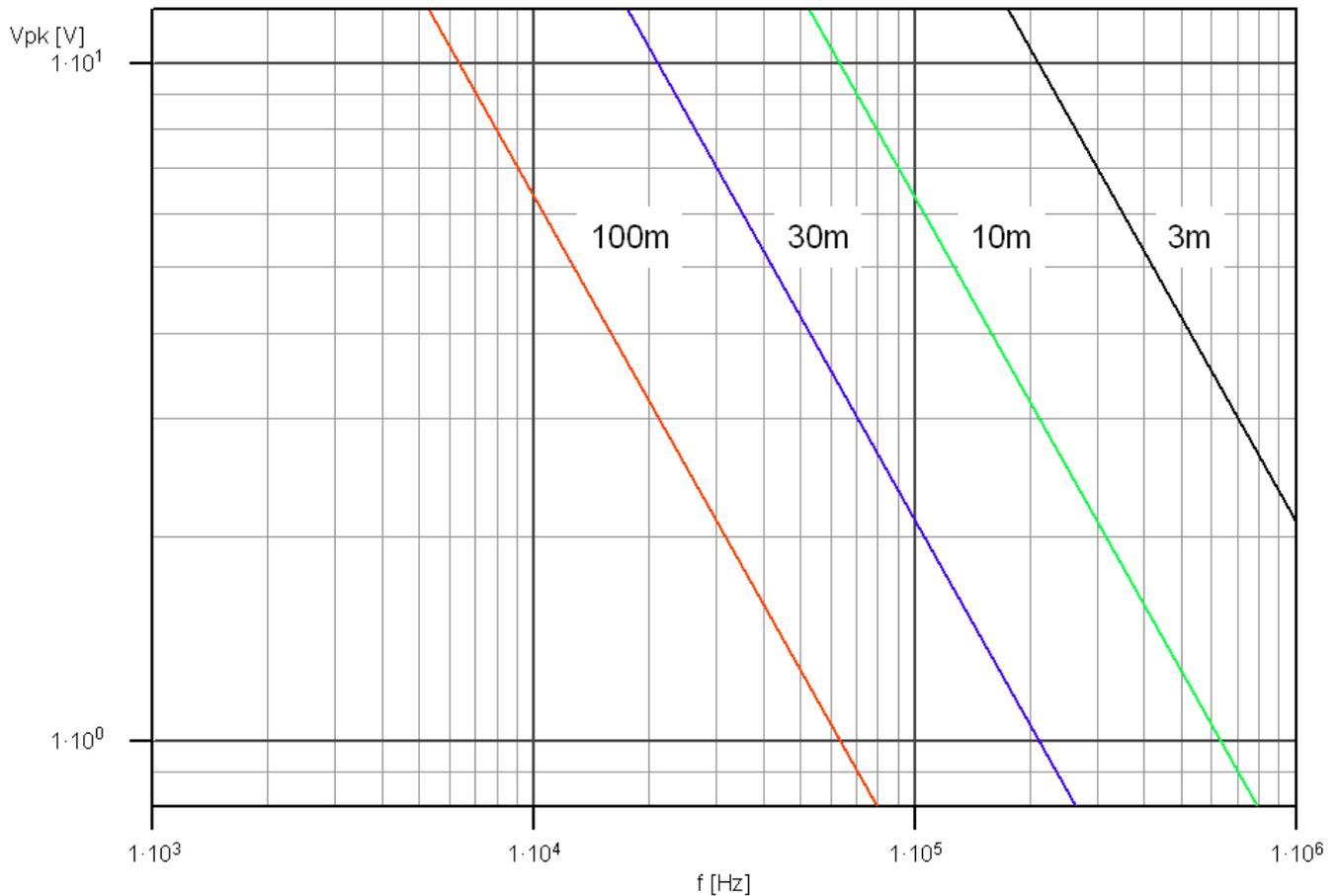
Dies ist ein völlig normales Verhalten praktisch jedes (auch rein analogen) Messsystems: Werden sehr breitbandige Signale mit einer filternden Signalverarbeitung belegt, so ist darauf zu achten, dass die zulässigen Aussteuerungsbereiche in allen Verarbeitungsstufen (ob analog oder digital) nicht verlassen werden.

Konkret bedeutet das, einen ausreichend "grosszügigen" Messbereich auszuwählen, sofern zu erwarten ist, dass das ungefilterte Signal deutliche Signalspitzen aufweisen kann. Im Zweifel kann dies durch eine Test-Messung mit ausgeschaltetem Filter (auch kein Anti-Aliasing Filter, sondern keinerlei Filter) verifiziert werden.

8.7 Messung mit stromgespeisten Sensoren (IEPE)

Bei stromgespeisten Sensoren (z.B. ICP™-, DELTATRON®-, PIEZOTRON®-, PIEZOBEAM®-Sensoren) führt die kapazitive Belastung des Signals durch die Kabelkapazität bei höheren Frequenzen zu Amplitudenbeschränkungen. Damit es nicht zu Signalverzerrungen kommt, sollte:

1. das Kabel möglichst kurz sein
2. ein kapazitätsarmes Kabel verwendet werden
3. ein weniger empfindlicher Sensor verwendet werden



Maximale Signalamplituden in Abhängigkeit von der Signalfrequenz und der Kabellänge bei 4 mA Speisung und Kapazitätsbelag von 100 pF/m.

8.7.1 Speisestrom

Der genaue Betrag des Speisestroms ist für die Messgenauigkeit unerheblich. Werte von 2 mA reichen in der Regel bereits aus. Lediglich bei Signalen sehr hoher Bandbreite und Amplitude, bei gleichzeitig großer Kabellänge, ermöglichen höhere Speiseströme die nötigen Umladeströme der kapazitiven Kabellast:

$$\begin{aligned} \text{Strom: } I &= 4 \text{ mA} \\ \text{Kabelkapazität (typ. Koax-Kabel): } C &= L * 100 \text{ pF/m} \\ \text{max. Signalsteilheit (full-Power): } dU/dt &= 5 \text{ V} * 2 * \pi * 25 \text{ kHz} \\ \rightarrow \text{max. Kabellänge: } L_{\text{max}} &= 4 \text{ mA} / (100 \text{ pF/m} * 5 \text{ V} * 2 * \pi * 25 \text{ kHz}) = 50 \text{ m} \end{aligned}$$

Bis ca. **50 m Kabellänge** sind unter diesen Voraussetzungen daher keine Einschränkungen zu erwarten.

[Beschreibung der ICP-Erweiterungsstecker finden Sie hier.](#) ²⁶⁰

[Hier finden Sie die technischen Daten: ACC/DSUB-ICP.](#) ⁴⁸⁰

8.8 Messung mit dem IEPE/ICP-Erweiterungsstecker

Im Allgemeinen wird unter imc Stecker ein Anschlussstecker mit imc Gehäuse (früher Kunststoff heute Metall) verstanden, der den Anschluss der Sensoren an die Eingänge des Messverstärkers über eine DSUB-15 Steckverbindung ermöglicht. Hierbei wird zwischen Klemmensteckern und Erweiterungssteckern unterschieden. Während über einen Klemmenstecker die Verstärkereigenschaften oder eine Untermenge davon zugänglich gemacht werden, ermöglicht die Verwendung eines Erweiterungssteckers das Ändern von Verstärkereigenschaften.

Um unterschiedliche Messaufgaben zu erfüllen, stellt imc eine Vielzahl von Messverstärkern bereit. Es ist zu beachten, dass sich die Eigenschaften des verwendeten Messverstärkers durch den aufgesteckten Erweiterungsstecker (in gewünschter Weise) verändern. Diese Erweiterung muss dem Messsystem über die Betriebssoftware bekannt gemacht werden.

8.8.1 IEPE/ICP-Sensoren

Die IEPE/ICP-Kanäle sind speziell für die Verwendung von stromgespeisten Sensoren in 2-Draht-Technik vorgesehen. IEPE/ICP-Sensoren, Integrated Electronics Piezo Electric, werden typischerweise für Vibrations- und Körperschallmessungen eingesetzt und von verschiedenen Herstellern als Körperschallmikrofone oder Beschleunigungssensoren angeboten, unter unterschiedlichen Produktnamen, z.B. PCB: ICP-Sensor, KISTLER: Piezotron-Sensor, Brüel&Kjaer: DeltaTron-Sensor. Der allgemein gebräuchliche Name ICP (Integrated Circuit Piezoelectric) ist ein geschütztes Markenzeichen des US-amerikanischen Herstellers "PCB Piecotronics".

Versorgungsstrom und Sensorsignal werden über gemeinsame Leitungen übertragen. Dieser Sensortyp wird mit einem Konstantstrom von typ. 4 mA gespeist und liefert ein Spannungssignal, das aus einem Gleichspannungsanteil (typ. +12 V) besteht, dem ein Wechselanteil als Nutzsignal (typ. ±5 V) überlagert ist. Der Ausgangswiderstand von IEPE/ICP-Sensoren ist im Allgemeinen kleiner als 100 Ω.

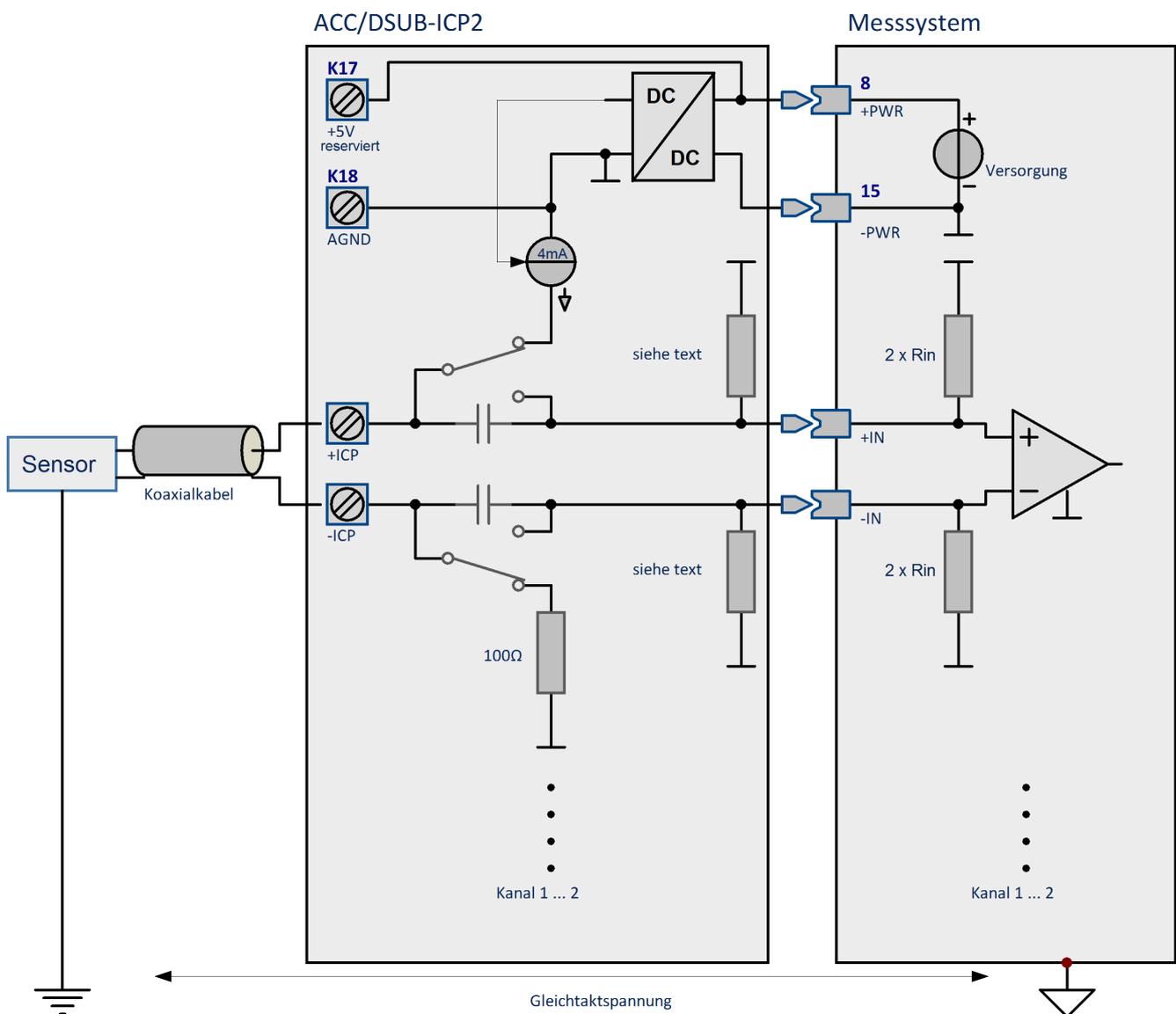
8.8.2 ACC/DSUB-ICP2 und ACC/DSUB-ICP4

Für die Spannungskanäle eines ausgewählten Verstärkers bieten wir als Sonderzubehör den Erweiterungsstecker. Mit ihm können auch an den Spannungskanälen stromgespeiste IEPE/ICP-Sensoren direkt angeschlossen werden. Es sind zwei Varianten zu unterscheiden: der ACC/DSUB-ICP4 hat vier Eingänge und der ACC/DSUB-ICP2 zwei, siehe [DSUB-15 Pinbelegung](#) ⁴⁹⁹. Dieser (aktive) Erweiterungsstecker, der die gleichen Abmessungen wie der imc DSUB-15 Klemmenstecker hat, integriert in seinem Gehäuse eine zusätzliche Elektronik mit folgenden Eigenschaften:

- individuelle Stromquellen zur Versorgung von stromgespeisten IEPE/ICP-Sensoren
- je Quelle: 4,2 mA (typ.), Spannungshub: max. 25 V, siehe [technische Daten](#)^[480]
- differentielle AC-Kopplung zum Abblocken des ICP-typischen DC-Anteils des Signals (ca. +12 V)
- jeder Kanal ist umschaltbar zwischen stromgespeiste ICP AC-Messung und DC-Spannungsmessung
- Zur Versorgung des Erweiterungssteckers liefert der verwendete Verstärker eine Spannung von 5 V. Diese ist kurzschlussfest und unabhängig von der [Sensorversorgung](#)^[167]. Die maximale Last beträgt 1,35 W. Der ICP2 Stecker benötigt max. 500 mW Eigenbedarf, der ICP4 Stecker 1 W. Damit steht am 5 V Pin eine mögliche Last von 0,85 W bzw. 0,35 W zur Verfügung.

! Hinweis

Zwei kanalige Stecker **ACC/DSUB-ICP2** in allen Varianten können auch mit Verstärkern verwendet werden, die auf einer **DSUB-15 Buchse vier Kanäle** zur Verfügung stellen. In diesem Fall können nur die **ungeraden Kanalnummern** (1, 3, 5, 7) verwendet werden.



Schalterstellung ICP (DIP-Switch innerhalb des Steckers):

- Die AC-Kopplung ist bereits im ICP-Stecker realisiert, der **Spannungskanal ist DC-gekoppelt**.

- Der eingestellte Messbereich ist an den AC-Anteil des Signals anzupassen, typischerweise im Bereich zwischen: $\pm 5 \text{ V}$ bis $\pm 250 \text{ mV}$
- Der integrierte Kopplungskondensator ($2 \times 220 \text{ nF}$ entsprechend 110 nF diff.) bildet mit der Impedanz des ICP-Steckers ($2 \text{ M}\Omega$ diff.) sowie dem Eingangswiderstand des Spannungsverstärkers einen Hochpass. Nach dem Anschließen des Steckers bzw. Sensors ist das Einschwingen dieses Hochpasses, verursacht durch den DC-Offset des Sensors (typ. $+12 \text{ V}$) zu beachten. Dieser Abklingvorgang ist abzuwarten, bis das gemessene Signal offsetfrei ist!
- In Verbindung mit dem ICP-Erweiterungsstecker kann (trotz AC-Kopplung im Stecker) ein erhöhter Offset-Fehler auftreten, der durch die (DC-) Eingangsströme in Verbindung mit der DC-Eingangsimpedanz des Spannungsverstärkers bestimmt wird. Auch dieser Rest kann durch eine Hochpassfilterung mit imc Online FAMOS kompensiert werden.

Schalterstellung Volt (DIP-Switch innerhalb des Steckers):

- Der Spannungskanal ist DC-gekoppelt, die Stromquelle abgekoppelt.
- Der Eingangswiderstand des Spannungskanals ist durch die Parallelschaltung mit der Impedanz des ICP-Steckers herabgesetzt.

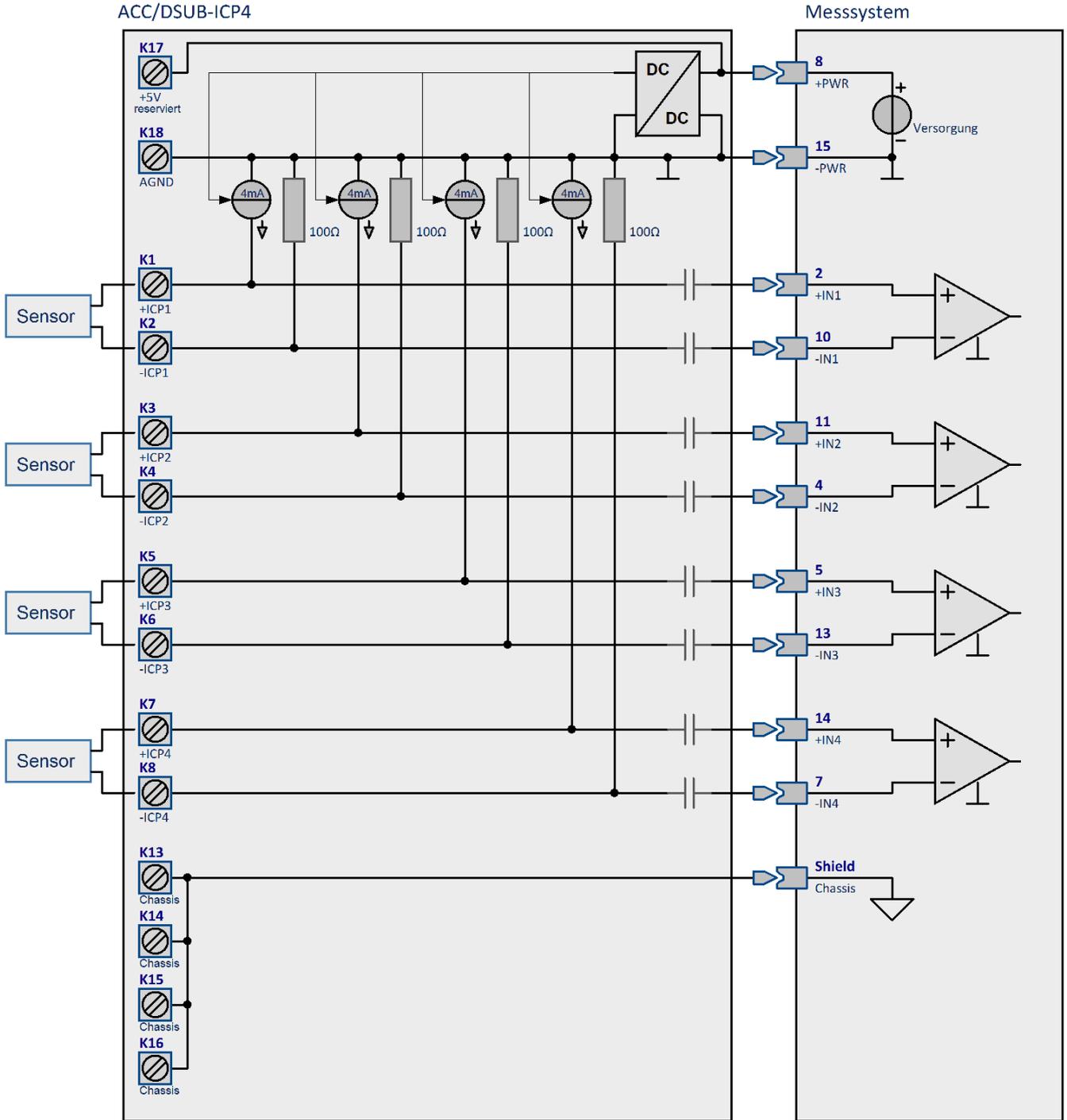
In Abhängigkeit vom gewählten Spannungsbereich ergeben sich unterschiedliche Eingangsimpedanzen (mit/ohne Eingangsteiler) des Spannungsverstärkers. Zu ersehen sind die resultierenden Hochpass-Eckfrequenzen sowie die erforderliche Einschwingzeit bis der 12 V Offset auf $10 \mu\text{V}$ abgeklungen ist.

Bereich	diff. R_in	Res. Impedanz	tau	fg	Einschw. ($10 \mu\text{V}$)
$\geq \pm 5 \text{ V}$	$1 \text{ M}\Omega$	$0,7 \text{ M}\Omega$	73 ms	$2,2 \text{ Hz}$	$1,0 \text{ s}$
$\leq \pm 2 \text{ V}$	$10 \text{ M}\Omega$	$1,7 \text{ M}\Omega$	18 ms	$0,9 \text{ Hz}$	$2,6 \text{ s}$

Bezüglich der Schirmung und Erdung der angeschlossenen ICP-Sensoren gilt:

- Es wird die Verwendung von mehradrigen geschirmten Kabeln empfohlen, wobei der Schirm an die Klemme CHASSIS angeschlossen wird, bzw. an der Zugentlastungsschelle im Stecker.

Das folgende Schaltbild skizziert einen Stecker. Zur Übersichtlichkeit sind die DIP-Schalter nicht aufgeführt.



8.8.3 ACC/DSUBM-ICP2I-BNC(-F,-S)

Dieser Erweiterungsstecker dient dazu, imc Messverstärker mit DSUB-15 Anschlusstechnik mit einer IEPE-Konditionierung zu erweitern, die den direkten Anschluss von 2 stromgespeisten IEPE/ICP-Sensoren erlaubt, wie z.B. IEPE-Mikrofone, Beschleunigungsaufnehmer vom Typ ICP™-DeltaTron®-, bzw. PiezoTron® etc.

Die IEPE-Konditionierung umfasst 4 mA Stromspeisung und AC-Kopplung und ist kanalindividuell isoliert. Dadurch ist eine gute Erdschleifen-Unterdrückung gewährleistet und es lassen sich sowohl geerdete als auch isoliert montierte Sensoren betreiben.

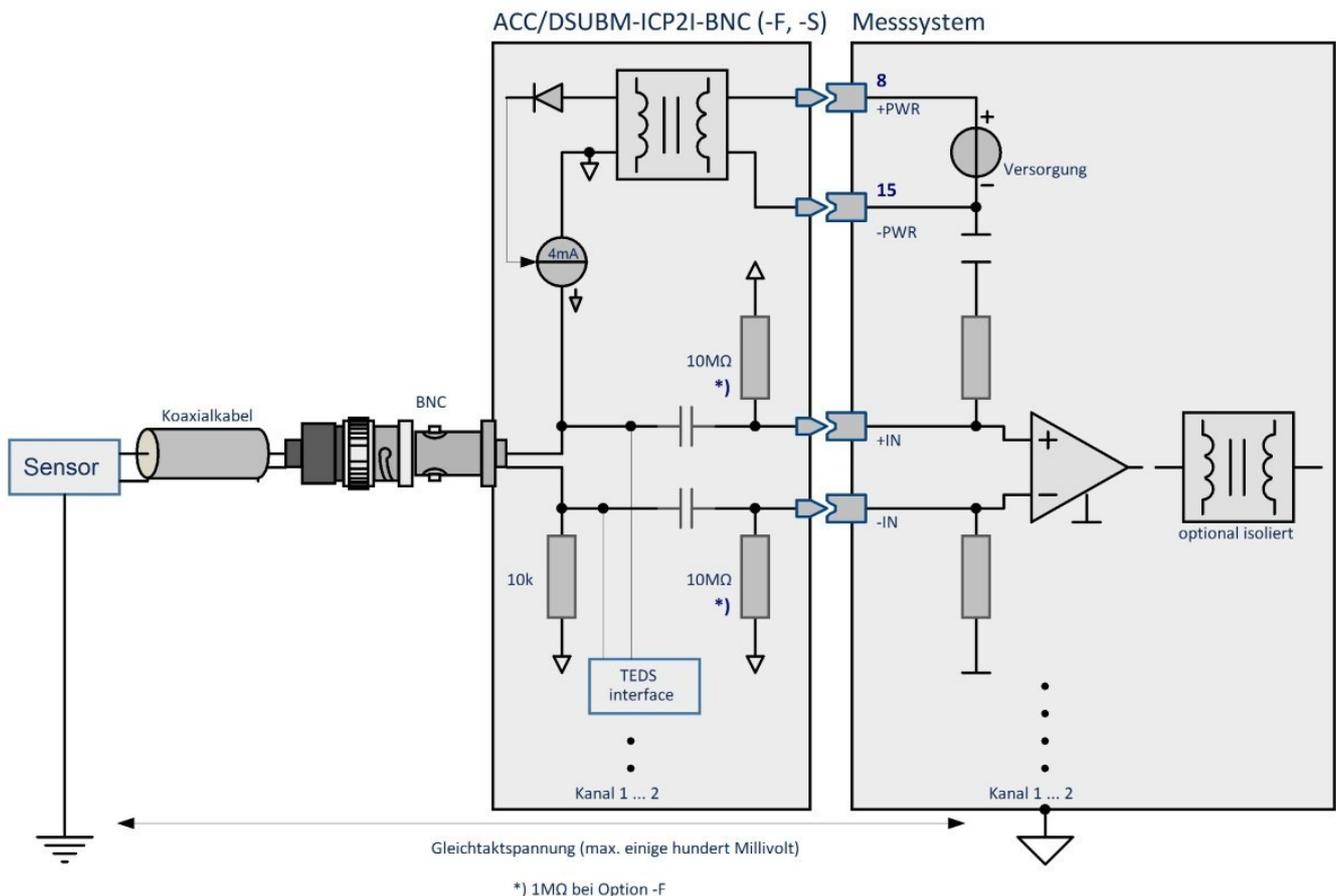
Der Erweiterungsstecker ist in Verbindung mit isolierten und nicht-isolierten Spannungs- und Brückenverstärkermodulen betreibbar.

Er verfügt über ein TEDS-Interface zum Auslesen von Informationen aus dem Sensor, sofern dieser TEDS unterstützt (Transducer Electronic Data Sheets nach IEEE 1451.4, Class I, MMI). Durch den isolierten Aufbau wird insbesondere das Auslesen von TEDS-Informationen bei geerdet installierten Sensoren ermöglicht, sowie bei Triaxial-Sensoren mit gemeinsamen Massebezug. Darüber hinaus (und unabhängig vom Sensor) wird das TEDS-Interface auch zur automatischen Erkennung des Steckers durch den verwendeten Verstärker eingesetzt (unterstützt je nach Verstärkertyp).

IEPE/ICP Sensoren liefern alternierende AC-Signale, die einem statischen Offset überlagert sind und mittels Hochpass ("HP", AC-Kopplung, RC-Glied) entkoppelt werden. Das vollständige Einschwingen dieser AC-Kopplung, etwa nach Anstecken und Aktivieren, kann 10 Sekunden und länger dauern.

Zwei Varianten des Erweiterungssteckers sind verfügbar:

- Die **S-Variante** (slow) erreicht minimale Grenzfrequenz, beschränkt also die untere Bandbreite des Sensors möglichst wenig. Dafür kann das Einschwingen nach dem Anstecken/Aktivieren länger dauern (>10 Sekunden)
- Die **F-Variante** (fast) schwingt schneller ein (ca. 1 Sekunde) und erreicht dafür nicht ganz die minimale Eckfrequenz, was aber mit < 1 Hz für sehr viele Anwendungen in dieser Form ausreichend ist.



ACC/DSUBM- Erweiterungsstecker vs. ICP-Spezialverstärker

Im Gegensatz zu dedizierten Spezialverstärkern für IEPE/ICP Modus wie QI-4, AUDIO2-4 oder ICPU2-8 kann dieser Erweiterungsstecker IEPE-Unterstützung für eine universellere Vielzahl von Messverstärkern liefern. Diese zusätzliche Flexibilität geht mit limitierterem Bedienkomfort einher.

Insbesondere ist zu beachten, dass die Anwesenheit des Steckers die Eigenschaften und Fähigkeiten des Kanals dynamisch verändert, was dem zugeordneten Verstärker und der Software bekanntgemacht werden muss. Dies geschieht mithilfe des TEDS-Mechanismus (unabhängig von evtl. Sensor-TEDS Daten), was Besonderheiten für Bedienung und Betrieb mit sich bringt.

Für die **Basisfunktionalität** (ICP-Betrieb) ist zunächst keine Softwareunterstützung nötig und es existieren keine entsprechenden Einschränkungen. Zur Nutzung der **Sensor-TEDS Funktionalität** sowie für eine verbesserte **Nullpunkt-Genauigkeit** ist es erforderlich, dass der Stecker von der Software unterstützt wird. Insbesondere beinhaltet das die Aktivierung eines zusätzlichen digitalen Hochpass. Mit diesem werden verbleibende kleine Gleichanteile (parasitärer Offset) entfernt, die bedingt werden von den Eingangsströmen des Verstärkers ("Bias") in Verbindung mit der hochohmigen AC-Kopplung.

Unterstützte Verstärkertypen (vollständige Unterstützung aller Funktionen vs. Basisfunktionalität)

Verstärker bzw. Gerätefamilie		CRFX, CRXT	CRC, CRSL	C-SERIE	
UNI2-8	CS-7008-FD	✓✓	✓	✓	✓✓ Software-Unterstützung mit Variantenunterscheidung (-F/-S), volle Sensor-TEDS Unterstützung inkl. des Sensor Typs DS2431 und eine verbesserte Nullpunkt-Genauigkeit
DCB2-8	CS-5008-FD	✓✓	✓	✓	
B-8	--	✓✓	✓	✓	
LV3-8	CS-1208-FD	✓✓	✓	✓	
ISO2-8	CS-4108-FD	X	X	X	✓ Software-Unterstützung ohne Variantenunterscheidung (-F/-S), Sensor-TEDS Unterstützung außer Sensor Typ DS2431 und eine verbesserte Nullpunkt-Genauigkeit
ISOF-8	--	X	X	--	
UNI-4	--	✓✓	X	--	X nur Basisfunktionalität (ICP-Betrieb), keine TEDS Unterstützung und keine verbesserte Nullpunkt-Genauigkeit
BR2-4	--	X	X	--	
SC2-32	--	--	X	--	-- Modul (Verstärker) ist in der Gerätefamilie nicht verfügbar
LV-16	CS-1016-FD	--	X	X	

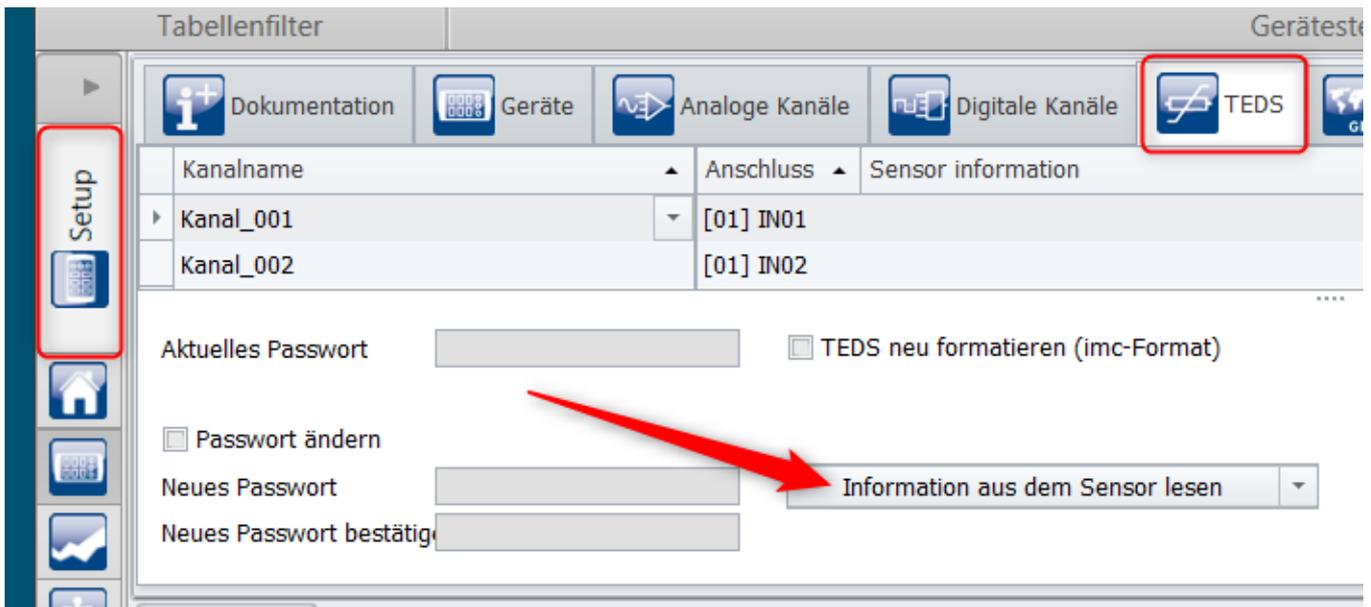
Die Funktion der Variantenunterscheidung (-S/-F) wird nur in der CRFX und CRXT Geräteserie unterstützt:

- Verstärkertypen mit voller Softwareunterstützung (insbesondere UNI2-8, DCB2-8, B-8, LV3-8, UNI-4) haben im CRFX/CRXT-Kontext auch ein angepasstes Einschwingverhalten (entsprechend gewählter digitaler Hochpass).
- Im Kontext von CRC und C-SERIE dagegen ist zwar die untere AC-Grenzfrequenz durch die Steckervariante (-S/-F) bestimmt, die Einschwingzeit ist jedoch für beide Varianten relativ lang, weil der zusätzliche digitale Hochpass in beiden Fällen fest auf niedrige Grenzfrequenz eingestellt ist.
- Die fast-Variante schwingt daher nicht schnell ein!
- In Verbindung mit Verstärkertypen, die keine Softwareunterstützung bieten (z.B. ISO2-8, ISOF-8, BR2-4, UNI-4 im CRC-Kontext etc.), werden die Erweiterungsstecker dagegen gar nicht erkannt und daher auch nicht mit zusätzlichem digitalem Hochpass erweitert. Daher ist das Verhalten nur durch die analogen RC-Zeitkonstanten bestimmt. Damit sind sowohl Grenzfrequenz als auch Einschwingzeit im Sinne von slow/fast deutlich unterschieden und die fast-Variante schwingt auch schnell ein. Die verbesserte Nullpunkt-Genauigkeit durch den digitalen Hochpass entfällt jedoch.

Verweis

[Technische Daten: ACC/DSUBM-ICP2I-BNC\(-F,-S\)](#)  481

8.8.3.1 Stecker-Erkennung über TEDS-Funktion



Verhalten bei einem Erweiterungsstecker ohne TEDS Informationen des Sensors

Bei Verwendung des IEPE/ICP-Erweiterungssteckers ohne jeglichen angeschlossenen Sensor quittiert die Software diesen Vorgang mit "scheinbaren" Fehlermeldungen. Diese beziehen sich jedoch tatsächlich darauf, dass keine **TEDS**-Daten eines Sensors erkannt werden. Das gleiche geschieht, wenn ein einfacher Sensor ohne TEDS Informationen angeschlossen ist.

Typische **erwartete und reguläre "Fehler"-Meldungen** bei gültiger Erkennung des IEPE/ICP-Erweiterungssteckers:

- 6305 *Der Sensor ist nicht korrekt angeschlossen!*
Typischerweise bei angeschlossenem passivem Sensor oder bei Kurzschluss.
- 6318 *Der Sensor ist nicht korrekt angeschlossen oder stellt keine Sensorinformationen bereit*
Typischerweise bei offenem BNC-Anschluss.

Diese beiden Meldungen sind aber die **korrekten technischen Reaktionen** auf die erfolgreiche Erkennung eines **Steckers ohne Sensorinformationen!**

Auslösen der Stecker-Erkennung über "Vorbereiten" (nur CRC, C-SERIE)

Bei **CRC/C-SERIE** wird beim **Vorbereiten** automatisch eine Stecker-Erkennung durchgeführt. Diese identifiziert ausschließlich den Stecker und **Fehlermeldungen bzgl. nicht vorhandener Sensorinformationen** ²⁶⁷ unterbleiben.

Dabei muss der Messmodus auf "*Spannung, DC-Kopplung*" eingestellt sein; andernfalls wird eine inkompatible Kopplung gemeldet.

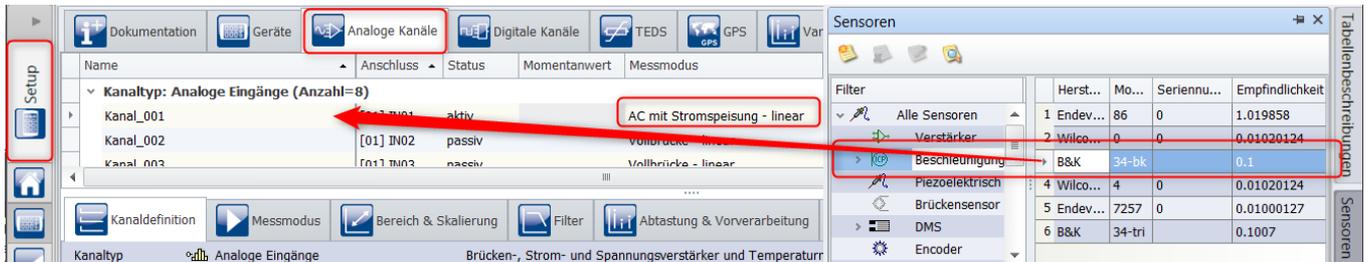
! Hinweis

Die Software ist so optimiert, dass die wiederholte Ausführung der Funktion *Vorbereiten* nur wirksam durchgeführt wird, wenn die Geräteeinstellungen geändert wurden. Das Anbringen des Steckers wird nicht als Änderung der Geräteeinstellung registriert. Im Zweifel kann es daher erforderlich sein eine erneute Vorbereitung zu erzwingen, z.B. durch das Hin- und Herschalten eines Kanalparameters.

Erweiterungsstecker in Verbindung mit bzw. ohne TEDS-fähigem Sensor

Bei Anschluss eines **Sensors mit "Sensorinformationen" (TEDS)** werden dessen Eigenschaften, wie z.B. Skalierung und Einheit ausgelesen. Nur in diesem Fall wird dann die Eingangskopplung des vorgelagerten Erweiterungssteckers angezeigt, nämlich **"AC-Kopplung mit Stromspeisung"**.

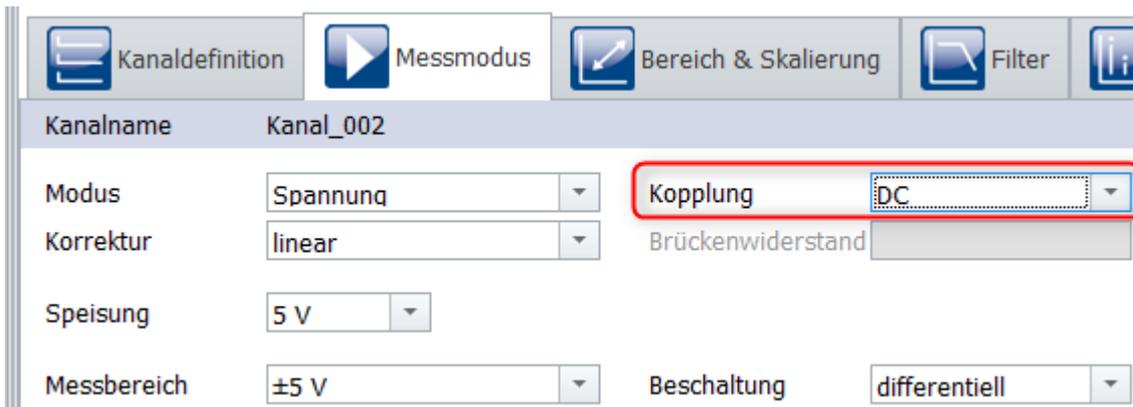
Alternativ kann die AC-Kopplung mit Stromspeisung über die imc SENSORS Datenbank eingelesen werden. Dazu muss ein Sensor vom Typ ICP mit dem Kanal verknüpft werden (Drag&Drop):



ICP-Erweiterungsstecker mit TEDS Informationen aus dem Sensor oder über die Datenbank imc SENSORS

Einfacher IEPE/ICP-Sensor ohne TEDS Informationen

Im einfachen Fall eines IEPE/ICP-Sensors ohne TEDS Speicher muss als Eingangskopplung stets **"Spannung, DC-Kopplung"** ausgewählt werden. Alle anderen Kopplungen sind in Verbindung mit dem Erweiterungsstecker ungültig und führen beim Vorbereiten zu entsprechenden Fehlermeldungen!



Erkannter ICP-Erweiterungsstecker, aber keine weiteren Sensorinformationen: Spannungsmodus DC-Kopplung

Hinweis

ICP-Sensor ohne TEDS

Bei Verwendung eines einfachen **Sensors ohne TEDS** wird die Erkennungsprozedur mit obigen [Meldungen quitiert \(#6305, #6318\)](#) und die Eingangskopplung des **nachgelagerten Verstärkers Spannung, DC-Kopplung** angezeigt. Jedoch sind die **AC-Kopplung und Stromspeisung des Steckers**, sowie der digitale Hochpass tatsächlich aktiv wirksam!

8.8.3.2 Software-Erkennung

Der ICP-Erweiterungsstecker unterstützt auch ICP-Sensoren mit eingebautem TEDS-Speicher (Class I MMI). Die Erkennung des Steckers selbst erfolgt ebenfalls über die TEDS-Funktionalität. Dieser Mechanismus wird auch dann genutzt, wenn der konkret verwendete ICP-Sensor gar keine TEDS-Funktionalität (bzw. TEDS-Speicher) besitzt.

Eine Identifikation von Stecker und Sensor, wie auch das Zurücksetzen, wird dabei je nach Gerätefamilie unter unterschiedlichen Umständen ausgelöst, bzw. erzwungen:

Gerätefamilie	Kürzel	Stecker-Erkennung wird erzwungen bei	Funktion
imc CRONOScompact, imc C-SERIE	CRC, CS, CL	Stecker-Erkennung stets automatisch bei jedem Vorbereiten der Messung oder nach Änderung der Konfiguration auch bei Start.	 
		Auslesen von Sensor-Daten dagegen nur über die TEDS-Funktion. Dabei wird dann auch die Stecker-Erkennung aktualisiert.	
imc CRONOSflex, imc CRONOS-XT	CRFX, CRXT	Keine physische Identifizierung beim Vorbereiten, weder Stecker noch Sensor.	
		Zeitpunkt der Identifizierung gezielt steuerbar über die Funktion: "TEDS - Informationen aus dem Sensor lesen" Dabei wird stets nicht nur versucht, den Sensor-TEDS Speicher auszulesen, sondern gleichzeitig auch der vorgelagerte Stecker identifiziert	

Außerdem bei allen Gerätefamilien: Stecker-Erkennung durch das Gerät selbst, stets beim **Einschalten (Power-Up)**

8.8.3.3 Weitere Hinweise

Kontrolle der erfolgreichen Stecker-Erkennung

Bei Verstärkern mit Brückenmessung lässt sich die erfolgreiche Identifizierung des Erweiterungssteckers kontrollieren, dass der Versuch, nun einen Brückenmodus zu konfigurieren beim Vorbereiten zu folgender Meldung führt:

6328 *Die eingestellte Eingangskopplung wird vom angeschlossenen imc-Klemmstecker nicht unterstützt!*
(Meldung im Fall **CRFX**)

6329 *Alle Kanäle des angeschlossenen imc-Klemmstecker ACC/DSUB-ICP2 erfordern die Eingangskopplung*
AC mit Stromspeisung oder DC!*
(Meldung im Fall **CRC/C-SERIE**)

* Die Eingangskopplung wurde ab der imc STUDIO Version 5.2 R15 umbenannt in: "IEPE".

Nur bei CRFX: Alternativ kann man zur Prüfung bei imc CRONOSflex den Stecker abziehen und ein Vorbereiten erzwingen, (z.B. Messbereich vor und zurück ändern). Das führt zu der Meldung:

6334 *Der erforderliche ACC/DSUB-ICP imc-Klemmstecker ist nicht angeschlossen!*

Dieser Test geht nur bei **CRFX!** Bei **CRC** und **C-SERIE** ist die Kontrolle in dieser Form nicht möglich. Dort wird bei jedem Vorbereiten automatisch eine neue Stecker-Erkennung erzwungen. Die Informationen des nicht mehr vorhandene Stecker würden dann gelöscht werden.

Löschen bzw. Zurücksetzen der Stecker-Erkennung

Um die Information eines erkannten ICP-Erweiterungssteckers wieder zu löschen, muss der Stecker physisch entfernt und ein erneutes TEDS-Auslesen erzwungen werden. Dies führt dann zur erwarteten Meldung (Sollverhalten!):

6319 *Der imc-Klemmenstecker ist nicht korrekt angeschlossen oder für die Sensorkommunikation ungeeignet!*

Per Software wird damit erzwungen, die Präsenz des Steckers zu verifizieren. Dies schlägt erwartungsgemäß fehl und der Status wird auf "ohne ICP-Erweiterungsstecker" zurücksetzt.

Stecker vs. Sensor-Informationen

Beim Zurücksetzen der Erkennung ist zwischen zwei Stufen zu unterscheiden:

a) Zurücksetzen der Sensor-Informationen

Über die TEDS-Funktion "Sensorinformationen des Kanals verwerfen". Dies löscht **NICHT** die Stecker-Informationen!

b) Zurücksetzen der Stecker-Erkennung

Über das **Abziehen des Steckers** und die TEDS-Funktion "Informationen aus dem Sensor lesen". Erst dieser Vorgang löscht die Stecker-Informationen!

The screenshot shows the TEDS setup interface. The 'TEDS' tab is highlighted in red. The 'Setup' button in the left sidebar is also highlighted in red. The main area contains a table with columns 'Kanalname', 'Anschluss', and 'Sensor information'. Below the table are input fields for 'Aktuelles Passwort', 'Neues Passwort', and 'Neues Passwort bestätigen'. There are two checkboxes: 'Passwort ändern' and 'TEDS neu formatieren (imc-Format)'. A blue arrow points from the text 'a) Sensor-Infos zurücksetzen' to the 'Sensorinformation des Kanals verwerfen' button. A green arrow points from the text 'b) Stecker-Infos zurücksetzen' to the 'Information aus dem Sensor lesen' button.

Sensor- und Stecker-Infos zurücksetzen

Speziell für **CRC/C-SERIE** gilt: Sofern nur die Stecker-Erkennung zurückgesetzt werden soll, so reicht es aus, den Stecker zu entfernen und ein erneutes Vorbereiten zu erzwingen. Nicht jedoch bei CRFX.

Firmware-Update und Verhalten beim Aufstarten

Bei allen Gerätefamilien wird selbstständig beim **Einschalten** eine Stecker-Erkennung durch das Gerät durchgeführt. Damit werden steckerspezifische Abläufe bei einer möglichen Autostart-Konfiguration berücksichtigt. Schlägt die Verifizierung fehl, wird eine automatische Messung nicht gestartet. Eine entsprechende Fehlermeldung wird im (Gerätespeicher) hinterlegt. Daher muss der Stecker stets beim Einschalten gültig aufgesteckt sein.

Im Gegensatz dazu gilt für ein **Firmware-Update**: Zum Update darf der Stecker **nicht aufgesteckt** sein! Das Firmware-Update verändert u.U. die Eigenschaften des Verstärkers. Der Reboot während des Firmware-Updates bewirkt ein erneutes Auslesen und die zuvor beschriebene Verifizierung schlägt fehl. Daher ist bei der Aufforderung zum Firmware-Update zu prüfen, ob alle Erweiterungsstecker abgezogen sind.

8.8.3.4 Mögliche Fehlermeldungen und deren Ursachen

Neben den oben beschriebenen regulär zu erwartenden Statusmeldungen können weitere Fehlerfälle auftreten, z.B. auch in Verbindung mit dem Laden von Experimenten, die mit verbundenen Erweiterungssteckern erstellt wurden. Folgende Hinweise sollen bei der Problembekämpfung helfen.

2363 Kombination der Kopplungs- und Eingangs-Einstellung nicht erlaubt

Ursache: Die Kanaleinstellungen (via TEDS oder Erweiterungsstecker erzeugt) widersprechen den Moduleigenschaften.

Dieser Zustand kann dadurch erreicht werden, wenn ein aufgestartetes Gerät mit einem Experiment betrieben werden soll, welches mit Erweiterungssteckern (andere Eigenschaften) erstellt wurde. Stellen Sie zur Behebung des Problems die zum Experiment passenden Voraussetzungen wieder her oder passen Sie Ihr Experiment an/erstellen Sie ein neues Experiment.

Dieser Zustand lässt sich auch erzeugen, indem durch Sensor-TEDS unpassende Kanaleinstellungen erzeugt werden. Zur Fehlerbehebung [setzen Sie die Sensor-Informationen zurück](#) ^[270]:

TEDS-Funktion: "*Sensorinformationen des Kanals verwerfen*".

Alternativ können Sie passende Sensoren (TEDS) mit passender Kopplung einlesen:

TEDS-Funktion: "*Informationen aus dem Sensor lesen*",

oder über die Sensordatenbank einstellen:

In Verbindung mit imc SENSORS: Drag&Drop aus dem Werkzeugfenster "*Sensoren*".

6305 Der Sensor ist nicht korrekt angeschlossen

In Verbindung mit ICP-Erweiterungsstecker:

Korrekte Erkennung eines Erweiterungssteckers, jedoch ohne einen Sensor mit eigenem aktivem TEDS-Speicher zu verwenden: kein Fehler!

In Verbindung mit "normalen" TEDS-Sensoren (z.B. mit Klemmensteckern ACC/DSUBM-TEDS-xxx):

Ursache: Wie in der Meldung beschrieben. Dabei handelt es sich i. A. um eine Verpolung. Tauschen Sie die beiden Anschlüsse des 1Wire-Chips und versuchen Sie es erneut..

6310 Nach dem Vorbereiten des Gerätes wurde der imc-Klemmenstecker gewechselt

Ursache: Ein Stecker mit Stecker-Information ist in der Vergangenheit festgestellt worden und hat Einfluss auf die Moduleigenschaften genommen (Modi, Korrekturwerte). Meldung 6310 teilt mit, dass der erwartete Stecker entfernt bzw. ausgetauscht wurde. Wenn dies beabsichtigt ist, können die [Sensorinformationen zurückgesetzt](#) ^[270] werden:

TEDS-Funktion: "*Sensorinformationen des Kanals verwerfen*".

6318 Der Sensor ist nicht korrekt angeschlossen oder für die Sensorkommunikation ungeeignet!

Ursache: Das Auslesen von Sensorinformationen (TEDS) war nicht erfolgreich.

In Verbindung mit ICP-Erweiterungsstecker:

Korrekte Erkennung eines Erweiterungssteckers, ohne angeschlossenen Sensor (BNC offen): **kein Fehler!**

In Verbindung mit "normalen" TEDS-Sensoren, oder ICP-Sensoren mit eigenem aktivem TEDS-Speicher:

Möglicherweise wird der TEDS Speichertyp (1Wire-Typ) oder das Format nicht unterstützt. Wenden Sie sich zur Klärung bitte an die Hotline.

6319 Der imc-Klemmenstecker ist nicht korrekt angeschlossen oder für die Sensorkommunikation ungeeignet

Ursache: Das Auslesen von Sensorinformationen (TEDS) war nicht erfolgreich, da die TEDS-Daten vom Stecker oder Verstärker nicht unterstützt werden oder der Stecker abgezogen wurde.

In Verbindung mit ICP-(oder Q) Erweiterungsstecker:

Bei Nutzung der Funktion "*TEDS Sensorinformationen auslesen*": Bei bewusster Entfernung des Steckers, um die Stecker-Erkennung rückzusetzen: **kein Fehler!** Beim Versuch einen tatsächlich angeschlossenen Stecker zu erkennen: Möglicherweise wird dieser nicht an diesem Verstärker unterstützt. Wenden Sie sich zur Klärung bitte an die Hotline.

Sollte die Meldung in Zusammenhang mit dem Vorbereiten einer Messung auftreten, so wurde offenbar ein zuvor bekannt gemachter Erweiterungsstecker entfernt. Ist dies tatsächlich beabsichtigt, so setzen sie explizit die [Stecker-Erkennung zurück](#) ²⁷⁰ mit:

TEDS-Funktion: "*Informationen aus dem Sensor lesen*".

6328 Die eingestellte Eingangskopplung wird vom angeschlossenen imc-Klemmenstecker nicht unterstützt

Auch: **6329** *Alle Kanäle des angeschlossenen imc-Klemmensteckers ACC/DSUB-ICP2 erfordern die Eingangskopplung AC mit Stromspeisung oder DC! (Der Einstellmodus "AC mit Stromspeisung" wurde ab imc STUDIO 5.2 R15 umbenannt in "IEPE".)*

Ursache: Ein Erweiterungsstecker ist festgestellt worden, der bestimmte Einstellungen der Kopplung erfordert. Z.B. erfordert ein ICP-Stecker die Kopplung DC oder AC mit Stromspeisung, nicht erlaubt wäre jede Brückenschaltung.

Stellen Sie zur Behebung des Problems für den Verstärker eine passende Kopplung ein: Falls Sie zuvor zu diesem Zweck die betroffenen Kanäle bereits "passiv" geschaltet haben, reicht das Vorbereiten der Messung.

8.9 Sensorversorgung

8.9.1 CRFX/SEN-SUPPLY-4 Modul

Das SEN-SUPPLY-4 Modul stellt eine leistungsstarke Versorgung von ± 15 V zur Verfügung, um vier Sensoren zu betreiben. Insbesondere ist es zur Verwendung von modernen Fluxgate-Stromwandlern ausgelegt, wie z.B. LEM Ultrastab Typen sowie von Präzisions-Stromzangen.

Als passives Modul kann es mit beliebigen Verstärkertypen betrieben bzw. kombiniert werden, wobei die Verbindung zu den Verstärkereingängen mittels Patchkabeln (LEMO.1B) erfolgt.

Der Einsatz ist sowohl im Verbund mit CRFX-Modulen möglich (zusammengeklickte Blöcke), als auch Stand-Alone und mit Verstärkern und Geräten anderer Geräteserien wie imc CANSAS, imc C-SERIE, etc.

Verweis

- Technische Daten: [CRFX/SEN-SUPPLY-4](#) 
- Steckerbelegung: [DSUB-9](#)  und [LEMO](#) 

Modul-Klickverbinder und Versorgung

Die auf dem Modulverbinder geführten Signale für EtherCAT System und Spannungsversorgung werden durchgeschleift, aber nicht verwendet. Das Modul bezieht seine Spannungsversorgung (20 V bis 50 V DC) ausschließlich aus der separaten LEMO.1B (2-polig) Buchse, und nicht aus dem Klickverbinder eines Modulblocks. Diese Spannung wird auch nicht auf dem Klickverbinder ausgegeben.

Der Versorgungseingang ist kompatibel mit dem POWER-HANDLE bzw. USV-Modul für imc CRONOSflex: Die Speisung des SEN-SUPPLY-4 erfolgt dabei nicht über den Versorgungsstrang am Klickverbinder. Vielmehr kann die stets auf 50 V geregelte und (bei USV-Funktion) gepufferte Ausgangsspannung des POWER-HANDLE über einen der fünf Hilfsausgänge verwendet werden ("AUX" an der Rückseite, LEMO.1B.304, passende Anschlusskabel sind verfügbar). Die primäre Versorgungsspannung des POWER-HANDLE kann dabei stets innerhalb des Fahrzeugtauglichen Weitbereichs von 10 V bis 50 V DC liegen.

Status-LED

Jeder der vier Versorgungsanschlüsse verfügt über eine Status-LED. Diese hat zwei Funktionen:

1. Wenn eine Überlast erkannt wird, leuchtet die Status-LED für mindestens zwei Sekunden rot, andernfalls leuchtet sie grün.
2. Einige Sensoren geben den Status des Sensors über einen separaten "Fail" Anschluss aus. Wenn das "FAIL"-Signal an der DSUB-9-Buchse mit dem entsprechenden Sensoranschluss verbunden ist, leuchtet die LED grün, wenn das "FAIL"-Signal = GND ist. Ist die Spannung am FAIL-Kontakt ungleich 0 V oder ist der Anschluss offen, leuchtet die LED rot.

8.9.2 Externe Versorgungsspannung +5 V

Bei einer Mehrzahl der imc Messmodule steht eine **Versorgungsspannung von 5 V** für externe Sensoren bzw. für einen IEPE/ICP Erweiterungsstecker zur Verfügung. Diese Quelle ist nicht potentialgetrennt; ihr Bezugspotential ist identisch mit dem Massebezug des Gesamtsystems.

Die Versorgungsausgänge +5 V sind intern elektronisch gegen Kurzschluss abgesichert und jeweils mit max. 160 mA belastbar (Limit der Kurzschlussbegrenzung: 200 mA, siehe technisches Datenblatt des Moduls).

Bezugspotential, also Versorgungs-Masseanschluss für den Sensor, ist "GND". Die hierfür [verwendeten Pins](#)⁴⁹⁷ am DSUB-15 Anschluss: Vcc=+5 V und GND erfüllen bei einigen Modulen, welche Thermoelementmessung unterstützen, eine Doppelfunktion. Sie werden zur Versorgung des im Thermosteckers ([ACC/DSUBM-T4](#)¹²⁹) verbauten Temperatursensors genutzt. In diesem Fall steht die 5 V Versorgung für andere Sensoren nicht mehr zur Verfügung.

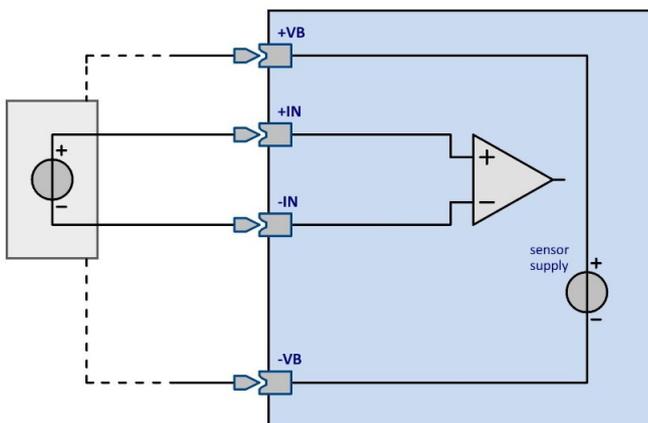
8.9.3 Sensorversorgungsmodul

Das Sensorversorgungsmodul (SEN-SUPPLY) steht als Einschubmodul zur Sensorversorgung mit wählbarem Spannungsausgang zur Verfügung. Das Modul (ein Steckplatz breit) stellt eine per Wahlschalter einstellbare Versorgungsspannung für eine Sensorspeisung zur Verfügung. Als maximale Leistung stehen bis zu 3 W zur Verfügung. Die Spannungen sind kurzschlussfest. [Hier finden Sie die technischen Daten.](#)⁴⁶⁹

Optional können einige Verstärker (Module) mit einer einstellbaren Sensorversorgung erweitert werden, wobei sich dann die Modulbreite nicht verändert. Zur Unterscheidung ergänzen wir den Namen eines Verstärkers um den Suffix: "...-SUPPLY", z.B. [ISO2-8-SUPPLY](#)³⁹⁵.

! Hinweis

Die Einstellung erfolgt über die Software. Vergewissern Sie sich, dass Sie die Sensorversorgung nicht zu hoch einstellen, **bevor** Sie einen Sensor anschließen, andernfalls könnten Sie den Sensor beschädigen.



Die Sensorversorgung ist unipolar und kann mit DSUB-15 Steckern an +VB und -VB bzw. +SUPPLY und -SUPPLY (siehe Bedruckung im Stecker) herausgeführt werden. Es sind pro Modul immer nur fünf wählbare Einstellungen verfügbar. Die Konfigurationen sind dem jeweiligen Moduldatenblatt zu entnehmen. Die Spannung ist global für alle Kanäle eines Moduls einstellbar. Sämtliche Kanäle eines Moduls bilden eine Kanalgruppe.

Eine bipolare Versorgungsspannung von ± 15 V anstelle der unipolaren 15 V ist auf Anfrage verfügbar. Die Sensor-Versorgungsspannung ist in dieser Ausführung nicht-isoliert (mit Bezug zu

CHASSIS). Dies ist in der Regel auch zu empfehlen. Bei der **Option ± 15 V** ist beim [U4-Stecker](#)⁴⁹⁷ der Pin 6 = GND der Bezug.

💡 Beispiel

+15 V über Pin 6: GND und Pin 3: +VB (-SUPPLY), -15 V über Pin 6: GND und Pin 12: -VB (-SUPPLY), +30 V über Pin 12: -VB (-SUPPLY) und Pin 3: +VB (+SUPPLY). Welcher Pin der Bezug ist, steht als Hinweis unterhalb der jeweiligen Tabelle im Kapitel Anschluss-Stecker.

Wird ein isolierter aktiver Sensor sowohl mit einer isolierten Versorgung gespeist, als auch mit einem isolierten Kanal gemessen, so wird sich ohne Aufprägung eines Gleichaktpotentials von außen (oder z.B. durch gezieltes Erden) ein unkontrolliertes Gleichaktpotential einstellen (verursacht durch Isolations-Drift oder kapazitive Störeinkopplung) welches als Störung u.U. nicht ausreichend unterdrückt wird. Nur wenn der zu versorgende Sensor bereits durch die Messanordnung mit einem Gleichaktpotential belegt ist, oder unkontrollierte Erdschleifen in den -SUPPLY Rückleitern vorliegen, kann eine isolierte Sensorversorgung angeraten sein.

Hinweis

Die Versorgungsspannung wird jeweils für eine Kanalgruppe eingestellt und gilt für alle Eingänge dieser Gruppe. Die Anzahl der Kanäle pro Gruppe entnehmen Sie dem jeweiligen Verstärkertyp.

8.10 Feldbus-Erweiterungen

Die bei imc verfügbaren Feldbus Ausstattungs-Optionen sind im Kapitel "Eigenschaften der Geräte" beschrieben. Die Geräte werden ab Werk mit dem gewünschten Feldbus ausgerüstet. Ein nachträgliches Erweitern oder Austauschen ist nicht vorgesehen.

Verweis

- [CAN, CAN FD](#) ¹²¹
- [EtherCAT](#) ¹²⁶
- [FlexRay](#) ¹²²
- [PROFIBUS](#) ¹²³
- [MVB](#) ¹²⁴
- [LIN](#) ¹²²
- [ARINC](#) ¹²²
- [XCPoE](#) ¹²²
- [Profinet](#) ¹²³

8.11 DI, DO, DAC, HRENC und SYNTH

Digitale Module	CRXT	benötigte Steckplätze in CRC, CRSL:	Kanäle pro Modul	Bandbreite	Bemerkung
DAC-8 ³⁰⁰	--	1	8 8	50 kHz 5 kHz	Analoge Ausgänge mit CRC, CRSL mit CRFX, siehe " digitale CRFX Module " ²⁷⁶
DI2-16 ²⁷⁹	✓	1	16	30 kHz	isoliert: digitale Eingänge
DO-16 ²⁹³ , DO-16-HC ²⁹⁶	✓	1	16	10 kHz 5 kHz	isoliert: digitale Ausgänge mit CRFX, siehe " digitale CRFX Module " ²⁷⁶
DI16-DO8-ENC4 ²⁸³	--	2	16 / 8 / 4	10 kHz / 500 kHz	isoliert: digital Ein/Ausgänge Inkrementalgeber-Kanäle, Impulssignale
DI8-DO8-ENC4-DAC4 ²⁹²	--	2	8 / 8 / 4 / 4	10 kHz / 500 kHz	isoliert: digital Ein/Ausgänge Inkrementalgeber-Kanäle, Impulssignale + Analog Aus
DIO-HV-4 ²⁸⁰	--	2	4		hochisoliert: Hochvolt Digital Ein / Aus
ENC-4 ³⁰¹	--	1	4		Inkrementalgeber-Kanäle
FRQ-4, FRQ2-4 ³⁰⁷	--	1	4	500 kHz	Frequenzmodulierte Signale

Digitale Module	CRXT	benötigte Steckplätze in CRC, CRSL:	Kanäle pro Modul	Bandbreite	Bemerkung
HRENC-4 	✓	1	4	500 kHz	Inkrementalgeber-Kanäle, Impulssignale

8.11.1 Digitale CRFX Module DIO, Impulszähler und DAC

Diese Familie von Modulen erlaubt die Ein- und Ausgabe von digitalen Signalen und erweitert **imc CRONOSflex Systeme** dadurch insbesondere um Fähigkeiten zur Steuerung von Messumgebungen, wie etwa Prüfständen.

imc CRONOSflex DIO, Impulszähler, DAC Funktionen und Spezifikationen

Modulname CRFX/xxx	Größe Stecker		digitale I/O		DAC	Impulszähler					
	Breite	Standardstecker	digital Input Bits	hohe Spannung	digital Output Bits	hoher Strom	analoge Ausgänge	Zähler Eingänge	Quadraturmodus (2-Spur)	Zählerfrequenz	analoger sin/cos Modus
Basiseinheit Erweiterung											
DI16-DO8-ENC4	+40mm	DSUB-15	16		8			4	2	32 MHz	
DI8-DO8-ENC4-DAC4	+40mm	DSUB-15	8		8		4	4	2	32 MHz	
Flex Module: Impulszähler											
HRENC-4	1	DSUB-15						4	4	256 MHz	●
Flex Module: Digitale I/O, DAC (★)											
DI2-16	1	DSUB-15	16								
DI2-32	2	DSUB-15	32								
DI-16-HV (110V)	2	Anschluss-Blöcke	16	●							
DO-16-HC	1	DSUB-15			16	●					
DO-32-HC	2	DSUB-15			32	●					
DI2-16-DO-16-HC	2	DSUB-15	16		16	●					
DAC-8	1	DSUB-15					8				
DO-16-HC-DAC-8	2	DSUB-15			16	●	8				

Digital I/O: galvanische Isolierung, konfigurierbar für 24V / 5V(TTL/COMOS) Level, Ausgang: 0.7A Senke, high current: Senke und Quelle 0.7A
Impulszähler: volle analoge Eingangskonditionierung (500 kHz analoge Bandbreite, Differenzeingang, analoges Filter, per Software einstellbare Schaltschwelle)
 Modi: Ereigniszähler, differentieller und absoluter Winkel sowie Weg, Zeit, Pulsbreite (PWM), Phasendifferenz, Frequenz, Geschwindigkeit, U/min

16-kanalige Module stellen jeweils 16 Bit eines Typs (DI oder DO) zur Verfügung.

32-kanalige Module sind als reine DO bzw. DI Typen verfügbar oder als kombinierte (16+16) Modelle. Sie sind als "Doppel-Module" realisiert, die sich logisch wie zwei Module verhalten und entsprechende IDs auf zwei 7-Segment-Anzeigen darstellen.

Die maximale Anzahl der digitalen Module in einem System [entnehmen Sie bitte der folgenden Übersicht](#) . Die 7-Segment Anzeige auf der Front der Module zeigt die zugewiesene Adresse in HEX Format mit einem vorangestellten "d" für Digitalmodul an. Jedes hinzugefügte Modul wird von der Basiseinheit erkannt und bekommt die nächsthöhere Adresse zugewiesen. Eine Änderung der automatisch zugewiesenen Adresse kann über die imc Bediensoftware erfolgen. Die ausführliche Beschreibung zur Einstellung ist dem Software Handbuch zu entnehmen, siehe Beschreibung der "Modul-Eigenschaften".

Die in einer Basiseinheit integrierten digitalen Flex Module haben keine 7-Segment Anzeige und sind ab Werk mit "d0" adressiert.

8.11.2 CRFX/DI-16-HV

16 digitale Eingänge für hohe Spannung (110 V / 24 V)

Dieses imc CRONOSflex Modul (CRFX/DI-16-HV) ist mit 16 Eingängen ausgestattet, die digitale Signale von 24 V oder 110 V Pegel erfassen.

Der Anschluss erfolgt über 4 steckbare Anschluss-Blöcke zu je 4 Bit. Je 8 Bit wird der logische Pegel über einen Schalter eingestellt.

Besonderheiten

- isolierte 4 Bit Gruppen
- Konfigurierbare Eingangspiegel



CRFX/DI-16-HV

[Technische Daten: CRFX/DI-16-HV](#) 456

Logischer Pegel	Konfiguration	LOW Pegel	HIGH Pegel
24 V	Schalterstellung (24 V)	<10,1 V	>15,1 V
110 V	Schalterstellung (110 V)	<48,3 V	>56,3 V

Die Eingangsstufe besitzt Schmitt-Trigger Charakteristik, d.h. Schaltschwellen mit Hysterese. Die angegebenen Schwellen entsprechen dabei folgenden Fällen:

- LOW-Pegel: maximaler, noch sicher als LOW erkannter Pegel beim Übergang HIGH > LOW
- HIGH-Pegel: minimaler, noch sicher als HIGH erkannter Pegel beim Übergang LOW > HIGH

Der Minimalbetrag der Hysterese beträgt 0,4 V (TTL/CMOS-Logik) bzw. 1,6 V (24 V-Logik).

Der gemeinsame Massebezug jeweils einer 4-Bit Gruppe ist beschriftet mit "0V_1", "0V_2", "0V_3" und "0V_4".

Interne pull-down-Widerstände sorgen für definierte LOW-Pegel für den Fall offener Eingänge.

8.11.2.1 Daten Format, asynchroner Abfragemodus

Die Systemnamen der digitalen Eingänge lauten Din02_Bit01..16 und können in üblicher Weise beliebig umbenannt werden.

Sind die digitalen Eingänge (als 16 Bit Port) zur Datenaufnahme aktiviert, so erzeugen sie, wie alle übrigen Kanäle auch, einen Datenstrom mit der entsprechenden Abtastrate.

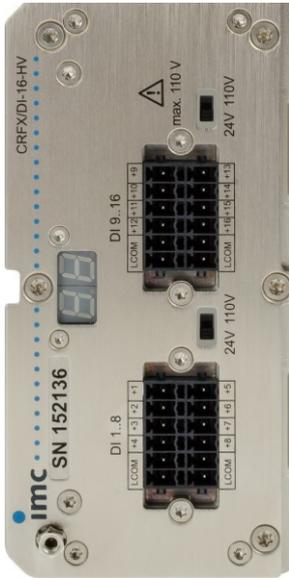
Zur Anzeige können sie in Kurvenfenstern dargestellt werden, wobei alle üblichen Darstellungsarten zur Verfügung stehen, wie Kurvenzug-Darstellung, Wasserfall, Einzelwert-Darstellung etc. Bezüglich der Darstellung sind sie den übrigen Kanälen gleichwertig. Natürlich können auch digitale und analoge Kanäle in gemeinsamen Kurvenfenstern dargestellt werden.

Verfügbar sind als Kanäle sowohl die einzelnen Bits Din02_BIT01 ... Din02_BIT16 mit booleschem Wertebereich (1 / 0) als auch der komplette 16-Bit Port als Kanal Din02. der Werte von 0..65535 annehmen kann (unsigned Integer).

Nur in dieser Form synchron aufgenommene Daten stehen als Datensatz zur Verfügung, der dann auch auf Festplatte gespeichert werden kann.

Darüber hinaus ist ein zusätzlicher Datenreduktions-Modus wählbar, der Daten nur jeweils bei Zustandsänderungen Daten produziert. In diesem Modus können die Daten in imc Online FAMOS nur eingeschränkt bearbeitet werden.

8.11.2.2 Anschlussbelegung



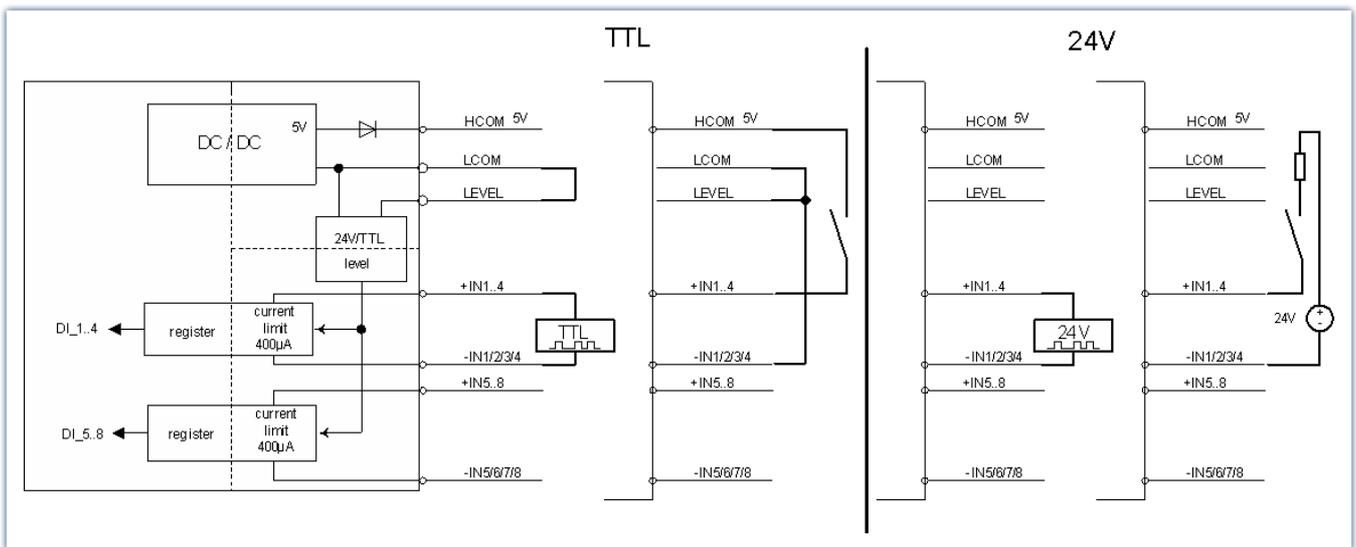
Der gemeinsame Massebezug jeder 4-Bit Gruppe ist bezeichnet mit:
LCOM

8.11.3 DI2-16: Digitale Eingänge

Das DI2-16 Modul besitzt 16 digitale Eingänge, die mit bis zu 10 kHz abgetastet werden können. Je vier Eingänge besitzen einen gemeinsamen Massepunkt (-IN1/2/3/4 bzw. -IN5/6/7/8) und sind nicht gegeneinander isoliert. Diese Eingangsgruppe besitzt aber eine galvanische Trennung gegen andere Eingangsgruppen, die Versorgung und den CAN-Bus.

Die [technischen Daten des DI2-16 Digitale Eingänge](#) ⁴³⁹.

Hier finden Sie die Pinbelegung des DSUB-15 Steckers: [ACC/DSUBM-DI4-8](#) ⁴⁹⁷.



8.11.3.1 Eingangsspannung

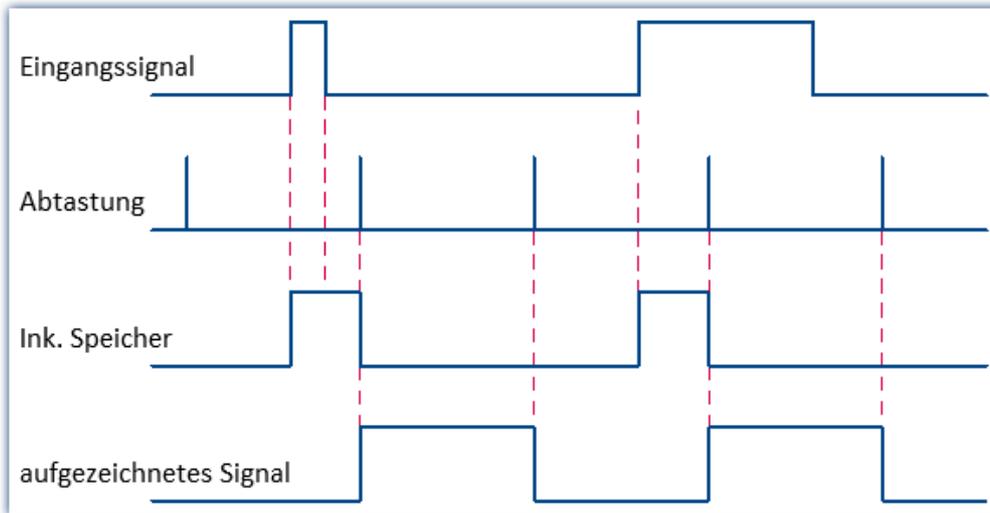
Der Eingangsspannungsbereich für eine Gruppe von jeweils 8 digitalen Eingänge kann zwischen 5 V (TTL-Bereich) und 24 V eingestellt werden. Die Umschaltung erfolgt durch eine Brücke am ACC/DSUB(M)-DI4-8 Stecker:

- Wird LEVEL und LCOM gebrückt, arbeiten alle 8 Bits mit 5V bei einer Schwelle von 1,7 V bis 1,8 V.
- Ist LEVEL nicht mit LCOM gebrückt, gilt 24V bei einer Schwelle von 6,95 V bis 7,05 V.

Ein unbeschalteter Stecker ist standardmäßig auf 24 V eingestellt. Damit wird vermieden, dass der Eingangsspannungsbereich von 5 V nicht versehentlich mit 24 V belegt wird.

8.11.3.2 Abtastzeit und kurze Pegel

Die digitalen Eingänge können wie ein analoger Kanal aufgezeichnet werden. Es ist nicht möglich einzelne Bits zur Aufnahme auszuwählen, es werden immer alle 8 Bit (Digitaler Port) aufgezeichnet. Die Hardware stellt sicher, dass kurze HIGH Pegel innerhalb eines Abtastintervalls erkannt werden.



8.11.4 DIO-HV-4: Digitale Eingänge und digitale Ausgänge

Das CRC/DIO-HV-4 Modul besitzt vier isolierte digitale Eingänge und vier isolierte digitale Ausgänge, die als Relaiskontakte ausgeführt sind.

 	<p>Achtung ! Sicherheitssiegel nicht verletzen !</p> <p>Das DIO-HV-4 Modul wurde vor Auslieferung im Messsystem auf die Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen nach DIN EN 61010-1 kontrolliert und einer Hochspannungsprüfung unterzogen. Nach Erfolg dieser abschließenden Prüfungen wird das Modul versiegelt.</p> <p>Bei verletztem Sicherheitssiegel kann ein sicheres Arbeiten nicht mehr garantiert werden.</p> <p>Jeder Eingriff, wie z.B. ein vorübergehendes Entfernen des Moduls, erfordert eine erneute Prüfung der Sicherheit.</p>
---	--



8.11.4.1 DIO-HV-4: Digitale Eingänge

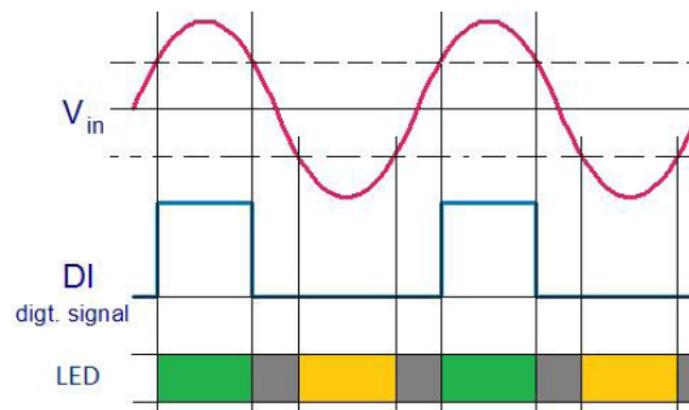
			+DI1
			-DI1
			+DI2
			-DI2
			+DI3
			-DI3
			+DI4
			-DI4

Die vier isolierten digitalen Eingänge sind vom Messsystem und untereinander galvanisch isoliert.

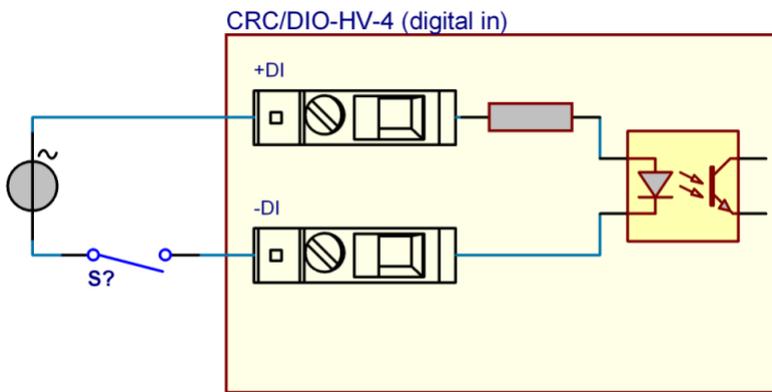
Sie dienen vorrangig zur Verarbeitung von 230 V_{eff} Spannungen, es können aber auch kleinere Gleich- oder Wechselspannungen überwacht werden.

[Technische Daten, DI: DIO-HV-4](#)

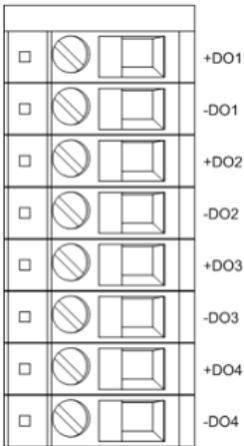
Oberhalb der Schaltschwelle (typ. 16 V) wird in der Software Oberfläche das DI Bit = 1 und die LED leuchtet grün. Unterhalb der Schaltschwelle (typ. 16 V) ist DI = 0 und die LED ist aus. Unterhalb – 16 V leuchtet die LED gelb.



Beschaltung einer 230 V Spannung an einem digitalen Eingang



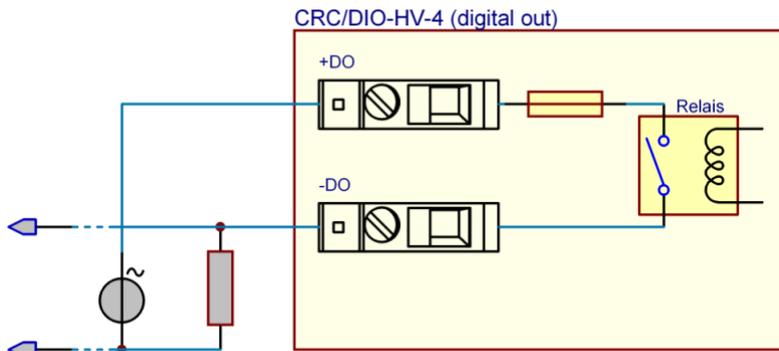
8.11.4.2 DIO-HV-4: Digitale Ausgänge



Die vier isolierten digitalen Ausgänge sind als Relaiskontakte ausgeführt.
 Die Kontakte sind vom Messsystem und untereinander galvanisch isoliert.
 Sobald in der Software Oberfläche das DO-Bit 1 ist, ist das Relais geschlossen und die LED leuchtet grün.

[Technische Daten, DO: DIO-HV-4](#) 

Anschlussbeispiel eines digitalen Ausgangs mit geschalteter Spannung und Pull-Down Widerstand.



Das Modul stellt intern keine Signalspannung bereit. Diese muss, wie im Beispiel, von außen zugeführt werden.

8.11.4.3 DIO-HV-4: Anschluss

Die Klemmen sind für den Anschluss starrer und flexibler Kabel (mit und ohne Aderendhülse) ausgelegt. Die geeigneten Leiterquerschnitte der PHOENIX Klemmleiste 2,5-H/SA-5 sind den technischen Daten zu entnehmen.

8.11.5 DI16-DO8-ENC4: Digitales Multiboard

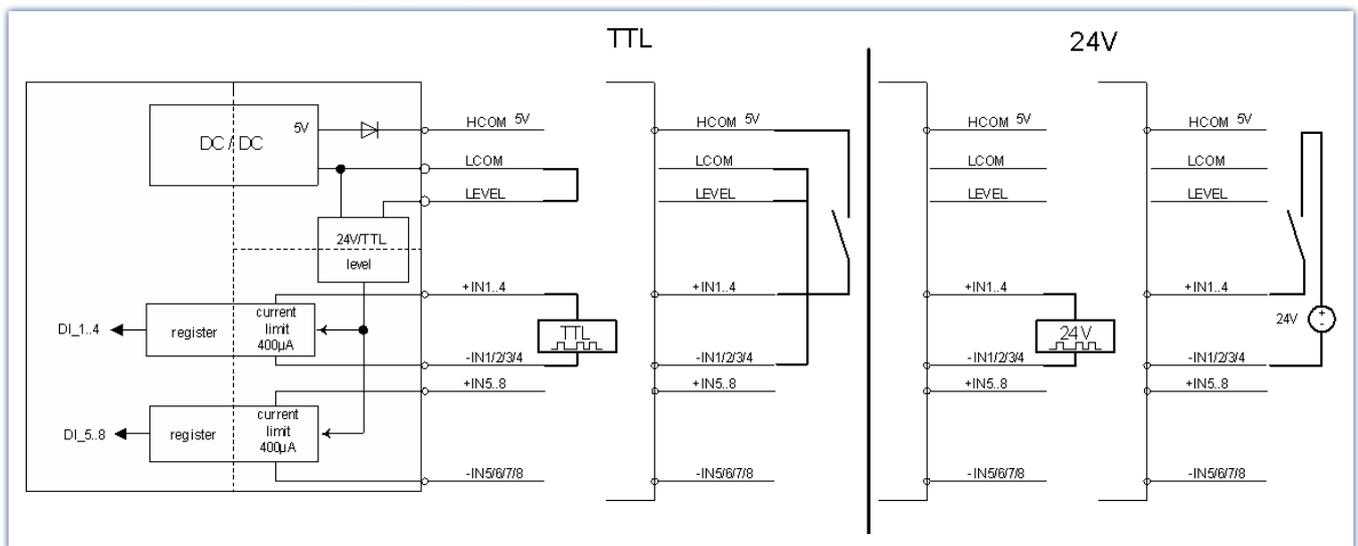
Es stehen 16 digitale Eingänge, 8 digitale Ausgänge und 4 Inkrementalgeber-Eingänge zur Verfügung.

8.11.5.1 Digitale Eingänge

Der DI Teil besitzt 16 digitale Eingänge, die mit bis zu 10 kHz abgetastet werden können. Die Funktionalität dieser digitalen Eingänge entsprechen den des DI2-16. Je vier Eingänge besitzen einen gemeinsamen Massepunkt (LCOM) und sind nicht gegeneinander isoliert. Diese Eingangsgruppe ist im Potential getrennt gegen die andere Eingangsgruppe, die Versorgung und CAN-Bus.

Die [technischen Daten der digitalen Eingänge](#) ⁴⁴⁰.

Hier finden Sie die Pinbelegung des [ACC/DSUB\(M\)-DI4-8](#) ⁴⁹⁷.



Offene Eingänge sind über Pull-Down Widerstände auf LOW definiert

8.11.5.1.1 Eingangsspannung

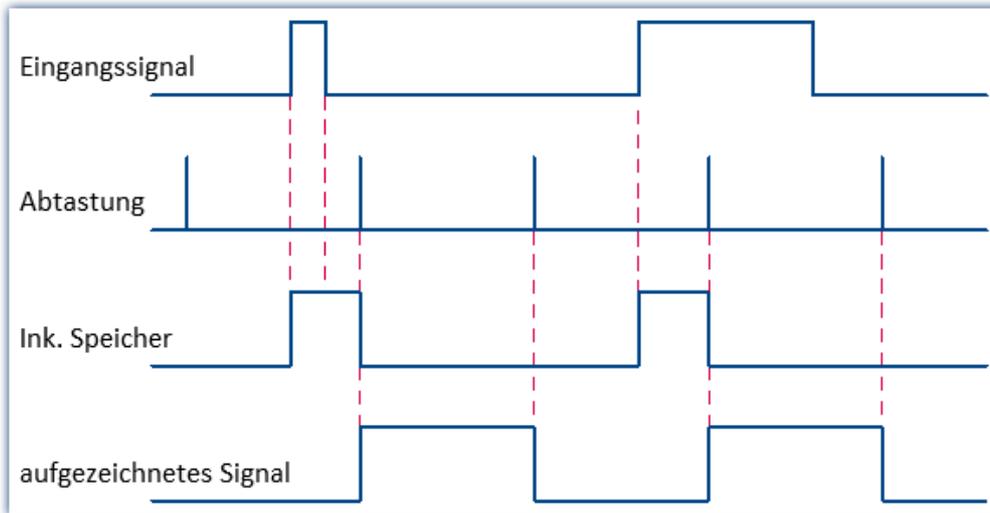
Der Eingangsspannungsbereich für eine Gruppe von jeweils 8 digitalen Eingänge kann zwischen 5 V (TTL-Bereich) und 24 V eingestellt werden. Umschaltung erfolgt mittels Brücke am ACC/DSUBM-DI4-8:

- Wird LEVEL und LCOM gebrückt, arbeiten alle 16 Bits mit 5 V bei einer Schwelle von 1,7 V bis 1,8 V.
- Ist LEVEL nicht mit LCOM gebrückt, gilt 24 V bei einer Schwelle von 6,95 V bis 7,05 V.

Ein unbeschalteter Stecker ist standardmäßig auf 24 V eingestellt. Damit wird vermieden, dass der Eingangsspannungsbereich von 5 V nicht versehentlich mit 24 V belegt wird.

8.11.5.1.2 Abtastzeit und kurze Pegel

Die digitalen Eingänge können wie ein analoger Kanal aufgezeichnet werden. Es ist nicht möglich einzelne Bits zur Aufnahme auszuwählen, es werden immer alle 16 Bit (Digitaler Port) aufgezeichnet. Die Hardware stellt sicher, dass kurze HIGH Pegel innerhalb eines Abtastintervalls erkannt werden.



8.11.5.2 Digitale Ausgänge

Die digitalen Ausgänge stellen potentialgetrennte, treiberfähige Steuersignale zur Verfügung. Die Zustände der Signale können über imc Online FAMOS aus einer rechnerischen Verknüpfung von Messkanälen gebildet werden. Steuerfunktionen können auf diese Weise realisiert werden. Die Systemnamen der digitalen Ausgänge lauten DOut01_Bit01 bis 08.

Verweis

Die [technischen Daten der digitalen Ausgänge](#)^[441].
Pinbelegung des [ACC/DSUBM-DO8](#)^[497].

Wichtigste Merkmale sind:

- wählbarer Pegel: 5 V (intern) oder bis zu 30 V bei externer Versorgung
- Treiberfähigkeit: HIGH: 15 mA bis 22 mA LOW: 700 mA
- Kurzschlussfest gegen Versorgung bzw. Bezugspotential HCOM und LCOM
- konfigurierbar als Open-Drain Treiber (z.B. als Relaisreiber)
- Default-Zustand nach dem Einschalten:
HIGH (Totem-Pole Modus) bzw. hochohmig (Open-Drain Modus)

Die 8 Ausgänge sind als Gruppe gegenüber dem System isoliert und als konfigurierbare Gegentakt-Treiber (Totem-Pole) ausgeführt. Die Massebezüge der 8 Stufen sind verbunden und als Signal LCOM herausgeführt.

HCOM stellt die Versorgungsspannung der Treiberstufe dar. Sie wird intern mit einer potentialgetrennten 5 V-Quelle (max. 1 W) generiert. Alternativ kann jedoch von außen eine höhere Versorgungsspannung angelegt werden (max. +30 V), welche den Pegel der Treiber bestimmt.

Mit dem Steuersignal OPDRN am Anschlussstecker kann für die 8-Bit-Gruppe festgelegt werden, ob der Treiber im Gegentaktbetrieb (Totem-Pole) oder als Open-Drain Ausgang arbeiten soll.

Im Totem-Pole (Gegentakt) Modus kann der Treiber im HIGH-Zustand Strom liefern. In der Open-Drain Konfiguration dagegen ist er im HIGH-Fall hochohmig, im LOW-Fall wird eine intern oder extern versorgte Last (z.B. Relais) gegen Masse geschaltet (Low-Side Switch). Im Falle des Open-Drain Betriebs braucht eine evtl. benutzte externe Versorgung nicht an HCOM angelegt zu werden.

Induktive Lasten (Relais, Motoren) sollten mit parallelen Freilaufdiode zum Kurzschließen von Abschalt-Spannungsspitzen versehen werden (Anode an Ausgang, Kathode an positive Versorgungsspannung).

Power-up Verhalten:

- | | |
|--------------------------|---|
| 0) ausgeschaltet | high-Z (hochohmig) |
| 1) power-up | high-Z (hochohmig) High- und LowSide Schalter inaktiv |
| 2) erster Schreibzugriff | Bei "Messung vorbereiten" nach Reset oder Power-up (Setzvorgang):
Aktivierung des Ausgangs-Zustands mit dem Modus welcher durch den Programmierpin "OPDRN" eingestellt ist |



Beispiel

Drahtbrücke zwischen Programmierpin "OPDRN" und LCOM (Totem-Pole)

Initialisierung (erster Setzvorgang) mit 0 (LOW)

→ resultierende Aufstartsequenz: High-Z → LOW, ohne Zwischenzustand HIGH !!

Ohne weitere Maßnahmen, ist der Default-Initialisierungs-Zustand beim ersten Vorbereiten der Messung: "LOW".

Wird ein anderer Zustand gewünscht, gibt es verschiedene Möglichkeiten:

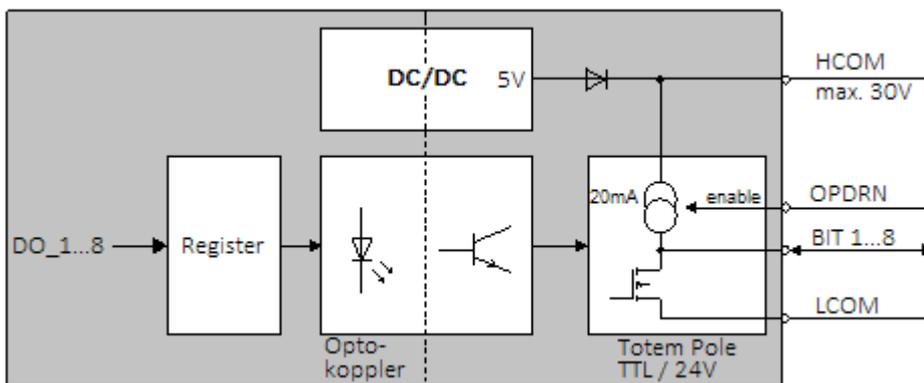
- Setzen des Bits in imc Online FAMOS in dem **Steuerkonstrukt "OnInitAll"**.
- Setzen des Bits vor der Aktion "Vorbereiten" über die imc STUDIO-Oberfläche. Z.B. über den Daten-Browser oder auch automatisiert über das **Kommando "Variable setzen"**.

Beim "Vorbereiten" (Rekonfigurieren) **gewinnt imc Online FAMOS** und der Wert in der imc STUDIO-Variable wird überschrieben.



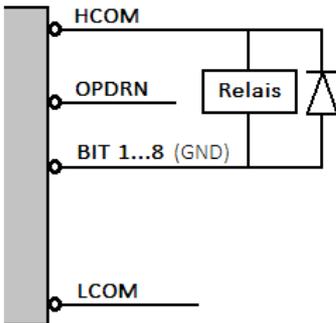
Siehe: Handbuch imc STUDIO > "Setup-Seiten - Geräte konfigurieren" > "Informationen und Tipps" > "Anfangswert für Variablen - Beginn der Messung - Sprünge am Ausgang"

8.11.5.2.1 Blockbild



8.11.5.2.2 Beschaltungsbeispiele

Open Drain



Gerät aus: kein Durchgang / hochohmig (138 kΩ), 0 V am Ausgang

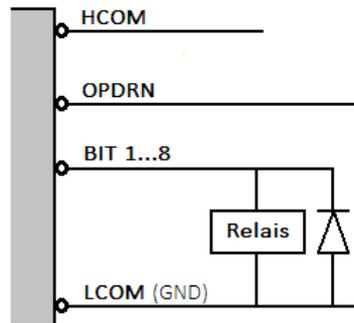
Gerät bootet: kein Durchgang / hochohmig (138 kΩ), 0 V am Ausgang

Nach Bootvorgang: kein Durchgang / hochohmig, 0 V am Ausgang, aber alle DO Bits = 1

DO Bit = 0 -> 5 V
DO Bit = 1 -> 0 V

5 V (intern)

Totem Pole



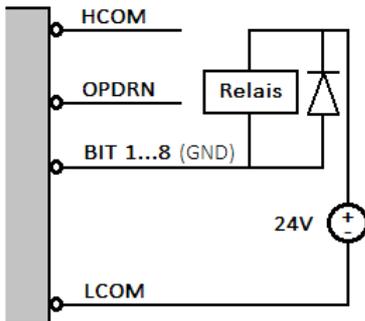
Gerät aus: kein Durchgang / hochohmig

Gerät bootet: kein Durchgang / hochohmig, 0 V am Ausgang

Nach Bootvorgang: kein Durchgang / hochohmig, 0 V am Ausgang, aber alle DO Bits = 1

DO Bit = 0 -> 0 V
DO Bit = 1 -> 5 V

Open Drain



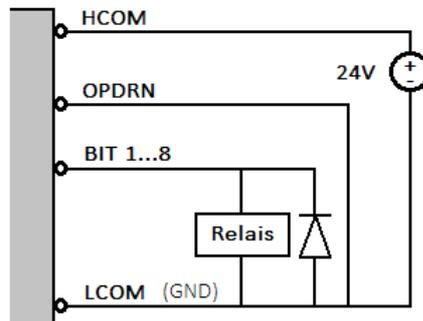
Gerät aus: kein Durchgang / hochohmig (1,5 MΩ), 0 V am Ausgang

Gerät bootet: kein Durchgang / hochohmig (1,5 MΩ), 0 V am Ausgang

Nach Bootvorgang: kein Durchgang / hochohmig (1,5 MΩ), 0 V am Ausgang aber alle DO Bits = 1
DO Bit = 0 -> 24 V
DO Bit = 1 -> 0 V

24 V

Totem Pole



Gerät aus: kein Durchgang / hochohmig (1,5 MΩ)

Gerät bootet: kein Durchgang / hochohmig (1,5 MΩ), 0 V am Ausgang

Nach Bootvorgang: kein Durchgang / hochohmig (1,5 MΩ), 0 V am Ausgang, aber alle DO Bits = 1
DO Bit = 0 -> 0 V
DO Bit = 1 -> 24 V

Mit **Totem Pole** sind maximal **22 mA** Laststrom möglich, völlig unabhängig von einer extern angeschlossenen Spannung.

Open Drain ist in der Lage Ströme bis zu **700 mA** pro Ausgang zu schalten. Bei Verwendung der internen 5 V ist jedoch zu beachten, dass der Gesamtstrom aller Ausgänge auf 200 mA begrenzt ist.

8.11.5.3 Inkrementalgeber-Kanäle

Eine allgemeine Beschreibung, z.B. zu den Messgrößen finden Sie im Abschnitt "[Inkrementalgeber-Kanäle](#)¹³⁷".

Verweis

Die [technischen Daten des ENC4](#)⁴⁴². Belegung des dazugehörigen Steckers: [ACC/DSUBM-ENC-4](#)⁴⁹⁷.

8.11.5.3.1 Sensortypen, Synchronisierung

Nullimpuls (Indexkanal) bezeichnet das Synchronisationssignal SYNC, das global für alle 4 Kanäle gemeinsam zur Verfügung steht. Ist dessen Eintrag Geber ohne Nullimpuls nicht aktiviert (Häkchen) so gilt folgende Bedingung: Nach dem Start einer Messung bleiben die Zähler so lange zurückgesetzt, bis die erste steigende Flanke von SYNC eintrifft. Dies ist unabhängig davon, ob die Start-Triggerbedingung bereits eingetreten ist oder nicht.

Der Nullimpuls wird vor jeder Messung zurückgesetzt.

Hinweis

Wird ein **Sensor ohne Nullimpuls** benutzt, muss die Option **Geber ohne Nullimpuls angekreuzt** sein, da sonst der rückgesetzte Zähler wegen des ausbleibenden Start-Impulses nie freigegeben wird!!

Inkrementale Wegsensoren besitzen oft eine Referenzspur, die einmal pro Umdrehung ein solches Synchronisations-Signal abgibt. Der Nullimpuls-Eingang ist differentiell und übernimmt die Komparatoreinstellungen des **ersten** Inkrementalgeber-Eingangs. Seine Bandbreite ist mit einem fest eingestellten Tiefpassfilter auf 20 kHz begrenzt. Bleibt der Eingang offen, so stellt sich ein (inaktiver) HIGH-Zustand ein.

Die Messarten Weg, Winkel und Drehzahl und Geschwindigkeit sind insbesondere für den direkten Anschluss von Inkrementalgeber-Sensoren geeignet. Diese bestehen aus einer rotierenden Scheibe mit feiner Strichteilung in Verbindung mit einer optischen Abtastung, sowie u.U. elektrischer Signalaufbereitung.

Unterschieden werden Ein- und Zweisignalgeber. Zweisignalgeber (quadrature encoder) liefern zwei um 90° phasenversetzte Signale, die Spuren A und B (C und D). Durch Auswertung dieser Phaseninformation zwischen A und B-Spur kann die Drehrichtung bestimmt werden. Bei Auswahl des entsprechenden Signalgeber-Typs wird diese Funktionalität unterstützt. Die eigentliche Zeit oder Frequenzinformation dagegen wird ausschließlich aus der A-Spur abgeleitet!

Die Messarten Ereignis, Frequenz und Zeit beziehen sich stets auf Einsignalgeber, da hier eine Richtungs- oder Vorzeichen-Auswertung nicht sinnvoll ist. Der Sensor ist dann jeweils an der Klemme für die Spur A anzuschließen.

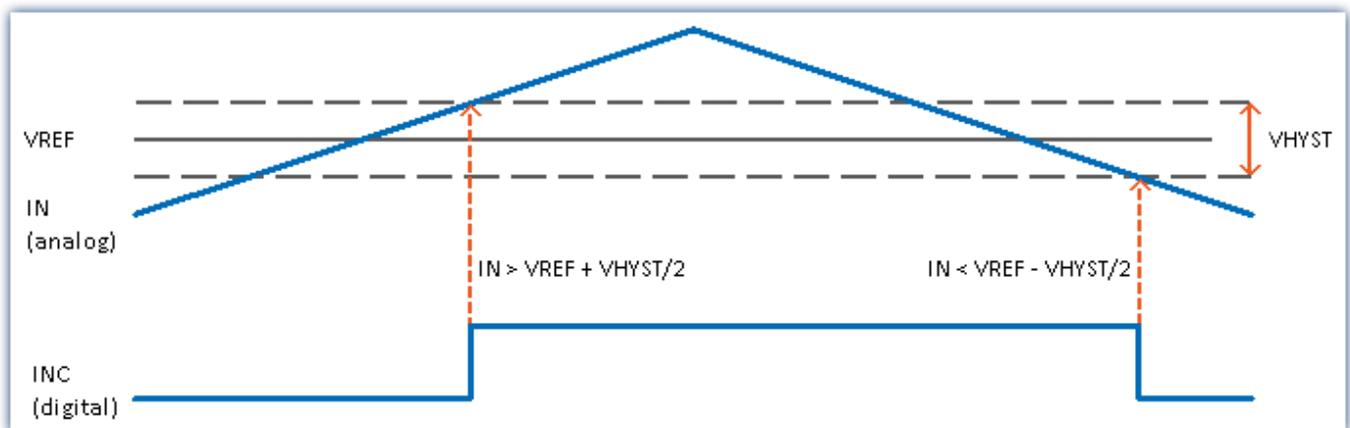
Da manche Signalgeber die Bereitstellung einer Versorgungsspannung erfordern, stehen am DSUB-Anschluss +5 V zur Verfügung (max. 300 mA). Bezugspotential für diese Spannung, also Versorgungsmasseanschluss für den Sensor, ist CHASSIS.

8.11.5.3.2 Komparator-Konditionierung

Die speziellen Eigenschaften der Inkrementalgeber-Kanäle stellen besondere Anforderungen an die Signalqualität: Durch die sehr hohe Zeitauflösung des Detektors bzw. Zählers werden bereits kürzeste Impulse erfasst und ausgewertet, die bei abtastenden Messverfahren (wie bei den digitalen Eingängen) nicht wahrnehmbar wären. Daher müssen die digitalen Signale saubere Flanken aufweisen, um nicht zu gestörten Messungen zu führen. Fehlimpulse oder Prellen führen sonst zu Artefakten in Form von Einbrüchen in gemessenen Zeitverläufen bzw. enormen Spitzen in Drehzahlverläufen.

Einfache Sensoren z.B. induktiver Art oder nach dem Lichtschranken-Prinzip geben oft nur unkonditionierte analoge Signale ab, die nach einer Schwellenwert-Bedingung ausgewertet werden müssen. Daneben können selbst bei konditionierten Gebersignalen (z.B. TTL-Pegel) durch lange Kabel, schlechte Bezugspotentiale, Erdschleifen oder Störeinkopplung Probleme entstehen, denen das Messsystem durch eine spezielle 3-stufige Konditioniereinheit begegnet:

Zunächst ermöglicht ein hochohmiger Differenzverstärker (± 10 V Bereich, $100\text{ k}\Omega$) die sichere Messung eines Sensors auch über lange Kabel sowie eine wirksame Unterdrückung von Gleichtaktstörungen und Erdschleifen. Ein nachgeschaltetes (konfigurierbares) Filter bietet eine weitere an die Mess-Situation angepasste Störunterdrückung. Schließlich fungiert ein Komparator mit einstellbarer Schwelle und Hysterese als digitaler Detektor. Die (einstellbare) Hysterese wirkt dabei abermals als störunterdrückendes Element:



Überschreitet das analoge Signal die Schwelle $V_{REF} + V_{HYST}/2$, so wechselt das digitale Signal den Zustand (\uparrow : $0 \Rightarrow 1$) und senkt gleichzeitig die Schwelle, die unterschritten werden muss, um wieder nach 0 zu wechseln, um den Betrag V_{HYST} ab. Damit liegt die Schwelle für einen erneuten Zustandsübergang von 1 nach 0 bei $V_{REF} - V_{HYST}/2$. Der Betrag der Hysterese stellt somit die Breite eines Bandes dar, das Signalausgang und Störungen nicht überschreiten dürfen, ohne zu Fehlimpulsen zu führen.

Die Voreinstellung für die Schwelle V_{REF} ist auf $1,5\text{ V}$ festgelegt, die Hysterese V_{HYST} beträgt $0,5\text{ V}$. Zustandsübergänge werden somit detektiert bei den Signalpegeln:

$1,75\text{ V}$ ($\leftarrow 0 \rightarrow 1$) und $1,25\text{ V}$ ($\downarrow 1 \rightarrow 0$).
--

Der Menüpunkt Kopplung bietet die wahlfreie Konfiguration von Schwelle und Hysterese. Diese beiden Parameter gelten jeweils für X- und Y-Spur eines Kanals, mit den möglichen Einstellbereichen von:

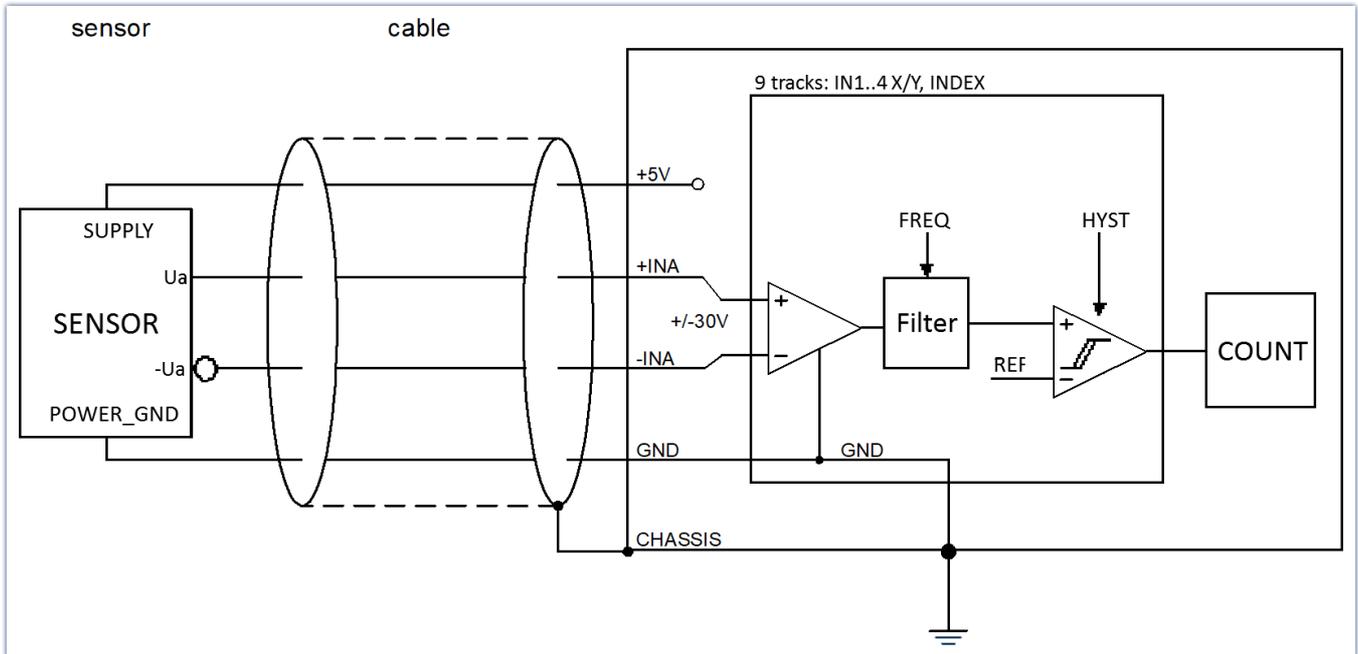
- $V_{REF} = \pm 10\text{ V}$ $V_{HYST} = +100\text{ mV}$ bis $+4\text{ V}$

Eckfrequenzen des (2-poligen) Tiefpassfilters werden jeweils gemeinsam für die beiden Spuren eines Kanals konfiguriert auf 200 Hz , 2 kHz , 20 kHz oder ohne (Leerlaufbandbreite 500 kHz).

8.11.5.3.3 Aufbau

Eine komplette Konditionierung mit individuellen Differenzeingängen erfolgt für 4 Spuren: Diese können je nach Bedarf zu 4 Kanälen für Einsignalgeber oder zu 2 Kanälen für Zweisignalgeber konfiguriert werden.

Blockbild



Zweisignalgeber (quadrature encoder) liefern zwei um 90° phasenversetzte Signale, die Spuren A und B (C und D). Durch Auswertung dieser Phaseninformation zwischen A- und B-Spur kann die Drehrichtung bestimmt werden. Bei Auswahl des entsprechenden Signalgeber-Typs wird diese Funktionalität unterstützt. Die eigentliche Zeit oder Frequenzinformation dagegen wird ausschließlich aus der A-Spur abgeleitet!

Der Index-Kanal ist ebenso wie die übrigen Kanäle voll konditioniert. Er kann, wenn diese Funktion ausgewählt wurde, für alle 4 Kanäle wirksam sein.

8.11.5.3.4 Kanalzuordnung

Als Anschlussstecker dient der [ACC/DSUBM-ENC-4](#)²⁹¹. Mit diesem Stecker können alle vier Inkrementalgeber an einem Stecker angeschlossen werden.

Voraussetzung für einen korrekten Arbeitspunkt des Eingangs-Differenzverstärkers ist es, dass der Sensor Massebezug hat, d.h. eine niederohmige Impedanz bezüglich Masse (GND, CHASSIS, PE) aufweist. Dies ist nicht zu verwechseln mit dem Gleichtakt-Potential des Sensors, welches (auch für den -IN Eingang!) bis zu +25 V / -12 V betragen darf. Dies ist auch unabhängig davon, dass eine differentielle Messung am hochohmigen Differenzeingang konfiguriert wird. Ist dieser galvanischen Bezug zum System (CHASSIS) bei einem isolierten (potentialgetrennten Sensor) zunächst nicht gegeben, so muss eine solche Verbindung hergestellt werden, z.B. als Drahtbrücke zwischen GND und POWER_GND des Sensors!

Die vom Modul an den Klemmen +5 V, GND bereitgestellte Versorgungsspannung von 5 V (max. 100 mA, 300 mA auf Anfrage) kann zur Versorgung von Sensoren benutzt werden. Wird eine größere Spannung oder Versorgungsleistung benötigt, so muss der Sensor extern versorgt werden, wobei unbedingt auf einen galvanischen Bezug dieser Versorgungsspannung zur Systemmasse geachtet werden muss!

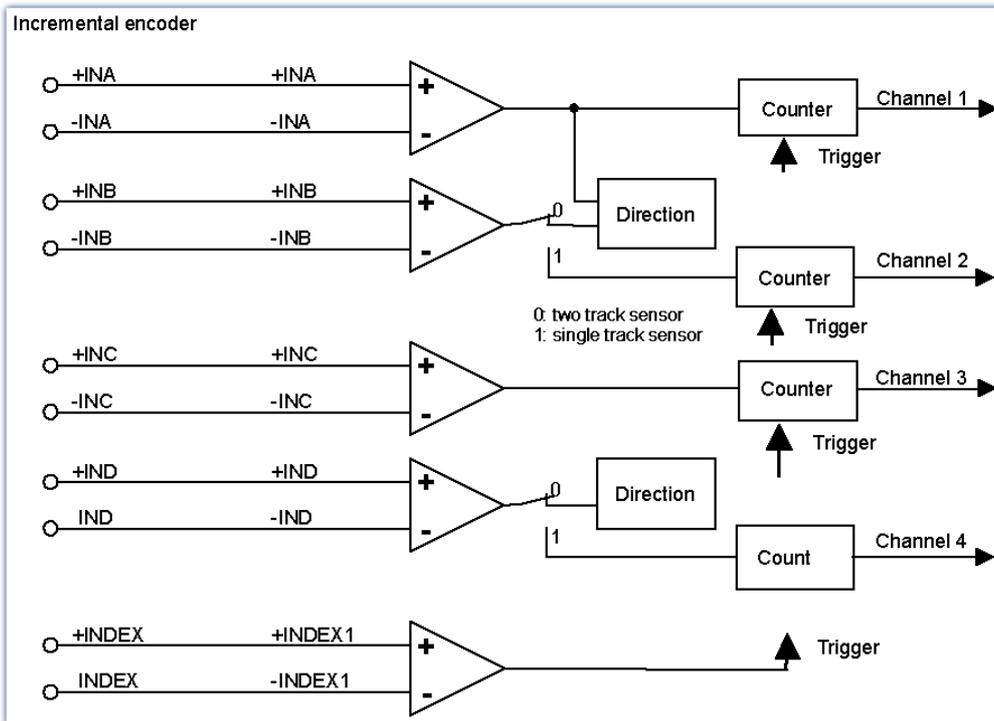
8.11.5.3.5 Konfigurationsmöglichkeiten der Inkrementalgeber-Spuren

Modus	Kanal 1	Kanal 2	Kanal 3	Kanal 4
Einsignalgeber	•	•	•	•
Zweissignalgeber				
Einsignalgeber		zeigt Signalwert 0	•	•
Zweissignalgeber	•			
Einsignalgeber	•	•		zeigt Signalwert 0
Zweissignalgeber			•	
Einsignalgeber		zeigt Signalwert 0		zeigt Signalwert 0
Zweissignalgeber	•		•	

 [Verweis](#)

Beachten Sie bitten den Hinweis zur **Zweipunktskalierung** im Kapitel "[Einsignal-/ Zweissignal](#)".
 Betrifft zum einen die Geräte der imc C-SERIE und die Geräte der imc SPARTAN und imc CRONOS-Familie, die mit dem digitalen Multiboard ausgestattet sind: DI16-DO8-ENC4 oder dem DI8-DO8-ENC4-DAC4.

8.11.5.3.6 Blockschaltbild



8.11.5.3.7 Anschluss

Hier finden Sie die Pinbelegung des [ACC/DSUB\(M\)-ENC-4](#).
 Die Beschreibung des Anschlusses [entspricht der des ENC-4](#).

8.11.6 DI8-DO8-ENC4-DAC4: Digitales Multiboard

Das digitale Multiboard ist mit 8 digitalen Eingängen, 8 digitalen Ausgängen, 4 Eingänge für Inkrementalgeber und 4 analoge Ausgänge ausgestattet.

Die Beschreibung des [DI16-DO8-ENC4 Moduls](#)²⁸³ (die digitalen Ein- und Ausgänge und die Inkrementalgeber) gilt, erweitert um die folgende Beschreibung der analogen Ausgänge.

8.11.6.1 Analoge Ausgänge

Die vier analoge Ausgänge DAC 01 bis 04 ermöglichen eine Ausgabe von analogen Stell- und Steuergrößen. Die Ausgänge können mit Hilfe von imc Online FAMOS aus einer rechnerischen Verknüpfung von Messkanälen gebildet werden.

Die Pinbelegung des passenden DSUB-15 Steckers [ACC/DSUBM-DAC4](#)⁴⁹⁷.

Die [technischen Daten der analogen Ausgänge](#)⁴⁴³.

Besonderheiten

- ± 10 V Pegel bei max. ± 10 mA Treiberfähigkeit und 250Ω Last
- 16 Bit Auflösung
- beim Einschalten des Geräts garantiertes Aufstarten in einen inaktiven Zustand (0 V) ohne undefinierte Zwischenzustände
- Kurzschlussfest gegen Masse

8.11.7 DO-16: Digitale Ausgänge

Die digitalen Ausgänge stellen potentialgetrennte, treiberfähige Steuersignale zur Verfügung. Die Zustände der Signale können über imc Online FAMOS aus einer rechnerischen Verknüpfung von Messkanälen gebildet werden. Steuerfunktionen können auf diese Weise realisiert werden. Die Systemnamen der digitalen Ausgänge lauten DOut01_Bit01 bis 08.

Verweis

Die [technischen Daten des DO-16: Digitale Ausgänge](#)⁴⁴⁶,
Pinbelegung des [ACC/DSUBM-DO8](#)⁴⁹⁷

Wichtigste Merkmale sind:

- wählbarer Pegel: 5 V (intern) oder bis zu 30 V bei externer Versorgung
- Treiberfähigkeit: HIGH: 15 mA bis 22 mA LOW: 700 mA
- Kurzschlussfest gegen Versorgung bzw. Bezugspotential HCOM und LCOM
- konfigurierbar als Open-Drain Treiber (z.B. als Relaisreiber)
- Default-Zustand nach dem Einschalten:
HIGH (Totem-Pole Modus) bzw. hochohmig (Open-Drain Modus)

Die 8 Ausgänge sind als Gruppe gegenüber dem System isoliert und als konfigurierbare Gegentakt-Treiber (Totem-Pole) ausgeführt. Die Massebezüge der 8 Stufen sind verbunden und als Signal LCOM herausgeführt.

HCOM stellt die Versorgungsspannung der Treiberstufe dar. Sie wird intern mit einer potentialgetrennten 5 V-Quelle generiert. Alternativ kann jedoch von außen eine höhere Versorgungsspannung angelegt werden (max. +30 V), welche den Pegel der Treiber bestimmt.

Mit dem Steuersignal OPDRN am Anschlussstecker kann für die 8-Bit-Gruppe festgelegt werden, ob der Treiber im Gegentaktbetrieb (Totem-Pole) oder als Open-Drain Ausgang arbeiten soll.

Im Totem-Pole (Gegentakt) Modus kann der Treiber im HIGH-Zustand Strom liefern. In der Open-Drain Konfiguration dagegen ist er im HIGH-Fall hochohmig, im LOW-Fall wird eine intern oder extern versorgte Last (z.B. Relais) gegen Masse geschaltet (Low-Side Switch). Im Falle des Open-Drain Betriebs braucht eine evtl. benutzte externe Versorgung nicht an HCOM angelegt werden.

Induktive Lasten (Relais, Motoren) sollten mit parallelen Freilaufdiode zum Kurzschließen von Abschalt-Spannungsspitzen versehen werden (Anode an Ausgang, Kathode an positive Versorgungsspannung).

Power-up Verhalten:

- | | |
|--------------------------|---|
| 0) ausgeschaltet | high-Z (hochohmig) |
| 1) power-up | high-Z (hochohmig) High- und LowSide Schalter inaktiv |
| 2) erster Schreibzugriff | Bei "Messung vorbereiten" nach Reset oder Power-up (Setzvorgang):
Aktivierung des Ausgangs-Zustands mit dem Modus welcher durch den Programmierpin "OPDRN" eingestellt ist |



Beispiel

Drahtbrücke zwischen Programmierpin "OPDRN" und LCOM (Totem-Pole)

Initialisierung (erster Setzvorgang) mit 0 (LOW)

→ resultierende Aufstartsequenz: High-Z → LOW, ohne Zwischenzustand HIGH !!

Ohne weitere Maßnahmen, ist der Default-Initialisierungs-Zustand beim ersten Vorbereiten der Messung: "LOW".

Wird ein anderer Zustand gewünscht, gibt es verschiedene Möglichkeiten:

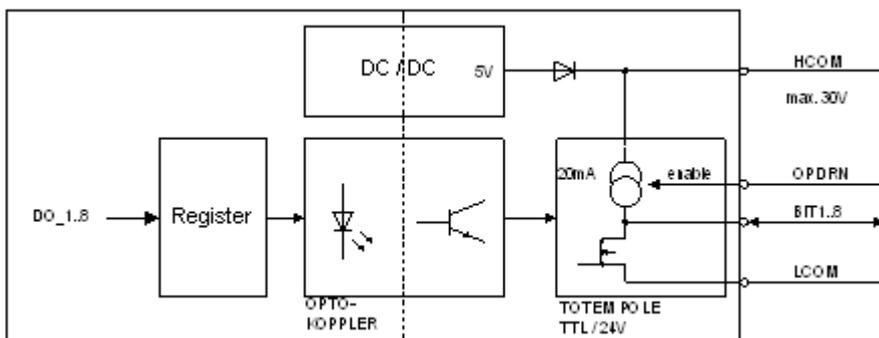
- Setzen des Bits in imc Online FAMOS in dem **Steuerkonstrukt "OnInitAll"**.
- Setzen des Bits vor der Aktion "Vorbereiten" über die imc STUDIO-Oberfläche. Z.B. über den Daten-Browser oder auch automatisiert über das **Kommando "Variable setzen"**.

Beim "Vorbereiten" (Rekonfigurieren) **gewinnt imc Online FAMOS** und der Wert in der imc STUDIO-Variable wird überschrieben.

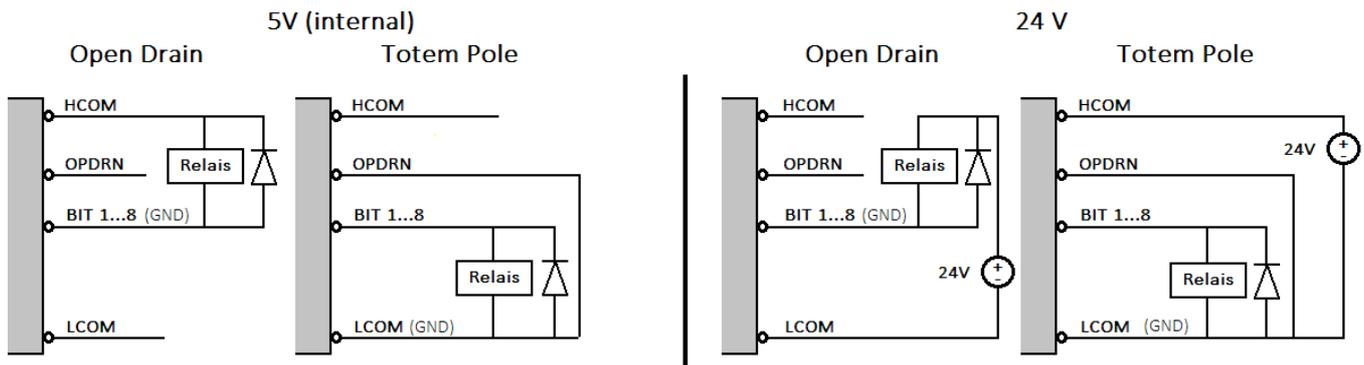


Siehe: Handbuch imc STUDIO > "Setup-Seiten - Geräte konfigurieren" > "Informationen und Tipps" > "Anfangswert für Variablen - Beginn der Messung - Sprünge am Ausgang"

8.11.7.1 Blockbild



8.11.7.2 Beschaltungsbeispiele



Mit Totem Pole sind maximal 22 mA Laststrom möglich, völlig unabhängig von einer extern angeschlossenen Spannung.

Open Drain ist in der Lage Ströme bis zu 700 mA pro Ausgang zu schalten. Bei Verwendung der internen 5 V ist jedoch zu beachten, dass der Strom pro Ausgang auf 20 mA begrenzt ist.

8.11.7.3 Hinweis zur Ansteuerung aus imc Online FAMOS

Die maximale Ausgaberate ist von der Schaltzeit des DO-16 abhängig. Bei 165 μ s sind theoretisch 6 kHz möglich. Erfolgt die Ansteuerung aus imc Online FAMOS heraus, ist zu bedenken, dass der Aufruf zur Ausgabe rechtzeitig erfolgen muss. Wenn daneben längere Berechnungen stattfinden, wie z.B. FFTs oder Filter, kommt der Aufruf nicht rechtzeitig zustande.

Eine zuverlässige Ausgaberate ist nur mit der Funktion "Synchronen Task" unter imc Online FAMOS Professional möglich, welche per Interrupt die Berechnungen unterbricht.

Wird die Ausgabe an einen Kanal als Taktgeber gekoppelt, kann ein weiterer Effekt dazu kommen. Beispielsweise wird ein Kanal mit 10 kHz abgetastet und dieser mit der Funktion Sawtooth zum Ansteuern genutzt:

```
DOut02_Bit01=greater( SawTooth(Kanal_02, 0, 1, 2), 0.5)
```

Bei einer RAM-Pufferzeit von 10s ergibt sich eine FIFO Größe von 100.000 Werten. Das System teilt die FIFOS in 64 k Blöcke. Reichen die 64 k nicht aus, werden zwei Blöcke angelegt. imc Online FAMOS bekommt in diesem Fall bei jedem FIFO Aufruf zwei Werte, damit ist der Takt halbiert. Um diesen Effekt zu verhindern, muss die RAM-Pufferdauer z.B. auf 2 s reduziert werden.

8.11.8 DO-16-HC: Digitale Hochstromausgänge

Die 16 potentialgetrennten treiberfähigen Steuersignale stehen mit erhöhter Stromtragfähigkeit zur Verfügung. Die Zustände der Signale können über imc Online FAMOS aus einer rechnerischen Verknüpfung von Messkanälen gebildet werden oder mittels der Triggermaschine Ihres imc Messgerätes beeinflusst werden. Damit ist es mit einfachsten Mitteln möglich, Steuerfunktionen zu realisieren.

Einsatzfelder:

- 24 V Industrie-Anwendung und Automotive (8 V bis 28 V)

Eckdaten:

- Max. 0,7 A High-Side UND Low-Side drive, I_{limit} typ. 1,4 A
- Externe Versorgungsspannung nötig: 8 V bis 28 V
- Bei Modus Open Drain (low side drive) ist keine externe Versorgung nötig!
- Programmierbar für High-Side, Low-Side und Totem-Pole: Pin "OPDRN":

offen:	open drain (low side drive)	wie DO-16
LCOM:	totem pole (complementary)	wie DO-16
LCOM über 10 k:	open source (high side drive)	bei DO-16 nicht verfügbar

- Konfiguration 5 V TTL / CMOS:
- Nutzung der internen 5 V Versorgung, keine externe Versorgung nötig!
- interne 5 V ermöglichen noch keinen Betrieb des High Side Treibers (≥ 8 V nötig!)
- darum Betrieb im Open Drain Modus mit externem Pull-up (typ. 1 k bis 10 K, min. 250 Ω)
- wegen Dioden-Entkopplung von LCOM₁₋₄ / 5-8:
→ Drahtbrücke LCOM = LCOM₁₋₄ = LCOM₅₋₈

2 x 8-Bit Gruppen potentialgetrennt

- DSUB-Stecker: jeweils separate HCOM und LCOM Pins für jeweils 4 Bit
- xCOM₁₋₄ und xCOM₅₋₈ im Gerät jeweils durch Dioden entkoppelt, um Verteilung der hohen Ströme zu erzwingen
- zusätzlicher Pin nur für Modus-Programmierung

Schutz gegen:

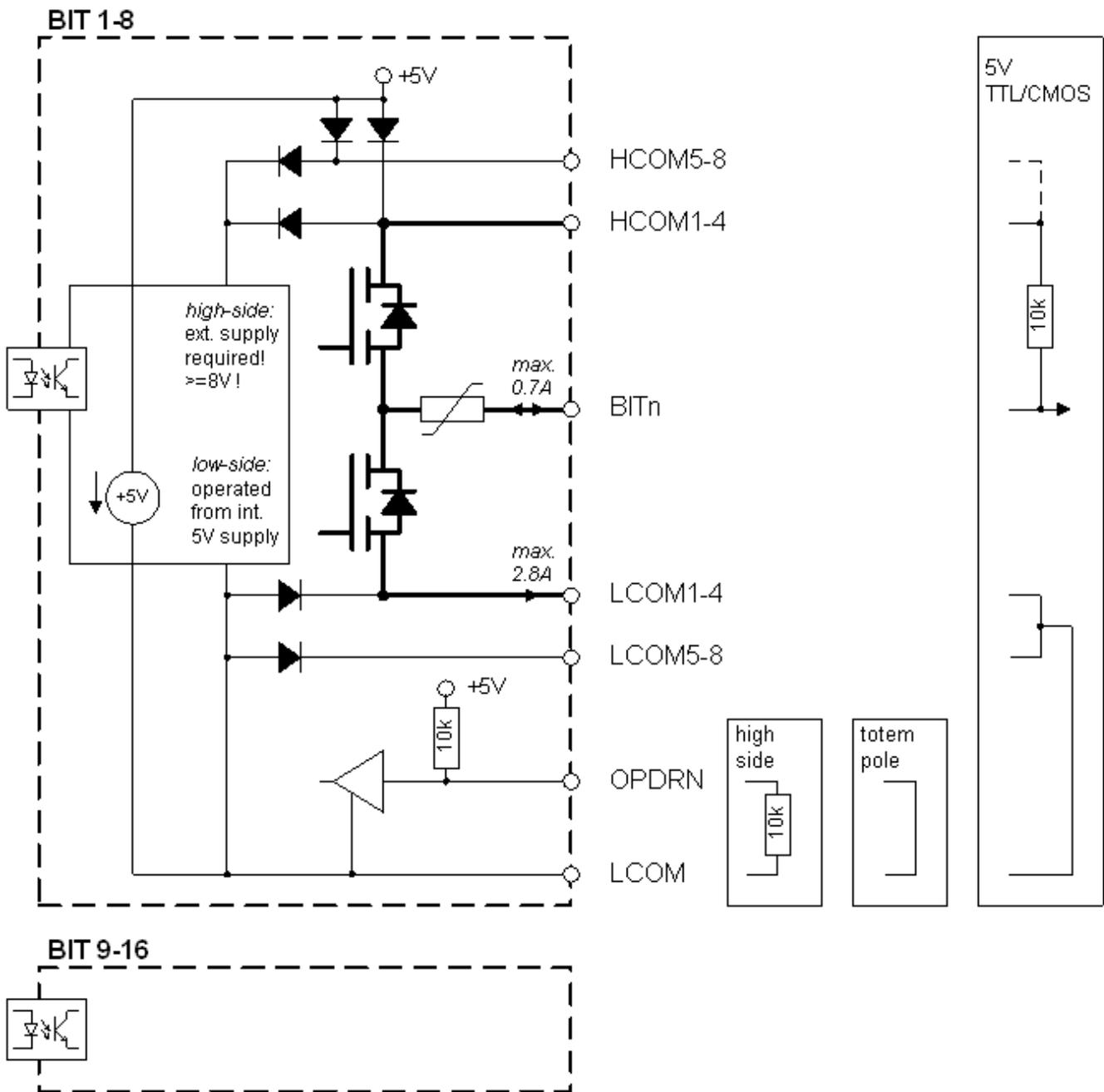
- Kurzschluss I_{limit} typ. 1,4 A, max. 2 A (@25°C)
- Überstrom
- Load dump bzw. Überspannungspulse beim-Schalten induktiver Lasten (high-side und low-side)
- Überstrom beim Schalten kapazitiver Lasten (typ. 2 x I_{nom})
- Verpoltes Anlegen einer Spannung am Ausgang ("reverse battery")
- Kein Schutz gegen verpoltes Anschließen von LCOM – HCOM

Die [technischen Daten des DO-16-HC](#)⁴⁴⁷.

[Pinbelegung: ACC/DSUBM-DO-HC-8](#)⁴⁹⁹

8.11.8.1 Prinzip-Schaltbild

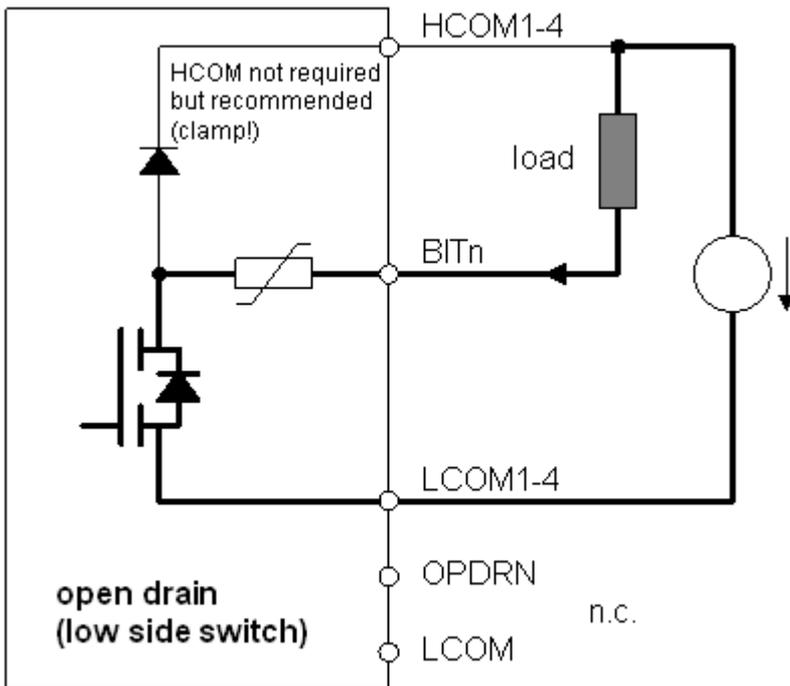
DO-16-HC



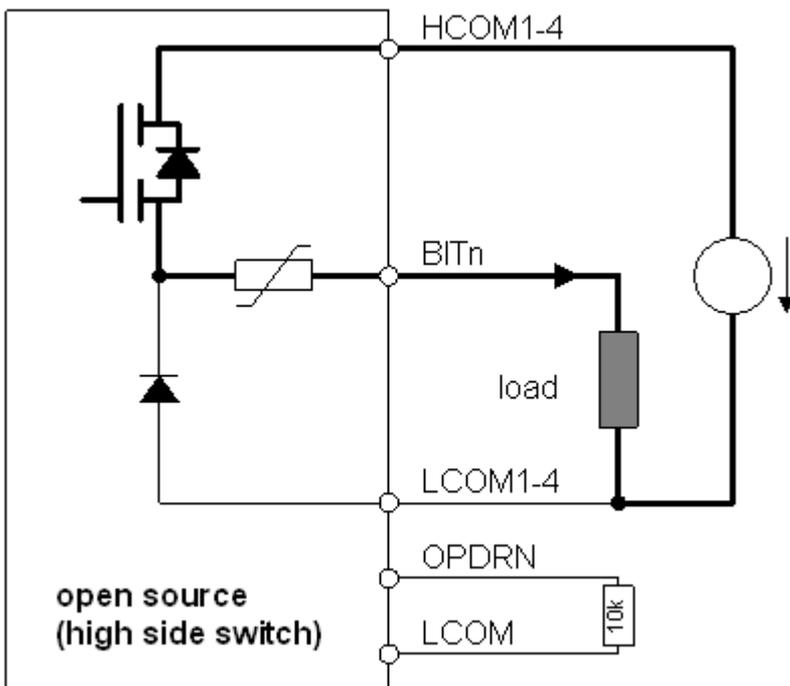
8.11.8.2 Konfiguration des Treiber-Modus

Modus	active switch	OPDRN-Pin	driver supply	HCOM (supply)	required initial state for passive power-up	Bemerkung
open drain	low side drive	float	intern	not required	1	
totem pole	complementary drive	LCOM	extern	extern (8 V ... 28 V)	0	
open source	high side drive	LCOM via 10k	extern	extern (8 V ... 28 V)	0	
TTL / CMOS	low side drive	float	intern	intern (5 V)	0	ext. Pullup erforderlich

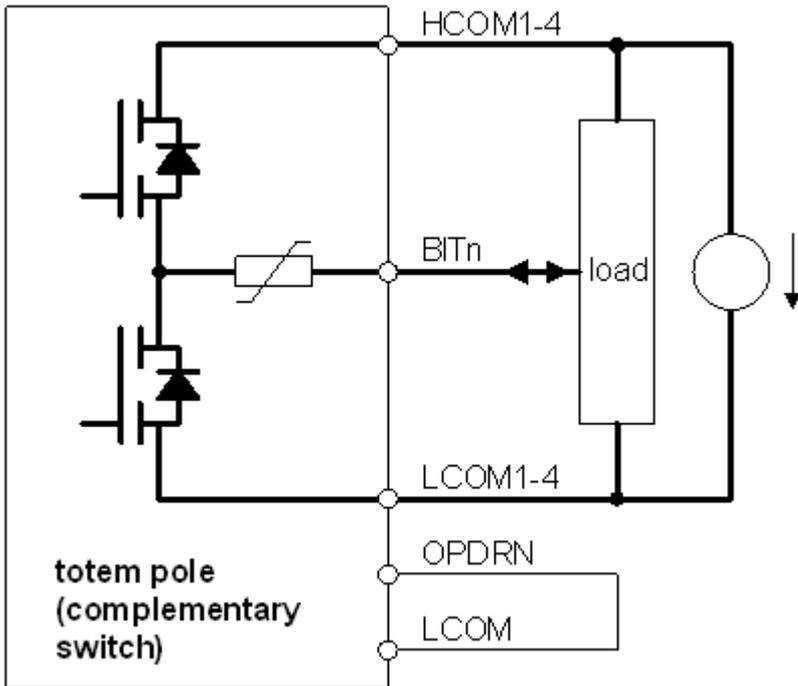
8.11.8.2.1 Open Drain Modus



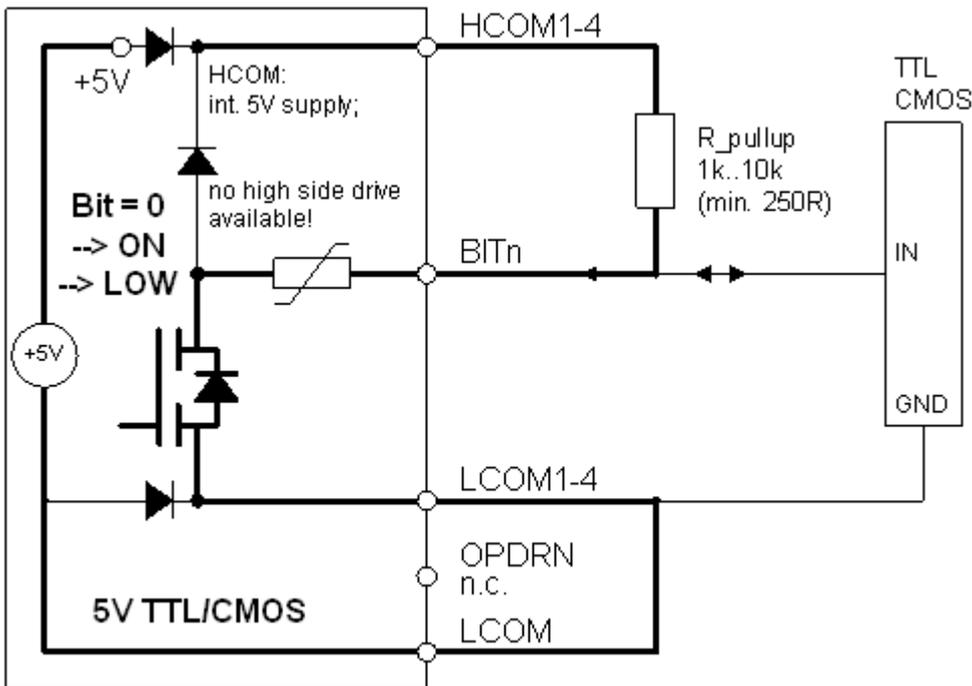
8.11.8.2.2 Open Source Modus



8.11.8.2.3 Totem pole Modus



8.11.8.2.4 TTL / CMOS (5 V) Modus



8.11.9 DAC-8: Analoge Ausgänge

Die analogen Ausgänge DAC 01 bis 08 ermöglichen eine Ausgabe von analogen Stell- und Steuergrößen auf 8 Kanälen. Die Ausgänge können mit Hilfe von imc Online FAMOS aus einer rechnerischen Verknüpfung von Messkanälen gebildet werden.

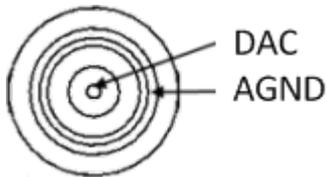
Besonderheiten (DAC)

- ± 10 V Pegel bei max. ± 10 mA Treiberfähigkeit und 250Ω Last
- beim Einschalten des Geräts garantiertes Aufstarten auf Pegel 0 V ohne undefinierte Zwischenzustände
- Kurzschlussfest gegen Masse
- bis zu 50 kHz Ausgaberate

Die [technischen Daten des DAC-8: Analoge Ausgänge](#) ⁴³⁸.

Die Pinbelegung der DSUB-15 Stecker finden Sie unter [Anschluss mit DSUB-15](#) ⁴⁹⁷ (ACC/DSUBM-DAC4)

Die **BNC Variante**, z.B. CRFX/DAC-8-BNC oder CRSL/DAC-8-BNC hat die folgende Belegung:



8.11.10 ENC-4: Inkrementalgeber-Kanäle

Der ENC-4 dient zum Messen von Signalen, bei denen Zeit- oder Frequenzinformationen erfasst werden sollen. Im Gegensatz zu den analogen Kanälen besteht die eigentliche Messung dabei nicht in einer Abtastung in einem festen Zeitraster (Sampling). Vielmehr werden mittels digitaler Zähler Zeiten zwischen den zu definierenden Flanken (Übergängen) des digitalen Signals gemessen.

Die verwendeten Zähler (individuell für jeden der 4 Kanäle) erreichen Zeitauflösungen von bis zu 31 ns (32 MHz) und eröffnen damit Dimensionen, die mit Sampling-Verfahren (bei vergleichbarem Aufwand) nicht erreichbar sind. Die einzustellende Abtastrate eines Inkrementalgeber-Kanals bedeutet dabei die Rate, mit der die Ergebniswerte der digitalen Zähler abgetastet werden. Eine allgemeine Beschreibung der [Inkrementalgeber-Kanäle](#)^[137], eine Beschreibung: [der Flankenbedingungen](#)^[144] und [technischen Daten des ENC-4](#)^[448].

! Hinweise

- Die maximale Anzahl von Inkrementalgeber-Kanälen ist auf 16 pro Gerät beschränkt. Es ist nicht möglich mehr als vier ENC-4 in ein System zu integrieren!
- Die Beschreibung in diesem Kapitel gilt nur für den ENC-4 eines CRONOS-PL/-SL, die des [digitalen Multiboards für eine CRC- oder eine CRFX-BASE finden Sie hier](#)^[288].

8.11.10.1 Sensortypen, Synchronisierung

Nullimpuls (Indexkanal) bezeichnet das Synchronisationsignal SYNC, das global für alle 4 Kanäle gemeinsam zur Verfügung steht. Ist dessen Eintrag Geber ohne Nullimpuls nicht aktiviert (Häkchen) so gilt folgende Bedingung: Nach dem Start einer Messung bleiben die Zähler so lange zurückgesetzt, bis die erste steigende Flanke von SYNC eintrifft. Dies ist unabhängig davon, ob die Start-Triggerbedingung bereits eingetreten ist oder nicht.

Wird ein **Sensor ohne Nullimpuls** benutzt, muss die Option **Geber ohne Nullimpuls angekreuzt** sein, da sonst der rückgesetzte Zähler wegen des ausbleibenden Start-Impulses nie freigegeben wird!
Der Indexkanal muss an der **zweiten** Buchse (Kanäle IN3 und IN4) angeschlossen werden!

Inkrementale Wegsensoren besitzen oft eine Referenzspur, die einmal pro Umdrehung ein solches Synchronisations-Signal abgibt. Der Nullimpuls-Eingang ist differentiell und übernimmt die Komparatoreinstellungen des **ersten** Inkrementalgeber-Eingangs. Seine Bandbreite ist mit einem fest eingestellten Tiefpassfilter auf 20 kHz begrenzt. Bleibt der Eingang offen, so stellt sich ein (inaktiver) HIGH-Zustand ein. Sie finden den Anschluss an Pin 6 und 13.

Die Messarten Weg, Winkel und Drehzahl und Geschwindigkeit sind insbesondere für den direkten Anschluss von Inkrementalgeber-Sensoren geeignet. Diese bestehen aus einer rotierenden Scheibe mit feiner Strichteilung in Verbindung mit einer optischen Abtastung, sowie u.U. elektrischer Signalaufbereitung.

Unterschieden werden Ein- und Zweisignalgeber. Zweisignalgeber (quadrature encoder) liefern zwei um 90° phasenversetzte Signale, die Spuren A und B (C und D). Durch Auswertung dieser Phaseninformation zwischen A und B-Spur kann die Drehrichtung bestimmt werden. Bei Auswahl des entsprechenden Signalgeber-Typs wird diese Funktionalität unterstützt. Die eigentliche Zeit oder Frequenzinformation dagegen wird ausschließlich aus der A(C)-Spur abgeleitet!

Die Messarten Ereignis, Frequenz und Zeit beziehen sich stets auf Einsignalgeber, da hier eine Richtungs- oder Vorzeichen-Auswertung nicht sinnvoll ist. Der Sensor ist dann jeweils an der Klemme für die Spur A anzuschließen.

Da manche Signalgeber die Bereitstellung einer Versorgungsspannung erfordern, stehen an den Anschlüssen +5 V und GND am [DSUB](#)^[497] 5 V zur Verfügung (max. 300 mA). Diese Spannung ist nicht potentialfrei.

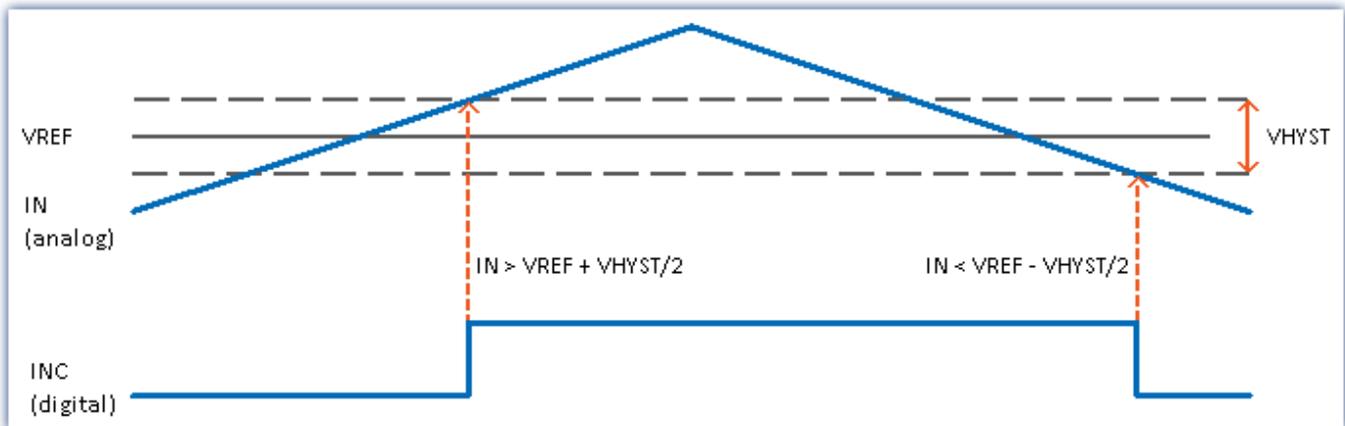
Für den älteren INK4 ist diese Versorgungsspannung von +5 V nicht abgesichert! Sie ist zugleich die CRONOS-System Versorgung und sollte bei Benutzung extern abgesichert werden.

8.11.10.2 Komparator-Konditionierung (Schwelle, Hysterese)

Die speziellen Eigenschaften der Inkrementalgeber-Kanäle stellen besondere Anforderungen an die Signalqualität: Durch die sehr hohe Zeitauflösung des Detektors bzw. Zählers werden bereits kürzeste Impulse erfasst und ausgewertet, die bei abtastenden Messverfahren (wie bei den digitalen Eingängen) nicht wahrnehmbar wären. Daher müssen die digitalen Signale saubere Flanken aufweisen, um nicht zu gestörten Messungen zu führen. Fehlimpulse oder Prellen führen sonst zu Artefakten in Form von Einbrüchen in gemessenen Zeitverläufen bzw. enormen Spitzen in Drehzahlverläufen.

Einfache Sensoren z.B. induktiver Art oder nach dem Lichtschranken-Prinzip geben oft nur unkonditionierte analoge Signale ab, die nach einer Schwellenwert-Bedingung ausgewertet werden müssen. Daneben können selbst bei konditionierten Gebersignalen (z.B. TTL-Pegel) durch lange Kabel, schlechte Bezugspotentiale, Erdschleifen oder Störeinkopplung Probleme entstehen, denen CRONOS-PL durch eine spezielle 3-stufige Konditioniereinheit begegnet:

Zunächst ermöglicht ein hochohmiger Differenzverstärker (± 10 V Bereich, $100\text{ k}\Omega$) die sichere Messung eines Sensors auch über lange Kabel sowie eine wirksame Unterdrückung von Gleichtaktstörungen und Erdschleifen. Ein nachgeschaltetes (konfigurierbares) Filter bietet eine weitere an die Mess-Situation angepasste Störunterdrückung. Schließlich fungiert ein Komparator mit einstellbarer Schwelle und Hysterese als digitaler Detektor. Die (einstellbare) Hysterese wirkt dabei abermals als störunterdrückendes Element:



Überschreitet das analoge Signal die Schwelle $V_{REF} + V_{HYST}/2$, so wechselt das digitale Signal den Zustand ($\leftarrow : 0 \rightarrow 1$) und senkt gleichzeitig die Schwelle, die unterschritten werden muss, um wieder nach 0 zu wechseln, um den Betrag V_{HYST} ab. Damit liegt die Schwelle für einen erneuten Zustandsübergang von 1 nach 0 bei $V_{REF} - V_{HYST}/2$. Der Betrag der Hysterese stellt somit die Breite eines Bandes dar, das Signalauschen und Störungen nicht überschreiten dürfen, ohne zu Fehlimpulsen zu führen.

Die Voreinstellung für die Schwelle V_{REF} ist auf $1,5\text{ V}$ festgelegt, die Hysterese V_{HYST} beträgt $0,5\text{ V}$.

Zustandsübergänge werden somit detektiert bei den Signalpegeln:

$1,75\text{ V}$ ($\uparrow : 0 \Rightarrow 1$) und $1,25\text{ V}$ ($\downarrow : 0 \Rightarrow 1$).

Die Bediensoftware bietet die wahlfreie Konfiguration von Schwelle und Hysterese. Diese beiden Parameter gelten jeweils für X- und Y-Spur eines Kanals, mit den möglichen Einstellbereichen von:

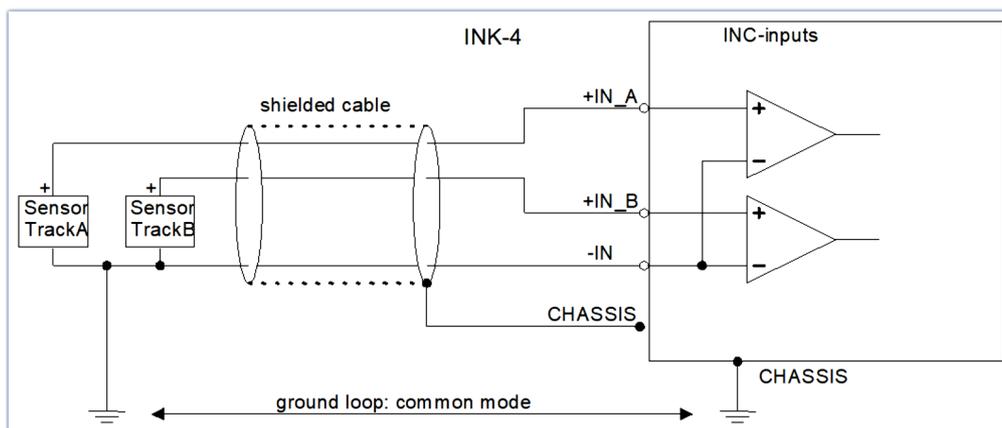
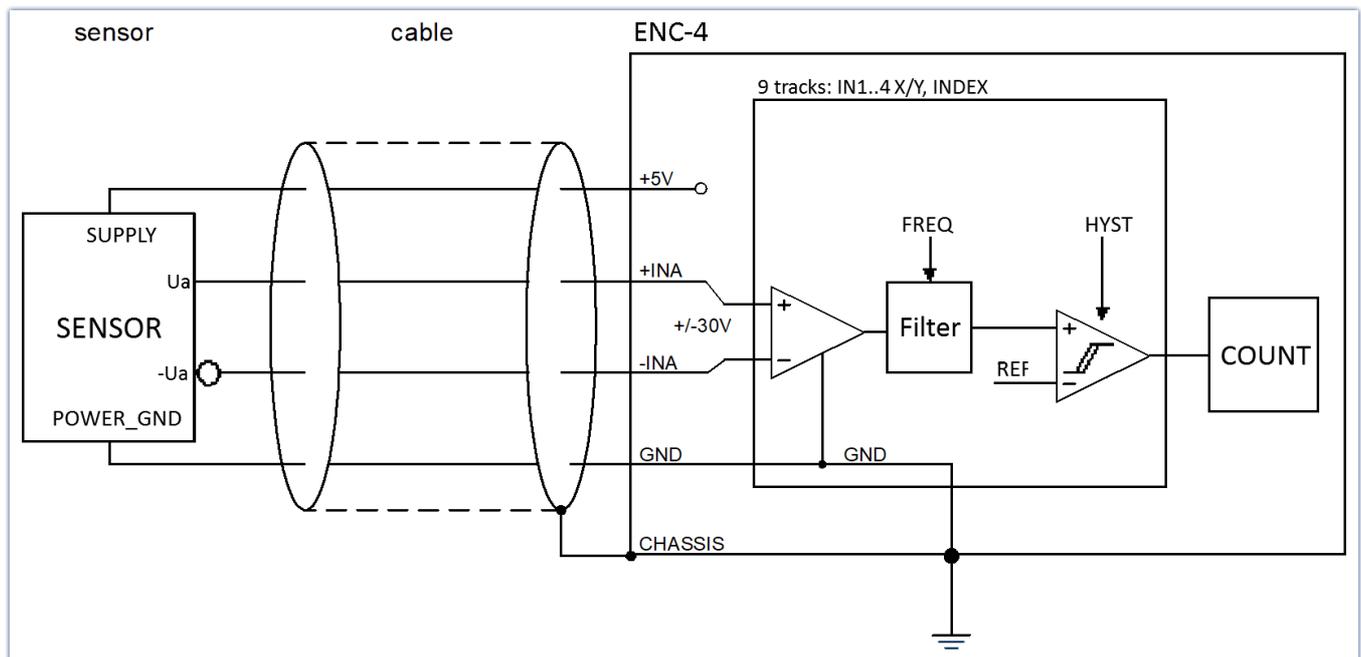
Schwelle (V_{REF}) = $\pm 10\text{ V}$	Hysterese (V_{HYST}) = $+100\text{ mV} \dots +4\text{ V}$	Bedingung: ($ V_{REF} + V_{HYST}/2$) $< 10\text{ V}$
---	--	---

Eckfrequenzen des (2-poligen) Tiefpassfilters werden jeweils gemeinsam für die beiden Spuren eines Kanals konfiguriert auf 200 Hz , 2 kHz , 20 kHz oder ohne (Leerlaufbandbreite 500 kHz).

Aufbau

Die komplette Konditionierung ist für alle verfügbaren 8 Spuren der 4 Kanäle vorgesehen: Pro Kanal können 2 Spuren (A und B bzw. C und D) eines Zweisignalgebers angeschlossen werden, wobei sich die Differenzeingänge zweier Spuren jeweils einen gemeinsamen Bezug (neg. Eingang) teilen.

Blockbild

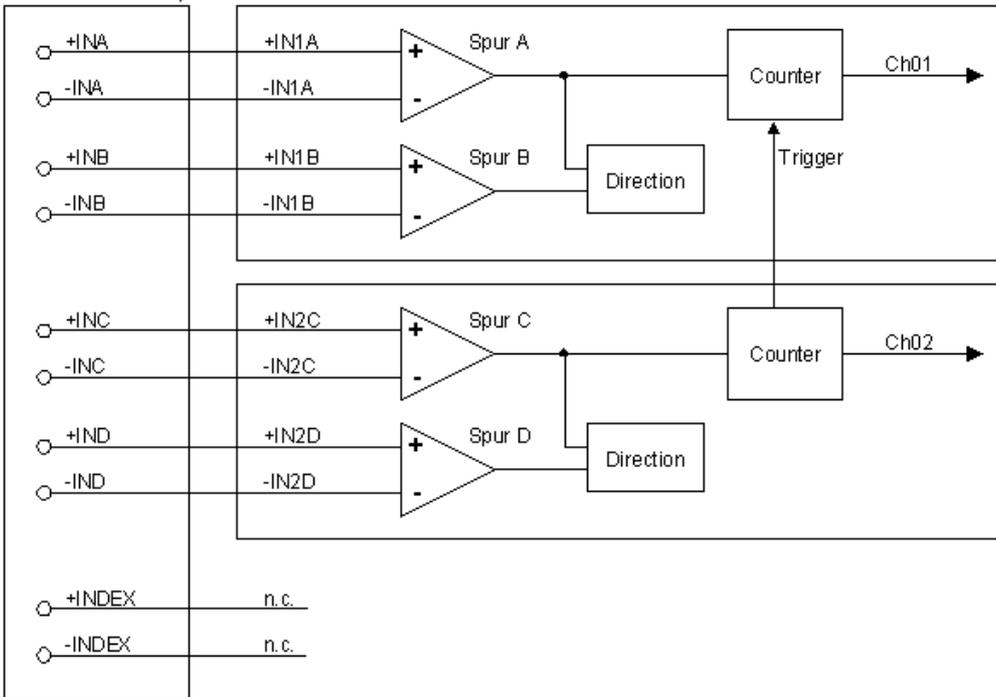


Unterschieden werden Ein- und Zweisignalgeber. Zweisignalgeber (quadrature encoder) liefern zwei um 90° phasenversetzte Signale, die Spuren A und B (C und D). Durch Auswertung dieser Phaseninformation zwischen A und B-Spur kann die Drehrichtung bestimmt werden. Bei Auswahl des entsprechenden Signalgeber-Typs wird diese Funktionalität unterstützt. Die eigentliche Zeit oder Frequenzinformation dagegen wird ausschließlich aus der A-Spur abgeleitet!

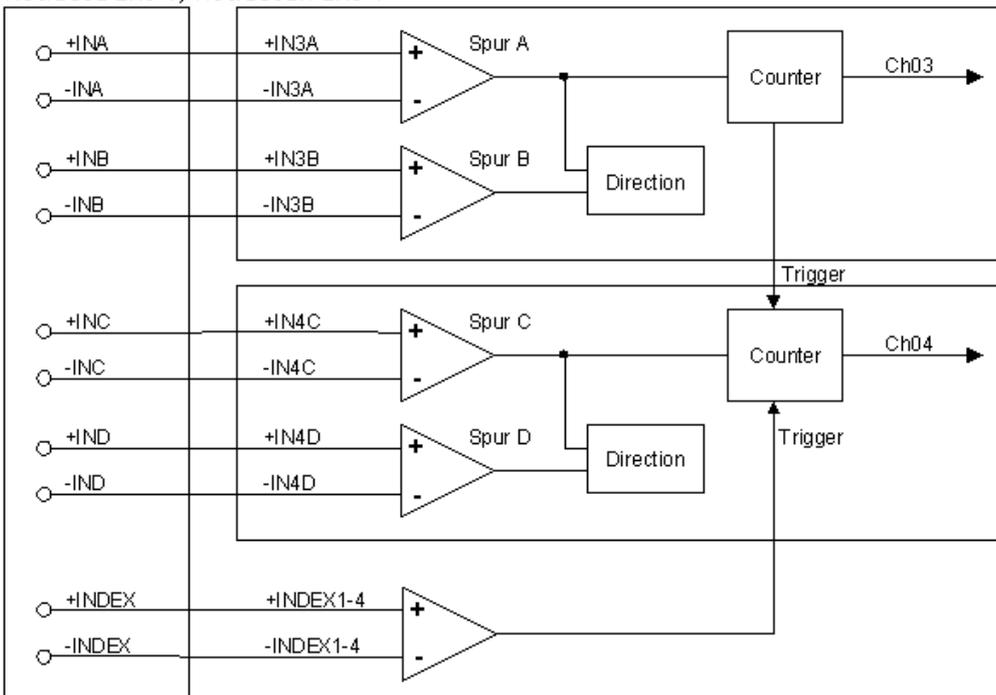
Der Index-Kanal ist ebenso wie die übrigen Kanäle voll konditioniert. Er kann, wenn diese Funktion ausgewählt wurde, für alle 4 Kanäle wirksam sein. Die DSUB-15 Anschluss-Buchsen sind mit jeweils 2 Kanälen belegt. Um ein versehentliches Kurzschließen bei fehlerhafter Verdrahtung zu vermeiden, wurde der Index-Kanal nur auf der zweiten DSUB-15 Buchse (Kanal IN3 und IN4) belegt, zusammen mit Kanal 3 und 4. Die erste Buchse, welche mit Kanal 1 und 2 belegt ist, hat auf den entsprechenden Pins dagegen keinen Kontakt zum Index-Kanal! Die imc-Klemmenstecker sind dagegen aus Uniformitätsgründen einheitlich mit \pm INDEX beschriftet!

8.11.10.3 Kanalzuordnung

ACC/DSUB-ENC-4, ACC/DSUBM-ENC-4



ACC/DSUB-ENC-4, ACC/DSUBM-ENC-4



Voraussetzung für einen korrekten Arbeitspunkt des Eingangs-Differenzverstärkers ist es, dass der Sensor Massebezug hat, d.h. eine niederohmige Impedanz bezüglich Masse (GND, CHASSIS, PE) aufweist. Dies ist nicht zu verwechseln mit dem Gleichtakt-Potential des Sensors, welches (auch für den -IN Eingang!) bis zu ± 30 V betragen darf. Dies ist auch unabhängig davon, dass eine differentielle Messung am hochohmigen Differenzeingang konfiguriert wird. Ist dieser galvanischen Bezug zum System (CHASSIS) bei einem isolierten (potentialgetrennten Sensor) zunächst nicht gegeben, so muss eine solche Verbindung hergestellt werden, z.B. als Drahtbrücke zwischen GND (CRONOS-PL) und POWER_GND des Sensors!

Die vom Modul an den Klemmen +5 V, GND bereitgestellte Versorgungsspannung von 5 V (max. typ. 100 mA; auf Anfrage 300 mA) kann zur Versorgung von Sensoren benutzt werden. Wird eine größere Spannung oder Versorgungsleistung benötigt, so muss der Sensor extern versorgt werden, wobei unbedingt auf einen galvanischen Bezug dieser Versorgungsspannung zur Systemmasse geachtet werden muss!

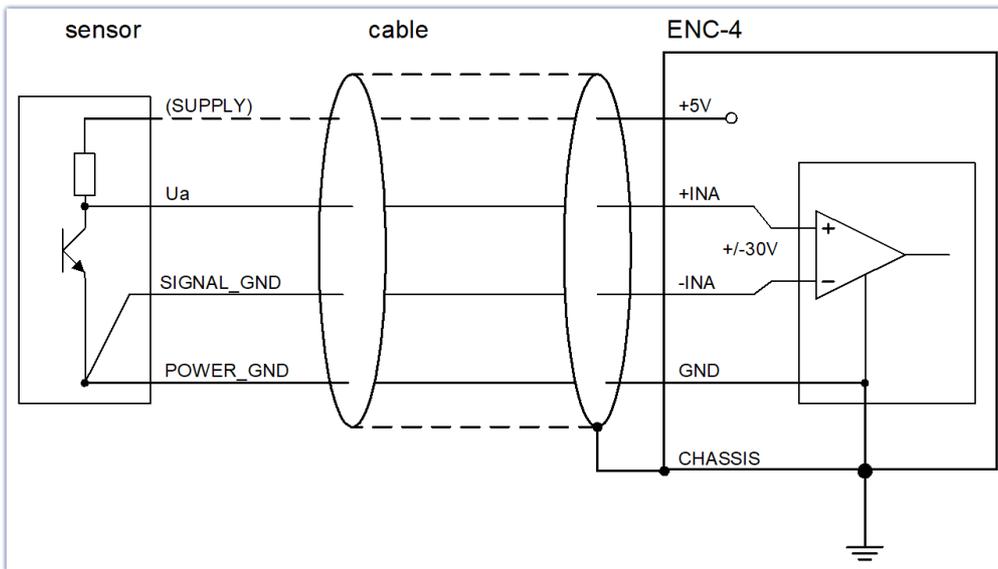
8.11.10.4 Anschluss

Jeder der 4 Inkrementalgeber-Kanäle besitzt eine A- und B-Spur (C und D) zum Anschluss eines Zweisignalgebers. Wird ein Einsignalgeber verwendet, so ist dieser an die A-Spur anzuschließen und die positive B-Spur mit der negativen B-Spur kurzzuschließen. Wird der Index- Eingang nicht benutzt, ist der positive Index-Kanal mit dem negativen Index-Kanal kurzzuschließen.

Die [Pinbelegung des ACC/DSUB\(M\)-ENC-4](#) .

8.11.10.4.1 Anschluss: Open-Collector Sensor

Einfache Drehgeber-Sensoren sind oft als Open-Collector Stufe ausgeführt, die ein Signal abgeben, das sich zwischen den Zuständen 0 V und SUPPLY bewegt. In diesem Fall sollte die Schaltschwelle daher auf die halbe SUPPLY-Spannung gestellt werden:

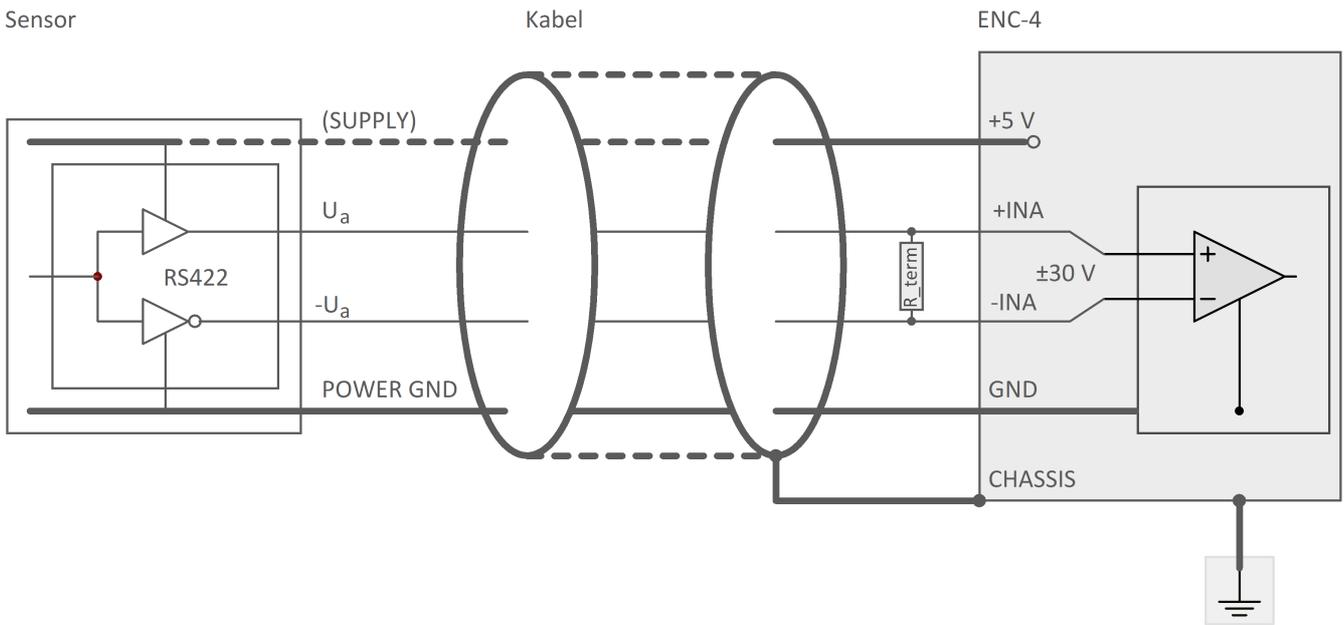


Sensor mit Open-Collector Ausgang

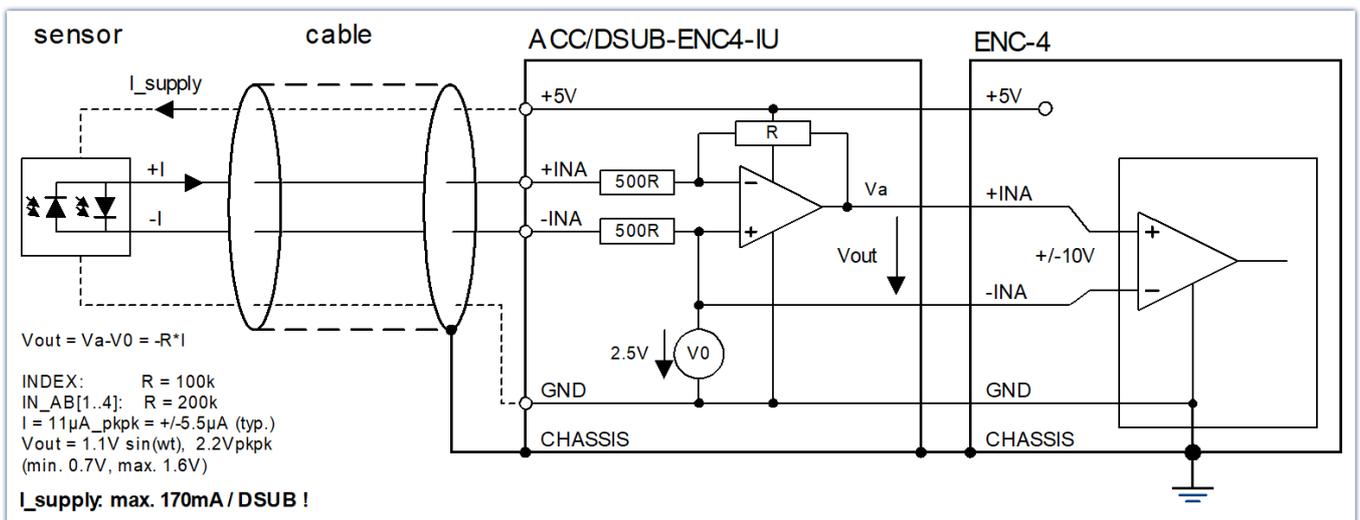
8.11.10.4.2 Anschluss: Sensoren mit RS422 Differenz-Leitungstreibern

Handelsübliche Drehgeber sind oft mit Differenz-Leitungstreibern z.B. nach EIA-Standard RS422 ausgerüstet. Diese liefern für jede Spur komplementäre (inverse) Signale mit jeweils TTL-Pegel. Der Sensor wird differentiell zwischen den komplementären Ausgängen ausgewertet. Als Schwelle muss 0 V gewählt werden, da die Differenzauswertung ein bipolares Null-symmetrisches Signal ergibt: 3,8 V bis 5 V (HIGH) bzw. -3,8 V bis -5 V (LOW). Erdschleifen werden als reine Gleichtaktstörungen weitestgehend unterdrückt.

Das folgende Bild zeigt die Beschaltung. Mit einem Abschlusswiderstand (R_{term}) von ca. 90 Ω bis 150 Ω lässt sich das Reflektionsverhalten und damit die Signalqualität zusätzlich verbessern (wir empfehlen 126 Ω).



8.11.10.4.3 Anschluss: Sensoren mit Stromsignalen



Wird ein Drehgeber verwendet, der mit Stromsignalen arbeitet, kann der Strom/Spannungs-Stecker [ACC/DSUB\(M\)-ENC-4-IU](#)⁴⁹⁷ verwendet werden. Es ist möglich, dass der Sensor aus dem ENC-4-Modul heraus versorgt wird. Dabei gilt:

max. Versorgungsstrom: 320 mA

Die resultierende Eingangsspannung für das ENC-Modul kann nicht an den Schraubklemmen, sondern direkt an den Pins des DSUB Steckers gemessen werden.

8.11.11 FRQ2-4 Frequenzmodulierte Signale

Dieser Signalkonditionierer ist für frequenzmodulierte Signale auf Basis eines Inkrementalgeber-Moduls. Diese Verstärker wurden speziell für Sensoren entwickelt, die eine nicht elektrische physikalische Größe in Frequenzen umwandelt. Diese Sensoren geben im "Ruhezustand" (Eingangsgröße = 0) eine Frequenz ungleich 0 aus.

	FRQ-4	FRQ2-4														
Messmodus:	Frequenz (TTL-Pegel)	Frequenz (TTL-Pegel)														
Abtastrate:	max. 50 KHz pro Kanal	max. 50 KHz pro Kanal														
Messbereiche:	1 kHz, 2,5 kHz, 5 kHz, 10 kHz, 20 kHz	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Messbereiche ±</th> <th>Mittenfrequenz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3 kHz,</td> <td>6 kHz,</td> </tr> <tr> <td>5 kHz,</td> <td>10 kHz,</td> </tr> <tr> <td>12 kHz,</td> <td>24 kHz,</td> </tr> <tr> <td>30 kHz,</td> <td>60 kHz,</td> </tr> <tr> <td>50 kHz,</td> <td>100 kHz,</td> </tr> <tr> <td>120 kHz</td> <td>240 kHz</td> </tr> </tbody> </table>	Messbereiche ±	Mittenfrequenz	3 kHz,	6 kHz,	5 kHz,	10 kHz,	12 kHz,	24 kHz,	30 kHz,	60 kHz,	50 kHz,	100 kHz,	120 kHz	240 kHz
Messbereiche ±	Mittenfrequenz															
3 kHz,	6 kHz,															
5 kHz,	10 kHz,															
12 kHz,	24 kHz,															
30 kHz,	60 kHz,															
50 kHz,	100 kHz,															
120 kHz	240 kHz															

Weitere Daten:

[hier, auf Seite 449](#)

Die Mittenfrequenz wird in der Gerätesoftware bei der Wahl des Messbereiches vorgegeben.

Entsprechend dem "Rauschen" der Eingangsgröße ist ebenfalls die Ausgangsgröße Frequenz verrauscht. Dieses kann mit dem einstellbaren Filter begrenzt werden. Dieser Filter ist nicht zu verwechseln mit der Filtereinstellung für einen Inkrementalgeber-Eingang: Dort wird die Ausgangsgröße gefiltert, um Störimpulse zu eliminieren. Dagegen wird beim FRQ-4 die resultierende physikalische Größe gefiltert.

Durch die Tarierung wird dieser Ruhezustand als Nulllage definiert (Setup-Seite "Kanalabgleich"). Frequenzen, die kleiner des Ruhezustandes sind, werden dann als negative physikalische Werte angezeigt.

8.11.11.1 Anschluss

Als Anschluss-Stecker verwendet

- der FRQ-4 den: [ACC/DSUB\(M\)-ENC4](#)⁴⁹⁷ und
- der FRQ2-4 den: [ACC/DSUBM-FRQ2](#)⁴⁹⁷.

8.11.12 HRENC-4: Hochauflösender Inkrementalgeber

HRENC-4 als Modul ist zum Messen von Signalen, bei denen Zeit- oder Frequenzinformationen erfasst werden sollen. Im Gegensatz zu analogen Kanälen besteht die eigentliche Messung dabei nicht in einer Abtastung in einem festen Zeitraster (Sampling). Vielmehr werden mittels digitaler Zähler entweder die Anzahl aufgetretener Impulse oder die Zeiten zwischen zu definierenden Flanken bestimmt. Für die Zeitmessung bzw. die maximale Frequenz wird eine Auflösung von ca. 3,9 ns (256 MHz) erreicht.

Bei der Verwendung von zweispurigen Sinus/Kosinus-Signalgebern wird eine Wandlung in digitale Werte (Komparator) zur Bestimmung von Richtung und absoluter Zahl der Fortschritte (vollständige Perioden) durchgeführt. Darüber hinaus kann eine detaillierte Information über die Position durch analoge Auswertung des Sinus/Kosinus Signals gewonnen werden, dies führt zu einer erhöhten Auflösung.

Stärken

- Voll konditioniert (Differenzeingang und Filter)
- Sowohl digitaler Komparator als auch analoge Auswertung (bei sin / cos Signalen)
- 256 MHz Zeitauflösung
- Rückführung von Drehzahl etc. auf präzise Zeitmessung

Für zweispurige Sinus-Signalgeber

Neben der technischen Ausstattung des ENC-4 verfügt der HRENC-4 zusätzlich über eine analoge Auswertung. Normalerweise geben Inkrementalgeber einfache Rechtecksignale ab, deren Impulsfolge nach bestimmten Kriterien ausgewertet wird. In diesem Fall genügt es, dass der Eingangsverstärker des Inkrementalgebers die Impulse anhand der Pegel klar als HIGH oder LOW detektiert.

Zweispurige Sinus/Kosinus-Signalgeber, geben die Impulsfolge als [kontinuierlichen Sinus/Kosinusverlauf](#)^[312] aus.

[Technische Daten: HRENC-4](#)^[452]

8.11.12.1 Sensortypen, Synchronisierung

Nullimpuls (Indexkanal) bezeichnet das Synchronisationsignal SYNC, das global **für die Kanäle eines Steckers gemeinsam** zur Verfügung steht. Ist dessen Eintrag **Geber ohne Nullimpuls nicht** aktiviert (Häkchen) so gilt folgende Bedingung: Nach dem Start einer Messung bleiben die Zähler so lange zurückgesetzt, bis die **erste steigende Flanke** von **SYNC** eintrifft. Dies ist unabhängig davon, ob die Start-Triggerbedingung bereits eingetreten ist oder nicht.

Der Nullimpuls wird vor jeder Messung zurückgesetzt.

Wird ein **Sensor ohne Nullimpuls** benutzt, muss die Option **Geber ohne Nullimpuls angekreuzt** sein, da sonst der rückgesetzte Zähler wegen des ausbleibenden Start-Impulses nie freigegeben wird!!
Der Indexkanal muss an der **ersten** Buchse (Kanäle IN1 und IN2) angeschlossen werden!

Inkrementale Wegsensoren besitzen oft eine Referenzspur, die einmal pro Umdrehung ein solches Synchronisations-Signal abgibt. Der Nullimpuls-Eingang ist differentiell und übernimmt die Komparatoreinstellungen des **ersten** Inkrementalgeber-Eingangs. Seine Bandbreite ist unabhängig von den Einstellungen der Inkrementalgeber-Eingänge mit keinem zusätzlichen Tiefpassfilter begrenzt. Bleibt der Eingang offen, so stellt sich ein (inaktiver) HIGH-Zustand ein.

Die Messarten Weg, Winkel und Drehzahl und Geschwindigkeit sind insbesondere für den direkten Anschluss von Inkrementalgeber-Sensoren geeignet. Diese bestehen aus einer rotierenden Scheibe mit feiner Strichteilung in Verbindung mit einer optischen Abtastung, sowie u.U. elektrischer Signalaufbereitung.

Unterschieden werden Ein- und Zweisignalgeber. Zweisignalgeber (quadrature encoder) liefern zwei um 90° phasenversetzte Signale, die Spuren A und B (C und D). Durch Auswertung dieser Phaseninformation zwischen A und B-Spur kann die Drehrichtung bestimmt werden. Bei Auswahl des entsprechenden Signalgeber-Typs wird

diese Funktionalität unterstützt. Die eigentliche Zeit oder Frequenzinformation dagegen wird ausschließlich aus der A(C)-Spur abgeleitet!

Die Messarten Ereignis, Frequenz und Zeit beziehen sich stets auf Einsignalgeber, da hier eine Richtungs- oder Vorzeichen-Auswertung nicht sinnvoll ist. Der Sensor ist dann jeweils an der Klemme für die Spur A anzuschließen.

Eine Sonderrolle unter den Zweisignalgeber spielen Geber mit um 90° phasenversetzten Sinus-Signale, die sogenannten SinCos-Signalgeber, da mit diesen eine deutlich höhere Auflösung zu erzielen ist. Genau das ist die Stärke des HRENC-4, auf die in den folgenden Abschnitten genauer eingegangen wird.

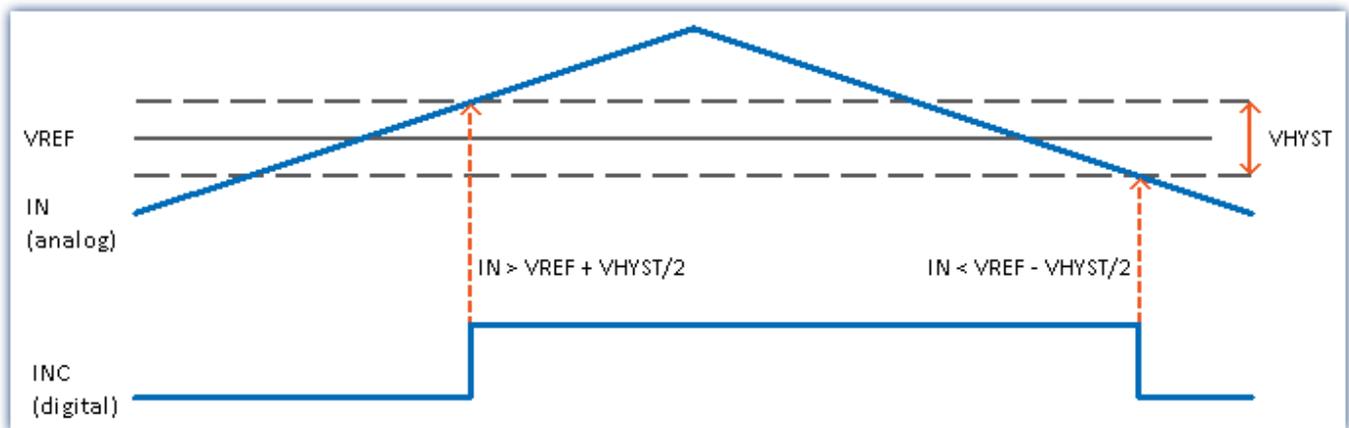
Da manche Signalgeber die Bereitstellung einer Versorgungsspannung erfordern, stehen an den [Anschlusssteckern](#) ⁴⁹⁷ 5 V zur Verfügung (max. 300 mA Gesamtlast).

8.11.12.2 Komparator-Konditionierung (Schwelle, Hysterese)

Die speziellen Eigenschaften der Inkrementalgeber-Kanäle stellen besondere Anforderungen an die Signalqualität: Durch die sehr hohe Zeitauflösung des Detektors bzw. Zählers werden bereits kürzeste Impulse erfasst und ausgewertet, die bei abtastenden Messverfahren (wie bei den digitalen Eingängen) nicht wahrnehmbar wären. Daher müssen die digitalen Signale saubere Flanken aufweisen, um nicht zu gestörten Messungen zu führen. Fehlimpulse oder Prellen führen sonst zu Artefakten in Form von Einbrüchen in gemessenen Zeitverläufen bzw. enormen Spitzen in Drehzahlverläufen.

Einfache Sensoren z.B. induktiver Art oder nach dem Lichtschranken-Prinzip geben oft nur unkonditionierte analoge Signale ab, die nach einer Schwellenwert-Bedingung ausgewertet werden müssen. Daneben können selbst bei konditionierten Gebersignalen (z.B. TTL-Pegel) durch lange Kabel, schlechte Bezugspotentiale, Erdschleifen oder Störeinkopplung Probleme entstehen, denen das imc Gerät durch eine spezielle 3-stufige Konditioniereinheit begegnet.

Zunächst ermöglicht ein hochohmiger Differenzverstärker die sichere Messung eines Sensors auch über lange Kabel sowie eine wirksame Unterdrückung von Gleichtaktstörungen und Erdschleifen. Ein nachgeschaltetes (konfigurierbares) Filter bietet eine weitere an die Mess-Situation angepasste Störunterdrückung. Schließlich fungiert ein Komparator mit einstellbarer Schwelle und Hysterese als digitaler Detektor. Die (einstellbare) Hysterese wirkt dabei abermals als störunterdrückendes Element:



Überschreitet das analoge Signal die Schwelle $VREF + VHYST/2$, so wechselt das digitale Signal den Zustand ($\leftarrow : 0 \Rightarrow 1$) und senkt gleichzeitig die Schwelle, die unterschritten werden muss, um wieder nach 0 zu wechseln, um den Betrag $VHYST$ ab. Damit liegt die Schwelle für einen erneuten Zustandsübergang von 1 nach 0 bei $VREF - VHYST/2$. Der Betrag der Hysterese stellt somit die Breite eines Bandes dar, das Signalrauschen und Störungen nicht überschreiten dürfen, ohne zu Fehlimpulsen zu führen.

Die Voreinstellung für die Schwelle $VREF$ ist auf 1,5 V festgelegt, die Hysterese $VHYST$ beträgt 0,5 V. Zustandsübergänge werden somit detektiert bei den Signalpegeln:

1,75 V ($\uparrow : 0 \Rightarrow 1$) und 1,25 V ($\downarrow : 0 \Rightarrow 1$).

(Differenzverstärker ± 10 V bzw. 1,5 V Bereich, 100 k Ω)

Die Bediensoftware bietet die wahlfreie Konfiguration von Eingang, Schwelle und Hysterese. Diese Parameter gelten für X- und Y-Spur eines Kanals, mit den möglichen Einstellbereichen von:

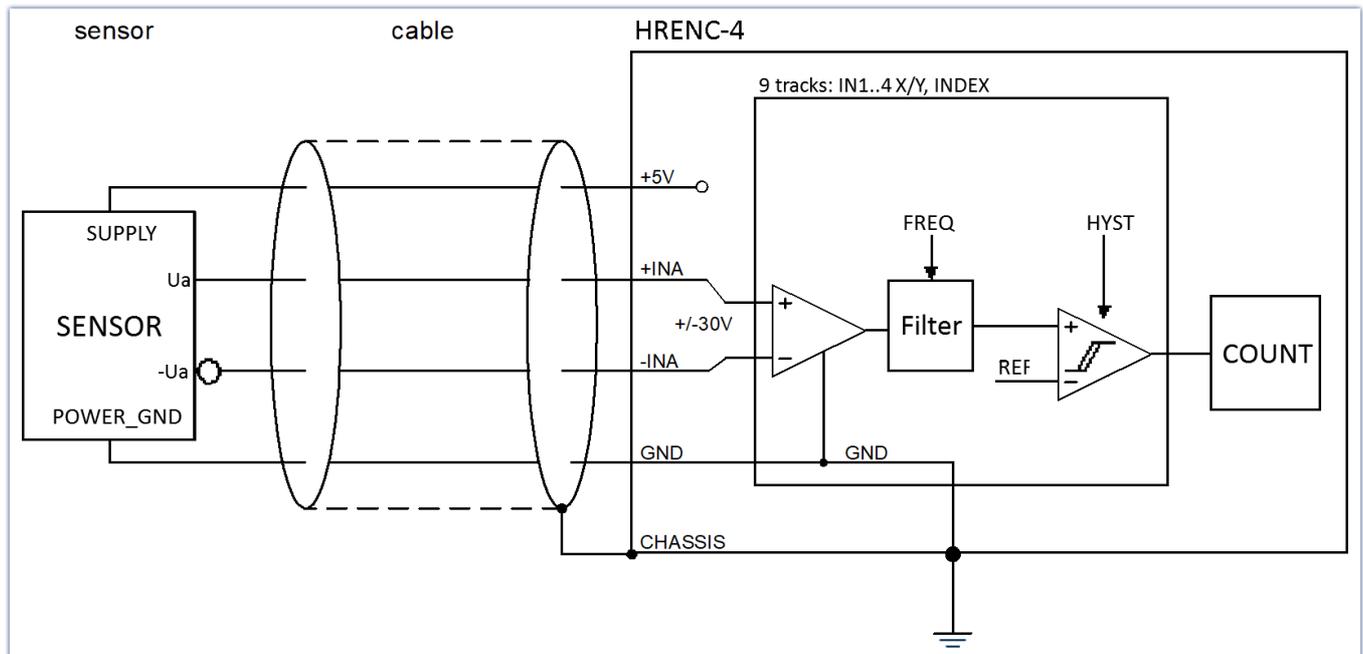
Eingang (VREF) = ± 10 V	Schwelle (VREF) = ± 10 V	Hysterese (VHYST) = 100 mV .. 10 V	Bedingung: (VREF +VHYST/2) < 10 V
Eingang (VREF) = $\pm 1,5$ V	Schwelle (VREF) = $\pm 1,5$ V	Hysterese (VHYST) = 100 mV .. 1,5 V	Bedingung: (VREF +VHYST/2) < 10 V

Eckfrequenzen des (2-poligen) Tiefpassfilters werden jeweils gemeinsam für die beiden Spuren eines Kanals konfiguriert auf 200 Hz, 2 kHz, 20 kHz oder ohne (Leerlaufbandbreite 500 kHz).

Aufbau

Die komplette Konditionierung ist für alle verfügbaren 8 Spuren der 4 Kanäle vorgesehen: Pro Kanal können 2 Spuren (A und B bzw. C und D) eines **Zweisignalgebers** angeschlossen werden, wobei sich die Differenzeingänge zweier Spuren jeweils einen **gemeinsamen Bezug** (negativer Eingang) teilen.

Blockbild

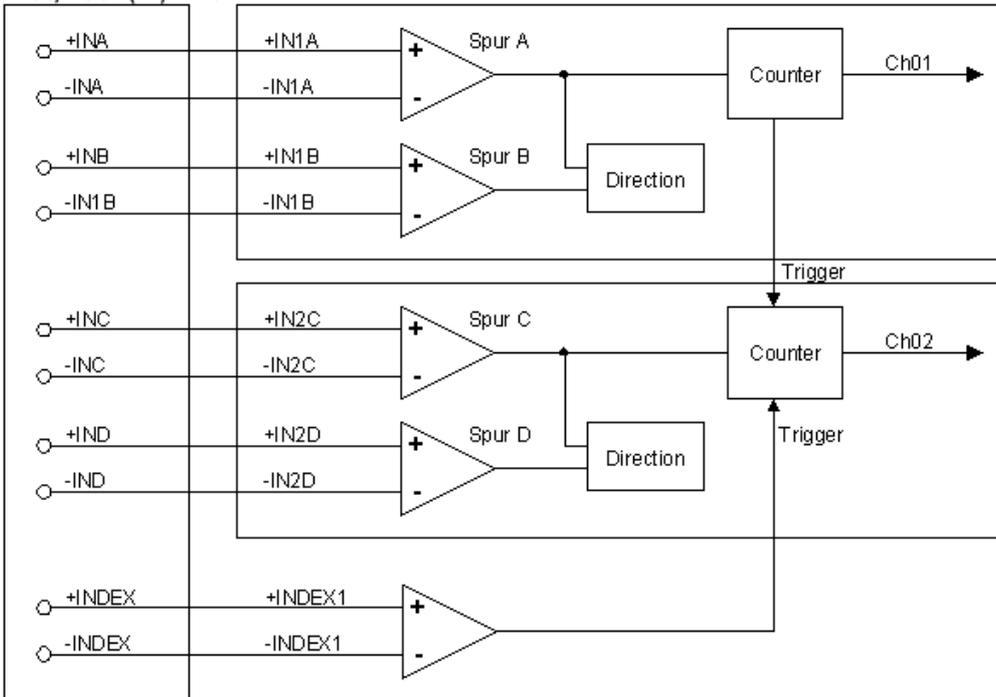


Unterschieden werden Ein- und Zweisignalgeber. Zweisignalgeber (quadrature encoder) liefern zwei um 90° phasenversetzte Signale, die Spuren A und B (C und D). Durch Auswertung dieser Phaseninformation zwischen A- und B-Spur kann die Drehrichtung bestimmt werden. Bei Auswahl des entsprechenden Signalgeber-Typs wird diese Funktionalität unterstützt. Die eigentliche Zeit oder Frequenzinformation dagegen wird ausschließlich aus der A-Spur abgeleitet!

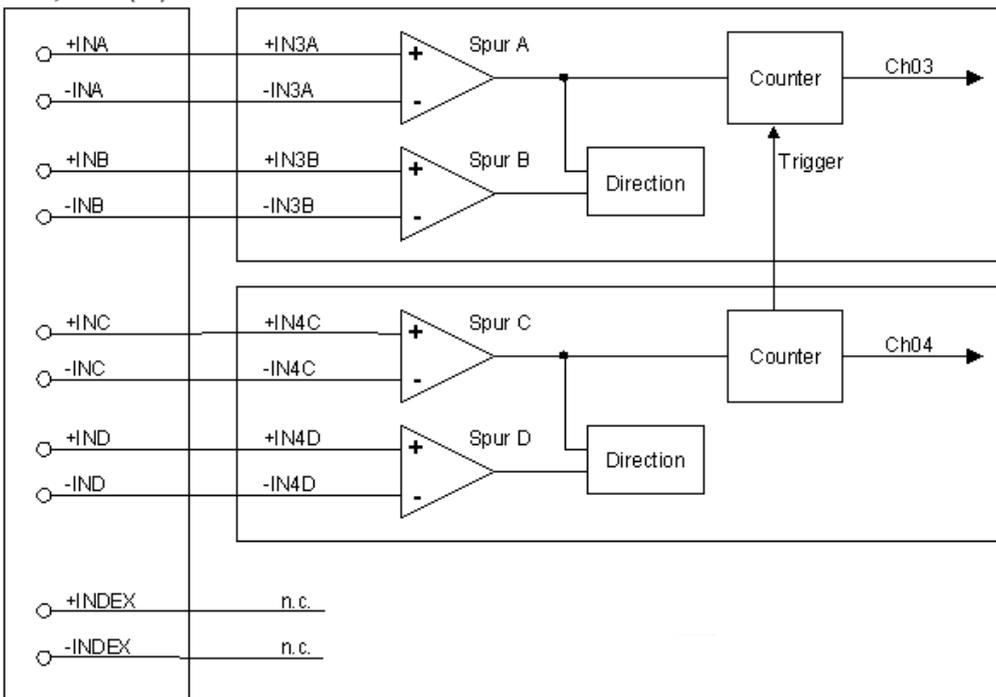
Der Index-Kanal ist ebenso wie die übrigen Kanäle voll konditioniert. Er kann, wenn diese Funktion ausgewählt wurde, für alle 4 Kanäle wirksam sein. Die DSUB-15 Anschluss-Buchsen sind mit jeweils 2 Kanälen belegt. Um ein versehentliches Kurzschließen bei fehlerhafter Verdrahtung zu vermeiden, wurde der **Index-Kanal nur auf der ersten DSUB-15 Buchse** (Kanal IN1 und IN2) belegt, zusammen mit Kanal 1 und 2. Die zweite Buchse, welche mit Kanal 3 und 4 belegt ist, hat auf den entsprechenden Pins dagegen keinen Kontakt zum Index-Kanal! Die imc-Klemmenstecker sind dagegen aus Uniformitätsgründen einheitlich mit \pm INDEX beschriftet!

8.11.12.3 Kanalzuordnung

ACC/DSUB(M)-ENC4



ACC/DSUB(M)-ENC4



Voraussetzung für einen korrekten Arbeitspunkt des Eingangs-Differenzverstärkers ist es, dass der Sensor Massebezug hat, d.h. eine niederohmige Impedanz bezüglich Masse (GND, CHASSIS, PE) aufweist. Dies ist nicht zu verwechseln mit dem Gleichtakt-Potential des Sensors, welches (auch für den -IN Eingang!) bis zu $\pm 30\text{ V}$ betragen darf. Dies ist auch unabhängig davon, dass eine differentielle Messung am hochohmigen Differenzeingang konfiguriert wird. Ist dieser galvanischen Bezug zum System (CHASSIS) bei einem isolierten (potentialgetrennten Sensor) zunächst nicht gegeben, so muss eine solche Verbindung hergestellt werden, z.B. als Drahtbrücke zwischen GND (CRONOS-PL) und POWER_GND des Sensors!

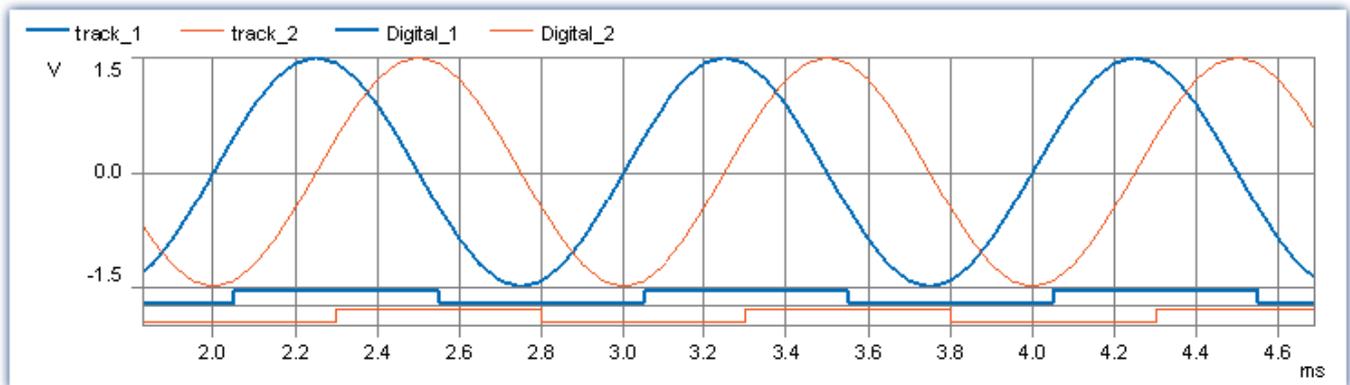
Die vom Modul an den Klemmen +5 V, GND bereitgestellte Versorgungsspannung von 5 V (max. 300 mA) kann zur Versorgung von Sensoren benutzt werden. Wird eine größere Spannung oder Versorgungsleistung benötigt, so muss der Sensor extern versorgt werden, wobei unbedingt auf einen galvanischen Bezug dieser Versorgungsspannung zur Systemmasse geachtet werden muss!

8.11.12.4 Prinzip der hochauflösenden Inkrementalgeber Messung

Normalerweise geben Inkrementalgeber einfache Rechtecksignale ab, deren Impulsfolge nach bestimmten Kriterien ausgewertet wird. In diesem Fall genügt es, dass der Eingangsverstärker des Inkrementalgebers die Impulse anhand der Pegel klar als HIGH oder LOW detektiert.

Zweispurige Sinus/Kosinus-Signalgeber, geben die Impulsfolge als kontinuierlichen Sinus/Kosinusverlauf aus. Der HRENC ist in der Lage die Momentanwerte der Sinus/Kosinus-Spuren in die Winkelgröße (innerhalb zweier Impulse) umzurechnen. Abhängig von der Auflösung des Eingangverstärkers und der Aussteuerung des Messbereichs ist damit eine um Faktoren höhere Auflösung möglich.

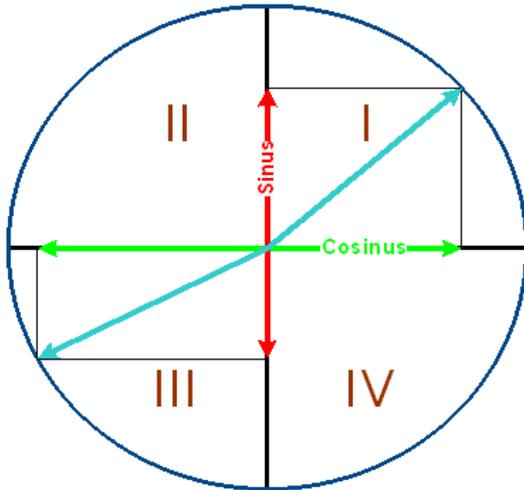
Zusätzlich wandelt der HRENC die analogen Signale in digitale Werte, die zur Bestimmung der Drehrichtung und des ganzzahligen Fortschritts (vollständige Perioden) genutzt werden.



Auflösungserhöhung durch die Auswertung analoger Zwischenwert

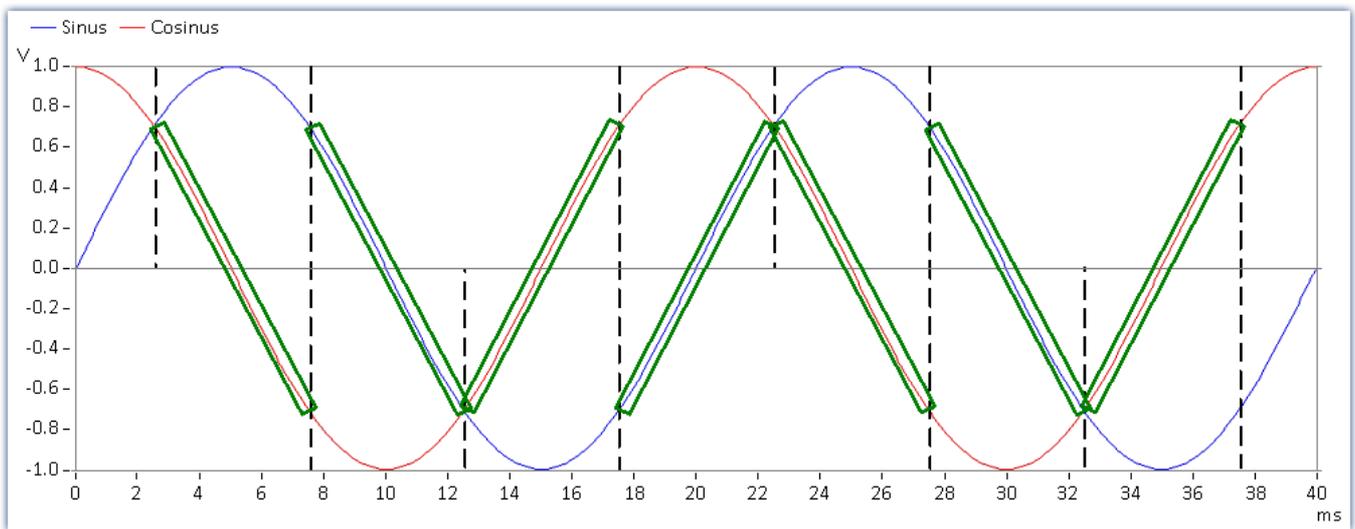
Eine Auflösungserhöhung durch die Auswertung analoger Zwischenwert liefert weitaus bessere Ergebnis- und Einsatzmöglichkeiten als die Impulsvervielfachung durch Auswertung aller Flanken. Für diese Art der Auflösungserhöhung werden Inkrementalgeber-Sensoren verwendet, die zwei um 90° versetzte sinusförmige Signale ausgeben. Jede Periode eines Sinus entsteht durch den sich kontinuierlich verändernden Einfluss der Inkrementmarkierung auf die Signalausgabe des Sensors während der Bewegung. Diese Inkrementalgeber-Sensoren werden als SinCos-Geber bezeichnet. Für die Erklärung gehen wir von einem rotatorischen Inkrementalgeber, dessen Winkelinkremente aus der gleichmäßigen Unterteilung einer Kreisscheibe bestehen. Durch Abtasten der beiden Spuren erhält man für jeden Abtastpunkt die genaue Winkelposition des sich drehenden Messobjektes. In einem orthogonales System mit den Kreisfunktionen Sinus und Cosinus, wie es vom SinCos-Geber erzeugt wird, lässt sich jeder Punkt dieses Kreises darstellen.

Die sin-/cos-förmigen Signale unterteilen das jeweilige Winkelinkrement in 4 Quadranten (90°). Durch gleichzeitiges Erfassen beider Signale kann der jeweilige Quadrant eindeutig bestimmt werden.



Orthogonales System zur Positionsbestimmung im Kreis

Für eine hohe Auflösung müssen möglichst linear verlaufende Signalabschnitte ausgewertet werden. Aus diesem Grund werden von den beiden Spannungssignalen des SinCos-Gebers die hier im Bild markierten Abschnitte für die Auflösungs-erhöhung abgetastet, da dort das sinusförmige Signal eine genaue Zuordnung des Weges bei hoher Auflösung zulässt. Dadurch wird eine Auflösungserhöhung um den Faktor 256 und eine Genauigkeitserhöhung um den Faktor 10 erreicht.



Für Auswertung analoger Zwischenwerte benutzte Signalabschnitte

Abgetastet werden zu jedem Zeitpunkt beide Signale. Allein schon durch die Information über den aktuellen Quadranten erreicht man eine vierfach höhere Auflösung für die Positionsbestimmung als durch das Zählen eines Impulses bei einem einspurigen Inkrementalgeber-Sensor. Durch den sich aus dem Vergleich der beiden Werte des Sinus mit dem des Cosinus ergebenden Tangens wird eine Amplitudenunabhängigkeit erreicht. Diese ist notwendig, um auch Inkrementalgeber mit unbekannter Amplitude hochauflösend einsetzen zu können, da sich diese durch Verschleißerscheinungen ändern kann. Zudem gibt es viele SinCos-Geber deren Signalverlauf frequenzabhängig ist. Bei optoelektronischen SinCos-Gebern tritt mit steigender Frequenz eine Bandbreitenbegrenzung des Signals auf und durch sinkenden Oberwellenanteil ändert sich seine Form von einer Dreiecksform hin zu einer Sinusform. Ein weiteres Problem liegt in der Unsymmetrie des Sensorsignals durch Fertigungstoleranzen bei der Herstellung der Sensoren. Bei Verschleißerscheinungen oder Fertigungstoleranzen von SinCos-Gebern empfiehlt sich eine Kalibrierung des Gebers. Das bekannte Auslaufverhalten einer Welle mit großer Massenträgheit könnte verwendet werden, um den genauen Signalverlauf über dem Winkel aufzunehmen und zu speichern.

Schon früh wurden SinCos-Geber zur Auflösungserhöhung verwendet, allerdings zu Zwecken der Impulsvervielfachung und nicht, um die analogen Zwischenwerte auszuwerten. Für diese Art der Auswertung werden die beiden Signale gewichtet verglichen. Durch passende Wichtung können bei idealem Verlauf Impulse zu jedem Winkel (q) erzeugt werden. Außerdem ist die Vergleichsposition unabhängig von der Signalamplitude.

8.11.12.5 Software Einstellungen

Zu den bekannten Dialogelementen des ENC-4 kommen folgende Einstellmöglichkeiten im Mode *Weg(diff)* und *Winkel(diff)* hinzu:

8.11.12.5.1 Eingang

Auswahl des Eingangsspannungsbereichs: 1,5 V und 10 V.

Um eine hohe Auflösung zu erreichen, sollte der Messbereich so weit wie möglich ausgenutzt werden.

8.11.12.5.2 Signalform

Die Standardauswahl Rechteck (digital) entspricht der herkömmlichen Funktionsweise des ENC-4. Sinus (analog) aktiviert die Umrechnung der diskreten Momentanwerte.

Hinweis

Auch beim analogen Betrieb muss ein sinnvoller Wert für die Hysterese bestimmt werden. Diese wird für die Umwandlung in das digitale Signal benötigt. Ebenso ist eine zutreffende Einstellung des Schaltpegels wichtig, da dieser als Gleichanteil der Sinus/Kosinus-Signale unterstellt wird.

8.11.12.6 Funktionsweise

Es erfolgt eine Messung der sinusförmigen (analogen) Gebersignale. Diese Gebersignale werden sowohl über die in der Oberfläche eingestellten Schwellwerte (Schaltpegel mit Hysterese) in binäre Signale (Impulse) gewandelt, als auch zur Erreichung einer sehr viel höheren Auflösung des Gebers direkt verrechnet. Dabei wird ausgenutzt, dass der Informationsgehalt eines idealen, sinus/kosinus-förmigen Inkrementalgebersignals eine theoretisch unendlich hohe Auflösung umfasst. Die Auflösung des analogen Gebersignals erfolgt mit 12 Bit.

Hinweis

Die analoge Auflösung von 12 Bit bezieht sich auf den analogen Messbereich (einstellbar). Soll eine Auflösung des Gebersignals von 12 Bit erreicht werden, setzt dies voraus, dass der Messbereich voll ausgenutzt wird. Wird dieser nicht voll ausgenutzt, verringert sich dadurch natürlich auch die Auflösung des Sin/Cos-Signals.

**Beispiel****Beispiel 1**

Mit der Software imc STUDIO wird der Messbereich vom $\pm 10\text{ V}$ eingestellt. Der Geber liefert Signale mit 5 V Spitzenwert: $5\text{ V sin}(\omega t)$, $5\text{ V cos}(\omega t)$

Der Messbereich wird nur zur Hälfte ausgenutzt, d. h. $\frac{1}{2}$ des Messbereiches geht verloren ($1/2^1$). Dies führt dazu, dass die analoge Auflösung sich um ein Bit auf 11 Bit verringert.

Im Falle einer Ausnutzung von $\pm 2,5\text{ V}$, also $\frac{1}{4}$ des Messbereiches ($1/2^2$) gingen bereits zwei Bit verloren (analoge Auflösung 10 Bit).

Aus dem logischen Muster der in Rechteck-Impulse umgewandelten Gebersignale wird das Vorzeichen ermittelt, und die Impulse werden vorzeichenrichtig gezählt.

Zum Abtastzeitpunkt (in der Oberfläche eingestellte Abtastzeit) wird aus den analogen Signalen die genaue Lage bestimmt (Position im Sinus-/Kosinussignal). Der genaue Fortschritt wird dann aus den vorzeichenrichtig gezählten Impulsen plus der Differenz zwischen den genauen Lagen der Sinuskurve zum aktuellen Abtastzeitpunkt und zum vorhergehenden Abtastzeitpunkt bestimmt.

Die Auflösung des Messergebnisses beträgt dann 2^{15} bezogen auf die maximale Anzahl der innerhalb eines Abtastintervalls möglichen Impulse (Perioden der sinusförmigen Gebersignale). Das liegt daran, dass die maximale Anzahl der innerhalb eines Abtastintervalls möglichen Impulse den Messbereich bestimmt, und dieser wird mit 2^{15} Abstufungen aufgelöst. Diese Anpassung erfolgt in Zweierpotenzen, und es wird mindestens ein Impuls pro Abtastintervall angenommen (1, 2, 4, 8, 16 ...).

**Beispiel****Beispiel 2**

max. Impulse pro Abtastintervall	Messbereichsendwerte (Impulse)
0,02	1
2,4	4
3,5	4
5	8
24,3	32

Der tatsächliche Messbereich und damit die tatsächliche Auflösung hängt von der Interpretation eines Impulses ab.

**Beispiel****Beispiel 3**

Ein zweispuriger Drehgeber, mit dem eine Winkelmessung erfolgen soll, liefert pro Umdrehung 3600 Sin/Cos-Perioden, d. h. pro Sin/Cos-Periode $0,1^\circ$. Es sind keine Drehgeschwindigkeiten über 3000 min^{-1} zu erwarten. Die Abtastzeit ist auf $500 \mu\text{s}$ eingestellt. Daraus ergibt sich folgendes:

Es treten max. 90 Signalperioden pro Abtastintervall auf, denn

$$3000 \text{ U min}^{-1} / 60 = 50 \text{ U s}^{-1}$$

$$50 \text{ U s}^{-1} * 3600 \text{ Signalperioden / U} = 180\,000 \text{ Signalperioden / s}$$

$$180\,000 \text{ Signalperioden / s} * 0,5 \text{ ms} = 90 \text{ Signalperioden innerhalb eines Abtastintervalls}$$

Als Messbereichsendwert (in Signalperioden) ergibt sich demnach 128 Signalperioden (nächste Zweierpotenz).

$$\text{Die Auflösung beträgt } 128 \text{ Signalperioden} / 2^{15} = 0,004 \text{ Signalperioden (} 2^8 \text{ Signalperioden)}$$

Die physikalische Interpretation einer Signalperiode, d. h. gedeutet als Winkel ist

$$1 \text{ U} / 3600 \text{ Signalperioden bzw. } 360^\circ / 3600 \text{ Signalperioden} = 0,1^\circ / \text{Signalperiode}$$

Der physikalische Messbereich für diese Anwendung mit der eingestellten Abtastzeit ist deshalb auf $12,8^\circ$ (ca. $0,036 \text{ U}$) festgelegt, denn:

$$128 \text{ Signalperiode} * 0,1^\circ / \text{Signalperiode} = 12,8^\circ$$

Die Auflösung beträgt $0,0004^\circ$ (ca. $1 \mu\text{U}$), denn:

$$0,004 \text{ Signalperiode} * 0,1^\circ / \text{Signalperiode} = 0,0004^\circ$$

Im Vergleich dazu bräuchte die reine Zählung der Geberimpulse nur eine Auflösung von $0,1^\circ$ und die Verwendung eines Auswertungsalgorithmus' mit Impulsvervierfachung eine Auflösung von lediglich $0,025^\circ$.

Mit Erhöhung der Abtastrate ließe sich die Auflösung noch weiter verbessern, z.B. auf $0,0002^\circ$ bei $200 \mu\text{s}$ oder auf $0,0001^\circ$ bei $100 \mu\text{s}$ Abtastrate.

Zusätzlich zur Möglichkeit, den analogen Messbereich für die Erfassung der Sin/Cos-Gebersignale einzustellen, können auch Eingangs-Tiefpass-Filter konfiguriert werden. Die angegebene Frequenz markiert dann den -3 dB-Punkt, d. h. die Frequenz, an der der Pegel des Sin/Cos-Gebersignal bereits um den Faktor 0,71 abgeschwächt ist. Aufgrund von Filtereigenschaften kann ebenfalls eine Einbuße bei der analogen Auflösung entstehen.

**Beispiel****Beispiel 4**

Mit der Software imc STUDIO wird der Messbereich vom $\pm 1,5 \text{ V}$ und ein Tiefpass von 200 Hz eingestellt. Der Geber liefert Signale mit 1 V Spitzenwert. Es treten Signalfrequenzen bis über 200 Hz auf.

Der Pegel bei 200 Hz ist auf $0,707 \text{ V}$ gedämpft, d. h. die analoge Auflösung ist bereit auf etwa 11 Bit gesunken. Bei noch höheren Signalfrequenzen verringert sich die Auflösung weiter. Ist das gedämpfte Eingangssignal bereits zu klein, um sicher die eingestellte Hysterese zu Über-/unterschreiten, ist überhaupt keine Messung mehr möglich.

Hinweis: Neben den Pegeln ändern sich auf die Signallaufzeiten (Phasenverschiebung). Dies ist in den meisten Anwendungen jedoch unerheblich.

8.11.12.7 Anschluss

ENC-4 und HRENC-4 benutzen [ACC/DSUB\(M\)-ENC4](#)⁴⁹⁷.

8.11.13 SYNTH-8: 8 kanaliger Signalgenerator, Synthesizer und Echtzeitregler (PID)

Das Erweiterungsmodul liefert 8 analoge Spannungsausgänge (DAC), die als frei programmierbarer Signalgenerator, Synthesizer oder zur Wiedergabe ("Replay") von beliebigen Signalverläufen verwendbar sind. Dazu können Signalverläufe interaktiv definiert oder in Kurvenabschnitten (Segmenten) als Datensätze geladen werden.

Daneben kann das Modul als programmierbarer Echtzeitregler arbeiten. Dabei verarbeitet ein interner, eigens dafür reservierter Prozessor bis zu 16 frei parametrierbare PID-Regler. Diese arbeiten voneinander unabhängig bzw. parallel und können auch beliebig kaskadiert werden. Als Eingangs- und Sollwertgrößen können Messkanäle, virtuelle Kanäle und Variablen des imc Systems verwendet werden. Die Reglerausgänge können den 8 analogen Ausgängen zugeordnet werden, als Stellgrößen z.B. für die Ansteuerung von Aktuatoren.

Hinweis

- Das SYNTH-Modul ist ähnlich wie die Feldbus-Interfaces eine Ausstattungsoption, mit denen Geräte ab Werk ausgerüstet werden können. Ein nachträgliches Erweitern, Austauschen oder Umstecken durch den Benutzer ist nicht vorgesehen.
- Die digitalen Ein- und Ausgänge sind in der aktuellen Software nicht implementiert.

Verweis

Die ausführliche Beschreibung zur Bedienung entnehmen Sie bitte dem Handbuch: "*Synthesizer_Handbuch.pdf*"

In den folgenden Abschnitten finden Sie:

- Die [technischen Daten des SYNTH-8](#)  457.
- [Pinbelegung DSUB-15: ACC/DSUBM-SYNTH4](#)  499.

9 Technische Daten

Alle in diesem Handbuch beschriebenen Geräte sind mindestens für Normale Umgebungsbedingungen gemäß IEC 61010-1 vorgesehen. Darüber hinaus gelten die erweiterten Umgebungsbedingungen gemäß der explizit genannten technischen Daten.

Die Datenblätter in diesem Kapitel stimmen mit den separat verwalteten Datenblättern überein. Im separaten Datenblatt gibt es zusätzlich zu den Tabellen Modul- bzw. Gerätefotos, Zeichnungen mit Abmessungen, Zubehör und imc Artikelnummern. Diese zusätzlichen Angaben würden den Rahmen dieses Handbuches sprengen. Im Einzelfall kann es vorkommen, dass wir ein neues Datenblatt veröffentlichen bevor es eine neue Handbuch Edition gibt. Die gültigen Datenblätter sind stets auf der imc Webseite verfügbar:
www.imc-tm.de/download-center/produkt-downloads

Die angegebenen technischen Daten beziehen sich auf die Referenzbedingungen, wie die angegebene bevorzugte Gebrauchslage (siehe jeweiliges Technische Datenblatt) und eine Umgebungstemperatur von 25 °C sowie die Einhaltung der Vorgaben zum Gebrauch (siehe [Bei Gebrauch](#) ¹⁵) und zur Erdung und Schirmung.

Bei Gerätevarianten mit insbesondere BNC-Anschlusstechnik (für bestimmte Messaufgaben etabliert) ist zunächst eine lückenlose Schirmung konstruktionsbedingt nicht gewährleistet, da der Minus-Pol des Messeingangs als koaxialer Außenleiter direkt herausgeführt ist. Etwaige, auf die Messleitungen einkoppelnde Störungen wirken dadurch asymmetrisch auf den Messeingang. Das kann zur Folge haben, dass die in den Tabellen spezifizierten Genauigkeitsangaben während der Störung überschritten werden können. Durch entsprechende Maßnahmen werden die Anforderungen an die EMV aber auch bei diesen Geräten eingehalten. Für das Annahmekriterium A wird im ungeschirmten Fall aus den genannten Gründen eine Messgenauigkeit von 2 % angesetzt. Sind signifikante HF-Störungen in der Messumgebung zu erwarten und ist die eingeschränkte Genauigkeit unzureichend, sind die Schirmungsmaßnahmen entsprechend der o. g. Abschnitte umzusetzen, d. h. die Koax-Messleitung ist zu schirmen.



Hinweis

HV-Verstärker

HV-Verstärker bilden im Schirmkonzept einen Sonderfall. Für diese gilt die o. g., auf ungeschirmte Messanschlüsse bezogene Einschränkung nicht.

9.1 Hardware spezifische Feature

Hardware spezifische Features und ihre Abhängigkeiten von imc Software-Versionen:

- **minimale Tiefpassfilter bei imc CRONOSflex (CRFX)**

In Kombination mit der neuen Software-Version ändern sich bei folgenden Modulen die minimalen Tiefpassfilter.

CRFX Verstärker	bisher	ab imc STUDIO 5.0
CRFX/UNI-4 ⁴²¹	50 Hz bis 20 kHz	10 Hz bis 20 kHz
CRFX/UNI2-8 ⁴³⁰	50 Hz bis 20 kHz	10 Hz bis 20 kHz
CRFX/LV3-8 ⁴⁰⁹	50 Hz bis 20 kHz	10 Hz bis 20 kHz
CRFX/ICPU2-8 ³⁸⁶	50 Hz bis 20 kHz	10 Hz bis 20 kHz
CRFX/ISO2-8 ³⁹²	20 Hz bis 5 kHz	2 Hz bis 5 kHz
CRFX/DCB2-8 ³⁶⁵	50 Hz bis 5 kHz	10 Hz bis 5 kHz
CRFX/B-8 ³⁶⁵	50 Hz bis 20 kHz	10 Hz bis 20 kHz

CRFX Module	imc STUDIO 5.0 R1	as of imc STUDIO 5.0 R3
CRFX/ISOF-8	50 Hz to 20 kHz	10 Hz to 20 kHz

• Kennlinien-Verrechnung auf Verstärkern

Die Unterstützung von Sensorkennlinien ist für folgende Geräte freigeschaltet:

Verstärker	Gerät			
	CRSL	CRC	CRFX	CRXT
ISO2-8	● ab 2.7 R3	● ab 2.7 R3	● ab 2.8 R5	● ab 2.13 R1
ISOF-8	---	---	● ab 2.9 R2	● ab 2.13 R1
UNI-4	● ab 2.8 R7	● ab 2.7 R3	● ab 2.8 R5	● ab 2.13 R1
SC2-32	● ab 2.7 R3	● ab 2.7 R3	---	---
ICPU2-8	∅	● ab 2.8 R7	● ab 2.8 R5	● ab 2.13 R1
UNI2-8	∅	● ab 2.8 R7	● ab 2.8 R5	● ab 2.13 R1
DCB2-8	∅	● ab 2.8 R7	● ab 2.8 R5	● ab 2.13 R1
B-8	∅	● ab 2.8 R7	● ab 2.8 R5	● ab 2.13 R1
LV3-8	∅	● ab 2.8 R7	● ab 2.8 R5	● ab 2.13 R1

Gerät	Firmware
Cx-41xx-FD	● ab 2.9 R6
SPAR-N	● ab 2.8 R7

- : Feature wird unterstützt
 - ∅: Feature aktuell nicht unterstützt
 - : Verstärker in Gerätefamilie nicht verfügbar
- | | |
|--------------------|---------------------------------|
| imc STUDIO 4.0 | beinhaltet die Firmware 2.8 R3 |
| imc STUDIO 5.0 R1 | beinhaltet die Firmware 2.8 R5 |
| imc STUDIO 5.0 R3 | beinhaltet die Firmware 2.8 R7 |
| imc STUDIO 5.0 R6 | beinhaltet die Firmware 2.9 R2 |
| imc STUDIO 5.2 R10 | beinhaltet die Firmware 2.13 R1 |

9.2 Leistungsaufnahme

Leistungsaufnahme der imc CRONOSflex Module

		Versorgungs-Quelle / max. Anzahl von Modulen								
		anreihen über Klick-Verbindung					PoE			
		n x CRFX	KFZ	AC/DC	AC/DC	CRFX/POWER	AC/DC	PoE, 48V	PoE, 50V	
V_DC	12,0 V									15,0 V
imc CRONOSflex Modul		P	P_max	37,20 W	46,50 W	74,40 W	100 W	148,80 W	16,80 W	17,50 W
CRFX/LV3-8	6,4 W		5,8	7,3	11,6	15,6	23,3		2,6	2,7
CRFX/LV3-8 + ICP-Stecker	8,8 W		4,2	5,3	8,5	11,4	17,0		1,9	2,0
CRFX/LV3-8 + SUPPLY	12,4 W		3,0	3,8	6,0	8,1	12,0		1,4	1,4
CRFX/UNI2-8	10,1 W		3,7	4,6	7,4	10,0	14,8		1,7	1,7
CRFX/DCB2-8 / B8	10,0 W		3,7	4,7	7,4	10,0	14,9		1,7	1,8
CRFX/ISO2-8	7,0 W		5,3	6,6	10,6	14,2	21,2		2,4	2,5
CRFX/ISO2-8 + ICP-Stecker	9,2 W		4,1	5,1	8,1	10,9	16,2		1,8	1,9
CRFX/ISO2-8 + SUPPLY	12,4 W		3,0	3,8	6,0	8,1	12,0		1,4	1,4
CRFX/ISOF-8	8,8 W		4,3	5,3	8,5	11,4	17,0		1,9	2,0
CRFX/ISOF-8 + ICP-Stecker	10,9 W		3,4	4,3	6,8	9,2	13,7		1,5	1,6
CRFX/UNI-4	7,0 W		5,3	6,6	10,6	14,3	21,3		2,4	2,5
CRFX/UNI4 + SUPPLY (120R)	8,5 W		4,4	5,5	8,8	11,8	17,5		2,0	2,1
CRFX/UNI4 + SUPPLY (0,5W)	10,8 W		3,4	4,3	6,9	9,3	13,8		1,6	1,6
CRFX/HV-4U	5,8 W		6,4	8,0	12,8	17,2	25,5		2,9	3,0
CRFX/HV-2U2I	5,8 W		6,4	8,0	12,8	17,2	25,5		2,9	3,0
CRFX/HISO-8	7,3 W		5,1	6,4	10,2	13,7	20,4		2,3	2,4
CRFX/BR2-4	9,3 W		4,0	5,0	8,0	10,8	16,0		1,8	1,9
CRFX/ICPU2-8	7,4 W		5,0	6,3	10,1	13,6	20,2		2,3	2,4
CRFX/AUDIO2-4	7,4 W		5,1	6,3	10,1	13,6	20,2		2,3	2,4
CRFX/HRENC-4	7,4 W		5,0	6,3	10,1	13,5	20,1		2,3	2,4
CRFX/DI2-16	3,9 W		9,6	12,0	19,2	25,9	38,5		4,3	4,5
CRFX/DI2-16 + SUPPLY	4,7 W		7,9	9,9	15,8	21,3	31,7		3,6	3,7
CRFX/DI2-16-DO-16-HC	4,3 W		8,7	10,9	17,4	23,4	34,9		3,9	4,1
CRFX/DI2-16-DO-16-HC + SUPPLY + LOAD	7,8 W		4,8	6,0	9,6	12,9	19,2		2,2	2,3
CRFX/DI2-32	4,4 W		8,5	10,6	16,9	22,7	33,8		3,8	4,0
CRFX/DI2-32 + SUPPLY	6,1 W		6,1	7,7	12,3	16,5	24,5		2,8	2,9
CRFX/DI-16-HV	3,9 W		9,6	12,0	19,2	25,9	38,5		4,3	4,5
CRFX/DO-16-HC	3,7 W		10,0	12,5	19,9	26,8	39,9		4,5	4,7
CRFX/DO-16-HC + LOAD	6,4 W		5,8	7,3	11,6	15,6	23,3		2,6	2,7
CRFX/DO-16-HC-DAC-8	7,1 W		5,3	6,6	10,5	14,2	21,1		2,4	2,5
CRFX/DO-16-HC-DAC-8 + LOAD	11,7 W		3,2	4,0	6,3	8,5	12,7		1,4	1,5
CRFX/DO-32-HC	4,1 W		9,0	11,3	18,0	24,2	36,0		4,1	4,2
CRFX/DO-32-HC + LOAD	9,5 W		3,9	4,9	7,9	10,6	15,7		1,8	1,8
CRFX/DAC-8	6,7 W		5,6	7,0	11,2	15,0	22,3		2,5	2,6
CRFX/DAC-8 + LOAD	8,7 W		4,3	5,4	8,6	11,5	17,2		1,9	2,0
Min			3	3	6	8	12		1	1
Max			9	12	19	26	39		4	4

Hinweis

- Da die Modultypen flexibel zusammengestellt werden können, ist die Modulanzahl mit einer Nachkommastelle anzugeben.
- Die maximale Gesamtlänge zusammengeklickter Module sollte 85 cm nicht überschreiten! Befestigungselemente können für mehr Stabilität verwendet werden.
- Die Leistungsaufnahme eines imc CRONOS-XT Moduls ist dieselbe wie die des gleichnamigen imc CRONOSflex Moduls.

9.3 Grundgeräte

9.3.1 imc CRONOSflex Basis (CRFX)

"✓" standard; "O" optional; "-" nicht vorhanden

Parameter	CRFX-400	CRFX-2000G(P)	Bemerkungen
Max. Summenabtastrate	400 kS/s	2000 kS/s	Datenrate analoger Kanäle ¹
Anschlüsse			
PC / Netzwerk	RJ45	RJ45	max. 100 m Kabel bei 100 MBit (nach IEEE 802.3)
Ethernet TCP/IP	100 MBit	1 GBit	
Systembus für <i>flex</i> -Module (EtherCAT)	RJ45 Alternativ: Modulverbindungsstecker		max. 100 m Kabel zwischen 2 Modulen
Zusätzliche Verbindungen	≤4 3		mit imc STUDIO Monitor oder imc REMOTE Windows Explorer Verbindungen
Flash Wechselspeicher	CF-Card Slot	CFast-Card Slot	auch über Netzwerk auslesbar
USB 2.0 (Host)	-	✓	für Speichermedien z.B. externe HDD, USB-Stick alternativ zu CFast verwendbar
Interne Festplatte (HDD)	O	O	Option, nur ab Werk: SSD oder magnetisch; 400 kS/s Datenspeicherung gilt für 16 Bit / Sample
Interner WLAN-Adapter (optional)	1 Antenne IEEE 802.11g max. 54 MBit/s 2,4 GHz	2 Antennen IEEE 802.11n max. 300 MBit/s Dual Band (2,4 / 5 GHz)	
Synchronisierung	BNC		isoliert (markiert mit gelbem Ring)
Externes Display	DSUB-9		
Externes GPS-Modul	DSUB-9		
Versorgung	Typ LEMO.1B (2-polig)		Buchse kompatibel zu LEMO.EGE.1B.302 multikodiert 2 Nuten kompatibel mit Steckern FGG.1B.302 (Standard) oder FGE.1B.302 (E-kodiert, 48 V)
Remote (Fernsteuerung Hauptschalter)	Typ LEMO.1B (6-polig)		Stecker LEMO FGG.1B.306
Modul-Verbindungsstecker	2 x 20-polig		direkte elektrische und mechanische Verbindung von Modulen

1 2000 kS/s gilt für eine Konfiguration ohne PV, Trigger und bei 16 Bit Auflösung.

Bei Nutzung des Prozessvektors sind max. 128 aktive analoge Kanäle (Monitorkanäle zählen ebenfalls) mit 2 kS/s pro Kanal sowie 1 Feldbus Modul möglich. Jedes weitere Feldbus Modul reduziert die Summenabtastrate der analogen Kanäle um max. 200 kS/s.

Spannungsversorgung	CRFX-xxx	CRFX-xxx-I	Bemerkungen
Versorgungseingang	-	✓	galvanisch isoliert vom Gehäuse (CHASSIS)
Isolierte System-Elektronik	-	✓	USB, Display und GPS
Versorgung	10 V bis 50 V DC	20 V bis 50 V DC	
Einschaltsschwelle (typ.)	10,0 V	20,0 V	min. erforderliche Eingangsspannung zum Einschalten (Leerlauf)
Abschaltsschwelle (typ)	9,2 V	18,1 V	Eingangsspannung bei der die automatische Abschaltung ausgelöst wird (Datensicherung durch interne USV-Pufferung abgesichert)
Leistungsaufnahme	CRFX-400: typ. 20 W CRFX-2000G(P): typ. 35 W		je nach Modell und Zusatzoptionen (z.B. Feldbusse, HDD)
AC/DC Netzadapter	48 V DC, 150 W 110-230 V AC 50-60 Hz		im Lieferumfang
Weitergeleitete (durchgeschleifte) Versorgung	über Modul-Verbindungsstecker und auf RJ45 (EtherCAT): PoEC		mind. 42 V für PoEC nötig

Verfügbare Leistung zur Versorgung extern verbundener imc CRONOSflex-Module

Direkt verbundene imc CRONOSflex Module über Modul-Verbindungsstecker	3,1 A (max.), äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (Standard AC/DC Netzadapter bzw. DC/DC Power Handle) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung)
Power-over EtherCAT (PoEC) Versorgung von imc CRONOSflex Modulen	350 mA (maximaler Strom nach IEEE 802.3) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 17,5 W bei 50 V DC (z.B. DC/DC Power Handle) • 16,8 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 14,7 W bei 42 V DC (minimale Versorgung für PoEC) Hinweis: minimale Eingangsspannung von 42 V DC für PoEC Funktion

USV und Datenintegrität	Wert	Bemerkungen
Autarker Betrieb ohne PC	✓	
Automatischer Messbetrieb mit Selbststart	konfigurierbar	Timer, absolute Zeit, automatischer Start bei anliegender Versorgung
Auto-Datensicherung bei Stromausfall	✓	Pufferung (USV) mit anschließendem Auto-Stop, Datenspeicherung & Selbstabschalt.
USV (für Datensicherung)	integriert	Super-Caps CRFX-xxx: ab Fertigung Q2/2017 davor: Blei-Gel Akkus ² CRFX-xxx-I: stets Super-Caps
Ladezeit der Super-Caps	6 min.	Mindest-Betriebsdauer für volle USV-Funktionalität (nur bei Super-Caps)
USV-Abdeckungsbereich	CRFX Basiseinheit	keine Pufferung von angeschlossenen CRFX-Modulen (abgedeckt durch separates USV-Modul CRFX/HANDLE-xx)
USV Verzögerung	0 s	"Puffer-Zeitkonstante": Zeit nach welcher eine automatische Abschaltung ausgelöst wird.

2 siehe Hinweis auf Blei-Akkus am Typenschild des Gerätes

Datenaufnahme, Trigger	Wert	Bemerkungen
Kanalindividuelle Abtastraten	wählbar in Stufung 1–2–5	
Anzahl Abtastraten: Analoge Kanäle, DI & Zähler	2	gleichzeitig in einer Konfiguration verwendbar
Anzahl Abtastraten: Feldbuskanäle	beliebig	
Anzahl Abtastraten: Virtuelle Kanäle	beliebig	weitere durch imc Online FAMOS erzeugte Raten (z.B. mittels Reduktion)
Monitorkanäle	✓ für alle Kanäle der Typen: Analog, DI und Zähler (Inkrementalgeber)	gedoppelte Kanäle mit unabhängiger Abtast- und Triggereinstellung
Intelligente Triggerfunktionen	✓	z.B. logische Verknüpfung mehrerer Kanal-Ereignisse (Schwellwert, Bereich, Flanke) zu Start und Stopp-Trigger
Mehrfach getriggerte Datenaufnahmen	✓	Multitrigger und Multischuss
Max. Trigger-Ereignisse pro CRFX-Modul	8	je CRFX-Verstärkermodul
Mehrfach getriggerte Datenaufnahmen	✓	Multitrigger und Multischuss
Unabhängige Triggermaschinen	48	start/stop, Kanäle beliebig zuzuordnen

Maximale Anzahl von Kanälen pro Gerät									
Aktive Kanäle innerhalb eines Systems...		512		Aktive Kanäle der aktuellen Konfiguration: Gesamtsumme von analogen, digitalen, Feldbus und virtuellen Kanälen, sowie evtl. Monitorkanälen					
...davon aktive analoge Kanäle		198 ⁽¹⁾		Aktive analoge Kanäle der aktuellen Konfiguration (Summe aus primären Kanälen + Monitorkanälen)					
Feldbuskanäle		1000		Anzahl der definierten Kanäle (aktiv und passiv); Die in der aktuellen Konfiguration aktivierbaren Kanäle sind limitiert durch die Gesamtzahl aller aktivierten Kanäle (512).					
Prozessvektor-Variablen		800		Einzelwert-Variablen, welche jeweils die letzten aktuellen Messwerte enthalten. Zu jedem Kanal wird automatisch eine Prozessvektor-Variable angelegt.					
		ohne Monitorkanäle			mit Monitorkanälen				
Kanaltyp	bestimmt durch	Limit (aktiv+passiv)		davon aktiv	gesamt aktiviert	Limit (aktiv+passiv)		davon aktiv	gesamt aktiviert
Analoge Kanäle	Systemausbau	Kanal	240	198 ⁽¹⁾	512	Kanal	240	198 ⁽¹⁾	512
						Monitor	240		
Inkrementalgeber	Systemausbau	Kanal	16	16		Kanal	16	16	
						Monitor	16	16	
DIO/DAC-Ports	Systemausbau	Port	16	16		Port	16	16	
						Monitor	16	16	
Feldbus-Kanäle	flexibel	Kanal	1000	512		Kanal	1000	512	
						Monitor			
Virtuelle Kanäle (OFA)	flexibel	-	-	512	-	-	512		

Belegung für Ports (Beispiele):



- ein DO-Modul (z.B. DO-16) belegt 1 Port
- ein DI8-DO8-ENC4-DAC4 Modul belegt 3 Ports
- ein DAC-Modul (z.B. DAC-8 oder DAC-4) belegt 1 Port

Monitorports: DI-Ports (bzw. Kanäle) haben Monitorports, DO/DAC dagegen nicht

(1): 128 bei imc CRONOSflex (CRFX) und imc CRONOS-XT (CRXT), incl. Ausgabekanäle vom Typ DAC-8 und DIO-Ports vom Typ DI / DO, incl. 18 Kanäle pro CRFX/WFT-2 Eingang

Speicherung, Signalverarbeitung		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Flash Wechselspeicher-Medium	CF (CRFX-400) CFast, USB (CRFX-2000GP)	empfohlene Medien erhältlich bei imc; es gilt der Temperaturbereich des Mediums
Speicherung auf NAS (Netzwerk Speicher)	✓	alternativ zum Flash Wechselspeicher SMBv2+3
Beliebige Speichertiefe mit Pre- und Posttrigger	✓	Pretrigger begrenzt durch Geräte-RAM (Ringspeicher); Posttrigger begrenzt nur durch Massenspeicher-Medien
Ringspeicherbetrieb	✓	zyklisch überschriebener Ringspeicher auf Massenspeicher-Medium
Synchronisation	DCF 77 GPS IRIG-B NTP PTP	Master / Slave via externen GPS-Empfänger TTL via Netzwerk für Geräte CRFX-2000GP
Umfangreiche Echtzeit-, Rechen- Analyse- und Steuerfunktionen	✓ imc Online FAMOS im Standard-Lieferumfang	Geräte-Option, über Freischaltcode aktivierbar

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betauung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage

9.3.2 imc CRONOS-XT Basis (CRXT)

Parameter	Wert	Bemerkungen
Max. Summenabtastrate	2000 kS/s	Datenrate analoger Kanäle ¹
Anschlüsse		
PC / Netzwerk Ethernet TCP/IP	RJ-45 1 GBit	gedichtet
Flash Wechselspeicher	CFast-Card Slot	auch über Netzwerk auslesbar
Interner WLAN-Adapter (optional)	2 Antennen IEEE 802.11n max. 300 MBit/s Dual Band (2,4 / 5 GHz)	für Antennen bzw. Kabel mit RP-SMA
Synchronisierung	XT-Con (4-polig)	
Synchronisierung NTP / PTP	RJ-45	PTP erfordert geeigneten Switch
Externes Display	XT-Con (7-polig)	
Externes GPS-Modul	XT-Con (7-polig)	
Geräteversorgung	XT-Con (2-polig)	befindet sich nicht an der Basiseinheit selbst, sondern der links daneben platzierten Power- Modul Option, welche stets explizit kombiniert werden muss
Remote	XT-Con (6-polig)	Fernsteuerung Hauptschalter

Spannungsversorgung		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Versorgungseingang	galvanisch isoliert	gegenüber Gehäuse (CHASSIS) Fernsteuersignale ("REMOTE") und Weiterleitung der Versorgung ("Power via CAN") auf Versorgungspotential
System-Elektronik	galvanisch blockisoliert	gegenüber Gehäuse und Versorgungseingang; gilt z.B. für nach außen zugängliche Anschlüsse (außer Remote): Display, GPS
Versorgung	10 V bis 35 V DC	
Einschaltschwelle (typ.)	10,9 V	min. erforderliche Eingangsspannung zum Einschalten (Leerlauf)
Abschaltschwelle (typ.)	9,9 V	Eingangsspannung bei der die automatische Abschaltung ausgelöst wird (Datensicherung durch interne USV-Pufferung abgesichert)
Leistungsaufnahme	typ. 23 W	je nach Modell und Zusatzoptionen Beispiel: mit CAN FD-Interface
Max. Strom über internen Versorgungsbuss	5,5 A	Bestimmt die minimale nötige Versorgungs- spannung bzw. den maximalen Systemausbau. Zur Abschätzung der Grenzen und Rand- bedingungen ist ein Excel-Assistent verfügbar.
AC/DC Netzadapter	24 V DC, 150 W 110-230 V AC 50-60 Hz	Anschluss: XT-Con (2-polig) im Lieferumfang enthalten

- 1 2000 kS/s gilt für eine Konfiguration ohne Trigger und bei 16 Bit Auflösung.
Bedingt durch die Systembus-Übertragungsrate der Module von 5 kHz können Abtastraten < 5 kHz zu einer geringeren effektiven Summenabtastrate führen. Beachten Sie die Hinweise im Handbuchkapitel "Abtastrate".

"✓" standard; "O" optional; "-" nicht vorhanden

Datenintegrität	Wert	Bemerkungen
Autarker Betrieb ohne PC	✓	
Automatischer Messbetrieb mit Selbststart	konfigurierbar	Timer, absolute Zeit, automatischer Start bei anliegender Versorgung
Auto-Datensicherung bei Stromausfall	✓	Pufferung (USV) mit anschließendem Auto-Stop, Datenspeicherung und Selbstabschaltung
USV	integriert	Super-Caps
Ladezeit der Super-Caps	6 min.	Mindest-Betriebsdauer für volle USV-Funktionalität
USV-Abdeckungsbereich	CRXT Basiseinheit	keine Pufferung von angeschlossenen CRXT-Modulen
USV Verzögerung	0 s	"Puffer-Zeitkonstante": Zeit nach welcher eine automatische Abschaltung ausgelöst wird.

Maximale Anzahl von Kanälen pro Gerät		
Aktive Kanäle	512	inklusive deren Monitorkanäle; aktive Kanäle der aktuellen Konfiguration insgesamt
Aktive analoge Eingänge	128	inklusive deren Monitorkanäle; beinhaltet auch Kanäle von DAC-8 und DI-16, DO-16 Ports
Analoge Eingänge (aktiv + passiv)	240 (+240 Monitorkanäle)	
Feldbuskanäle (aktiv + passiv)	1000	inklusive deren Monitorkanäle
Inkrementalgeber-Kanäle	16 (+16 Monitorkanäle)	
DIO-Ports (digital IO) und DAC-Ports (analoge Ausgänge)	16	Beispiel: DI-16 Modul entspricht einem DIO-Port
Prozessvektor-Variablen	800	

Datenaufnahme, Trigger		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Kanalindividuelle Abtastraten	wählbar in Stufung 1–2-5	
Anzahl Abtastraten: Analoge Kanäle, DI und Zähler	2	gleichzeitig in einer Konfiguration verwendbar
Anzahl Abtastraten: Feldbuskanäle	beliebig	
Anzahl Abtastraten: Virtuelle Kanäle	beliebig	weitere durch imc Online FAMOS erzeugte Raten (z.B. mittels Reduktion)
Monitorkanäle	✓ für alle Kanäle der Typen: Analog, DI und Zähler (Inkrementalgeber)	gedoppelte Kanäle mit unabhängiger Abtast- und Triggereinstellung
Intelligente Triggerfunktionen	✓	z.B. logische Verknüpfung mehrerer Kanal-Ereignisse (Schwellwert, Bereich, Flanke) zu Start und Stopp-Triggern
Max. Trigger-Ereignisse pro CRXT-Modul	8	je CRXT-Verstärkermodul

Datenaufnahme, Trigger		
Mehrfach getriggerte Datenaufnahmen	✓	Multitrigger und Multischuss
Unabhängige Trigger-Maschinen	48	start/stop, Kanäle beliebig zuzuordnen

Speicherung, Signalverarbeitung		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Flash Wechselspeicher-Medium	CFast	empfohlene Medien erhältlich bei imc; es gilt der Temperaturbereich des Mediums
Speicherung auf NAS (Netzwerkpeicher)	✓	alternativ zum Flash Wechselspeicher SMBv2+3
Beliebige Speichertiefe mit Pre- und Posttrigger	✓	Pretrigger begrenzt durch Geräte-RAM (Ringspeicher); Posttrigger begrenzt nur durch Massenspeicher-Medien
Ringspeicherbetrieb	✓	zyklisch überschriebener Ringspeicher auf Massenspeicher-Medium
Synchronisation	DCF 77 GPS IRIG-B NTP PTP	Master / Slave via externen GPS-Empfänger TTL via Netzwerk
Umfangreiche Echtzeit-, Rechen- Analyse- und Steuerfunktionen	✓ imc Online FAMOS im Standard-Lieferumfang	Geräte-Option, über Freischaltcode aktivierbar

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Schockfestigkeit	MIL-STD-810F IEC 60068-2-27, IEC 61373, Cat.1	
Vibrationsfestigkeit	MIL-STD-810F Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure IEC 60068-2-64, IEC 61373, Cat.1	
Schutzart (Ingress Protection)	IP67	Der tatsächliche Schutzgrad ist abhängig von der Anschlusstechnik (siehe Datenblätter der CRXT-Module). Das CRXT-Modul mit dem niedrigsten Schutzgrad bestimmt den Schutzgrad des Gesamtsystems.
Betriebstemperatur	-40°C bis 85°C mit Betauung	
Verschmutzungsgrad	2	
Abmessungen (B x H x T)	91,5 x 130 x 186,5 mm	CRXT-Gehäuse: XT3 inklusive optionalem CAN FD Interface
Gewicht	2,1 kg	inklusive optionalem CAN FD Interface

Power via CAN - CRXT/CAN-POWER-1

Parameter	Wert	Bemerkungen
Ausgangsspannung	10 V bis 35 V DC	entsprechend Versorgungsspannung; über die optional verfügbaren CAN Anschlüsse "CAN 1" und "CAN 2" kann die Basiseinheit CANSAS Module versorgen
Ausgangsstrom	1 A (max.)	beide CAN-Knoten zusammen dauerhaft
Kurzschlusschutz ⁽⁴⁾	unbegrenzte Dauer	gegenüber Bezugsmasse der Ausgangsspannung; automatischer Neustart
Isolation	isoliert	gegenüber Gehäuse (Systemmasse, CHASSIS)

- 4 Ein Kurzschluss kann in Abhängigkeit von der Leistungsfähigkeit der Spannungsversorgung des Messsystems Rückwirkungen auf das Messsystem verursachen (z.B. kurzzeitige Unterbrechung der Versorgung von angeklickten CRXT-Konditionierern). Nach Entfernen des Kurzschlusses wird die Betriebsfähigkeit des Systems automatisch wieder hergestellt.

9.3.2.1 CRXT/POWER-X

Allgemeine technische Daten		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingangsspannungsbereich	7 V bis 35 V DC 30 V bis 35 V DC	z.B. via AC/DC Adapter oder Bordnetz über XT-CON Versorgungsbuchse "PoEC" über M8 EtherCAT-Buchse keine Versorgung über M8 EtherCAT-OUT Buchse möglich
Einschaltswelle (typ.)	8,5 V DC	min. erforderliche Eingangsspannung zum Einschalten mit angeklickter CRXT Basiseinheit
Ausgangsspannung	34 V DC $V_{in} - 0,3 \text{ V DC}$	interner Gerätezwischenkreis (Klickverbinder und PoEC) 7 V bis 31 V DC Eingang 31 V DC bis 35 V DC Eingang
Ausgangsleistung	70 W 50 W	Versorgung des angeschlossenen Geräts und weiterer Slaves via PoEC (M8) davon Versorgung via PoEC (M8)
Wirkungsgrad	>90 % (typ.)	10 V bis 35 V DC Eingang Ausgangsleistung > 35 W
Überlast / Kurzschlusschutz Ausgang	dauerhaft (reversibel)	gegenüber Bezugsmasse der Ausgangsspannung; automatischer Neustart
Überlastschutz Eingang	Schmelzsicherung 16 A	
Isolation	von CHASSIS isoliert, keine Eingang-zu-Ausgang Isolation	gegenüber Gehäuse (CHASSIS). Nachgelagerte CRXT-Module besitzen jedoch galvanische Blockisolation gegenüber dem Eingangs-Versorgungskreis
Versorgungsbuchse (Eingang)	XT-Con (2-polig)	
Remotebuchse	XT-Con (6-polig)	Fernsteuersignale ("REMOTE") auf Versorgungspotential
EtherCAT-Buchse	2x M8 (4-polig)	
Power-over-EtherCAT (PoEC) Stromlimit	1,5 A	für imc CRONOS Komponenten in Verbindung mit imc CRONOS-XT (CRXT, M8) keine PoEC Funktionalität unterstützt in Verbindung mit imc CRONOSflex (CRFX, RJ45)
Status-LED	POWER (Tri-Color) LIMIT (Tri-Color)	Betriebsmodus Überlast

9.3.3 imc CRONOScompact (CRC)

"✓" standard; "O" optional; "-" nicht vorhanden

Parameter	CRC-400	CRC-400GP	Bemerkungen
Max. Summenabtastrate	400 kS/s	400 kS/s	Datenrate von Kanälen der internen CRC-Module
Max. Summenabtastrate in Verbindung mit CRFX-Interface (Gerätetyp "CRC-2000G(P)")		400 kS/s 2000 kS/s	via interne CRC-Module Datenrate analoger Kanäle ¹ , gesamt: interne CRC-Module + externe CRFX-Module
Anschlüsse			
PC / Netzwerk	RJ45	RJ45	max. 100 m Kabel bei 100 MBit (nach IEEE 802.3)
Ethernet TCP/IP	100 MBit	1 GBit	
Option CRFX-Interface: Systembus für externe flex-Module (CRFX, EtherCAT)	-	O RJ45	Gerätetyp: "CRC-2000GP", max. 100 m Kabel zwischen 2 Modulen
Flash Wechselspeicher	CF-Card Slot	CFast-Card Slot	auch über Netzwerk auslesbar
USB 2.0 (Host)	-	✓	für Speichermedien z.B. externe HDD, USB-Stick alternativ zu CFast verwendbar
Interne Festplatte (HDD)	O	O	Option, nur ab Werk: SSD oder magnetisch; 400 kS/s Datenspeicherung gilt für 16 Bit / Sample
Interner WLAN-Adapter (optional)	1 Antenne IEEE 802.11g max. 54 MBit/s 2,4 GHz	2 Antennen IEEE 802.11n max. 300 MBit/s Dual Band (2,4 / 5 GHz)	
Synchronisierung	BNC		isoliert (markiert mit gelbem Ring)
Externes Display	DSUB-9		
Externes GPS-Modul	DSUB-9		
Versorgung	Typ LEMO.2B (2-polig)		Buchse kompatibel zu LEMO.FGG.2B.302
Remote (Fernsteuerung Hauptschalter)	DSUB-15		
Programmierbare Status-Anzeige	6 LED (grün)		Ansteuerung über imc Online FAMOS
Messsignal-Anschlüsse	entsprechend Ausrüstung mit Signalkonditionierung		üblicherweise DSUB-15

- 1 2000 kS/s gilt für eine Konfiguration ohne PV, Trigger und bei 16 Bit Auflösung.
Bei Nutzung des Prozessvektors sind max. 128 aktive analoge Kanäle (Monitorkanäle zählen ebenfalls) mit 2 kS/s pro Kanal sowie 1 Feldbus Modul möglich. Jedes weitere Feldbus Modul reduziert die Summenabtastrate der analogen Kanäle um max. 200 kS/s.

Spannungsversorgung	CRC-xxx	CRC-AC-RACK	Bemerkungen
DC-Versorgungseingang	✓	✓	galvanisch isoliert vom Gehäuse (CHASSIS)
AC/DC Netzadapter	✓ 24 VDC, 150 W 110-230V AC 50-60 Hz	-	im Lieferumfang
AC-Eingang (Netzspannung)	-	✓ 85-250 VAC 50-60 Hz	AC/DC Netzadapter intern, Kaltgeräte-Stecker rückseitig
USV	✓	✓	
Option für Li-Ion USV	O	-	erhöhte Akku-Kapazität
DC Versorgung	10 V bis 32 VDC		
Einschaltschwelle (typ.)	10,9 V		min. erforderliche Eingangsspannung zum Einschalten (Leerlauf)
Abschaltschwelle (typ.)	9,8 V		Eingangsspannung bei der auf interne USV- Pufferung umgeschaltet wird, bzw. die verzögerte automatische Abschaltung ausgelöst wird
Leistungsaufnahme	<130 W		je nach Modell und Ausstattung

USV und Datenintegrität	Wert	Bemerkungen
Autarker Betrieb ohne PC	✓	
Automatischer Messbetrieb mit Selbststart	konfigurierbar	Timer, absolute Zeit, automatischer Start bei anliegender Versorgung
Auto-Datensicherung bei Stromausfall	✓	Pufferung (USV) mit anschließendem "Auto-Shutdown": Auto-Stop der Messung, Datenspeicherung und Selbstabschaltung
Batteriepufferung / USV	integriert	mit automatischer Ladekontrolle
USV-Abdeckungsbereich	komplettes System inklusive Einsteckmodule (Verstärker)	
USV Überbrückungszeit pro Spannungsausfall (Abschaltverzögerung)	30 s (Default), konfigurierbar	"Puffer-Zeitkonstante": Zeitdauer eines kontinuierlichen Spannungsausfalls, nach welchem eine automatische Abschaltung ausgelöst wird.
Mindestladedauer für 1 min. Pufferdauer	≤53 min.	typ., 23°C, bei entladenem Akku
Zusätzliche Leistungsaufnahme beim Laden	3,5 W (max.)	Gerät eingeschaltet
Ladeleistung (netto)	2,5 W (typ.)	Gerät eingeschaltet
Ladezeitverhältnis: Ladezeit / Entladezeit	Pufferzeit · 1,2 · (Gesamtleistung / 2,5 W)	Worst case Beispiel: Gesamtleistung des Systems 100 W, Pufferdauer 1 min., resultierende Ladedauer ≤ 48 min. (Ladezeitverhältnis 48:1)
Ladezeit für vollständige Akku-Ladung	36 h	Gerät eingeschaltet
USV Batterien	Wert	Bemerkungen
Akku-Typ	NiMH	
Effektive Pufferkapazität	≥55 Wh	typ., 23°C, vollgeladener Akku
Max. Pufferdauer	>30 min.	gesamte Überbrückungszeit je nach Gerätevariante Gesamtleistung ≤110 W
USV-Übernahmeschwelle (typ.)	9,8 V 11,1 V	Übernahme interne Pufferbatterie zurückschalten auf externe Versorgung

Datenaufnahme, Trigger	Wert	Bemerkungen
Kanalindividuelle Abtastraten	wählbar in Stufung 1–2–5	
Anzahl Abtastraten: Analoge Kanäle, DI & Zähler	2	gleichzeitig in einer Konfiguration verwendbar
Anzahl Abtastraten: Feldbuskanäle	beliebig	
Anzahl Abtastraten: Virtuelle Kanäle	beliebig	weitere durch imc Online FAMOS erzeugte Raten (z.B. mittels Reduktion)
Monitorkanäle	✓ für alle Kanäle der Typen: Analog, DI und Zähler (ENC)	gedoppelte Kanäle mit unabhängiger Abtast- und Triggereinstellung
Intelligente Triggerfunktionen	✓	z.B. logische Verknüpfung mehrerer Kanal-Ereignisse (Schwellwert, Bereich, Flanke) zu Start und Stopp-Trigger
Mehrfach getriggerte Datenaufnahmen	✓	Multitrigger und Multischuss
Unabhängige Triggermaschinen	48	start/stop, Kanäle beliebig zuzuordnen

Maximale Anzahl von Kanälen pro Gerät									
Aktive Kanäle innerhalb eines Systems...		512		Aktive Kanäle der aktuellen Konfiguration: Gesamtsumme von analogen, digitalen, Feldbus und virtuellen Kanälen, sowie evtl. Monitorkanälen					
...davon aktive analoge Kanäle		198 ⁽¹⁾		Aktive analoge Kanäle der aktuellen Konfiguration (Summe aus primären Kanälen + Monitorkanälen)					
Feldbuskanäle		1000		Anzahl der definierten Kanäle (aktiv und passiv); Die in der aktuellen Konfiguration aktivierbaren Kanäle sind limitiert durch die Gesamtzahl aller aktivierten Kanäle (512).					
Prozessvektor-Variablen		800		Einzelwert-Variablen, welche jeweils die letzten aktuellen Messwerte enthalten. Zu jedem Kanal wird automatisch eine Prozessvektor-Variablen angelegt.					
		ohne Monitorkanäle			mit Monitorkanälen				
Kanaltyp	bestimmt durch	Limit (aktiv+passiv)		davon aktiv	gesamt aktiviert	Limit (aktiv+passiv)		davon aktiv	gesamt aktiviert
Analoge Kanäle	Systemausbau	Kanal	240	198 ⁽¹⁾	512	Kanal	240	198 ⁽¹⁾	512
						Monitor	240		
Inkrementalgeber	Systemausbau	Kanal	16	16		Kanal	16	16	
						Monitor	16	16	
DIO/DAC-Ports	Systemausbau	Port	16	16		Port	16	16	
						Monitor	16	16	
Feldbus-Kanäle	flexibel	Kanal	1000	512	Kanal	1000	512		
					Monitor				
Virtuelle Kanäle (OFA)	flexibel	-	-	512	-	-	512		

Belegung für Ports (Beispiele):

- ein DO-Modul (z.B. DO-16) belegt 1 Port
- ein DI8-DO8-ENC4-DAC4 Modul belegt 3 Ports
- ein DAC-Modul (z.B. DAC-8 oder DAC-4) belegt 1 Port



Monitorports: DI-Ports (bzw. Kanäle) haben Monitorports, DO/DAC dagegen nicht

(1): 128 bei imc CRONOSflex (CRFX) und imc CRONOS-XT (CRXT), incl. Ausgabekanäle vom Typ DAC-8 und DIO-Ports vom Typ DI / DO, incl. 18 Kanäle pro CRFX/WFT-2 Eingang

Speicherung, Signalverarbeitung		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Flash Wechselspeicher-Medium	CF (CRC-xxx) CFast, USB (CRC-xxxGP)	empfohlene Medien erhältlich bei imc; es gilt der Temperaturbereich des Mediums
Speicherung auf NAS (Netzwerk Speicher)	✓	Alternativ zum Flash Wechselspeicher SMBv2+3
Beliebige Speichertiefe mit Pre- und Posttrigger	✓	Pretrigger begrenzt durch Geräte-RAM (Ringspeicher); Posttrigger begrenzt nur durch Massenspeicher-Medien
Ringspeicherbetrieb	✓	zyklisch überschriebener Ringspeicher auf Massenspeicher-Medium
Synchronisation	DCF 77 GPS IRIG-B NTP PTP	Master / Slave via externen GPS-Empfänger TTL via Netzwerk für Geräte CRC-xxxGP
Umfangreiche Echtzeit-, Rechen- Analyse- und Steuerfunktionen	✓ imc Online FAMOS im Standard-Lieferumfang	Geräte-Option, über Freischaltcode aktivierbar

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Betriebstemperatur (erweitert, "ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betauung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage

9.3.3.1 Technische Daten des Li-Ion USV-Moduls

Li-Ion Smart Batterien enthalten in CRC/B-Li-IO-1 und CRC/B-Li-IO-2		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Ladedauer pro Li-Ion Akku	3 h	Gerät muss dabei eingeschaltet sein
Kapazität pro Li-Ion Akku	98 Wh ⁴	Nominal bei 21°C Die tatsächliche Kapazität ist last- und temperaturabhängig. Bei Temperaturen unter 0°C ist die tatsächlich nutzbare Kapazität auf einen prozentualen Anteil der Nominal-Kapazität reduziert Beispiel (bei Belastung von ca. 40 W): ca. 85% bei -10°C ca. 55% bei -20°C
Betriebstemperatur Bereich Betrieb (Entladung)	-20°C bis +69°C	Arbeitsbereich der Pufferfunktion Bei Temperaturen über 60°C wird zum Schutz des Akkus die Pufferzeit der USV auf 15 Sekunden reduziert
	-10°C bis +50°C	Spezifizierter Temperaturbereich des Smart Batterie Herstellers Hersteller der einzelnen Li-Ion Zellen der Smart Batterien spezifizieren einen Temperaturbereich beim Entladen von -20°C bis +60°C
	+75°C ± 5°C	Deaktivierung der Batterie: interne Schutzschaltung der Smart Batterien verhindern eine Entladung
Laden	0°C bis +45°C	oberhalb von +45°C wird eine Ladung des Akku unterbunden (erkennbar an nicht blinkender grüner Ladezustands-LED)
Lagerung	-20°C bis +60°C	
Passive Temperatursicherung	+93°C (Toleranz: +0°C, -5°C)	Die passive Temperatursicherung ist nach einmaliger Aktivierung nicht rücksetzbar und macht somit den Akku unbrauchbar!
Relative Luftfeuchtigkeit	≤80%	

Hinweis: Die Smart Batterien sollten für eine optimale Lebensdauer mindestens alle 3 Monate vollständig geladen werden. Das Gerät in dem sich die Smart Batterien befinden, ist dabei für die Dauer der Ladung einzuschalten!

(4) Ab Lieferdatum FEB-2019, davor 69 Wh

9.3.4 imc CRONOS-SL

Allgemeine technische Daten

Gehäuse	imc CRONOS-SL-2	imc CRONOS-SL-4
Normale Gebrauchslage		
Gehäuseart	Tragegehäuse	
IP-Schutzgrad (#1)	IP65	
Maße (BxHxT in mm) mit Griffen, Füßen und Anschlüssen	286 x 80 x 350 (#2)	286 x 116 x 352 (#2)
Gewicht (kg)	6,5	8
Freie Modulsteckplätze (#3)	2	4
Modular konfigurierbar	✓	✓
Maximal mögliche Kanalzahl (#4)	16	32

- (#1) bei Verwendung entsprechender Stecker bzw. Anschlussabdeckung
Der Anschluss ist auch ohne Abdeckung IP65 spezifiziert (Spezialanfertigung von imc).
- (#2) ohne Griffe, Füße (T in mm 280)
- (#3) DI16-DO8-ENC4 benötigt keinen zusätzlichen Slot
- (#4) Je nach gewünschter Verstärkerkonfiguration ergibt sich die maximale Kanalzahl, kontaktieren Sie uns für eine detaillierte Beratung

Anschlüsse	imc CRONOS-SL-2	imc CRONOS-SL-4
PC Anschluss: Ethernet TCP/IP	10/100 MBit, zulässige Kabellänge bei 100 MBit Ethernet max. 100 m gemäß IEEE 802	
CF-Card Slot	1	
Synchronisation mehrerer Geräte	BNC	
Anschluss GPS	DSUB-9	
Anschluss Handterminal	DSUB-9	
Anschluss Remote	DSUB-15	
Messsignalanschlüsse	entsprechend Ausrüstung mit Signalkonditionierung	

Spannungsversorgung	imc CRONOS-SL-2	imc CRONOS-SL-4
Versorgung	10 V bis 32 V DC	
LEMO Stecker	FGG.1B.302 CLAD62ZN	
DC-Eingang potentialgetrennt	✓	
Leistungsaufnahme (bei vollgeladenem USV-Akku)	abhängig von Verstärkerausbau (typ. 50 W)	abhängig von Verstärkerausbau (typ. 60 W)

"✓" standard; "O" optional; "-" nicht vorhanden

Betriebsbedingungen	imc CRONOS-SL-2	imc CRONOS-SL-4
Betriebstemperatur	-40°C bis +85°C mit Betauung	
Lagertemperatur	-40°C bis 85°C	
Schockfestigkeit	MIL-STD-810F 60 g, 11 ms Halbsinus IEC 60068-2-27, IEC 61373, Cat.2 300 m/s ² (ca. 30 g), 18 ms Halbsinus	MIL-STD-810F 60 g, 6 ms Halbsinus IEC 60068-2-27, IEC 61373, Cat.2 300 m/s ² (ca. 30 g), 18 ms Halbsinus
Vibrationfestigkeit	MIL-STD-810F Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure IEC 60068-2-64, IEC 61373, Cat.2	
Betauungsschutz	✓	

USV und Datenintegrität	Wert	Bemerkungen
Autarker Betrieb ohne PC	✓	
Automatischer Messbetrieb mit Selbststart	konfigurierbar	Timer, absolute Zeit, automatischer Start bei anliegender Versorgung
Auto-Datensicherung bei Stromausfall	✓	Pufferung (USV) mit anschließendem "Auto-Shutdown": Auto-Stop der Messung, Datenspeicherung und Selbstabschaltung
Batteriepufferung / USV	integriert	mit automatischer Ladekontrolle
USV-Abdeckungsbereich	komplettes System inklusive Einsteckmodule (Verstärker)	
USV Überbrückungszeit pro Spannungsausfall (Abschaltverzögerung)	30 s (Default), konfigurierbar	"Puffer-Zeitkonstante": Zeitdauer eines kontinuierlichen Spannungsausfalls, nach welchem eine automatische Abschaltung ausgelöst wird.
Mindestladedauer für 1 min. Pufferdauer	≤53 min.	typ., 23°C, bei entladenem Akku
Zusätzliche Leistungsaufnahme beim Laden	3,5 W (max.)	Gerät eingeschaltet
Ladeleistung (netto)	2,5 W (typ.)	Gerät eingeschaltet
Ladezeitverhältnis: Ladezeit / Entladezeit	Pufferzeit · 1,2 · (Gesamtleistung / 2,5 W)	Worst case Beispiel: Gesamtleistung des Systems 100 W, Pufferdauer 1 min., resultierende Ladedauer ≤ 48 min. (Ladezeitverhältnis 48:1)
Ladezeit für vollständige Akku-Ladung	36 h	Gerät eingeschaltet
USV Batterien	Wert	Bemerkungen
Akku-Typ	NiMH	
Effektive Pufferkapazität	≥55 Wh	typ., 23°C, vollgeladener Akku
Max. Pufferdauer	>30 min.	gesamte Überbrückungszeit je nach Gerätevariante Gesamtleistung ≤110 W
USV-Übernahmeschwelle (typ.)	9,8 V 11,1 V	Übernahme interne Pufferbatterie zurückschalten auf externe Versorgung

Datenaufnahme, Trigger	Wert	Bemerkungen
Max. Summenabtastrate	400 kS/s	
Kanalindividuelle Abtastraten	wählbar in Stufung 1–2–5	
Anzahl Abtastraten: Analoge Kanäle, DI & Zähler	2	gleichzeitig in einer Konfiguration verwendbar
Anzahl Abtastraten: Virtuelle Kanäle	beliebig	weitere durch imc Online FAMOS erzeugte Raten (z.B. mittels Reduktion)
Monitorkanäle	✓ für alle Kanäle der Typen: Analog, DI und Zähler (ENC)	gedoppelte Kanäle mit unabhängiger Abtast- und Triggereinstellung
Intelligente Triggerfunktionen	✓	z.B. logische Verknüpfung mehrerer Kanal-Ereignisse (Schwellwert, Bereich, Flanke) zu Start und Stopp-Triggern
Mehrfach getriggerte Datenaufnahmen	✓	Multitrigger und Multischuss
Unabhängige Triggermaschinen	48	start/stop, Kanäle beliebig zuzuordnen

Maximale Anzahl von Kanälen pro Gerät							
Aktivierte Kanäle		512	aktive Kanäle der aktuellen Konfiguration: Gesamtsumme von analogen, digitalen, Feldbus und virtuellen Kanälen, sowie evtl. Monitorkanälen				
Feldbuskanäle		1000	Anzahl der definierten Kanäle (aktiv und passiv); Die in der aktuellen Konfiguration aktivierbaren Kanäle sind limitiert durch die Gesamtzahl aller aktivierten Kanäle (512).				
Prozessvektor-Variablen		800	Der Prozessvektor ist eine Sammlung von Einzelwert-Variablen, welche jeweils die letzten aktuellen Messwerte enthalten. Zu jedem Kanal wird automatisch eine Prozessvektor-Variable angelegt.				
		ohne Monitorkanäle			mit Monitorkanälen		
Kanaltyp	bestimmt durch	Limit (aktiv+passiv)	davon aktiv	gesamt aktiviert	Limit (aktiv+passiv)	davon aktiv	gesamt aktiviert
Analoge Kanäle	je nach Gerätetyp	8..24	8..24	512	Kanal	8..24	16..48
					Monitor	8..24	
Inkrementalgeber	Standard	4	4		Kanal	4	4
					Monitor	4	4
Digitale (DI-Ports)	Standard	1	1		Port	1	1
					Monitor	1	1
Digitale (DO/DAC-Ports)	Standard	2	2		Port	2	2
Feldbus-Kanäle	definierbar (dbc)	1000	512	Kanal	1000	512	
				Monitor			
Virtuelle Kanäle (OFA)	definierbar (OFA)	-	512		-	512	

DI-Ports (bzw. Kanäle) haben Monitorports, DO/DAC dagegen nicht

9.4 Synchronisation und Zeitbasis

Zeitbasis eines einzelnen Geräts ohne externe Synchronisation					
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen		
Genauigkeit RTC		±50 ppm 1 µs (1 ppm)	nicht abgeglichen (Standard-Geräte), bei 25°C abgeglichene Geräte (auf Anfrage), 25°C		
Drift	±20 ppm	±50 ppm	-40°C bis +85°C Betriebstemperatur		
Alterung		±10 ppm	bei 25°C; 10 Jahre		

Zeitbasis mit externer Synchronisation					
Parameter	GPS	DCF77	IRIG-B	NTP	PTP ⁽⁴⁾
unterstützte Formate	NMEA / PPS ⁽¹⁾		B000, B001, B002, B003 ⁽²⁾	Version ≤4	Version 2
Genauigkeit	±1 µs			<5 ms nach ca. 12 h ⁽³⁾	<1 µs unter guten Bedingungen
Jitter (max.)	±8 µs			---	
Spannungspegel	TTL (PPS ⁽¹⁾) RS232 (NMEA)	5 V TTL Pegel		---	
Eingangswiderstand	1 kΩ (pull up)	20 kΩ (pull up)		---	
Anschluss	DSUB-9 "GPS" nicht isoliert	BNC "SYNC" (isoliert) (Prüfspannung 300 V, 1 min.)		RJ45 "LAN"	
Schirmpotential Anschluss		BNC: isolierter Signal-GND (markiert durch gelben Ring)		---	

Synchronisation über mehrere Geräte mit DCF (Master/Slave)			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
max. Kabellänge		200 m	BNC Kabel RG58 (Kabellaufzeit berücksichtigen)
max. Anzahl Geräte		20	nur Slave
Gleichtaktspannung SYNC nicht-isoliert	0 V		BNC Schirm entspricht Systemmasse: Die Geräte müssen das gleiche Massepotential haben, sonst kann es zu Problemen bei der Signalqualität (Signalflanken) kommen. Abhilfe siehe ISOSYNC
SYNC isoliert		max. 50 V	BNC Schirm: isoliert; zum störungsfreien Betrieb auch bei unterschiedlichen Massepotentialen (Erdschleifen)
Spannungspegel	5 V		
DCF Ein-/Ausgang	"SYNC" Anschluss		BNC

ISOSYNC (optionaler externer Zusatz zur isolierten Entkopplung des SYNC Signals)			
Parameter	Wert typ.	min. max.	Bemerkungen
Isolationsfestigkeit	1000 V		1 Minute (Prüfspannung)
Verzögerung	5 µs		@ 25°C
Temperaturbereich		-35°C bis +80°C	

(1) PPS (Pulse per second): Sekundensignal mit Impuls >5 ms notwendig; Maximalstrom = 220 mA

(2) Nur Auswertung der BCD Information

(3) Max. Wert, wenn folgende Bedingung erfüllt: bei Erst-Synchronisation

(4) Nur verfügbar für Geräte mit dem Suffix "-GP" in Verbindung mit imc STUDIO 5.0 R5 oder höher. Bitte lesen Sie im Software Handbuch detaillierte Informationen über die PTP Synchronisation (Kapitel: "Externe Uhr: PTP").

**Verweis****Synchronisation und Zeitbasis**

Bitte lesen Sie im Software Handbuch detaillierte Informationen über die PTP Synchronisation (Kapitel: "Externe Uhr: PTP").

**Hinweis**

Für alle Geräte mit einer Seriennummer kleiner 140000 gilt: Das DCF77 Signal ist nur auswertbar, wenn es "active low" ist. Für Geräte mit einer Seriennummer größer 140000 ist sowohl "active low" als auch "active high" als Einstellung der externen Synchronquelle auswertbar.

9.5 Schall und Schwingung

9.5.1 CRFX/AUDIO2-4(-MIC): IEPE/ICP, Spannung

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingänge	4	
Messmodi	Spannungsmessung stromgespeiste Sensoren	(ICP™-, DELTATRON®-, PIEZOTRON®-Sensors)
Anschlusstechnik	4x BNC 4x LEMO	1 Kanal pro Stecker Mikrofonversorgung AUDIO2-4-MIC ³⁴⁶

Abtastrate, Bandbreite, Filter, TEDS		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Abtastrate	≤100 kHz	pro Kanal
Bandbreite	0 Hz bis 49 kHz 0 Hz bis 46 kHz	-3 dB -0,1 dB
Filter (digital) Frequenz Charakteristik Ordnung	50 Hz bis 20 kHz	Butterworth, Bessel Tiefpass und Hochpass: 8. Ordnung Bandpass: TP und HP je 4.Ordnung Anti-Aliasing Filter: Cauer 8. Ordnung mit $f_g = 0,4 f_a$
Auflösung	16 Bit 24 Bit	Ausgabeformat kanalindividuell wählbar: a) 16 Bit Integer b) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)
TEDS - Transducer Electronic Data Sheet	IEEE 1451.4 konform Class 1 MMI	

Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Isolationsspannung		≤100 V	gegen Systemmasse (Schutzerde) und Kanäle untereinander ¹ Prüfspannung 500 V _{eff} , 1 min.
Überspannungsfestigkeit		±150 V ±50 V	dauerhaft, Differenzeingänge (BNC) Bereich >±2,5 V und Gerät ausgeschaltet Bereich ≤±2,5 V
Eingangskopplung	AC, DC, AC mit Stromspeisung		
Eingangskonfiguration	differentiell, isoliert		galvanisch isoliert zur Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS) und Kanäle untereinander
Eingangswiderstand	1 MΩ >10 MΩ	±1 %	Bereich >±2,5 V und Gerät ausgeschaltet Bereich ≤±2,5 V
Untere Grenzfrequenz (HP)	<0,2 Hz	±20 %	-3 dB; AC-Kopplung, Spannungsmessung

¹ keine Isolation bei optionaler Mikrofonversorgung (AUDIO2-4-MIC)

Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 100 \text{ V}; \pm 50 \text{ V}; \pm 25 \text{ V}; \pm 10 \text{ V};$ $\pm 5 \text{ V}; \pm 2,5 \text{ V}; \pm 1 \text{ V bis } \pm 5 \text{ mV}$		
Verstärkungsunsicherheit	0,002 %	$\leq 0,05 \%$	von der Anzeige, bei 25 °C
Verstärkungsdrift	$2 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$	$13 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,002 %	$\leq 0,05 \%$ $\leq 0,1 \%$	vom Messbereich, DC-Kopplung Bereich $> \pm 10 \text{ mV}$ Bereich $\leq \pm 10 \text{ mV}$
Nullpunktdrift	$\pm 85 \mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 2 \mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 0,35 \mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$	$\pm 200 \mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 7 \mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 0,9 \mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$	Bereiche $> \pm 2,5 \text{ V}$ Bereiche $\pm 2,5 \text{ V bis } \pm 500 \text{ mV}$ Bereiche $\leq \pm 250 \text{ mV}$ $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nichtlinearität	10 ppm	$\leq 20 \text{ ppm}$	
CMRR (common mode rejection ratio) / IMR Bereich: $\pm 50 \text{ V bis } \pm 2,5 \text{ V}$ Bereich: $\pm 2,5 \text{ mV bis } \pm 5 \text{ mV}$	-100 dB -74 dB -146 dB -120 dB		Isolationstestspannung, $70 V_{\text{eff}}$ 50 Hz 1 kHz 50 Hz 1 kHz
Signalrauschen	$1,8 \mu\text{V}_{\text{eff}}$ $0,3 \mu\text{V}_{\text{eff}}$ $0,1 \mu\text{V}_{\text{eff}}$		DC-Kopplung Bandbreite: 0,1 Hz bis 50 kHz Bandbreite: 0,1 Hz bis 1 kHz Bandbreite: 0,1 Hz bis 10 Hz
THD (Total Harmonic Distortion, spektrale Reinheit)	-100 dB		Signalfrequenz $\leq 1 \text{ kHz}$
Signal-Rauschverhältnis	-105 dB -106 dB -97 dB -72 dB		(A-weighted), $\leq 100 \text{ ksp}$ Bandbreite 20 Hz bis 20 kHz Bereich $\pm 100 \text{ V}$ Bereich $\pm 1 \text{ V}$ Bereich $\pm 100 \text{ mV}$ Bereich $\pm 5 \text{ mV}$

Sensorversorgung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Konstantstrom	4,2 mA	$\pm 10 \%$	
Spannungshub	25 V	$> 23 \text{ V}$	
Quellwiderstand der Stromquelle	280 k Ω	$> 100 \text{ k}\Omega$	liegt parallel zu Eingangswiderstand

Spannungsversorgung des Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Versorgung	10 V bis 50 V DC	
Leistungsaufnahme	9 W 11 W	10 V bis 50 V DC AUDIO2-4 AUDIO2-4-MIC
Isolation	60 V	nominale Isolationsspezifikation des Versorgungseingangs
Power-over EtherCAT (PoEC)	42 V bis 50 V DC	Versorgung über EtherCAT Netzwerk Kabel bei Anschluss an RJ45

Anschlüsse des Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
EtherCAT Anschluss	2x RJ45	Systembus für räumlich verteilte imc CRONOS <i>flex</i> Systeme
Versorgungsbuchse	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten, zur optionalen individuellen Versorgung
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig	zur direkten Versorgung und Vernetzung (System Bus) ohne weitere Kabel

Verfügbare Leistung zur Versorgung weiterer extern verbundener imc CRONOS<i>flex</i> Module (Klick Mechanismus)	
Direkt verbundene imc CRONOS <i>flex</i> -Module über Modul-Steckverbinder	3,1 A (maximaler Strom) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung)
Power-over EtherCAT (PoEC) Versorgung von <i>flex</i> -Modulen	350 mA (maximaler Strom nach IEEE 802.3) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 17,5 W bei 50 V DC (z.B. Power Handle) • 16,8 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 14,7 W bei 42 V DC (Mindest-Versorgungsspannung für PoEC) Hinweis: minimale Eingangsspannung von 42 V DC für PoEC Funktion

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betaung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betaung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage
Abmessungen	62 x 118 x 186 mm	B x H x T
Gewicht	ca. 0,9 kg (CRFX/AUDIO2-4), 1,2 kg (CRFX/AUDIO2-4-MIC)	

Mikrofonversorgung

CRFX/AUDIO2-4-MIC mit einem Versorgungsmodul für Kondensatormikrofone			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
niedrige Versorgungsspannung max. Versorgungsstrom/Kanal	±14 V	±3 % ≥3 mA	dauerhaft kurzschlussfest
hohe Versorgungsspannung max. Versorgungsstrom/Kanal	±60 V	±3 % ≥3 mA	dauerhaft kurzschlussfest
Polarisationsspannung	+200 V	±0,2 %	dauerhaft kurzschlussfest
max. Strom		<300 µA	Achtung! Gefahr des elektrischen Schlages.

Blockisolation der Mikrofonversorgung		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Blockisolation	60 V	Isolation der gesamten Mikrofonversorgung gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE)
Isolationsimpedanz	500 kΩ 1 nF	
Bezugspotential intern	-SUPPLY	
Bezugspotential extern	CHASSIS, Metallgehäuse	4-Kanal Mikrofonversorgung als Gesamteinheit gegenüber Gehäuse galvanisch isoliert

Blockisolation dient zur Unterdrückung von Störungen durch Erdschleifen. Stellt keine kanal-individuelle Isolation dar, insbesondere nicht im Sinne von Geräte- und Personensicherheit!

[Zur Beschreibung des AUDIO2-4](#) 

9.5.2 CRFX/QI-4: Ladungs- und Audiomessmodul

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik			
Parameter	Wert		Bemerkungen
Eingänge	4+4		2 pro Kanal
Messmodi	Spannungsmessung Ladungsmessung stromgespeiste Sensoren		(ICP™-, DELTATRON®-, PIEZOTRON®-Sensors)
Anschlusstechnik	8x BNC		4 für Ladungsmessung (Q) und 4 für Spannungsmessung bzw. ICP (U), wahlweise
Abtastrate, Bandbreite, Filter, TEDS			
Parameter	Wert		Bemerkungen
Abtastrate	≤100 kHz		pro Kanal
Bandbreite	0 Hz bis 49 kHz		-3 dB
	0 Hz bis 46 kHz		-0,1 dB
Filter (digital) Frequenz Charakteristik Ordnung	50 Hz bis 20 kHz		Tiefpass und Hochpass: 8. Ordnung Bandpass: TP und HP je 4.Ordnung Bessel, Butterworth
Auflösung	16 Bit 24 Bit		Ausgabeformat kanalindividuell wählbar: a) 16 Bit Integer b) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)
TEDS - Transducer Electronic Data Sheet	IEEE 1451.4 konform Class 1 MMI		
Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Isolationsspannung	≤100 V		gegen Systemmasse (Schutzerde) und Kanäle untereinander Prüfspannung 500 V _{eff} , 1 min.
Überspannungsfestigkeit	<±1 V		Ladungsmessung
	±150 V		Spannungsmessung
	±50 V		Bereiche >±2,5 V und Gerät ausgeschaltet Bereiche ≤±2,5 V
Eingangskopplung	AC, DC, AC mit Stromspeisung		
Eingangskonfiguration	differentiell, isoliert		gegen Systemmasse (Schutzerde) und Kanäle untereinander
Eingangswiderstand	1 MΩ >10 MΩ		Bereiche >±2,5 V und Gerät ausgeschaltet Bereiche ≤±2,5 V
Untere Grenzfrequenz (HP)	0,2 Hz	±20 %	-3 dB; AC-Kopplung Spannungsmessung

Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 100 \text{ V}; \pm 50 \text{ V}; \pm 25 \text{ V}; \pm 10 \text{ V};$ $\pm 5 \text{ V}; \pm 2,5 \text{ V}; \pm 1 \text{ V bis } \pm 5 \text{ mV}$		
Verstärkungsabweichung	0,002 %	$\leq 0,05 \%$	von der Anzeige
Verstärkungsdrift	$2 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$	$13 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,002 %	$\leq 0,05 \%$ $\leq 0,1 \%$	vom Messbereich, DC-Kopplung Bereiche $> \pm 10 \text{ mV}$ Bereiche $\leq \pm 10 \text{ mV}$
Nullpunktdrift	$\pm 85 \mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 2 \mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 0,35 \mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$	$\pm 200 \mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 7 \mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 0,9 \mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$	Bereiche $> \pm 2,5 \text{ V}$ Bereiche $\pm 2,5 \text{ V bis } \pm 500 \text{ mV}$ Bereiche $\leq \pm 250 \text{ mV}$ $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nichtlinearität	10 ppm	$\leq 20 \text{ ppm}$	
THD (Total Harmonic Distortion, spektrale Reinheit)	-100 dB		Signalfrequenz $\leq 1 \text{ kHz}$
CMRR (common mode rejection ratio) / IMR Bereich: $\pm 50 \text{ V bis } \pm 5 \text{ V}$ Bereich: $\pm 2,5 \text{ V bis } \pm 5 \text{ mV}$	-100 dB -74 dB -146 dB -120 dB		Isolationstestspannung, $70 V_{\text{eff}}$ 50 Hz 1 kHz 50 Hz 1 kHz
Signal-Rauschverhältnis	-105 dB -106 dB -97 dB -72 dB		(A-weighted), $\leq 100 \text{ ksp}$ Bandbreite 20 Hz bis 20 kHz Bereich: $\pm 100 \text{ V}$ Bereich: $\pm 1 \text{ V}$ Bereich: $\pm 100 \text{ mV}$ Bereich: $\pm 5 \text{ mV}$
Signalrauschen	$1,8 \mu\text{V}_{\text{eff}}$ $0,3 \mu\text{V}_{\text{eff}}$ $0,1 \mu\text{V}_{\text{eff}}$		DC-Kopplung; Bandbreite: 0,1 Hz bis 50 kHz 0,1 Hz bis 1 kHz 0,1 Hz bis 10 Hz

Ladungsmessung QI-4 (Standard)			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 100.000 \text{ pC}$; $\pm 50.000 \text{ pC}$; $\pm 25.000 \text{ pC}$; ... $\pm 10 \text{ pC}$		
Überlastfestigkeit max. Signalsteilheit		$\pm 5.000.000 \text{ pC}$ $< \pm 0,01 \text{ C/s}$	dauerhaft
Verstärkungsabweichung	0,04 % 0,1 %	0,2 % 0,5 %	von der Anzeige Messbereiche 100 nC bis 100 pC Messbereiche 50 pC bis 10 pC
Verstärkungsdrift	$0,01 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$		$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a = \text{Umgebungstemperatur}$
Nullpunktabweichung DC-Kopplung	0,02 %	0,05 % 0,2 pC	Es gilt der größere Wert. vom Messbereich nach Rücksetzvorgang ohne Übersteuerung ¹ $\Delta T_a = 25^\circ\text{C}$
Drift bei DC-Kopplung	$\pm 0,005 \text{ pC/s}$	$\pm 0,05 \text{ pC/s}$	
Dauer des Rücksetzvorgang	500 ms		
Bandbreite, obere Grenzfrequenz	48 kHz 30 kHz 10 kHz		$C_k = \text{Sensor- zzgl. Kabelkapazität}$ -3 dB $\pm 0,1 \text{ dB}$; $C_k < 1 \text{ nF}$ $\pm 0,1 \text{ dB}$; $C_k < 10 \text{ nF}$
Bandbreite, untere Grenzfrequenz DC-Kopplung AC-Kopplung, Messbereich: $\pm 100 \text{ nC}$ bis $\pm 25 \text{ nC}$ $\pm 10 \text{ nC}$ bis $\pm 2500 \text{ pC}$ $\pm 1000 \text{ pC}$ bis $\pm 10 \text{ pC}$	quasi statisch 0,2 Hz 0,3 Hz 1,4 Hz		
Rauschen, Messbereich: $\pm 100 \text{ nC}$ bis $\pm 25 \text{ nC}$ $\pm 10 \text{ nC}$ bis $\pm 2500 \text{ pC}$ $\pm 1000 \text{ pC}$ bis $\pm 10 \text{ pC}$	0,5 pC_{eff} 0,12 pC_{eff} 0,05 pC_{eff}		Bandbreite: 0,1 Hz bis 1 kHz
Ladungsmessung QI-4-1UC			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 1.000.000 \text{ pC}$; $\pm 500.000 \text{ pC}$; $\pm 250.000 \text{ pC}$; ... $\pm 100 \text{ pC}$		

¹ Überschreitet die Ladung vor dem Rücksetzvorgang die Meßbereichsgrenzen, liegt eine Übersteuerung des Meßeingangs vor. In diesem Fall ist der Rücksetzvorgang zweimal im Abstand von ca. 30 s durchzuführen.

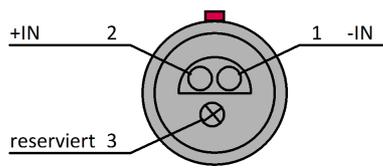
Sensorversorgung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Konstantstrom	4,2 mA	±10 %	
Spannungshub	25 V	>24 V	
Quellwiderstand der Stromquelle	280 kΩ	>100 kΩ	liegt parallel zu Eingangswiderstand
Spannungsversorgung des Moduls			
Versorgung	10 V bis 50 V DC		
Leistungsaufnahme	10 W		10 V bis 50 V DC
Isolation	60 V		nominale Isolationsspezifikation des Versorgungseingangs (gegenüber Gehäuse)
Power-over EtherCAT (PoEC)	42 V bis 50 V DC		Versorgung über EtherCAT Netzwerk Kabel bei Anschluss an RJ45
Anschlüsse des Moduls			
EtherCAT Anschluss	2x RJ45		Systembus für räumlich verteilte CRFX Systeme multikodiert 2 Nuten, zur optionalen individuellen Versorgung zur direkten Versorgung und Vernetzung (System Bus) ohne weitere Kabel (Klick)
Versorgungsbuchse	LEMO.EGE.1B.302		
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig		
Verfügbare Leistung zur Versorgung weiterer extern verbundener Module (Klick Mechanismus)			
Direkt verbundene imc CRONOSflex-Module über Modul-Steckverbinder	3,1 A (maximaler Strom) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung) 		
Power-over EtherCAT (PoEC) Versorgung von Modulen	350 mA (maximaler Strom nach IEEE 802.3) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 17,5 W bei 50 V DC (z.B. Power Handle) • 16,8 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 14,7 W bei 42 V DC (Mindest-Versorgungsspannung (Mindest-Wert) für PoEC) Hinweis: minimale Eingangsspannung von 42 V DC für PoEC Funktion		

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage
Abmessungen	62 x 118 x 186 mm	B x H x T
Gewicht	1,2 kg	

Im folgenden Abschnitt finden sie [die QI-4 Beschreibung](#)  151.

9.6 DMS und Messbrücken

9.6.1 ACI-8: Dynamische Dehnungsmessungen

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik			
Parameter	Wert	Bemerkungen	
Eingänge	8		
Messmodi	Spannung	AC Spannung für stromgespeisten DMS	
Geeigneter Sensortyp	Dehnungsmesstreifen (DMS)	Einzel-DMS, 2-Leiter Anschluss Dynamische Dehnungsmessung	
Skalierung	Spannung [V]	Primäre Skalierung der Messwerte (Beinhaltet Korrektur für ausgewählte Strom-Speisung)	
Skalierung für DMS-Messung	Dehnung [μeps] = Spannung / (I · R_DMS · k)	In der Bediensoftware imc STUDIO einzugebender Skalierungswert: I: gewählter Nominalwert des Speisestrom R_DMS: nominale DMS-Impedanz k: k-factor des DMS-Sensors	
Anschlusstechnik	LEMO.ERN.1S.303.GLN	1 Kanal pro Stecker  empfohlener Stecker: FFA.1S.303.CLA	
Anschluss des Kabelschirms	Drehschalter an der Front: 1. Gehäuse (CHASSIS) 2. +IN 3. -IN 4. nicht angeschlossen (float)	Standard-Schalterstellung = 1 Leitungsschirm wird je nach Konfiguration intern entsprechend aufgelegt (nur für Sonderanwendungen)	
Abtastrate, Bandbreite, Filter			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Abtastrate	≤ 100 kHz		pro Kanal maximale Summenabtastrate aller Modulkonäle: 800 kHz inklusive Monitorkonäle
Bandbreite		0,5 Hz bis 48 kHz	-3 dB
Filter Frequenz Charakteristik Ordnung Anti-Aliasing Filter (AAF)	10 Hz bis 20 kHz Butterworth, Bessel 8. Ordnung Tiefpass und Hochpass je 4. Ordnung Cauer 8. Ordnung		Tiefpass oder Hochpass Bandpass mit $f_g = 0,4 f_a$
Auflösung	16 Bit 24 Bit		Ausgabeformat kanalindividuell wählbar: a) 16 Bit Integer b) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)

Allgemein	Wert		Bemerkungen
Isolation (Messeingänge)	galvanisch isoliert		nur in Schalterstellung 1 oder 4 Kanäle untereinander und gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS)
Max. Gleichtakt-Spannung	60 V		DC oder Spitzenwert
Testspannung	± 100 V (10 s)		
Isolations-Impedanz	10 M Ω , <1 nF		gegen Systemmasse (Gehäuse) zur Ableitung von elektrostatischer Aufladung
	20 M Ω , 680 pF		Kanäle untereinander
	10 M Ω , 850 pF		gegen Systemmasse (Erde)
Eingangskopplung	AC		
Eingangskonfiguration	differentiell, isoliert		intern fest verbundene Stromquelle
Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	± 250 mV, ± 100 mV, ± 50 mV, ± 25 mV, ± 10 mV*, ± 5 mV*, $\pm 2,5$ mV*		* abgeleitet vom ± 25 mV Messbereich
Verstärkungsabweichung		$\pm 0,1$ % $\pm 0,15$ %	vom Messwert ± 250 mV, ± 100 mV, ± 50 mV ± 25 mV, ± 10 mV*, ± 5 mV*, $\pm 2,5$ mV* * Verstärkungsabweichung wie ± 25 mV Messbereich
Verstärkungsdrift		50 ppm/K $\cdot\Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit T_a = Umgebungstemperatur
Gleichtaktunterdrückung (CMRR / IMRR)	109 dB		50 Hz
Spannungsrauschen		60 μV_{ss}	Bandbreite: 50 kHz, ± 250 mV Messbereich kurzgeschlossener Eingang: ohne Rauschen der Stromquelle
Eingangskapazität	330 pF		liegt parallel zum Innenwiderstand der Stromquelle

Stromquelle			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Stromspeisung	16 mA, 8 mA, 4 mA, 2 mA 0 mA		Stromquelle kann zu Diagnosezwecken deaktiviert werden
Max. Bürdenspannung	10 V		an gesamter Last bzw. Quellimpedanz (DMS + Kabel)
Stromspeisungs-Abweichung		±2 %	Beeinträchtigt NICHT die Genauigkeit der Messung! Reale Stromwerte werden durch individuelle Korrekturwerte bereits bei der Spannungsmessung berücksichtigt und durch Firmware rechnerisch korrigiert
Reststrom bei deaktivierter Stromspeisung	110 µA		
Temperatur-Drift		50 ppm/°C	
Rauschen	300 µVss	400 µVss	2 mA, 100 Ω Last
Bandbreite der Stromquelle	50 kHz		Bürde: 1 kΩ
Innenwiderstand	1 MΩ		

Spannungsversorgung des Moduls			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Versorgung	10 V bis 50 V DC		
Leistungsaufnahme	8 W	12 W	

Anschlüsse des Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
EtherCAT Anschluss	2x RJ45	Systembus für räumlich verteilte imc CRONOSflex Systeme
Versorgungsbuchse	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten, zur optionalen individuellen Versorgung
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig	zur direkten Versorgung und Vernetzung (System Bus) ohne weitere Kabel

Verfügbare Leistung zur Versorgung weiterer extern verbundener imc CRONOSflex Module (Klick Mechanismus)	
Direkt verbundene imc CRONOSflex-Module über Modul-Steckverbinder	3,1 A (maximaler Strom) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung)
Power-over EtherCAT (PoEC) Versorgung von flex-Modulen	350 mA (maximaler Strom nach IEEE 802.3) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 17,5 W bei 50 V DC (z.B. Power Handle) • 16,8 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 14,7 W bei 42 V DC (Mindest-Versorgungsspannung für PoEC) Hinweis: minimale Eingangsspannung von 42 V DC für PoEC Funktion

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betauung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage
Abmessungen	82 x 118 x 186 mm	B x H x T
Gewicht	1,15 kg	

Die [Beschreibung des ACI-8](#)  154.

9.6.2 BR2-4 DMS-Messbrücken, LVDT, Spannung, IEPE/ICP

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingänge	4	
Messmodi DSUB-15	Brückensensor Dehnungsmessstreifen (DMS) LVDT Spannungsmessung Strommessung stromgespeiste Sensoren (IEPE/ICP)	Brücken-Stecker: ACC/DSUBM-B2 Halb-, Viertel- und Vollbrücke induktive Brückensensoren, TF Spannung- oder Brückenmodus global einstellbar für alle vier Kanäle Strom-Stecker: ACC/DSUBM-I2 IEPE/ICP Erweiterungsstecker ACC/DSUBM-ICP21-BNC-S/-F, isoliert, Basisfunktionalität (ICP-Betrieb)
Messmodi LEMO	Voll-, Halb-, Viertelbrücke LVDT Spannung	
Anschlusstechnik DSUB-15	2x DSUB-15 oder	2 Kanäle pro Stecker
LEMO	4x LEMO.1B.307(308)	1 Kanal pro Stecker

Abtastrate, Bandbreite, Filter, TEDS		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Abtastrate	20 kHz (CRC bzw. CRSL) ≤100 kHz (CRFX)	pro Kanal
Bandbreite	8,6 kHz (DC) 3,9 kHz (TF) (CRC bzw. CRSL) 14 kHz (DC) (CRFX)	-3 dB -3 dB -3 dB -3 dB
Filter (digital) Frequenz Charakteristik Ordnung	2 Hz bis 5 kHz (CRC bzw. CRSL) 20 Hz bis 5 kHz (CRFX)	Butterworth, Bessel Tiefpass und Hochpass: 8. Ordnung Bandpass: TP und HP je 4. Ordnung Anti-Aliasing Filter: Cauer 8.Ordnung mit $f_g = 0,4 f_a$
Auflösung CRC, CRSL CRFX	16 Bit 16 Bit 24 Bit	interne Verarbeitung 24 Bit Ausgabeformat kanalindividuell wählbar: a) 16 Bit Integer b) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)
TEDS - Transducer Electronic DataSheets (nur BR2-4)	IEEE 1451.4 konform Class II MMI	insb. mit ACC/DSUBM-TEDS-xx (DS2433) nicht unterstützt: DS2431 (typ. IEPE/ICP Sensor), siehe Hinweis ¹⁰⁴⁾ , nur CRFX & CRXT unterstützt: DS2431
Kennlinien Verrechnung bzw. Linearisierung	benutzerdefiniert (maximal 1023 Stützstellen)	unterstützt für Geräte, siehe Übersicht ³¹⁹⁾

Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Überspannungsfestigkeit		±50 V ±80 V	dauerhaft (Differenz- und SENSE-Eingänge) kurzzeitig
Eingangswiderstand	10 MΩ 1 MΩ		Bereiche ±5 mV bis ±2 V Bereiche ±5 V bis ±50 V und bei ausgeschaltetem Gerät
Eingangsstrom		40 nA	
Eingangskapazität	300 pF		
zusätzliche Sensorversorgung			für IEPE (ICP)-Erweiterungsstecker
Spannung	+5 V	±5 %	unabhängig von integrierter
verfügbarer Strom	>0,26 A	>0,2 A	Sensorversorgung, kurzschlussfest
Innenwiderstand	1,0 Ω	<1,2 Ω	Leistung pro DSUB-Stecker

Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	±50 V, ±25 V, ±10 V, ±5 V, ±2 V, ±1 V, ±500 mV, ±250 mV, ±100 mV, ±50 mV, ±25 mV, ±10 mV, ±5 mV		
Verstärkungsabweichung	0,02 %	≤0,05 %	von der Anzeige
Verstärkungsdrift	60 ppm /K	<100 ppm /K	
Nullpunktabweichung	0,02 %	≤0,05 % ≤0,1 % ≤0,2 %	vom Messbereich Bereiche ≥±25 mV Bereiche =±10 mV Bereiche =±5 mV
Nullpunktdrift	0,05 μV /K	0,3 μV /K	Messbereich 5 mV
Nichtlinearität	<200 ppm		
Max. Gleichtakteingangsspannung	±50 V ±2,8 V		Bereich: ±50 V bis ±5 V Bereich: ±2 V bis ±5 mV
Gleichtaktunterdrückung (CMRR) Bereich: ±5 mV bis ±25 mV ±50 mV bis ±100 mV ±250 mV bis ±2 V ±5 V bis ±50 V ±5 mV bis ±2 V ±5 V bis ±50 V alle Bereiche	>100 dB >68 dB	>120 dB >110 dB 95 dB >54 dB >90 dB >54 dB >50 dB	DC f ≤ 50 Hz f = 5 kHz
SNR (signal to noise ratio)		>90 dB >88 dB >82 dB >75 dB >69 dB	FullScale/RMS-Noise (gesamte Bandbreite) Bereich ±100 mV bis ±50 V Bereich ±50 mV Bereich ±25 mV Bereich ±10 mV Bereich ±5 mV
Eingangsrauschen	16 nV/√Hz _{rms} 16 μV _{pk-pk} 2 μV _{rms} 0,6 μV _{pk-pk}		DC-Modus (Bereich ±5 mV) Spektr. Rauschdichte bei 1 kHz 0 Hz bis 10 kHz 0 Hz bis 10 kHz 0,1 Hz bis 10 Hz

Strommessung mit Shunt-Stecker			
Parameter	Wert		Bemerkungen
Messbereiche	±40 mA, ±20 mA, ±10 mA, ±5 mA, ±2 mA, ±1 mA, ±400 µA, ±200 µA, ±100 µA		
Shunt-Widerstand	50 Ω		ACC/DSUBM-I2, nicht bei LEMO Variante
Brückenmessung			
Parameter	Wert (typ. / max.)		Bemerkungen
Modus	DC, TF		
Geeignete Aufnehmer (Sensoren)	LVDT, DMS: Voll- Halb-, Viertelbrücke, piezoresistive Brückenaufnehmer, Potentiometer		direkt anschließbar
Messmodi	Voll- Halb-, Viertelbrücke		
Messbereiche Brücken	±1 mV/V bis ±400 mV/V ±2 mV/V bis ±800 mV/V ±5 mV/V bis ±2000 mV/V		bei Brückenversorgung: 5 V 2,5 V 1 V
Brückenversorgung DC TF (5 kHz)	1 V; 2,5 V; 5 V (symmetrisch) 1 V; 2,5 V; 5 V (peak)		global für 4 Kanäle einstellbar entspricht ±0,5 V, ±1,25 V, ±2,5 V entspricht RMS: 0,7 V, 1,8 V, 3,5 V
Interne Viertelbrücken- ergänzung	120 Ω, 350 Ω		wahlweise
min. Brückenimpedanz	120 Ω, 10 mH Vollbrücke 60 Ω, 5 mH Halbbrücke		Brückenversorgung = 1 V bis 5 V, $I_{\text{Last}} \leq 42 \text{ mA}$
max. Brückenimpedanz	5 kΩ		
Verstärkungsabweichung	<0,05 %		vom Messwert
Nullpunktabweichung nach Brückenabgleich	<0,02 %		vom Messbereich
Nullpunktdrift	0,01 µV/V /K	0,06 µV/V /K	DC-Vollbrücke (Brückenversorgung=5 V, 1 mV/V Bereich) ohne ext. Brückenoffset
Drift der Brücken- symmetrierung	50 ppm/K	<90 ppm/K	vom kompensierten Betrag
äquivalente Nullpunktdrift durch abgeglichenen ext. Brücken-offset	0,05 µV/V/K	0,09 µV/V/K	Vollbrücke (DC oder TF), ext. Brückenoffset = 1 mV/V 1 mV/V Messbereich
Halbbrückendrift (int. Halbbrücke)	0,5 µV/V/K	1 µV/V/K	DC oder TF
Brückenabgleich-Bereich	≥Messbereich jedoch mindestens: ≥±5 mV/V ≥±10 mV/V ≥±25 mV/V		bei Brückenversorgung = 5 V bei Brückenversorgung = 2,5 V bei Brückenversorgung = 1 V
Max. Kabellänge	500 m (einfache Länge)		A = 0,14 mm ² , R = 130 mΩ/m, 65 Ω

Brückenmessung		
Parameter	Wert (typ. / max.)	Bemerkungen
Kabelkompensation Vollbrücke / Halbbrücke	4-Leiter-Technik 3-Leiter-Technik mit Shunt-Kalibrierung	beliebige Kabel für symmetrische (gleichartige) Kabel einmalige nicht-adaptive Kompensation
Viertelbrücke	volle Kompensation in 3-Leiter-Technik	einschließlich Verstärkungskorrektur
Automatische Shunt-Kalibrierung (Kalibriersprung)	0,5 mV/V	bei 120 Ω und 350 Ω Brücken
Eingangsrauschen (Brücke) DC-Vollbrücke	$3 \mu\text{V}/V_{\text{pkpk}}$ $0,39 \mu\text{V}/V_{\text{rms}}$ $0,9 \mu\text{V}/V_{\text{pkpk}}$ $0,12 \mu\text{V}/V_{\text{rms}}$ $0,3 \mu\text{V}/V_{\text{pkpk}}$ $0,04 \mu\text{V}/V_{\text{rms}}$ $0,1 \mu\text{V}/V_{\text{pkpk}}$	Bereich: 1 mV/V (mit Brückenversorgung=5 V) 0 Hz bis 10 kHz 1 kHz, Tiefpass-Filter 100 Hz, Tiefpass-Filter 10 Hz, Tiefpass-Filter
DC-Halb-/Viertelbrücke	$3,3 \mu\text{V}/V_{\text{pkpk}}$ $0,45 \mu\text{V}/V_{\text{rms}}$ $1,1 \mu\text{V}/V_{\text{pkpk}}$ $0,15 \mu\text{V}/V_{\text{rms}}$ $0,35 \mu\text{V}/V_{\text{pkpk}}$ $0,05 \mu\text{V}/V_{\text{rms}}$ $0,3 \mu\text{V}/V_{\text{pkpk}}$	0 Hz bis 10 kHz 1 kHz, Tiefpass-Filter 100 Hz, Tiefpass-Filter 10 Hz, Tiefpass-Filter
TF-Vollbrücke, Halbbrücke	$3,5 \mu\text{V}/V_{\text{pkpk}}$ $0,47 \mu\text{V}/V_{\text{rms}}$ $1,7 \mu\text{V}/V_{\text{pkpk}}$ $0,22 \mu\text{V}/V_{\text{rms}}$ $0,6 \mu\text{V}/V_{\text{pkpk}}$ $0,07 \mu\text{V}/V_{\text{rms}}$ $0,3 \mu\text{V}/V_{\text{pkpk}}$	0 Hz bis 10 kHz 1 kHz, Tiefpass-Filter 100 Hz, Tiefpass-Filter 10 Hz, Tiefpass-Filter

Die folgenden technischen Angaben gelten ausschließlich für das CRONOSflex Modul!

Blockisolation		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Blockisolation	60 V	Isolation der gesamten internen Messelektronik gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE)
Isolationsimpedanz	500 k Ω 1 nF	
Bezugspotential intern	-VB, GND, TEDS_GND	alle Kanäle mit gleichem, galvanisch verbundenem Bezug
Bezugspotential extern	CHASSIS, Metallgehäuse	interne Elektronik als Gesamteinheit gegenüber Gehäuse galvanisch isoliert

Blockisolation dient zur Unterdrückung von Störungen durch Erdschleifen. Stellt keine kanal-individuelle Isolation dar, insbesondere nicht im Sinne von Geräte- und Personensicherheit!

Geräte bzw. Module mit Lieferdatum vor ca. 2012 weisen keine Blockisolation auf.

Spannungsversorgung des CRONOSflex Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Versorgung	10 V bis 50 V DC	
Leistungsaufnahme	9,3 W	10 bis 50 V DC inklusive Brückensensoren (120 Ω 5 V an allen Kanälen)
Isolation	60 V	nominale Isolationsspezifikation des Versorgungseingangs
Power-over EtherCAT (PoEC)	42 V bis 50 V DC	Versorgung über EtherCAT Netzwerk Kabel bei Anschluss an RJ45

Anschlüsse des Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
EtherCAT Anschluss	2x RJ45	Systembus für räumlich verteilte imc CRONOSflex Systeme
Versorgungsbuchse	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten zur optionalen individuellen Versorgung
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig	zur direkten Versorgung und Vernetzung (System Bus) ohne weitere Kabel

Verfügbare Leistung zur Versorgung weiterer extern verbundener <i>flex</i> Module (Klick Mechanismus)	
Direkt verbundene imc CRONOS <i>flex</i> -Module über Modul-Steckverbinder	3,1 A (maximaler Strom) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung)
Power-over EtherCAT (PoEC) Versorgung von imc CRONOS <i>flex</i> Modulen	350 mA (maximaler Strom nach IEEE 802.3) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 17,5 W bei 50 V DC (z.B. Power Handle) • 16,8 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 14,7 W bei 42 V DC (Mindest-Versorgungsspannung für PoEC) Hinweis: minimale Eingangsspannung von 42 V DC für PoEC Funktion

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betauung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage
Abmessungen	43,3 x 118 x 186 mm	B x H x T
Gewicht	ca. 820 g	

Beschreibung des [BR2-4: DMS-Messbrücken, LVDT, Spannung, IEPE/ICP](#) 

9.6.3 LVDT-8: LVDT Brückenmodus, Spannung

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik			
Parameter	Wert		Bemerkungen
Eingänge	8		
Messmodi	LVDT Brückenmodus Spannungsmessung		Trägerfrequenz 5 kHz
Anschlusstechnik LVDT-8	4x DSUB-15		2 Kanäle pro Stecker, empfohlener Stecker: ACC/DSUBM-B2
LVDTC-8	2x DSUB-26-HD		4 Kanäle pro Stecker, empfohlener Stecker: ACC/DSUBM-HD-B4

Abtastrate, Bandbreite, Filter			
Parameter	Wert		Bemerkungen
Abtastrate	max. 100 kHz		pro Kanal
Bandbreite	0 Hz bis 50 Hz		zulässige Bandbreite des mechanischen Signals
Filter (digital) Frequenz Charakteristik Ordnung	1 Hz bis 20 Hz		Butterworth, Bessel Tiefpass 6. Ordnung
Auflösung	16 Bit		interne Verarbeitung 24 Bit

Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Blockisolation	±60 V (nominal)		galvanisch blockisoliert gegen System-masse (CHASSIS) keine kanalweise Isolation
Max. Gleichtakt-Spannung	±5 V		Differenz zwischen einzelnen Kanälen
Überspannungsfestigkeit	ESD 2 kV Transienten Schutz		
Eingangsstrom normaler Betrieb bei Überspannung ausgeschaltet	0,2 nA	25 nA 1 mA ≤5 mA	Spannungsmodus, statisch
Linearitätsabweichung	<30 ppm		±2 V Bereich, Spannungsmodus
zusätzliche Sensorversorgung	+5 V (max. 160 mA / Stecker) nicht isoliert		nur bei der DSUB-15 Variante

LVDT Messung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Modus	TF		Trägerfrequenz 5 kHz
Brückenkonfiguration	Vollbrücke		LVDT-Sensoren ("Schaevitz", Transformator-Prinzip)
	Halbbrücke		induktive HB-Sensoren ("Wegtaster")
Messbereiche	±800 mV/V, ±400 mV/V, ±200 mV/V, ...		Brückenversorgung = 2,5 V
	±100 mV/V, ±40 mV/V, ±20 mV/V ±2000 mV/V, ±1000 mV/V, ±500 mV/V,, ±250 mV/V, ±100 mV/V, ±50 mV/V		Brückenversorgung = 1 V
Brückenversorgung (VB)	2,5 V, 1 V max. 28 mA		Peak, Sinussignal, kanalindividuell einstellbar kurzschlussfest
Minimale Brückenimpedanz	50 Ω, 10 mH		Brückenversorgung = 1 V
	120 Ω, 10 mH		Brückenversorgung = 2,5 V
Kabelkompensations-Verfahren	symmetrische ±SENSE-Signale		adaptive Kompensation
Nullpunkt Kompensationsbereich	≥±100% vom Bereich		vom ausgewählten Bereich
	9%		±2000 mV/V (Brückenversorgung = 1 V)
	9%		±800 mV/V (Brückenversorgung = 2,5 V)
Eingangswiderstand	6,7 MΩ	±1%	
Verstärkungsabweichung	<0,025%	<0,05%	von der Anzeige
Verstärkungsdrift		15 ppm/K·ΔT _a	ΔT _a = T _a - 25 °C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	<0,02%	<0,05%	vom ausgewählten Messbereich, nach automatischem Brückenabgleich
Nullpunktdrift		1 μV/V /K·ΔT _a	Vollbrücke, kein externer Sensoroffset ΔT _a = T _a - 25 °C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Halbbrückendrift	0,5 μV/V /°C	1 μV/V /°C	interne Halbbrückenergänzung
Max. Kabelwiderstand	<60 Ω		je Zuleitung
	<460 m		mit Kabel: 0,14 mm ² , 130 mΩ/m, AWG26
Eingangsrauschen	5 μV/V _{rms}		Brückenmodus (Brückenversorgung = 1 V) Bandbreite 0,1 Hz bis 50 Hz

Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 5 \text{ V}, \pm 2 \text{ V}, \pm 1 \text{ V}, \pm 500 \text{ mV}$		
Eingangskopplung	DC		
Eingangskonfiguration	differentiell		
Eingangswiderstand (differentiell)	6,7 M Ω 1 M Ω		Bereiche $\leq \pm 2 \text{ V}$ Bereich $\pm 5 \text{ V}$
Verstärkungsabweichung	<0,025%	<0,05%	von der Anzeige, bei 25°C
Verstärkungsdrift		15 ppm/K· ΔT_a 50 ppm/K· ΔT_a	Bereiche $\leq \pm 2 \text{ V}$ Bereich $\pm 5 \text{ V}$ $\Delta T_a = T_a - 25 \text{ °C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	<0,02%	<0,05%	vom Messbereich
Nullpunktdrift		0,6 $\mu\text{V}/\text{K} \cdot \Delta T_a$ 30 $\mu\text{V}/\text{K} \cdot \Delta T_a$	Bereiche $\leq \pm 2 \text{ V}$ Bereich $\pm 5 \text{ V}$ $\Delta T_a = T_a - 25 \text{ °C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
CMRR	>95 dB (50 Hz)		$R_{\text{Quelle}} = 0 \Omega$
Signalrauschen	<2,6 μV_{eff} <15 $\mu\text{V}_{\text{pkpk}}$		Bandbreite 0,1 bis 50 Hz

9.6.4 DCB(C)2-8, B(C)-8 DMS-Messbrücken, Spannung, IEPE/ICP

Eingänge, Messmodi	Wert	Bemerkungen
Eingänge	8	
Messmodi DSUB-15	Spannung Strom Brückensensor Dehnungsmessstreifen (DMS) stromgespeiste Sensoren (IEPE/ICP)	Single-ended (interner Shunt) oder Strom-Stecker: ACC/DSUBM-I2 Halb-, Viertel- und Vollbrücke IEPE/ICP Erweiterungsstecker: z.B. ACC/DSUBM-ICP21-BNC-S/-F, isoliert
Messmodi DSUB-26-HD	Spannung Strom Brückensensor Dehnungsmessstreifen (DMS)	Single-ended (interner Shunt) oder Strom-Stecker: ACC/DSUBM-HD-I4 Halb-, Viertel- und Vollbrücke
Messmodi LEMO	Spannung Strom Brückensensor Dehnungsmessstreifen (DMS)	Single-ended oder mit ext. Shunt Halb-, Viertel- und Vollbrücke
Anschluss technik DSUB-15 DSUB-26-HD LEMO	4x DSUB-15 2x DSUB-26-HD 8x LEMO.1B.307	2 Kanäle pro Stecker 4 Kanäle pro Stecker 1 Kanal pro Stecker

Abtastrate, Bandbreite, Filter, TEDS		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Abtastrate	≤100 kHz	pro Kanal, maximale Summenabtastrate aller Modulkonäle: 800 kHz inklusive Monitorkonäle
Maximale Summenabtastrate	800 kHz (CRFX)	aller CRFX Modulkonäle
Bandbreite	0 Hz bis 5 kHz (DCB2-8)	-3 dB
	0 Hz bis 48 kHz (B-8)	-3 dB
Filter (digital) Frequenz Charakteristik Ordnung	1 Hz bis 2 kHz (DCB2-8 in CRC, CRSL) 10 Hz bis 5 kHz (DCB2-8 in CRFX) 10 Hz bis 20 kHz (B-8)	Butterworth, Bessel Tiefpass und Hochpass: 8. Ordnung Bandpass: TP und HP je 4.Ordnung Anti-Aliasing Filter: Cauer 8.Ordnung mit $f_g = 0,4 f_a$
Auflösung CRC, CRSL CRFX, CRXT	16 Bit 16 Bit 24 Bit	interne Verarbeitung 24 Bit Ausgabeformat kanalindividuell wählbar: a) 16 Bit Integer b) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)
TEDS - Transducer Electronic DataSheets nur mit DSUB-15	IEEE 1451.4 konform Class II MMI	insb. mit ACC/DSUBM-TEDS-xx (DS2433) nicht unterstützt: DS2431 (typ. IEPE/ICP Sensor), siehe Hinweis ^[104] , nur CRFX & CRXT unterstützt: DS2431
Kennlinien Verrechnung bzw. Linearisierung	benutzerdefiniert (maximal 1023 Stützstellen)	unterstützt für Geräte, siehe Übersicht ^[319]

Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Überspannungsfestigkeit		±40 V	dauerhaft
Eingangskopplung	DC		
Eingangskonfiguration	differentiell		
Eingangswiderstand	20 MΩ	±1%	
zusätzliche Sensorversorgung			nur bei der DSUB-15 Variante für IEPE/ICP Erweiterungsstecker unabhängig von integrierter Sensorversorgung, kurzschlussfest Leistung pro DSUB-Stecker
Spannung	+5 V	±5%	
verfügbarer Strom	0,26 A	0,2 A	
Innenwiderstand	1,0 Ω	<1,2 Ω	

Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	±10 V, ±5 V, ±2,5 V, ±1 V... ±5 mV		
Verstärkungsabweichung	0,02%	0,05%	von der Anzeige, bei 25°C
Verstärkungsdrift	(10 ppm/K)·ΔT _a	(30 ppm/K)·ΔT _a	ΔT _a = T _a -25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,02%	≤0,05% ≤0,06% ≤0,15%	vom Messbereich, bei 25°C Bereiche >±50 mV Bereiche ≤±50 mV Bereiche ≤±10 mV
Nullpunktdrift	(±0,7 μV/K)·ΔT _a (±0,1 μV/K)·ΔT _a	(±6 μV/K)·ΔT _a (±1,1 μV/K)·ΔT _a	Bereich ±10 V bis 0,25 V Bereiche ≤±0,1 V ΔT _a = T _a -25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Nichtlinearität	10 ppm	50 ppm	
Gleichtaktunterdrückung (CMRR)			DC und f≤60 Hz Bereich: ±10 V bis ±50 mV Bereich: ±25 mV bis ±5 mV
Signalrauschen	0,6 μV _{eff} 0,14 μV _{eff}	1,0 μV _{eff} 0,26 μV _{eff}	Bandbreite 0,1 Hz bis 1 kHz Bandbreite 0,1 Hz bis 10 Hz

Strommessung mit Shunt-Stecker			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	±50 mA, ±20 mA, ±10 mA, ±5 mA, ±2 mA, ±1 mA		
Shunt-Widerstand	50 Ω		externer Stecker ACC/DSUBM-I2
Überstromfestigkeit		±60 mA	dauerhaft
Eingangskonfiguration	differentiell		
Verstärkungsabweichung	0,02%	0,06% 0,1%	von der Anzeige, bei 25°C zzgl. Abweichung 50 Ω im Stecker
Verstärkungsdrift	(15 ppm/K)·ΔT _a	(55 ppm/K)·ΔT _a	ΔT _a = T _a -25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,02%	0,05%	vom Messbereich, bei 25°C
Rauschstrom	0,6 nA _{eff} 0,15 nA _{eff}	10 nA _{eff} 0,25 nA _{eff}	Bandbreite 0,1 Hz bis 1 kHz Bandbreite 0,1 Hz bis 10 Hz

Strommessung mit internem Shunt			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 50 \text{ mA}$, $\pm 20 \text{ mA}$, $\pm 10 \text{ mA}$, $\pm 5 \text{ mA}$, $\pm 2 \text{ mA}$, $\pm 1 \text{ mA}$		
Shunt-Widerstand	120 Ω		intern
Überstromfestigkeit		$\pm 60 \text{ mA}$	dauerhaft
Eingangskonfiguration	Single-ended		interner Stromrückfluss nach -VB
Verstärkungsabweichung	0,02%	0,06%	von der Anzeige, bei 25°C
Verstärkungsdrift	$(15 \text{ ppm/K}) \cdot \Delta T_a$	$(55 \text{ ppm/K}) \cdot \Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,02%	0,05%	vom Messbereich, bei 25°C
Rauschstrom	0,6 nA _{eff} 0,15 nA _{eff}	10 nA _{eff} 0,25 nA _{eff}	Bandbreite 0,1 Hz bis 1 kHz Bandbreite 0,1 Hz bis 10 Hz

Brückenmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Modus	DC		
Messmodi	Voll-, Halb-, Viertelbrücke		Bei Viertelbrückenmessung ist eine Brückenversorgung von $\leq 5 \text{ V}$ zu wählen.
Messbereiche	$\pm 1000 \text{ mV/V}$, $\pm 500 \text{ mV/V}$, $\pm 200 \text{ mV/V}$, $\pm 100 \text{ mV/V}$... bei Brückenversorgung: 10 V ... $\pm 0,5 \text{ mV/V}$ bei Brückenversorgung: 5 V ... $\pm 1 \text{ mV/V}$ bei Brückenversorgung: 2,5 V ... $\pm 2 \text{ mV/V}$ bei Brückenversorgung: 1 V ... $\pm 5 \text{ mV/V}$		(optional) (optional)
Brückenversorgung (optional)	10 V 5 V 2,5 V und 1 V	$\pm 0,5\%$ $\pm 0,5\%$	tatsächlicher Wert wird im Brückenmodus dynamisch erfasst und kompensiert
Min. Brückenimpedanz	120 Ω , 10 mH Vollbrücke 60 Ω , 5 mH Halbbrücke		
Max. Brückenimpedanz	5 k Ω		
Viertelbrückenergänzung	120 Ω , 350 Ω		intern, per Software umschaltbar
Eingangswiderstand	20 M Ω	$\pm 1\%$	differenziell, Vollbrücke
Verstärkungsabweichung	0,02%	0,05%	von der Anzeige, bei 25°C
Nullpunktabweichung	0,01%	0,02%	vom Messbereich, bei 25°C nach automatischer Brücken-Symmetrierung
automatisch Shunt-Kalibrierung (Kalibriersprung)	0,5 mV/V	$\pm 0,2\%$	bei 120 Ω und 350 Ω
Kabelwiderstand für Brücken (ohne Rückleitung)	<6 Ω <12 Ω		10 V Speisung 120 Ω 5 V Speisung 120 Ω

Sensorversorgung				
Parameter	Wert typ.		max.	Bemerkungen
Konfigurationen	5 wählbare Einstellungen			immer nur 5 wählbare Einstellungen: Standardauswahl: +5 V bis +24 V
Ausgangsspannung	Spannung	Strom	Nettoleistung	global wählbar für alle Kanäle pro Modul Auf Anfrage sind +2,5 V und +1 V Einstellungen verfügbar, z.B. durch Ersetzen der +12 V oder der +15 V Einstellung. Ein frei wählbares Set aus 5 Einstellungen ist wählbar. Vorzugsauswahl: +24 V, +12 V, +10 V, +5,0 V, +2,5 V +15 V, +10 V, +5,0 V, +2,5 V, +1 V Auf Anfrage: +15 V kann durch ± 15 V ersetzt werden. Damit entfällt die interne Strom- und Viertelbrückenmessung.
	(+1 V)	580 mA	0,6 W	
	(+2,5 V)	580 mA	1,5 W	
	+5,0 V	580 mA	2,9 W	
	+10 V	300 mA	3,0 W	
	+12 V	250 mA	3,0 W	
	+15 V	200 mA	3,0 W	
	+24 V	120 mA	2,9 W	
	(± 15 V)	190 mA	3,0 W	
Isolation - gilt für imc CRONOS <i>compact</i> , imc CRONOS-SL und PL Systeme				
Isolation	nicht isoliert			gegenüber Gehäuse
Blockisolation nur bei imc CRONOS <i>flex</i>				
Blockisolation	60 V			Isolation der gesamten globalen Sensorversorgung (für alle 8 Kanäle, Bezug "-VB") sowie der internen Messelektronik gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE)
Kurzschlusschutz				
Kurzschlusschutz	unbegrenzte Dauer			gegenüber Bezugsmasse der Ausgangsspannung "-VB"
Genauigkeit der Ausgangsspannung				
	<0,25 %		0,5 %	an den Anschluss-Steckern, Leerlauf bei 25°C
			0,9 %	über vollen Temperaturbereich
			1,5 %	zzgl. bei optionaler bipolarer Ausgangsspannung
Kompensation von Kabelwiderständen				
Kompensation von Kabelwiderständen	3-Leiter Regelung: SENSE Leiter an Rückführung (-VB: Versorgungs-Masse)			rechnerische Kompensation bei Brückenmessung
Max. kapazitive Last				
		>4000 μ F		2,5 V bis 10 V
		>1000 μ F		12 V, 15 V
		>300 μ F		24 V

Die folgenden technischen Angaben gelten ausschließlich für das CRONOSflex Modul!

Blockisolation		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Blockisolation	60 V	Isolation der gesamten internen Messelektronik gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE)
Isolationsimpedanz	500 k Ω 1 nF	
Bezugspotential intern	-VB, GND, TEDS_GND	alle Kanäle mit gleichem, galvanisch verbundenem Bezug
Bezugspotential extern	CHASSIS, Metallgehäuse	interne Elektronik als Gesamteinheit gegenüber Gehäuse galvanisch isoliert

Blockisolation dient zur Unterdrückung von Störungen durch Erdschleifen. Stellt keine kanal-individuelle Isolation dar, insbesondere nicht im Sinne von Geräte- und Personensicherheit!

Geräte bzw. Module mit Lieferdatum vor ca. 2012 weisen keine Blockisolation auf.

Spannungsversorgung des CRONOSflex Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Versorgung	10 V bis 50 V DC	
Leistungsaufnahme	10,0 W	10 bis 50 V DC inklusive 120 Ω 5 V Last an allen Kanälen
Isolation	60 V	nominale Isolationsspezifikation des Versorgungseingangs
Power-over EtherCAT (PoEC)	42 V bis 50 V DC	Versorgung über EtherCAT Netzwerk Kabel bei Anschluss an RJ45
Anschlüsse		
EtherCAT Anschluss	2x RJ45	Systembus für räumlich verteilte imc CRONOSflex Systeme
Versorgungsbuchse	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten, zur optionalen individuellen Versorgung
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig	zur direkten Versorgung und Vernetzung (System Bus) ohne weitere Kabel

Verfügbare Leistung zur Versorgung weiterer extern verbundener Module (Klick Mechanismus)	
Direkt verbundene imc CRONOSflex-Module über Modul-Steckverbinder	3,1 A (maximaler Strom) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung)
Power-over EtherCAT (PoEC) Versorgung von CRFX Modulen	350 mA (maximaler Strom nach IEEE 802.3) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 17,5 W bei 50 V DC (z.B. Power Handle) • 16,8 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 14,7 W bei 42 V DC (Mindest-Versorgungsspannung für PoEC) Hinweis: minimale Eingangsspannung von 42 V DC für PoEC Funktion

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betauung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage
Abmessungen	62 x 118 x 186 mm (DSUB-26 Variante: 43,3 mm breit)	B x H x T
Gewicht	ca. 878 g (DSUB-26 Variante: ca. 815 g)	

Zur Beschreibung von [DCB\(C\)2-8: DMS-Messbrücken, Spannung, IEPE/ICP](#)  ¹⁵⁶.

Zur Beschreibung des [B\(C\)-8](#)  ¹⁶⁷.

9.7 Spannung, Strom und Temperatur

9.7.1 C-8: Spannung, Temperatur, Strom (20 mA)

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingänge	8	
Messmodi DSUB-15	Spannungsmessung Strommessung PT100 - Temperaturmessung	mit Strom-Stecker (ACC/DSUBM-I4)
Messmodi LEMO	Spannungsmessung Strommessung PT100 - Temperaturmessung	mit externem Shunt
Messmodus Thermobuchse (-2T)	Thermoelement Typ K	Miniatur-Thermoelementstecker
Anschlusstechnik DSUB-15	2x DSUB-15 oder	4 Kanäle pro Stecker
LEMO	8x LEMO.1B.307 oder	1 Kanal pro Stecker
-2T	8x Miniatur-Thermoelementstecker	1 Kanal pro Stecker

Abtastrate, Bandbreite, Filter, TEDS		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Abtastrate pro Kanal	≤ 20 kHz	Aktualisierungsrate max. 100 Hz
Bandbreite	0 Hz bis 20 Hz	-3 dB
Filter (digital) Frequenz Charakteristik Ordnung	1 Hz bis 50 Hz	Butterworth Tiefpass: 6. Ordnung Anti-Aliasing Filter: Butterworth 6. Ordnung, $f_g = 0,5 f_s$
TEDS - Transducer Electronic Data Sheets	IEEE 1451.4 konform Class II MMI	insb. mit ACC/DSUBM-TEDS-xx (DS2433) nicht unterstützt DS2431 (typ. IEPE/ICP Sensor)

Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Überspannungsfestigkeit	± 250 V	± 80 V	dauerhaft gegen Gerätemasse Bereiche <1 ms
Eingangskopplung	DC		
Eingangskonfiguration	differentiell		
Eingangswiderstand	1 M Ω 492 k Ω 79 k Ω	$\pm 1\%$ >135 k Ω >75 k Ω	Bereich ± 50 V bis $\pm 2,5$ V Bereich ± 1 V bis ± 50 mV Bereich ± 25 mV bis $\pm 2,5$ mV

Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereich	$\pm 50 \text{ V}, \pm 25 \text{ V}, \pm 10 \text{ V}, \pm 5 \text{ V}, \pm 2,5 \text{ V},$ $\pm 1 \text{ V}, \pm 500 \text{ mV}, \pm 250 \text{ mV}, \dots,$ $\pm 2,5 \text{ mV}$		
Verstärkungsabweichung	0,01%	$\leq 0,05\%$ $\leq 0,02\%$ $\leq 0,05\%$	von der Anzeige $\pm 50 \text{ V}$ bis $\pm 250 \text{ mV}$ Bereich $\pm 100 \text{ mV}$ bis $\pm 25 \text{ mV}$ Bereich $\pm 10 \text{ mV}$ bis $\pm 2,5 \text{ mV}$
Verstärkungsdrift	$5 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$	$20 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $ mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,01% 0,005% 0,01% 0,02%	$\leq 0,05\%$ $\leq 0,01\%$ $\leq 0,05\%$ $\leq 0,1\%$	vom Messbereich $\pm 50 \text{ V}$ bis $\pm 250 \text{ mV}$ $\pm 100 \text{ mV}$ bis $\pm 25 \text{ mV}$ $\pm 10 \text{ mV}$ bis $\pm 5 \text{ mV}$ $\pm 2,5 \text{ mV}$
Nullpunktdrift	$\pm 4 \mu\text{V/K}$ $\pm 0,07 \mu\text{V/K}$	$< \pm 12 \mu\text{V/K}$ $< \pm 0,16 \mu\text{V/K}$	$\pm 50 \text{ V}$ bis $\pm 2,5 \text{ V}$ $\pm 1 \text{ V}$ bis $\pm 2,5 \text{ mV}$
Signalrauschen	95 dB 90 dB 86 dB	$> 90 \text{ dB}$ $> 86 \text{ dB}$ $> 82 \text{ dB}$	Bandbreite 0,1 Hz bis 10 Hz $\pm 50 \text{ V}$ bis $\pm 10 \text{ mV}$ $\pm 5 \text{ mV}$ $\pm 2,5 \text{ mV}$
Gleichtaktspannung $\pm 50 \text{ V}$ bis $\pm 2,5 \text{ V}$ $\pm 1 \text{ V}$ bis $\pm 2,5 \text{ mV}$	50 V 2 V	$< 30 \text{ V}$ $< 1 \text{ V}$	bei Differenzspannung: $\pm 50 \text{ V}$ $\pm 1 \text{ V}$
CMRR (common mode rejection ratio) $\pm 50 \text{ V}$ bis $\pm 2,5 \text{ V}$ $\pm 1 \text{ V}$ bis $\pm 2,5 \text{ mV}$	70 dB 120 dB	$> 54 \text{ dB}$ $> 100 \text{ dB}$	Gleichtakttestspannung: $\pm 50 \text{ V}$ $\pm 1 \text{ V}$

Temperaturmessung - Thermoelemente			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messmodus	J, T, K, E, N, S, R, B		
Messbereiche	-270°C bis 1370°C -270°C bis 1100°C -270°C bis 500°C		Typ K
Auflösung	0,063 K		J, T, K, E, N, S, R, B
Messabweichung	0,2 K	$< \pm 0,6 \text{ K}$ $< \pm 1 \text{ K}$	Typ J, T, K, E, L (für alle anderen Typen gelten die Abweichungen der Spannungsmessung) Bereich: -150°C bis 1100°C sonst
Drift	$0,02 \text{ K/K} \cdot \Delta T_a$		$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $ $T_a =$ Umgebungstemperatur
Abweichung der Vergleichsstellenkompensation		$\pm 0,15 \text{ K}$	DSUB (Standard)
Drift der Vergleichsstelle	$\pm 0,001 \text{ K/K} \cdot \Delta T_a$		$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $ mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Eingangswiderstand	100 k Ω		differenziell

Temperaturmessung – PT100			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereich	-200°C bis 850°C, -50°C bis 150°C		
Auflösung	0,063 K		
Messabweichung		<±0,1 K <±0,05%	-200°C bis 850°C, Vierleitermessung zzgl. vom Messwert
Temperaturdrift		±0,01 K/K·ΔT _a	ΔT _a = T _a -25°C mit T _a = Umgebungstemperatur
Eingangswiderstand	20 MΩ	±1%	differenziell
Sensorspeisung (PT100)	625 μA		
Signal-Rauschverhältnis		>85 dB	Bandbreite 0,1 Hz bis 10 Hz
Bandbreite	0 Hz bis 10 Hz		-3 dB

Die [Beschreibung des C-8](#)  ¹⁷⁹.

[Technische Daten des Sensorversorgungsmodul SUPPLY \(optional\)](#)  ⁴⁶⁹.

9.7.2 HISO-8-L, HISO-8-T-8L und HISO-8-T-2L

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingänge	8	
Messmodi CRFX/HISO-8-L	Spannungsmessung Strommessung (20 mA) PT100, PT1000 Messung	sämtliche Messmodi individuell isoliert
Messmodus CRFX/HISO-8-T-8L und CRFX/HISO-8-T-2L(-OR)	Thermoelementmessung Typ K	
Anschlusstechnik	8x LEMO.1P REDEL (5-polig) Hochspannungs-geeignete Buchse 8x LEMO.2P REDEL (2-polig) Hochspannungs-geeignete Buchse 2x LEMO.2P REDEL (8-polig) Hochspannungs-geeignete Buchse	1 Kanal pro Stecker / HISO-8-L 1 Kanal pro Stecker / HISO-8-T-8L 4 Kanäle pro Stecker / HISO-8-T-2L(-OR)
Abtastrate, Bandbreite, Filter		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Abtastrate	≤100 kHz	pro Kanal
Maximale Summenabtastrate	800 kHz (CRFX)	aller CRFX Modulkanäle, inklusive Monitorkanäle
Bandbreite	0 Hz bis 11 kHz 0 Hz bis 8 kHz	-3 dB -0,2 dB
Filter Typ Charakteristik Grenzfrequenz Ordnung Anti-Aliasing Filter (AAF)	Tiefpass, Hochpass, Bandpass, AAF Butterworth, Bessel 20 Hz bis 5 kHz 8. Ordnung 4. + 4. Ordnung Tiefpass Cauer 8.Ordnung mit $f_g = 0,4 f_s$	digitale Filter 1 - 2 - 5 Stufung Tiefpass, Hochpass Bandpass: Hoch- und Tiefpass automatisch angepasst an eingestellte Abtastrate f_s
Auflösung CRC CRFX	16 Bit 16 Bit 24 Bit	interne Verarbeitung 24 Bit Ausgabeformat kanalindividuell wählbar: a) 16 Bit Integer b) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)

Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Isolationsfestigkeit (Gleichtakt)			nach IEC (EN) 61010-1:2001
Automotive			
Arbeitsspannung	800 V		
zusätzliche transiente Überspannung	500 V		Impulse nach ISO 7637-2
Versorgungsnetz			
Messkategorie	CAT II		
Bemessungsspannung	300 V		
Allgemein			
Verschmutzungsgrad	2		
Prüfspannung gegen Systemmasse	3000 V		1 min
Überspannungsschutz			
	±100 V		differentieller Messeingang permanent
	±600 V		transient
	ESD 2 kV		z.B. automotive load dump human body model
CMRR (common mode rejection ratio) / IMR			
	>105 dB (50 Hz)		Bereiche ≤±2 V
	>65 dB (5 kHz)		R _{Quelle} = 0 Ω
	>70 dB (50 Hz)		
	>30 dB (5 kHz)		
Eingangskopplung	DC		
Eingangskonfiguration	differentiell, isoliert		galvanisch isoliert zur Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS)
Eingangswiderstand			
	6,7 MΩ		Bereiche ≤±2 V
	1 MΩ		Bereiche ≥±5 V
	50 Ω		und bei ausgeschaltetem Gerät Strom-Eingang
Eingangsstrom			
normal		1 nA	bias
bei Überspannung		1 mA	bei Betriebsbedingungen V _{in} >5 V bei Bereichen <±5 V

Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 60\text{ V}, \pm 50\text{ V}, \pm 25\text{ V}, \pm 10\text{ V},$ $\pm 5\text{ V}, \pm 2\text{ V}, \pm 1\text{ V}, \pm 500\text{ mV},$ $\pm 250\text{ mV}, \pm 100\text{ mV}, \pm 50\text{ mV}$		
Verstärkungsabweichung	<0,02%	<0,05%	von der Anzeige, bei 25°C
Verstärkungsdrift		15 ppm/K 50 ppm/K	Bereiche $\leq \pm 2\text{ V}$ Bereiche $\geq \pm 5\text{ V}$ über gesamten Temperaturbereich
Nullpunktabweichung	0,02%	$\leq 0,05\%$	vom Messbereich, bei 25°C
Nullpunktdrift	$0,3\ \mu\text{V}/\text{K}\cdot\Delta T_a$ $10\ \mu\text{V}/\text{K}\cdot\Delta T_a$	$0,6\ \mu\text{V}/\text{K}\cdot\Delta T_a$ $30\ \mu\text{V}/\text{K}\cdot\Delta T_a$	Bereiche $\leq \pm 2\text{ V}$ Bereiche $\geq \pm 5\text{ V}$ $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $ Umgebungstemperatur T_a
Linearitätsabweichung	<120 ppm		$\pm 10\text{ V}$ Messbereich
Signalrauschen	$2,5\ \mu\text{V}_{\text{eff}}$ $12\ \mu\text{V}_{\text{pkpk}}$		Bandbreite 0,1 Hz bis 1 kHz
Kanalisation	>1 G Ω , <40 pF >1 G Ω , <10 pF		gegen Systemmasse / Gehäuse Kanäle untereinander
Kanaltrennung (crosstalk)	>165 dB (50 Hz) >92 dB (50 Hz)		Bereiche $\leq \pm 2\text{ V}$ Bereiche $\geq \pm 5\text{ V}$ $R_{\text{Quelle}} \leq 100\ \Omega$

Strommessung mit internem Shunt			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 10\text{ mA}, \pm 20\text{ mA}, \pm 40\text{ mA}$		
Shunt-Widerstand	50 Ω		intern
Verstärkungsabweichung	<0,02%	<0,05%	von der Anzeige, bei 25°C
Nullpunktabweichung	0,02%	$\leq 0,05\%$	vom Messbereich
Nullpunktdrift	$6\ \text{nA}/\text{K}\cdot\Delta T_a$	$12\ \text{nA}/\text{K}\cdot\Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $ Umgebungstemperatur T_a
Linearitätsabweichung	<120 ppm		

Temperaturmessung - Thermoelemente			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messmodus	Thermoelement Typ K		
Messbereiche	-270°C bis 1370°C -270°C bis 1100°C		
Auflösung	1/16 K (0,0625 K) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)		bei gewähltem Datentyp/Ausgabeformat: a) 16-Bit Integer b) Float (24-Bit Modus)
Bandbreite	0 Hz bis 1 kHz		
Messabweichung (Verstärkung + Nullpunkt)		< $\pm 0,6\text{ K}$ < $\pm 1,0\text{ K}$	Typ K, Bereich -150°C bis 1200°C sonst
Temperaturdrift	$\pm 0,02\ \text{K}/\text{K}\cdot\Delta T_a$		$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $ Umgebungstemperatur T_a
Abweichung der Vergleichsstellenkompensation Drift der Vergleichsstelle	$\pm 0,001\ \text{K}/\text{K}\cdot\Delta T_a$	< $\pm 0,5\text{ K}$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $ Umgebungstemperatur T_a

Temperaturmessung – PT100, PT1000		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Messmodus	PT100, PT1000	Vierleiter-Anschluss individuelle Stromquellen, isoliert
Messbereiche	-200°C bis +850°C -200°C bis +250°C	
Bandbreite	0 Hz bis 1 kHz	
Messabweichung Nullpunkt Verstärkung	<±0,25 K <±0,05%	-200°C bis +850°C, Vierleitermessung vom Widerstandswert der angezeigten Temperatur
Temperaturdrift	±0,01 K/K·ΔT _a	ΔT _a = T _a - 25°C Umgebungstemperatur T _a
Sensorspeisung	250 μA	

Die folgenden technischen Angaben gelten ausschließlich für das CRONOSflex Modul!

Spannungsversorgung		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Versorgung	10 V bis 50 V DC	
Leistungsaufnahme	7,3 W	10 bis 50 V DC
Isolation	60 V	nominale Isolationsspezifikation des Versorgungseingangs
Power-over EtherCAT (PoEC)	42 V bis 50 V DC	Versorgung über EtherCAT Netzwerk-Kabel bei Anschluss an RJ45

Anschlüsse des CRONOSflex Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
EtherCAT Anschluss	2x RJ45	Systembus für räumlich verteilte imc CRONOSflex Systeme
Versorgungsbuchse	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten zur optionalen individuellen Versorgung
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig	zur direkten Versorgung und Vernetzung (System Bus) ohne weitere Kabel

Verfügbare Leistung zur Versorgung weiterer extern verbundener imc CRONOSflex Module (Klick Mechanismus)	
Direkt verbundene imc CRONOSflex-Module über Modul-Steckverbinder	3,1 A (maximaler Strom) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung)
Power-over EtherCAT (PoEC) Versorgung von flex-Modulen	350 mA (maximaler Strom nach IEEE 802.3) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 17,5 W bei 50 V DC (z.B. Power Handle) • 16,8 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 14,7 W bei 42 V DC (Mindest-Versorgungsspannung für PoEC) Hinweis: minimale Eingangsspannung von 42 V DC für PoEC Funktion

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betauung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage
Abmessungen	82 x 118 x 186 mm	B x H x T
Gewicht	ca. 1,2 kg	

Die Beschreibung [des HISO-8](#)  182.

9.7.3 HVBOX-8-x

Eingänge / Ausgänge		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingänge HVBOX-8-10M	Klemmen (Cu) für zwei Sensoren (PT100/1000) oder Spannungssignale	
Eingänge HVBOX-8-T-10M	Klemmen für 4 Thermoelemente Typ K	Kennzeichnung in der Box: CH = grüne Leitung = + AL = weiße Leitung = -
Ausgang Stecker	1x 8-polig LEMO.2P (Redel)	für CRFX/HISO-8-T-2L, CANFX/HISO8-T-2L bzw. CANFX/HISO8-4L
Kabellänge	10 m	HV-fähig

Isolation		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Isolierung gegen berührbare Teile (Gehäuse)	300 V CAT II 800 V CAT 0	verstärkte Isolierung
Isolierung der Messkanäle gegeneinander (Sensoren)	300 V CAT II 800 V CAT 0	Basisisolierung
Isolationsprüfspannung	AC 3000 V	1 min.
Betriebstemperaturbereich	-20 °C bis +80 °C	
Schutzart (Ingress Protection)	IP65	Voraussetzung: Box ist geschlossen, alle Verschraubungen durch Kabel geschlossen

Abmessungen, Gewicht		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Außenabmessungen, B x H x T	160 x 75 x 77 mm	ohne Verschraubungen, ohne Kabel
Gewicht	1,2 kg	



Verweis

HVBOX-8

Im folgenden Abschnitt finden Sie die [Beschreibung der Anschlussbox](#)  185.

9.7.4 HV2-2U2I Hochisoliert: Hochvolt, Stromzangen

Allgemein

Messmodi, Messkategorien, Anschlusstechnik			
Parameter	Wert		Bemerkungen
Eingänge	4		2 Spannungseingänge 2 Stromeingänge
Messmodi	Spannungsmessung Strommessung		z.B. Stromzangen, Rogowskispule
Messkategorien (Isolation)	600 V _{eff} (CAT III) / 1000 V _{eff} (CAT II)		nach EN 61010-1, EN 61010-2-030
Verschmutzungsgrad	2		gemäß EN 60664
Anschlusstechnik	2x Sicherheits-Bananenbuchsen 2x 3-polige Phoenix-Klemmen		KGG-PC 4/3-F BK
Abtastrate, Bandbreite, Filter			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Abtastrate	≤100 kHz		pro Kanal
Bandbreite	0 Hz bis 48 kHz		-3 dB
Filter (digital)			Tiefpass-Filter von f _g abhängig (f _a = Abtastfrequenz, f _g = Grenzfrequenz)
Anti-Aliasing Filter			
Frequenz	f _g = 0,4 f _a		
Charakteristik	Cauer		
Ordnung	8		
Individuelles Tiefpass-Filter			
Frequenz	10 Hz bis 20 kHz		
Charakteristik	Butterworth, Bessel, Cauer		
Ordnung	8		
Individuelles Hochpass-Filter			
Frequenz	10 Hz bis 20 kHz		
Charakteristik	Butterworth, Bessel		
Ordnung	8		
Individuelles Bandpass-Filter			
Frequenz	10 Hz bis 20 kHz		
Charakteristik	Butterworth, Bessel		
Ordnung	4		
Auflösung			interne Verarbeitung 24 Bit Ausgabeformat kanalindividuell wählbar: a) 16 Bit Integer b) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)
CRC	16 Bit		
CRFX	16 Bit 24 Bit		
Isolationsfestigkeit (Potentiale der Messstellen gegen Erde und Potentialdifferenzen zwischen den Messstellen)	5,4 kV _{eff}		50 Hz, Prüfspannung

Messmodi

Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereich	$\pm 1000 \text{ V}$, $\pm 500 \text{ V}$, $\pm 250 \text{ V}$, ... , $\pm 2,5 \text{ V}$ $1000 V_{\text{eff}}$, $500 V_{\text{eff}}$, $250 V_{\text{eff}}$, ... , $2,5 V_{\text{eff}}$ $\pm 1414 V_{\text{pk}}$, $\pm 707 V_{\text{pk}}$, $\pm 354 V_{\text{pk}}$, ... , $\pm 3,4 V_{\text{pk}}$		nominal eff (rms) dauerhaft max. Aussteuerungsbereich (gültige Messwerte): \geq nominaler Bereich * $\sqrt{2}$
Überspannungsfestigkeit		$\pm 1450 \text{ V}$	differenziell, dauerhaft bei Betriebstemperatur bis 70°C
Eingangswiderstand	2 M Ω		
Eingangskopplung	DC		isoliert
Verstärkungsabweichung	0,02%	$\leq 0,05\%$	von der Anzeige, bei 25°C
Verstärkungsdrift	$\pm 25 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$	$\pm 60 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,02%	$\leq 0,05\%$	vom Bereich
	0,04%	$\leq 0,1\%$	Messbereich $> \pm 5 \text{ V}$
		$\leq 0,2\%$	Messbereich $\pm 5 \text{ V}$
			Messbereich $\pm 2,5 \text{ V}$
Nullpunktdrift	$\pm 20 \text{ mV/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 2,0 \text{ mV/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 0,1 \text{ mV/K} \cdot \Delta T_a$	$\pm 35 \text{ mV/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 3,5 \text{ mV/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 0,5 \text{ mV/K} \cdot \Delta T_a$	Messbereich $> \pm 100 \text{ V}$ Messbereich $\leq \pm 100 \text{ V}$ Messbereich $\leq \pm 10 \text{ V}$ $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Gleichtaktunterdrückung (IMR)	160 dB 80 dB 54 dB	130 dB 70 dB 44 dB	DC 50 Hz 1 kHz
Bandbreite	0 Hz to 30 kHz	0 Hz to 48 kHz	$< \pm 0,03 \text{ dB}$ -3 dB
Phasenabweichung		$< \pm 1^\circ$	0 Hz bis 20 kHz
Signalrauschen	3,8 mV _{eff} 0,6 mV _{eff}		Bandbreite: 0,2 Hz bis 48 kHz Messbereich $\pm 250 \text{ V}$ Messbereich $\pm 2,5 \text{ V}$

Kanäle für die Strommessung mit Stromzangen			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereich	$\pm 5 \text{ V}, \pm 2,5 \text{ V}, \pm 1 \text{ V}, \dots, \pm 50 \text{ mV}$		Aussteuerungsbereich \geq Bereich $\cdot \sqrt{2}$
Überspannungsfestigkeit	$\pm 100 \text{ V}$		dauerhaft
Eingangswiderstand	$20 \text{ M}\Omega$		isoliert
Verstärkungsabweichung	0,02%	$\leq 0,05\%$	von der Anzeige
Verstärkungsdrift	$\pm 10 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$	$\pm 25 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,02%	$\leq 0,05\%$	vom Messbereich
Nullpunktdrift	$\pm 10 \text{ }\mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 50 \text{ }\mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$	$\pm 100 \text{ }\mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 20 \text{ }\mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$	Bereich $> \pm 0,5 \text{ V}$ Bereich $\leq \pm 0,5 \text{ V}$ $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Gleichtaktunterdrückung (IMR)	160 dB 145 dB 125 dB	160 dB 126 dB 100 dB	DC 50 Hz 1 kHz
Bandbreite	0 Hz bis 30 kHz	0 Hz bis 48 kHz	$< \pm 0,03 \text{ dB}$ -3 dB
Phasenabweichung		$< \pm 1^\circ$	0 Hz bis 4 kHz
Signalrauschen Rauschunterdrückung	$1 \text{ }\mu\text{V}_{\text{eff}}$	LSB	Bandbreite: 0,1 Hz bis 48 kHz

Strommessung mit AC-Stromzange			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$10 \text{ A}_{\approx}, 5 \text{ A}_{\approx}, \dots, 2,5 \text{ A}_{\approx}$		Effektivwerte (Scheitelfaktor bis zu $\sqrt{2}$)
Messunsicherheit	0,3%	$\leq 0,8\%$ $\pm 1 \text{ mA}$	50 Hz, Sinus, Leiter zentriert (Stromzangen in definierter Abgleichposition)
Messbandbreite	40 Hz bis 2 kHz		$< \pm 0,5\%$
Phasenunsicherheit	$\pm 1^\circ$	$< \pm 3^\circ$	40 Hz bis 1 kHz

Kanäle für Strommessung mit Rogowski-Spulen (AC)			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messprinzip	zeitlich integrierend		Modul enthält eine integrierende Aufbereitungstechnik
verwendbare Sensoren (Rogowski-Spulen)	50 $\mu\text{V}/\text{A}$ bei 50 Hz		Sensoren ohne Aufbereitungselektronik (keine Batterie notwendig)
Messbereich	500 (A/s)/V, 1 (kA/s)/V, 2,5 (kA/s)/V, ... , 50 (kA/s)/V		in der Oberfläche als integrierter Wert angezeigt
Überspannungsfestigkeit		$\pm 55 \text{ V}$	dauerhaft
Verstärkungsabweichung	0,02%	$\leq 0,08\%$	von der Anzeige bei 50 Hz zzgl. Abweichung des Sensors
Verstärkungsdrift	$\pm 40 \text{ ppm}/\text{K} \cdot \Delta T_a$	$\pm 100 \text{ ppm}/\text{K} \cdot \Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur zzgl. Abweichung des Sensors
Bandbreite	0,5 Hz bis 30 kHz	0,1 Hz bis 48 kHz	$< \pm 0,1\%$ -3 dB

Strommessung mit Rogowski-Spulen			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Sensor (Zubehör)	flexible Stromwandler		wartungsfrei (keine Batterie) siehe bitte das Zubehör in der Preisliste
Messbereich	5 kA_{\approx} , 2,5 A_{\approx} , ... , 50 A_{\approx}		Effektivwerte, Scheitelfaktor $< 1,5$
Überlastfestigkeit		$\leq 60 \text{ kA}_{\approx}$ $\leq 1 \text{ kA}_{\approx}$	dauerhaft, Scheitelfaktor $< 1,5$ $f \leq 1 \text{ kHz}$ $f \leq 50 \text{ kHz}$
Messabweichung	0,3%	$\leq 1\%$ $\pm 1 \text{ A}$	


Verweis

[Zur HV2-2U2I Modulbeschreibung](#)  187

9.7.5 HV2-4U Hochisoliert: Hochvolt

Messmodi, Messkategorien			
Parameter	Wert		Bemerkungen
Eingänge	4		
Messmodus	Spannungsmessung		Sicherheitsbananenbuchsen
Messkategorien (Isolation)	600 V _{eff} (CAT III) / 1000 V _{eff} (CAT II)		
Verschmutzungsgrad	2		
Abtastrate, Bandbreite, Filter			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Abtastrate		≤100 kHz	pro Kanal
Bandbreite	0 Hz bis 48 kHz		-3 dB
Filter (digital)			
Anti-Aliasing Filter			
Frequenz	$f_g = 0,4 f_a$		
Charakteristik	Cauer		
Ordnung	8		
Individuelles Tiefpass-Filter			
Frequenz	10 Hz bis 20 kHz		
Charakteristik	Butterworth, Bessel		
Ordnung	8		
Individuelles Hochpass-Filter			
Frequenz	10 Hz bis 20 kHz		
Charakteristik	Butterworth, Bessel		
Ordnung	8		
Individuelles Bandpass-Filter			
Frequenz	10 Hz bis 20 kHz		
Charakteristik	Butterworth, Bessel		
Ordnung	4		
Auflösung			
CRC	16 Bit		interne Verarbeitung 24 Bit
CRFX	16 Bit		Ausgabeformat kanalindividuell wählbar:
	24 Bit		a) 16 Bit Integer
			b) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)
Isolationsfestigkeit (Potentiale der Messstellen gegen Erde und Potentialdifferenzen zwischen den Messstellen)		5,4 kV _{eff}	50 Hz, 1 min Prüfspannung

Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereich	$\pm 1000 \text{ V}, \pm 500 \text{ V}, \pm 250 \text{ V}, \dots, \pm 2,5 \text{ V}$ $1000 V_{\text{eff}}, 500 V_{\text{eff}}, 250 V_{\text{eff}}, \dots,$ $2,5 V_{\text{eff}}$ $\pm 1414 V_{\text{pk}}, \pm 707 V_{\text{pk}}, \pm 354 V_{\text{pk}}, \dots,$ $\pm 3,4 V_{\text{pk}}$		nominal eff (rms) dauerhaft max. Aussteuerungsbereich (gültige Messwerte): $\geq \text{nominaler Bereich} \cdot \sqrt{2}$
Überspannungsfestigkeit		$\pm 1450 \text{ V}$	differentiell, dauerhaft bei Betriebstemperatur bis 70°C
Eingangswiderstand	2 M Ω		
Eingangskopplung	DC		isoliert
Verstärkungsabweichung	0,02%	$\leq 0,05\%$	von der Anzeige, bei 25°C
Verstärkungsdrift	$\pm 25 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$	$\pm 60 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $ Umgebungstemperatur T_a
Nullpunktabweichung	0,02% 0,04%	$\leq 0,05\%$ $\leq 0,2\%$	vom Bereich Messbereich $> \pm 5 \text{ V}$ Messbereich $\pm 2,5 \text{ V}$
Nullpunktdrift	$\pm 20 \text{ mV/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 2,0 \text{ mV/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 0,1 \text{ mV/K} \cdot \Delta T_a$	$\pm 35 \text{ mV/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 3,5 \text{ mV/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 0,5 \text{ mV/K} \cdot \Delta T_a$	Messbereich $> \pm 100 \text{ V}$ Messbereich $\leq \pm 100 \text{ V}$ Messbereich $\leq \pm 10 \text{ V}$ $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $ Umgebungstemperatur T_a
Gleichtaktunterdrückung (IMR)	160 dB 80 dB 54 dB	130 dB 70 dB 44 dB	DC 50 Hz 1 kHz
Bandbreite	0 Hz to 30 kHz	0 Hz to 48 kHz	$< \pm 0,03 \text{ dB}$ -3 dB
Phasenabweichung		$< \pm 1^\circ$	0 Hz bis 20 kHz
Signalrauschen	3,8 mV _{eff} 0,6 mV _{eff}		Bandbreite: 0,2 Hz bis 48 kHz Messbereich $\pm 250 \text{ V}$ Messbereich $\pm 2,5 \text{ V}$

 **Verweis**
[Zur Modulbeschreibung](#)  187

9.7.6 ICPU2-8: Spannung, IEPE/ICP

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik			
Parameter	Wert		Bemerkungen
Eingänge	8		
Messmodi	Spannungsmessung IEPE-Sensor mit Stromspeisung		
Abtastrate, Bandbreite, Filter, TEDS			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Abtastrate	≤100 kHz		pro Kanal
Maximale Summenabtastrate	800 kHz (CRFX)		aller CRFX Modulkanäle inklusive Monitorkanäle
Bandbreite	0 Hz bis 48 kHz 0 Hz bis 30 kHz		-3 dB -0,1 dB
Filter (digital) Frequenz Charakteristik Ordnung	10 Hz bis 20 kHz		Butterworth, Bessel Tiefpass und Hochpass: 8. Ordnung Bandpass: TP und HP je 4. Ordnung Anti-Aliasing Filter: Cauer 8. Ordnung mit $f_g = 0,4 f_a$
Untere Grenzfrequenz (Hochpass, 3. Ord., -3 dB)	0,43 Hz 1,06 Hz 0,07 Hz 0,13 Hz		CRFX/ICPU2-8 Standardversion ICP, Bereich ≤±10 V ICP, Bereich >±10 V Sonderversion CRFX/ICPU2-8(-D)-70mHz * ICP, Bereich ≤±10 V ICP, Bereich >±10 V
Bei CRC: Untere Grenzfrequenz (Hochpass, 3. Ord., -3 dB)	0,48 Hz		ICP, Bereich ≤±10 V
Auflösung CRC, CRSL CRFX, CRXT	16 Bit 16 Bit 24 Bit		interne Verarbeitung 24 Bit Ausgabeformat kanalindividuell wählbar: a) 16 Bit Integer b) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)
TEDS	IEEE 1451.4 konform Class I Mixed Mode Interface		TEDS-Daten und analoges Signal auf derselben Leitung unterstützt TEDS Typ DS2433 nicht unterstützt DS2431 (typ. IEPE/ICP Sensor), nur CRFX & CRXT unterstützt: DS2431
Kennlinien Verrechnung bzw. Linearisierung	benutzerdefiniert (maximal 1023 Stützstellen) (nur mit CRFX) ³¹⁸		

* Auf Nachfrage sind Sonderversionen verfügbar. Sie sollten jedoch nur bei tatsächlichem Bedarf verwendet werden, da auch die Einschwingzeiten entsprechend verlängert sind (bis in den Minutenbereich).

Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Überspannungsfestigkeit		±50 V	dauerhaft
maximale Eingangsspannung		-11 V bis +15 V	zwischen ±IN und CHASSIS; Messbereich ≤±10 V
Eingangskopplung	AC, DC, AC mit Stromspeisung (ICP)		
Eingangskonfiguration	differenziell Single-ended		per Software konfigurierbar
Eingangswiderstand Messbereich: >±10 V	333 kΩ 0,67 MΩ 1 MΩ		bei Gleichspannung bzw. 50 Hz ICP (Single-ended) AC (differenziell) DC (differenziell)
Messbereich: ≤±10 V	908 kΩ 1,82 MΩ 20 MΩ		ICP (Single-ended) AC (differenziell) DC (differenziell)
Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	±50 V, ±25 V, ±10 V, ±5 V, ±2,5 V, ±1 V, ..., ±5 mV		
Verstärkungsabweichung	0,02%	≤0,05%	von der Anzeige, bei 25°C
Verstärkungsdrift	(+20 ppm/K)·ΔT _a	(+80 ppm/K)·ΔT _a	ΔT _a = T _a -25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,02%	≤0,05% ≤0,06% ≤0,15%	vom Messbereich, bei 25°C >±50 mV ≤±50 mV ≤±10 mV
Nullpunktdrift	(±40 μV/K)·ΔT _a (±0,7 μV/K)·ΔT _a (±0,1 μV/K)·ΔT _a	(±200 μV/K)·ΔT _a (±6 μV/K)·ΔT _a (±1,1 μV/K)·ΔT _a	Bereiche >±10 V Bereich ±10 V bis ±0,25 V Bereiche ≤±0,1 V
Gleichtaktunterdrückung (CMRR) Bereich: ±50 V bis ±10 V Bereich: ±5 V bis ±50 mV Bereich: ±25 mV bis ±5 mV	62 dB 92 dB 120 dB	>46 dB >84 dB >100 dB	von DC..60 Hz ±50 V ±10 V ±10 V
Signalrauschen Breitband	14 nV/√Hz 0,4 μV _{eff}		DC-Kopplung 1 kHz Bandbreite 0,1 Hz bis 1 kHz
ICP Sensors - Versorgung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
ICP-Stromquellen	4,2 mA/Kanal	±10%	
Spannungshub	25 V	>24 V	
Innenwiderstand	280 kΩ	>100 kΩ	

Die folgenden technischen Angaben gelten ausschließlich für das CRONOSflex Modul!

Blockisolation		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Blockisolation	60 V	Isolation der gesamten internen Messelektronik (incl. ICP-Stromquelle) gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE)
Isolationsimpedanz	500 kΩ 1 nF	
Bezugspotential intern	-IN	Alle Kanäle mit gleichem, galvanisch verbundenem Bezug: Bei ICP-Modus: -IN als Bezug der Stromquelle, bei Spannungsmodus nicht extern zugänglich.
Bezugspotential extern	CHASSIS, Metallgehäuse	interne Elektronik als Gesamteinheit gegenüber Gehäuse galvanisch isoliert

Blockisolation dient zur Unterdrückung von Störungen durch Erdschleifen. Stellt keine kanal-individuelle Isolation dar, insbesondere nicht im Sinne von Geräte- und Personensicherheit!

Geräte bzw. Module mit Lieferdatum vor ca. 2012 weisen keine Blockisolation auf.

Spannungsversorgung		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Versorgung	10 V bis 50 V DC	
Leistungsaufnahme	7,4 W	10 bis 50 V DC
Isolation	60 V	nominale Isolationsspezifikation des Versorgungseingangs
Power-over EtherCAT (PoEC)	42 V bis 50 V DC	Versorgung über EtherCAT Netzwerk Kabel bei Anschluss an RJ45

Anschlüsse des Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
EtherCAT Anschluss	2x RJ45	Systembus für räumlich verteilte imc CRONOSflex Systeme
Versorgungsbuchse	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten, zur optionalen individuellen Versorgung
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig	zur direkten Versorgung und Vernetzung (System Bus) ohne weitere Kabel

Verfügbare Leistung zur Versorgung weiterer extern verbundener imc CRONOSflex Module (Klick Mechanismus)	
Direkt verbundene imc CRONOSflex-Module über Modul-Steckverbinder	3,1 A (maximaler Strom) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung)
Power-over EtherCAT (PoEC) Versorgung von imc CRONOSflex-Module	350 mA (maximaler Strom nach IEEE 802.3) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 17,5 W bei 50 V DC (z.B. Power Handle) • 16,8 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 14,7 W bei 42 V DC (Mindest-Versorgungsspannung für PoEC) Hinweis: minimale Eingangsspannung von 42 V DC für PoEC Funktion

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betaung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betaung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage
Abmessungen	62 x 118 x 186 mm	B x H x T
Gewicht	1 kg	

Zur Beschreibung des [ICPU2-8](#)  ¹⁹⁶

² Nur isolierte Sensoren. Weitere Informationen sind dem Abschnitt „MMI-TEDS“ zu entnehmen.

9.7.7 ICPU-16: Spannung, ICP

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik			
Parameter	Wert		Bemerkungen
Eingänge	16		
Messmodi	Spannungsmessung stromgespeiste Sensoren		(ICP™-, DELTATRON®-, PIEZOTRON®-Sensors)
Anschlusstechnik	16x BNC		1 Kanal pro Stecker
Abtastrate, Bandbreite, Filter, TEDS			
Parameter	Wert		Bemerkungen
Abtastrate	≤20 kHz		pro Kanal Summenabtastrate 320 kHz
Bandbreite	0 kHz bis 5 kHz 0 kHz bis 6,6 kHz		-0,1 dB -3 dB (analoges AAF: Cauer 5.Ordnung)
Filter (digital) Frequenz, Charakteristik, Ordnung	2 Hz bis 5 kHz		Butterworth, Bessel Tiefpass 8. Ordnung Anti-Aliasing Filter: Cauer 8.Ordnung mit $f_g = 0,4 f_a$
Grenzfrequenz (Hochpass, 3. Ordn., -3 dB)	0,43 Hz	±5%	AC und Sensor mit Stromsp. (ICP)
TEDS - Transducer Electronic Data Sheets	IEEE 1451.4 konform Class I Mixed Mode Interface		
Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Überspannungsfestigkeit		±40 V	dauerhaft
Eingangskopplung	DC AC, ICP		AC-Kopplung (oder ICP) bedeutet eingangsseitig einen Hochpass. Um eine Drift auf dem Modul zu vermeiden wird in jedem Fall ein Hochpass gerechnet, auch wenn der Anwender "ohne Filter" wählt.
Eingangskonfiguration	differenziell single-end		per Software konfigurierbar
Eingangswiderstand	908 kΩ 1,82 MΩ 20 MΩ		bei Gleichspannung bzw. 50 Hz ICP (single-end) AC (differenziell) DC (differenziell)

Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 10 \text{ V}, \pm 5 \text{ V}, \pm 2,5 \text{ V},$ $\pm 1 \text{ V}, \pm 500 \text{ mV}, \pm 250 \text{ mV}$		
Verstärkungsunsicherheit	0,02%	$\leq 0,05\%$	von der Anzeige
Verstärkungsdrift	$(\pm 8 \text{ ppm/K}) \cdot \Delta T_a$	$(\pm 30 \text{ ppm/K}) \cdot \Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,02%	$\leq 0,05\%$	vom Messbereich
Nullpunktdrift	$(\pm 18 \text{ } \mu\text{V/K}) \cdot \Delta T_a$ $(\pm 2 \text{ } \mu\text{V/K}) \cdot \Delta T_a$	$(\pm 45 \text{ } \mu\text{V/K}) \cdot \Delta T_a$ $(\pm 5 \text{ } \mu\text{V/K}) \cdot \Delta T_a$	$\pm 10 \text{ V}$ bis $\pm 2,5 \text{ V}$ $\pm 1 \text{ V}$ bis $\pm 250 \text{ mV}$ $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
max. Gleichtaktspannung		$\pm 12 \text{ V}$	
Gleichtaktunterdrückung Bereich: $\pm 10 \text{ V}$ bis $\pm 2,5 \text{ V}$ Bereich: $\pm 1 \text{ V}$ bis $\pm 250 \text{ mV}$	-90 dB -108 dB	-80 dB -97 dB	Gleichtakttestspannungen: $\pm 10 \text{ V}_=$ und 7 V_{eff} 50 Hz
Kanalübersprechen Bereich: $\pm 10 \text{ V}$ bis $\pm 2,5 \text{ V}$ Bereich: $\pm 1 \text{ V}$ bis $\pm 250 \text{ mV}$	-90 dB -116 dB		Testspannung: $\pm 10 \text{ V}_=$ und 7 V_{eff} 0 Hz bis 50 Hz; Bereich: $\pm 10 \text{ V}$
Rauschspannung	$12 \text{ } \mu\text{V}_{\text{eff}}$		Bandbreite: 0,1 Hz bis 1 kHz

ICP™-, DELTATRON®-Sensor-Versorgung			
ICP-Stromquelle	4,2 mA/Kanal	$\pm 10\%$	
Spannungshub	25 V	$> 24 \text{ V}$	
Quellwiderstand	280 k Ω	$> 100 \text{ k}\Omega$	

[Beschreibung: ICP-16](#) 

9.7.8 ISO2-8 Isoliert: Spannung, Strom (20 mA), Temperatur

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingänge	8	
Messmodi DSUB-15	Spannung Strom Thermoelemente, RTD (PT100) stromgespeiste Sensoren (IEPE/ICP)	Strom-Stecker (ACC/DSUBM-I4) Thermostecker (ACC/DSUBM-T4) IEPE/ICP Erweiterungsstecker: ACC/DSUB-ICP4, nicht isoliert ACC/DSUBM-ICP2I-BNC-S/-F ¹ , isoliert, Basisfunktionalität (ICP-Betrieb)
Messmodi LEMO	Spannung Strom RTD (PT100)	differentiell (interner Shunt)
Anschlusstechnik DSUB-15	2x DSUB-15 oder	4 Kanäle pro Stecker
LEMO	8x LEMO.1B.307	1 Kanal pro Stecker
Abtastrate, Bandbreite, Filter, TEDS		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Abtastrate	≤100 kHz ≤10 kHz	pro Kanal bei Temperaturmessung
Maximale Summenabtastrate	800 kHz (CRFX)	aller CRFX Modulkkanäle inklusive Monitorkanäle
Bandbreite	0 Hz bis 11 kHz 0 Hz bis 8 kHz 0 Hz bis 1 kHz	-3 dB -0,2 dB -0,1 dB bei Temperaturmessung
Filter (digital) Frequenz Charakteristik Typ und Ordnung	2 Hz bis 5 kHz	Butterworth, Bessel Tiefpass: 8. Ordnung, Hochpass: 4.Ordnung Bandpass: TP 4. und HP 4. Ordnung Anti-Aliasing Filter:Cauer 8.Ordnung mit $f_g=0,4 f_a$
Auflösung CRC, CRSL CRFX, CRXT	16 Bit 16 Bit 24 Bit	interne Verarbeitung 24 Bit Ausgabeformat kanalindividuell wählbar: a) 16 Bit Integer b) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)
TEDS - Transducer Electronic Data Sheets	IEEE 1451.4 konform Class II MMI	insb. mit ACC/DSUBM-TEDS-xx (DS2433) nicht unterstützt wird: DS2431, nur CRFX und CRXT unterstützt: DS2431
Kennlinien Verrechnung bzw. Linearisierung	benutzerdefiniert (maximal 1023 Stützstellen)	unterstützt für Geräte, siehe Übersicht ^[319]

- 1 Bei Verwendung des 2-kanaligen IEPE-Steckers in Kombination mit den analogen Eingängen, die vier Kanäle pro Buchse zur Verfügung stellen, können nur die Kanäle 1 und 3 genutzt werden. Es wird nur die ICP Basis-Funktion unterstützt, siehe TD ACC/DSUBM-ICP2I-BNC.

Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Isolation	galvanisch isoliert		Kanäle untereinander und gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS), sowie gegen gemeinsamen Bezug aller PT100 Stromquellen und TEDS. PT100 Stromquellen sind nicht isoliert
max. Gleichtakt-Spannung Testspannung:	±60 V ±300 V (10 s)		
Überspannungsfestigkeit	±60 V ESD 2 kV Transienten Schutz: automotive load dump ISO 7637		differentielle Eingangsspannung, dauerhaft human body model $R_f=30 \Omega$, $t_d=300 \mu s$, $t_r < 60 \mu s$
Eingangskopplung	DC		
Eingangskonfiguration	differentiell, isoliert		
Eingangswiderstand	6,7 M Ω 1 M Ω 50 Ω		Bereiche $\leq \pm 2$ V oder Temperaturmodus Bereiche $\geq \pm 5$ V oder bei ausgeschaltetem Gerät mit Strom-Stecker ACC/DSUBM-I4
Eingangsstrom			bei Betriebsbedingungen $ V_{in} > 5$ V bei Bereichen $< \pm 5$ V oder bei ausgeschaltetem Gerät
normal bei Überspannung		1 nA 1 mA	
zusätzliche Sensorversorgung			für IEPE (ICP)-Erweiterungsstecker unabhängig von optionaler Sensorversorgung, kurzschlussfest Leistung pro DSUB-Stecker
Spannung	5 V	±5 %	
verfügbarer Strom	>0,26 A	>0,2 A	
Innenwiderstand	1,0 Ω	<1,2 Ω	
Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	±60 V / ±50 V / ±25 V / ±10 V ±5 V / ±2 V / ±1 V / ±500 mV ±250 mV / ±100 mV / ±50 mV		
Verstärkungsabweichung	<0,02 %	<0,05 %	von der Anzeige, bei 25 °C
Verstärkungsdrift		6 ppm/K· ΔT_a 50 ppm/K· ΔT_a	Bereiche $\leq \pm 2$ V Bereiche $\geq \pm 5$ V über gesamten Temperaturbereich
Nullpunktabweichung	0,02 %	<0,05 %	vom Messbereich, bei 25 °C
Nullpunktdrift		2,5 ppm/K· ΔT_a	über gesamten Temperaturbereich $\Delta T_a = T_a - 25^\circ C $; mit T_a = Umgebungstemperatur
Linearitätsabweichung	<120 ppm		Bereich ±10 V
Signalrauschen	2,5 μV_{eff} 20 μV_{pkpk}		Bandbreite 0,1 Hz bis 1 kHz im Bereich ±50 mV
Gleichtaktunterdrückung IMR (isolation mode rejection)	140 dB 64 dB	>130 dB >60 dB	Bereiche $\leq \pm 2$ V Bereiche $\geq \pm 5$ V $R_{Quelle} = 0 \Omega$, $f=50$ Hz
Kanalisation	>1 G Ω , <40 pF		gegen Systemmasse (Erde)
	>1 G Ω , <10 pF		Kanäle untereinander
Kanaltrennung (crosstalk)	>165 dB (50 Hz) >92 dB (50 Hz)		Bereiche $\leq \pm 2$ V Bereiche $\geq \pm 5$ V $R_{Quelle} \leq 100 \Omega$

Strommessung mit Shunt-Stecker			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 40 \text{ mA} / \pm 20 \text{ mA} / \pm 10 \text{ mA}$ $\pm 5 \text{ mA} / \pm 2 \text{ mA} / \pm 1 \text{ mA}$		
Shunt-Widerstand	50 Ω		externer Stecker ACC/DSUBM-I4
Eingangskonfiguration	differentiell		
Verstärkungsabweichung	<0,02 %	<0,05 % <0,1 %	von der Anzeige, bei 25°C zzgl. Abweichung 50 Ω im Stecker
Verstärkungsdrift		6 ppm/K· ΔT_a 50 ppm/K· ΔT_a	Bereiche $\leq \pm 2 \text{ V}$ Bereiche $\geq \pm 5 \text{ V}$ über gesamten Temperaturbereich
Nullpunktabweichung	0,02 %	<0,05 %	vom Messbereich
Nullpunktdrift		2,5 ppm/K· ΔT_a	über gesamten Temperaturbereich $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit T_a = Umgebungstemperatur

Strommessung mit internem Shunt (Variante Rundstecker etc.)			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 40 \text{ mA} / \pm 20 \text{ mA} / \pm 10 \text{ mA}$		
Shunt-Widerstand	50 Ω		intern
Eingangskonfiguration	differentiell		
Verstärkungsabweichung	<0,02 %	<0,05 %	von der Anzeige, bei 25°C
Verstärkungsdrift		30 ppm/K· ΔT_a	über gesamten Temperaturbereich
Nullpunktabweichung	0,02 %	<0,05 %	vom Messbereich
Nullpunktdrift		2,5 ppm/K· ΔT_a	über gesamten Temperaturbereich $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit T_a = Umgebungstemperatur

Temperaturmessung - Thermoelemente			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messmodus	R, S, B, J, T, E, K, L, N		
	C		Sonderversion DSUB-15: zusätzlich Typ C (W5Re/W26Re)
Messbereiche	-270°C bis 1370°C -270°C bis 1100°C -270°C bis 500°C		Typ K
	0°C bis 2320°C		Typ C (Sonderversion, 24 Bit Modus)
Auflösung	0,063 K (1/16 K)		16-Bit Integer
Messabweichung (Verstärkung + Nullpunkt)		< $\pm 0,6 \text{ K}$	Typ K, Bereich -150°C bis 1200°C Typ T, Bereich -150°C bis 400°C Typ N, Bereich 380°C bis 1200°C
		< $\pm 1,0 \text{ K}$	Typ K, Bereich -200°C bis -150°C Typ T, Bereich -200°C bis -150°C
		< $\pm 1,5 \text{ K}$	Typ N, Bereich -200°C bis 380°C
Drift (Verstärkung + Nullpunkt)	$\pm 0,02 \text{ K/K} \cdot \Delta T_a$		$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit T_a = Umgebungstemperatur
Abweichung der Vergleichsstellenkompensation		< $\pm 0,15 \text{ K}$	mit ACC/DSUBM-T4
Drift der Vergleichsstelle	$\pm 0,001 \text{ K/K} \cdot \Delta T_a$		$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit T_a = Umgebungstemperatur

Temperaturmessung – PT100		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Messbereiche	-200°C bis +850°C -200°C bis +250°C	
Auflösung	0,063 K (1/16 K)	16-Bit Integer
Verstärkungsabweichung	<±0,05%	vom Messwert (äquivalenter Widerstand)
Nullpunktabweichung	<±0,2 K	bei Vierleitermessung
Nullpunktdrift	±0,01 K/K·ΔT _a	ΔT _a = T _a - 25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Sensorspeisung	250 μA	nicht isoliert

Sensorversorgung (ISO2-8(-L)-SUPPLY)				
Parameter	Wert typ.		max.	Bemerkungen
Konfigurationen	5 wählbare Einstellungen			immer nur 5 wählbare Einstellungen: Standardauswahl: +5 V bis +24 V
Ausgangsspannung	Spannung	Strom	Nettoleistung	global wählbar für alle Kanäle pro Modul Auf Anfrage kann +12 V oder +15 V durch +2,5 V ersetzt werden. Vorzugsauswahl z.B. bei 2,5 V: +2,5 V, +5,0 V, +10 V, +12 V, +24 V Auf Anfrage kann +15 V durch ±15 V ersetzt werden. Bei der LEMO Variante entfällt bei dieser Wahl die TEDS Unterstützung.
	(+2,5 V)	580 mA	1,5 W	
	+5,0 V	580 mA	2,9 W	
	+10 V	300 mA	3,0 W	
	+12 V	250 mA	3,0 W	
	+15 V	200 mA	3,0 W	
	+24 V	120 mA	2,9 W	
	(±15 V)	190 mA	3,0 W	
Isolation - gilt für imc CRONOScompact und imc CRONOS-SL Systeme				
Isolation Standard	nicht isoliert			gegenüber Gehäuse (Gehäuse, CHASSIS, PE)
Optional auf Anfrage	isoliert			nominal 50 V, Testspannung 300 V für 10 sec, nicht möglich bei Option ±15 V
Blockisolation nur bei imc CRONOSflex				
Blockisolation	60 V			Isolation der gesamten globalen Sensorversorgung (für alle 8 Kanäle, Bezug "-SUPPLY, GND") sowie der internen Zusatz-Elektronik gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE)
Kurzschlusschutz	unbegrenzte Dauer			gegenüber Bezugsmasse der Ausgangsspannung
Genauigkeit der Ausgangsspannung	<0,25 %	0,5 %	0,9 %	an den Anschluss-Steckern, Leerlauf bei 25°C
			1,5 %	über vollen Temperaturbereich zzgl. bei optionaler bipolarer Ausgangsspannung
Max. kapazitive Last	>4000 μF			2,5 V bis 10 V
	>1000 μF			12 V, 15 V
	>300 μF			24 V

Die folgenden technischen Angaben gelten ausschließlich für das CRONOSflex Modul!

Blockisolation		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Blockisolation	60 V	Isolation der gesamten internen Zusatz-Elektronik (PT100-Stromquellen, TEDS, Sensor-Versorgung) gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE)
Isolationsimpedanz	500 kΩ 1 nF	
Bezugspotential intern	GND, TEDS_GND, -I4, -SUPPLY	PT100 Stromquellen und TEDS für alle Kanäle mit gleichem, galvanisch verbundenem Bezug
Bezugspotential extern	CHASSIS, Metallgehäuse	interne Zusatz-Elektronik als Gesamteinheit gegenüber Gehäuse galvanisch isoliert

Blockisolation dient zur Unterdrückung von Störungen durch Erdschleifen. Stellt keine kanal-individuelle Isolation dar, insbesondere nicht im Sinne von Geräte- und Personensicherheit!

Geräte bzw. Module mit Lieferdatum vor ca. 2012 weisen keine Blockisolation auf.

Spannungsversorgung des Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Versorgung	10 V bis 50 V DC	
Isolation	60 V	nominale Isolationsspezifikation des Versorgungseingangs
Power over EtherCAT (PoEC)	42 V bis 50 V DC	Versorgung über EtherCAT Netzwerk Kabel bei Anschluss an RJ45
Leistungsaufnahme CRFX/ISO2-8	7,0 W 9,2 W 12,4 W	10 bis 50 V DC CRFX/ISO2-8 CRFX/ISO2-8 mit 2x ACC/DSUB-ICP4 CRFX/ISO2-8(-L)-SUPPLY (Sensor-Versorgungsleistung 3 W netto)

Anschlüsse des Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
EtherCAT Anschluss	2x RJ45	Systembus für räumlich verteilte imc CRONOSflex Systeme
Versorgungsbuchse	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten, zur optionalen individuellen Versorgung
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig	zur direkten Versorgung und Vernetzung (Systembus) ohne weitere Kabel

Verfügbare Leistung zur Versorgung weiterer extern verbundener imc CRONOSflex Module (Klick Mechanismus)	
Direkt verbundene imc CRONOSflex-Module über Modul-Steckverbinder	<p>3,1 A (maximaler Strom)</p> <p>Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung)
Power over EtherCAT (PoEC) Versorgung von imc CRONOSflex Modulen	<p>350 mA (maximaler Strom nach IEEE 802.3)</p> <p>Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 17,5 W bei 50 V DC (z.B. Power Handle) • 16,8 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 14,7 W bei 42 V DC (Mindest-Versorgungsspannung für PoEC) <p>Hinweis: minimale Eingangsspannung von 42 V DC für PoEC Funktion</p>

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betauung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage
Abmessungen	43,3 x 118 x 186 mm (LEMO Variante ist: 62 mm breit)	B x H x T
Gewicht	ca. 740 g (DSUB-15 Variante)	

Die Beschreibung des [ISO2-8](#) .

9.7.9 ISO2-8(-16)-2T Isoliert: Thermoelemente

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingänge	8 16	ISO2-8-2T sowohl für CRC als auch CRFX ISO2-16-2T nur CRFX Variante verfügbar
Messmodus	Temperaturmessung Thermoelementmessung Typ K	
Anschlüsse		
Messeingang	Miniatur- Thermoelementsteckverbinder	2-polig, female
EtherCAT Anschluss	2x RJ45	Systembus für räumlich verteilte imc CRONOSflex Systeme
Versorgungsbuchse	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten, zur optionalen individuellen Versorgung
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig	zur direkten Versorgung und Vernetzung (Systembus) ohne weitere Kabel
Abtastrate, Bandbreite, Filter		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Abtastrate	≤ 10 kHz	pro Kanal
Maximale Summenabtastrate	800 kHz	aller CRFX Modulkanäle inklusive der Monitorkanäle
Bandbreite	0 Hz bis 1 kHz 0 Hz bis 2 kHz	-0,1 dB ISO2-8-2T -0,1 dB ISO2-16-2T
Auflösung		
CRC, CRSL	16 Bit	interne Verarbeitung 24 Bit
CRFX	16 Bit 24 Bit	Ausgabeformat kanalindividuell wählbar: a) 16 Bit Integer b) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)
Filter (digital)		
Frequenz	2 Hz bis 500 Hz CRFX/ISO2-16-2T 2 Hz bis 5 kHz CRC/CRFX/ISO2-8-2T	Butterworth, Bessel Tiefpass: 8. Ordnung Hochpass: 4.Ordnung Bandpass: TP 8. und HP 4.Ordnung Anti-Aliasing Filter: Cauer 8. Ordnung mit $f_g = 0,4 f_a$

Temperaturmessung - Thermoelemente			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereich	Temperaturbereich: -200°C bis +1200°C Typ K		
Auflösung	0,063 K (1/16 K) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)		bei gewähltem Datentyp/Ausgabeformat: a) 16-Bit Integer b) Float (24-Bit Modus)
Messabweichung (Verstärkung + Nullpunkt)		<±0,6 K <±1,0 K	Typ K, Bereich -150°C bis 1200°C Typ K, Bereich -200°C bis -150°C
Temperaturdrift	±0,02 K/K·ΔT _a		ΔT _a = T _a -25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Abweichung ¹ der Vergleichsstellenkompensation		<±0,15 K	
Drift der Vergleichsstelle	±0,001 K/K·ΔT _j		ΔT _j = T _j -25°C ; mit T _j = Kaltstellentemperatur

Allgemein		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Isolation	galvanisch isoliert	Kanäle untereinander und gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS)
max. Gleichtakt-Spannung Testspannung	±60 V ±300 V (10 s)	
Überspannungsfestigkeit	±60 V ESD 2 kV Transienten Schutz: automotive load dump ISO 7637	diff. Eingangsspannung, dauerhaft human body model R _i =30 Ω, t _d =300 μs, t _r < 60 μs
Eingangskopplung	DC	
Eingangskonfiguration	differentiell, isoliert	galvanisch isoliert zur Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS)
Eingangswiderstand	6,7 MΩ	

**Hinweis****Technische Daten für alle imc CRONOSflex Module**

Die technischen Daten bezüglich Betriebsbedingungen, Spannungsversorgung und Anschlüsse der imc CRONOSflex (CRFX) Module sind wie bei der [ISO2-8](#)³⁹⁵ Variante.

CRFX-ISO2-8(-16)-2T		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Leistungsaufnahme	10 W	10 V bis 50 V DC
Abmessungen	62 x 118 x 186 mm	B x H x T
Gewicht	ca. 1,1 kg	

**Verweis**

Die Beschreibung des [ISO2-8](#) finden Sie hier.²⁰⁰

1 Ab einer Betriebstemperatur von 65 °C (typ.) kann eine zusätzliche Abweichung der Vergleichsstellenkompensation von ±1 °C auftreten.

9.7.10 ISOE-8 Spannung, Strom (20 mA), Temperatur, IEPE/ICP

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingänge	8	
Messmodi DSUB-15	Spannungsmessung Strommessung Thermoelemente, RTD (PT100) stromgespeiste Sensoren (IEPE/ICP)	Strom-Stecker ACC/DSUBM-I4 Thermostecker ACC/DSUBM-T4 IEPE/ICP Erweiterungsstecker (ACC/DSUB-ICP4, nicht isoliert und ACC/DSUBM-ICP2I-BNC-S/-F ¹ , isoliert)
Messmodi LEMO	Spannungsmessung Strommessung RTD (PT100)	differenziell (interner Shunt)
Anschlusstechnik Standard	2x DSUB-15 oder	4 Kanäle pro Stecker
LEMO	8x LEMO.1B.307	1 Kanal pro Stecker
Abtastrate, Bandbreite, Filter, TEDS		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Abtastrate	≤100 kHz	pro Kanal
Maximale Summenabtastrate	800 kHz (CRFX)	aller CRFX Modulkanäle inklusive Monitorkanäle
Bandbreite	0 Hz bis 48 kHz 0 Hz bis 46 kHz	-3 dB -0,2 dB
Filter (digital) Frequenz Charakteristik Ordnung	10 Hz bis 20 kHz	Butterworth, Bessel Tiefpass: 8. Ordnung Hochpass: 4. Ordnung Bandpass: TP 4. und HP 4.Ordnung Anti-Aliasing Filter: Cauer 8. Ordnung mit $f_g = 0,4 f_a$
Auflösung CRC, CRSL CRFX, CRXT	16 Bit 16 Bit 24 Bit	interne Verarbeitung 24 Bit Ausgabeformat kanalindividuell wählbar: a) 16 Bit Integer b) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)
TEDS - Transducer Electronic Data Sheets	IEEE 1451 konform Class II MMI	insb. mit ACC/DSUBM-TEDS-xx (DS2433) nicht unterstützt wird: DS2431, nur CRFX und CRXT unterstützt: DS2431
Kennlinien Verrechnung bzw. Linearisierung	benutzerdefiniert (maximal 1023 Stützstellen)	unterstützt für Geräte, siehe Übersicht ³¹⁹⁾

- 1 Bei Verwendung des 2-kanaligen IEPE-Steckers in Kombination mit den analogen Eingängen, die vier Kanäle pro Buchse zur Verfügung stellen, können nur die Kanäle 1 und 3 genutzt werden. Es wird nur die ICP Basis-Funktion unterstützt, siehe TD ACC/DSUBM-ICP2I-BNC.

Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Isolation	galvanisch isoliert		Kanäle untereinander und gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS), sowie gegen gemeinsamen Bezug aller PT100 Stromquellen und TEDS. Isolation mit IEPE/ICP Stecker: je nach Steckertyp
max. Gleichtakt-Spannung Testspannung	±60 V ±300 V (10 s)		
Überspannungsfestigkeit	±100 V ESD 2 kV Transienten Schutz: automotive load dump ISO 7637		differentielle Eingangsspannung, dauerhaft human body model $R_f=30 \Omega$, $t_d=300 \mu s$, $t_r < 60 \mu s$
Eingangskopplung	DC		
Eingangskonfiguration	differenziell, isoliert		
Eingangswiderstand	6,7 M Ω 1 M Ω 50 Ω		Bereiche $\leq \pm 2$ V oder Temperaturmodus Bereiche $\geq \pm 5$ V oder bei ausgeschaltetem Gerät mit Strom-Stecker ACC/DSUBM-I4
Eingangsstrom normal bei Überspannung	1 mA	2,4 nA	bei Betriebsbedingungen $ V_{in} > 5$ V bei Bereichen $< \pm 5$ V oder bei ausgeschaltetem Gerät
zusätzliche Sensorversorgung Spannung verfügbarer Strom Innenwiderstand	5 V >0,26 A 1,0 Ω	±5% >0,2 A <1,2 Ω	für IEPE (ICP)-Erweiterungsstecker unabhängig von optionaler Sensorversorgung, kurzschlussfest Leistung pro DSUB-Stecker

Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 60 \text{ V} / \pm 50 \text{ V} / \pm 25 \text{ V} / \pm 10 \text{ V} / \pm 5 \text{ V} / \pm 2 \text{ V} / \pm 1 \text{ V} / \pm 500 \text{ mV} / \pm 250 \text{ mV} / \pm 100 \text{ mV} / \pm 50 \text{ mV} / \pm 25 \text{ mV}$		
Verstärkungsabweichung	<0,025 %	<0,05 %	vom Messwert, bei 25 °C
Verstärkungsdrift		30 ppm/K· ΔT_a 60 ppm/K· ΔT_a	Bereiche $\leq \pm 2 \text{ V}$ Bereiche $\geq \pm 5 \text{ V}$ über gesamten Temperaturbereich
Nullpunktabweichung	0,02 %	<0,05 %	vom Messbereich
Nullpunktdrift		2,5 ppm/K· ΔT_a	über gesamten Temperaturbereich $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit T_a = Umgebungstemperatur
Nichtlinearität	<120 ppm		
Signalrauschen	2,6 μV_{eff} / 22 $\mu\text{V}_{\text{pkpk}}$ 0,5 μV_{eff} / 3,5 $\mu\text{V}_{\text{pkpk}}$ 0,1 $\mu\text{V}_{\text{pkpk}}$ 14 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$		Bereich $\pm 25 \text{ mV}$ Bandbreite 0,1 Hz bis 48 kHz Bandbreite 0,1 Hz bis 1 kHz Bandbreite 0,1 Hz bis 10 Hz spektrale Rauschdichte
Gleichtaktunterdrückung (CMRR / IMR)	>145 dB (50 Hz) >70 dB (50 Hz)		Bereiche $\leq \pm 2 \text{ V}$ Bereiche $\geq \pm 5 \text{ V}$ $R_{\text{Quelle}} = 0 \Omega$
Kanalisation	>1 G Ω , <40 pF		gegen Systemmasse (Erde)
	>1 G Ω , <10 pF		Kanäle untereinander
Kanaltrennung (crosstalk)	>155 dB (50 Hz)		Bereiche $\leq \pm 2 \text{ V}$
	>92 dB (50 Hz)		Bereiche $\geq \pm 5 \text{ V}$ $R_{\text{Quelle}} \leq 100 \Omega$

Strommessung mit Shunt-Stecker			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 40 \text{ mA} / \pm 20 \text{ mA} / \pm 10 \text{ mA}$		
Shunt-Widerstand	50 Ω		externer Stecker ACC/DSUBM-14
Verstärkungsabweichung	<0,07 %	<0,15 %	vom Messwert, bei 25 °C
Verstärkungsdrift		30 ppm/K· ΔT_a 60 ppm/K· ΔT_a	Bereiche $\leq \pm 2 \text{ V}$ Bereiche $\geq \pm 5 \text{ V}$ über gesamten Temperaturbereich
Nullpunktabweichung	10 μV		Bereich $\pm 25 \text{ mV}$
Nullpunktdrift	0,7 $\mu\text{V}/\text{K} \cdot \Delta T_a$		Bereich $\pm 25 \text{ mV}$ $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit T_a = Umgebungstemperatur

Strommessung mit internem Shunt (Variante Rundstecker etc.)			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 40 \text{ mA} / \pm 20 \text{ mA} / \pm 10 \text{ mA}$		
Shunt-Widerstand	50 Ω		intern
Eingangskonfiguration	differentiell		
Verstärkungsabweichung	<0,02 %	<0,05 %	von der Anzeige, bei 25 °C
Verstärkungsdrift		40 ppm/K· ΔT_a	über gesamten Temperaturbereich
Nullpunktabweichung	0,02 %	<0,05 %	vom Messbereich
Nullpunktdrift		2,5 ppm/K · ΔT_a	über gesamten Temperaturbereich $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit T_a = Umgebungstemperatur

Temperaturmessung - Thermoelemente			
Parameter	Wert typ.	min. / max	Bemerkungen
Messmodus	R, S, B, J, T, E, K, L, N		
Messbereiche	-270°C bis 1370°C -270°C bis 1100°C -270°C bis 500°C		Typ K
Auflösung	0,063 K (1/16 K)		16-Bit Integer
Messabweichung (Verstärkung + Nullpunkt)		< $\pm 0,6$ K < $\pm 1,0$ K	Typ K, Messwert -150°C bis 1100°C sonst
Drift (Verstärkung + Nullpunkt)		$\pm 0,02$ K/K· ΔT_a $\pm 0,05$ K/K· ΔT_a	Typ K, Bereich -270°C bis 1100°C Typ K, Bereich -270°C bis 1370°C $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit T_a = Umgebungstemperatur
Abweichung der Vergleichsstellenkompensation		< $\pm 0,15$ K	mit ACC/DSUBM-T4
Drift der Vergleichsstelle	$\pm 0,001$ K/K· ΔT_a		$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit T_a = Umgebungstemperatur

Temperaturmessung – PT100		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Messbereiche	-200°C bis +850°C -200°C bis +250°C	
Auflösung	0,063 K (1/16 K)	16-Bit Integer
Verstärkungsabweichung	< $\pm 0,05\%$	vom Messwert
Nullpunktabweichung	< $\pm 0,2$ K	bei Vierleitermessung
Nullpunktdrift	$\pm 0,01$ K/K· ΔT_a $\pm 0,02$ K/K· ΔT_a	Bereich -200°C bis 250°C Bereich -200°C bis 850°C $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit T_a = Umgebungstemperatur
Sensorspeisung (PT100)	250 μA	nicht isoliert

Sensorversorgung (ISOF-8-SUPPLY, ISOF-8-L-SUPPLY)				
Parameter	Wert typ.		max.	Bemerkungen
Konfigurationen	5 einstellbare Bereiche			immer nur 5 wählbare Bereiche: Standardbereiche: +5 V bis +24 V
Ausgangsspannung	Spannung	Strom	Nettoleistung	global wählbar für alle Kanäle pro Modul Auf Anfrage kann +12 V oder +15 V durch +2,5 V ersetzt werden. Standardbereiche z.B. bei 2,5 V: +24 V, +12 V, +10 V, +5,0 V, +2,5 V Auf Anfrage kann +15 V durch ±15 V ersetzt werden. Bei der LEMO Variante entfällt bei dieser Wahl die TEDS Unterstützung, LEMO Pin 5 (TEDS) ist dann GND und Pin 3 +15 V, Pin 4 -15 V.
	(+2,5 V)	580 mA	1,5 W	
	+5,0 V	580 mA	2,9 W	
	+10 V	300 mA	3,0 W	
	+12 V	250 mA	3,0 W	
	+15 V	200 mA	3,0 W	
	+24 V	120 mA	2,9 W	
	(±15 V)	190 mA	3,0 W	
Isolation - gilt für imc CRONOScompact, imc CRONOS-SL und PL Systeme				
Isolation Standard	nicht isoliert			gegenüber Gehäuse (Gehäuse, CHASSIS, PE)
Optional auf Anfrage	isoliert			nominal 50 V, Testspannung 300 V für 10 sec, nicht möglich bei Option ±15 V
Blockisolation nur bei imc CRONOSflex				
Blockisolation	60 V			Isolation der gesamten globalen Sensorversorgung (für alle 8 Kanäle, Bezug "-SUPPLY, GND") sowie der internen Zusatz-Elektronik gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE)
gilt für imc CRONOScompact, imc CRONOS-SL und PL Systeme:				
Kurzschlusschutz	unbegrenzte Dauer			gegenüber Bezugsmasse der Ausgangsspannung
Genauigkeit der Ausgangsspannung	<0,25 %		0,5 % 0,9 % 1,5 %	an den Anschluss-Steckern, Leerlauf bei 25 °C über vollen Temperaturbereich zzgl. bei optionaler bipolarer Ausgangsspannung
Max. kapazitive Last		>4000 µF >1000 µF >300 µF		2,5 V bis 10 V 12 V, 15 V 24 V

Die folgenden technischen Angaben gelten ausschließlich für das CRONOSflex Modul!

Blockisolation		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Blockisolation	60 V	Isolation der gesamten internen Zusatz-Elektronik (PT100-Stromquellen, TEDS, Sensor-Versorgung) gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE)
Isolationsimpedanz	500 kΩ 1 nF	
Bezugspotential intern	GND, TEDS_GND, -I4, -SUPPLY	PT100 Stromquellen und TEDS für alle Kanäle mit gleichem, galvanisch verbundenem Bezug
Bezugspotential extern	CHASSIS, Metallgehäuse	interne Zusatz-Elektronik als Gesamteinheit gegenüber Gehäuse galvanisch isoliert

Blockisolation dient zur Unterdrückung von Störungen durch Erdschleifen. Stellt keine kanal-individuelle Isolation dar, insbesondere nicht im Sinne von Geräte- und Personensicherheit!

Spannungsversorgung des Moduls		
Versorgung	10 V bis 50 V DC	
Leistungsaufnahme	10 W	10 bis 50 V DC
Isolation	60 V	nominale Isolationsspezifikation des Versorgungseingangs
Power-over EtherCAT (PoEC)	42 V bis 50 V DC	Versorgung über EtherCAT Netzwerk Kabel bei Anschluss an RJ45

Anschlüsse des Moduls		
EtherCAT Anschluss	2x RJ45	Systembus für räumlich verteilte imc CRONOSflex Systeme
Versorgungsbuchse	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten, zur optionalen individuellen Versorgung
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig	zur direkten Versorgung und Vernetzung (Systembus) ohne weitere Kabel

Verfügbare Leistung zur Versorgung weiterer extern verbundener Module (Klick Mechanismus)	
Direkt verbundene imc CRONOSflex Module über Modul-Steckverbinder	3,1 A (maximaler Strom) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung)
Power-over EtherCAT (PoEC) Versorgung von Modulen	350 mA (maximaler Strom nach IEEE 802.3) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 17,5 W bei 50 V DC (z.B. Power Handle) • 16,8 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 14,7 W bei 42 V DC (Mindest-Versorgungsspannung für PoEC) Hinweis: minimale Eingangsspannung von 42 V DC für PoEC Funktion

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betauung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage
Abmessungen	43,3 x 118 x 186 mm	B x H x T
Gewicht	ca. 714 g	

[Zur Beschreibung des ISO-F-8](#)  205

9.7.11 LV-16: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingänge	16	
Messmodi DSUB-15	Spannungsmessung Strommessung stromgespeiste Sensoren (IEPE/ICP)	mit Strom-Stecker ACC/DSUBM-I4 IEPE/ICP Erweiterungsstecker ACC/DSUB-ICP4, nicht isoliert ACC/DSUBM-ICP2I-BNC-S/-F ¹ , isoliert
Messmodi LEMO	Spannungsmessung Strommessung	mit externem Shunt
Anschlusstechnik DSUB-15 LEMO	4x DSUB-15 16x LEMO.1B.307	4 Kanäle pro Stecker 1 Kanal pro Stecker

Abtastrate, Bandbreite, Filter, TEDS		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Abtastrate	≤20 kHz	pro Kanal
Bandbreite	0 Hz bis 6,6 kHz 0 Hz bis 5 kHz	-3 dB (analoges AAF 5. Ordnung) -0,2 dB
Filter (digital) Frequenz Charakteristik Ordnung	2 Hz bis 5 kHz	Butterworth, Bessel Tiefpass 8. Ordnung Anti-Aliasing Filter: Cauer 8.Ordnung mit $f_g = 0,4 f_a$
Auflösung	16 Bit	interne Verarbeitung 24 Bit
TEDS	IEEE 1451.4 konform Class II MMI	insb. mit ACC/DSUBM-TEDS-xx (DS2433) siehe Hinweis ^[104]

Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Überspannungsfestigkeit		±40 V	dauerhaft
Eingangskopplung	DC		
Eingangskonfiguration	differenziell		
Eingangswiderstand	20 MΩ		differenziell, >10 kΩ bei ausgeschaltetem Gerät
zusätzliche Sensorversorgung			für IEPE (ICP)-Erweiterungsstecker unabhängig von integrierter Sensorversorgung, kurzschlussfest Leistung pro DSUB-Stecker
Spannung	+5 V	±5%	
verfügbarer Strom	>0,26 A	>0,2 A	
Innenwiderstand	1,0 Ω	<1,2 Ω	

- 1 Bei Verwendung des zweikanaligen IEPE-Steckers in Kombination mit den analogen Eingängen, die vier Kanäle pro Buchse zur Verfügung stellen, können nur die Kanäle 1 und 3 genutzt werden.

Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereich	$\pm 10 \text{ V}, \pm 5 \text{ V}, \pm 2,5 \text{ V}, \pm 1 \text{ V},$ $\pm 500 \text{ mV}, \pm 250 \text{ mV}$		
Verstärkungsabweichung	0,02%	$\leq 0,05\%$	von der Anzeige, bei 25°C
Verstärkungsdrift	$(\pm 8 \text{ ppm/K}) \cdot \Delta T_a$	$(\pm 30 \text{ ppm/K}) \cdot \Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,02%	$\leq 0,05\%$	vom Messbereich, bei 25°C
Nullpunktdrift	$(\pm 18 \text{ } \mu\text{V/K}) \cdot \Delta T_a$ $(\pm 2 \text{ } \mu\text{V/K}) \cdot \Delta T_a$	$(\pm 45 \text{ } \mu\text{V/K}) \cdot \Delta T_a$ $(\pm 5 \text{ } \mu\text{V/K}) \cdot \Delta T_a$	Bereich: $\pm 10 \text{ V}$ bis $\pm 2,5 \text{ V}$ Bereich: $\pm 1 \text{ V}$ bis $\pm 250 \text{ mV}$ $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
max. Gleichtaktspannung		$\pm 12 \text{ V}$	
CMRR (common mode rejection ratio)			Gleichtakttestspannungen: $\pm 10 \text{ V}_{\text{DC}}$ und 7 V_{eff} 50 Hz
Bereich $\pm 10 \text{ V}$ bis $\pm 2,5 \text{ V}$	-90 dB	-80 dB	
Bereich $\pm 1 \text{ V}$ bis $\pm 250 \text{ mV}$	-108 dB	-97 dB	
Kanaltrennung (crosstalk)			Testspannung: $\pm 10 \text{ V}_=$ und 7 V_{eff}
Bereich $\pm 10 \text{ V}$ bis $\pm 2,5 \text{ V}$	-90 dB		0 Hz bis 50 Hz
Bereich $\pm 1 \text{ V}$ bis $\pm 250 \text{ mV}$	-116 dB		
Rauschspannung	$12 \text{ } \mu\text{V}_{\text{eff}}$		Bandbreite: 0,1 Hz bis 1 kHz
Strommessung mit Shunt Stecker			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 50 \text{ mA}, \pm 20 \text{ mA}, \pm 10 \text{ mA}, \pm 5 \text{ mA}$		
Shunt-Widerstand	50 Ω		externer Stecker ACC/DSUBM-I4
Überstromfestigkeit		$\pm 60 \text{ mA}$	dauerhaft
Eingangskonfiguration	differentiell		
Verstärkungsabweichung	0,02%	$\leq 0,06\%$ $\leq 0,1\%$	von der Anzeige, bei 25°C zzgl. Abweichung 50 Ω im Stecker
Verstärkungsdrift	$(\pm 20 \text{ ppm/K}) \cdot \Delta T_a$	$(\pm 55 \text{ ppm/K}) \cdot \Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,02%	$\leq 0,05\%$	vom Messbereich, bei 25°C
Nullpunktdrift	$(\pm 30 \text{ nA/K}) \cdot \Delta T_a$	$(\pm 60 \text{ nA/K}) \cdot \Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur

Die [Beschreibung des LV-16: Spannung, Strom \(20 mA\), IEPE/ICP](#)²⁰⁹. [Technische Daten des Sensorversorgungsmodul SUPPLY \(optional\)](#)⁴⁶⁹.

9.7.12 LV3-8 Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingänge	8	
Messmodi DSUB-15	Spannungsmessung Strommessung stromgespeiste Sensoren (IEPE/ICP)	Strom-Stecker (ACC/DSUBM-I4) IEPE/ICP Erweiterungsstecker (ACC/DSUB-ICP4, nicht isoliert und ACC/DSUBM-ICP21-BNC-S/-F ¹ , isoliert)
Messmodi LEMO	Spannungsmessung Strommessung	mit externem Shunt
Anschlusstechnik DSUB-15	2x DSUB-15 oder	4 Kanäle pro Stecker
LEMO	8x LEMO.1B.307	1 Kanal pro Stecker
Abtastrate, Bandbreite, Filter, TEDS		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Abtastrate	≤100 kHz	pro Kanal
Maximale Summenabtastrate	800 kHz (CRFX)	aller CRFX Modulkanäle inklusive Monitorkanäle
Bandbreite	0 Hz bis 48 kHz 0 Hz bis 30 kHz	-3 dB -0,1 dB
Filter (digital) Frequenz Charakteristik Ordnung	10 Hz bis 20 kHz	Butterworth, Bessel Tiefpass und Hochpass: 8. Ordnung Bandpass: TP und HP je 4.Ordnung Anti-Aliasing Filter: Cauer 8.Ordnung mit $f_g = 0,4 f_a$
Auflösung CRC, CRSL CRFX, CRXT	16 Bit 16 Bit 24 Bit	interne Verarbeitung 24 Bit Ausgabeformat kanalindividuell wählbar: a) 16 Bit Integer b) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)
TEDS - Transducer Electronic DataSheets	IEEE 1451.4 konform Class II MMI	insb. mit ACC/DSUBM-TEDS-xx (DS2433) nicht unterstützt: DS2431 (typ. IEPE/ICP Sensor) siehe Hinweis ¹⁰⁴ : nur CRFX und CRXT unterstützt: DS2431
Kennlinien Verrechnung bzw. Linearisierung	benutzerdefiniert (maximal 1023 Stützstellen)	unterstützt für Geräte, siehe Übersicht ³¹⁹

- 1 Bei Verwendung des zweikanaligen IEPE-Steckers in Kombination mit den analogen Eingängen, die vier Kanäle pro Buchse zur Verfügung stellen, können nur die Kanäle 1 und 3 genutzt werden.

Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Überspannungsfestigkeit		$\pm 80\text{ V}$ $\pm 50\text{ V}$	dauerhaft, Differenzeingänge Eingangsbereiche $>\pm 10\text{ V}$ oder Gerät ausgeschaltet Eingangsbereiche $\leq\pm 10\text{ V}$
Eingangskopplung	DC		
Eingangskonfiguration	differentiell		
Eingangswiderstand	1 M Ω 20 M Ω		Bereiche $>\pm 10\text{ V}$ Bereiche $\leq\pm 10\text{ V}$
zusätzliche Sensorversorgung			für IEPE/ICP-Erweiterungsstecker
Spannung	+5 V	$\pm 5\%$	unabhängig von optionaler
verfügbarer Strom	$>0,26\text{ A}$	$>0,2\text{ A}$	Sensorversorgung, kurzschlussfest
Innenwiderstand	1,0 Ω	$<1,2\text{ }\Omega$	Leistung pro DSUB-Stecker
Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 50\text{ V}$, $\pm 25\text{ V}$, $\pm 10\text{ V}$, $\pm 5\text{ V}$, $\pm 2,5\text{ V}$, $\pm 1\text{ V} \dots \pm 5\text{ mV}$		
Max Eingangsspannung		-11 V bis +15 V	zwischen $\pm\text{IN}$ und CHASSIS; Messbereich $\leq\pm 10\text{ V}$
Verstärkungsabweichung	0,02%	0,05%	von der Anzeige, bei 25°C
Verstärkungsdrift	10 ppm/K $\cdot\Delta T_a$	30 ppm/K $\cdot\Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,02%	$\leq 0,05\%$ $\leq 0,06\%$ $\leq 0,15\%$	vom Messbereich, bei 25°C Bereiche $>\pm 50\text{ mV}$ Bereiche $\leq\pm 50\text{ mV}$ Bereiche $\leq\pm 10\text{ mV}$
Nullpunktdrift	$\pm 40\text{ }\mu\text{V/K}\cdot\Delta T_a$ $\pm 0,7\text{ }\mu\text{V/K}\cdot\Delta T_a$ $\pm 0,1\text{ }\mu\text{V/K}\cdot\Delta T_a$	$\pm 200\text{ }\mu\text{V/K}\cdot\Delta T_a$ $\pm 6\text{ }\mu\text{V/K}\cdot\Delta T_a$ $\pm 1,1\text{ }\mu\text{V/K}\cdot\Delta T_a$	Bereiche $>\pm 10\text{ V}$ Bereich $\pm 10\text{ V}$ bis $\pm 0,25\text{ V}$ Bereiche $\leq\pm 0,1\text{ V}$ $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nichtlinearität	30 ppm	$\leq 90\text{ ppm}$	
CMRR (common mode rejection ratio)			Gleichtakttestspannung (DC und $f \leq 60\text{ Hz}$)
Bereich $\pm 50\text{ V}$ bis $\pm 25\text{ V}$	80 dB	$>70\text{ dB}$	$\pm 50\text{ V}$
Bereich $\pm 10\text{ V}$ bis $\pm 50\text{ mV}$	110 dB	$>90\text{ dB}$	$\pm 10\text{ V}$
Bereich $\pm 25\text{ mV}$ bis $\pm 5\text{ mV}$	138 dB	$>132\text{ dB}$	$\pm 10\text{ V}$
Signalrauschen	3,6 μV_{eff} 0,6 μV_{eff} 0,14 μV_{eff}	5,5 μV_{eff} 1,0 μV_{eff} 0,26 μV_{eff}	Bandbreite: 0,1 Hz bis 50 kHz 0,1 Hz bis 1 kHz 0,1 Hz bis 10 Hz

Strommessung mit Shunt-Stecker			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 50 \text{ mA}$, $\pm 20 \text{ mA}$, $\pm 10 \text{ mA}$, $\pm 5 \text{ mA}$, $\pm 2 \text{ mA}$, $\pm 1 \text{ mA}$		
Shunt-Widerstand	50 Ω		externer Stecker ACC/DSUBM-I4
Überstromfestigkeit		$\pm 60 \text{ mA}$	dauerhaft
Max Eingangsspannung		-11 V to +15 V	between $\pm \text{IN}$ and CHASSIS
Verstärkungsabweichung	0.02 %	$\leq 0.06 \%$ $\leq 0,1\%$	von der Anzeige, bei 25 °C zzgl. Abweichung 50 Ω im Stecker
Verstärkungsdrift	+15 ppm/K· ΔT_a	+55 ppm/K· ΔT_a	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,02%	$\leq 0,05\%$	vom Messbereich, bei 25°C
Stromrauschen	40 nA _{eff} 0,7 nA _{eff} 0,17 nA _{eff}	70 nA _{eff} 12 nA _{eff} 0,3 nA _{eff}	Bandbreite: 0,1 Hz bis 50 kHz 0,1 Hz bis 1 kHz 0,1 Hz bis 10 Hz

Sensorversorgungsmodul (LV3-8-SUPPLY, LV3-8-L-SUPPLY)				
Parameter	Wert typ.		max.	Bemerkungen
Konfigurationen	5 wählbare Einstellungen			immer nur 5 wählbare Einstellungen Standardbereiche: +5 V bis +24 V
Ausgangsspannung	Spannung	Strom	Nettoleistung	global wählbar für alle Kanäle pro Modul Auf Anfrage kann +12 V oder +15 V durch +2,5 V ersetzt werden. Vorzugsauswahl z.B. bei 2,5 V: +2,5 V, +5,0 V, +10 V, +12 V, +24 V Auf Anfrage kann +15 V durch ± 15 V ersetzt werden.
	(+2,5 V)	580 mA	1,5 W	
	+5,0 V	580 mA	2,9 W	
	+10 V	300 mA	3,0 W	
	+12 V	250 mA	3,0 W	
	+15 V	200 mA	3,0 W	
	+24 V	120 mA	2,9 W	
	(± 15 V)	190 mA	3,0 W	
Isolation - gilt für imc CRONOScompact, imc CRONOS-SL und PL Systeme				
Isolation				
Standard	nicht isoliert			gegenüber Gehäuse
Optional auf Anfrage	isoliert			nominal 50 V, Testspannung 300 V für 10 sec, nicht möglich bei Option ± 15 V
Blockisolation nur bei imc CRONOSflex				
Blockisolation	60 V			Isolation der gesamten globalen Sensorversorgung (für alle 8 Kanäle, Bezug "-SUPPLY, GND") sowie der internen Messelektronik gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE)
Kurzschlusschutz				
	unbegrenzte Dauer			gegenüber Bezugsmasse der Ausgangsspannung
Genauigkeit der Ausgangsspannung	<0,25 %		0,5 % 0,9 % 1,5 %	an den Anschluss-Steckern, Leerlauf bei 25°C über vollen Temperaturbereich zzgl. bei optionaler bipolarer Ausgangsspannung
Max. kapazitive Last		>4000 μ F >1000 μ F >300 μ F		2,5 V bis 10 V 12 V, 15 V 24 V

Die folgenden technischen Angaben gelten ausschließlich für das CRONOSflex Modul!

Blockisolation		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Blockisolation	60 V	Isolation der gesamten internen Messelektronik gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE)
Isolationsimpedanz	500 kΩ 1 nF	
Bezugspotential intern	GND, TEDS_GND, -SUPPLY	alle Kanäle mit gleichem, galvanisch verbundenem Bezug
Bezugspotential extern	CHASSIS, Metallgehäuse	interne Elektronik als Gesamteinheit gegenüber Gehäuse galvanisch isoliert

Blockisolation dient zur Unterdrückung von Störungen durch Erdschleifen. Stellt keine kanal-individuelle Isolation dar, insbesondere nicht im Sinne von Geräte- und Personensicherheit!

Geräte bzw. Module mit Lieferdatum vor ca. 2012 weisen keine Blockisolation auf.

Spannungsversorgung des Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Versorgung	10 V bis 50 V DC	
Leistungsaufnahme	6,4 W 8,8 W 12,4 W	10 bis 50 V DC CRFX/LV3-8 CRFX/LV3-8 mit 2x ACC/DSUB-ICP4 CRFX/LV3-8-SUPPLY, CRFX/LV3-8-L-SUPPLY (Sensor-Versorgungsleistung 3 W netto)
Isolation	60 V	nominale Isolationsspezifikation des Versorgungseingangs
Power-over EtherCAT (PoEC)	42 V bis 50 V DC	Versorgung über EtherCAT Netzwerk Kabel bei Anschluss an RJ45

Anschlüsse des Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
EtherCAT Anschluss	2x RJ45	Systembus für räumlich verteilte imc CRONOSflex Systeme
Versorgungsspannung	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten, zur optionalen individuellen Versorgung
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig	zur direkten Versorgung und Vernetzung (System Bus) ohne weitere Kabel

Verfügbare Leistung zur Versorgung weiterer extern verbundener imc CRONOSflex Module (Klick Mechanismus)	
Direkt verbundene imc CRONOSflex-Module über Modul-Steckverbinder	3,1 A (maximaler Strom) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung)
Power-over EtherCAT (PoEC) Versorgung von imc CRONOSflex Modulen	350 mA (maximaler Strom nach IEEE 802.3) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 17,5 W bei 50 V DC (z.B. Power Handle) • 16,8 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 14,7 W bei 42 V DC (Mindest-Versorgungsspannung für PoEC) Hinweis: minimale Eingangsspannung von 42 V DC für PoEC Funktion

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betauung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage
Abmessungen	43,3 x 118 x 186 mm (LEMO Variante ist 62 mm breit)	B x H x T
Gewicht	ca. 640 g (DSUB-15 Variante) ca. 1000 g (LEMO Variante)	

Die [Beschreibung des LV3-8: Spannung, Strom \(20 mA\), IEPE/ICP](#)  ₂₁₀.

9.7.13 OSC-16 Isoliert: Spannung, Strom (20 mA), Temperatur

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingänge	16	
Messmodi DSUB-15	Spannungsmessung Strommessung Thermoelement, RTD (PT100)	Standardstecker (ACC/DSUBM-U4) Strom-Stecker (ACC/DSUBM-I4) Thermostecker (ACC/DSUBM-T4)
Messmodus Thermo-Buchse	Temperaturmessung Thermoelement Typ-K	OSC-16-T
Anschlusstechnik DSUB-15	4x DSUB-15 oder	4 Kanäle pro Stecker
Thermo-Buchse	16x Thermo-Buchsen	1 Kanal pro Stecker
Abtastrate, Bandbreite, TEDS		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Abtastrate	≤500 Hz / Kanal ≥10 Hz (100 ms)	Interne Abtastung: 2 Hz Mit zusätzlicher Interpolation: 5 Hz Bei Einstellung höherer Raten: Ausgabe gedoppelter Werte. max. mögl. Eingangssignal-Frequenz: 1 Hz Filter / Bandbreite wie bei 2 Hz / 5 Hz, zusätzl. Werte gedoppelt
Bandbreite	1 Hz	
Auflösung	16 Bit	
Störunterdrückung @ 50 Hz (±2%) bei Abtastrate: 1 Hz > 1 Hz	49 Hz bis 51 Hz 68 dB 34 dB	Störfrequenz empfohlene Abtastrate 1 Hz andere Abtastraten > 1 Hz
Bandbreite / max. Signalfrequenz vs. Störunterdrückung @ 50 Hz bei einer Abtastrate von: 0,5 Hz 1 Hz 2 Hz 5 Hz	Bandbreite bzw. max. Signalfrequenz 0,25 Hz 0,5 Hz 1 Hz 1 Hz	Störunterdrückung ≥60 dB 48,5 Hz 48,5 Hz 50 Hz 50 Hz
		Unterdrückung von ≥60 dB wird erreicht für: Störfrequenzen ≥48,5 Hz Störfrequenzen ≥50 Hz
max. Einschwingzeit	max. 1 s	Abtastrate 5 Hz; komplettes Einschwingen nach Eingangs-Sprung
Synchronität	konstanter Zeitversatz zwischen zwei gleichartig konfigurierten Kanälen: max. 500 ms	Abtastrate ≥2 Hz
TEDS	IEEE 1451.4 konform Class II MMI	insb. mit ACC/DSUBM-TEDS-xx (DS2433), siehe Hinweis ¹⁰⁴
Kennlinien Verrechnung bzw. Linearisierung	benutzerdefiniert (maximal 1023 Stützstellen)	unterstützt für Geräte, siehe Übersicht ³¹⁹

Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Isolation nominal Prüfspannung	± 60 V 300 V (10 s)		gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS) und Kanal zu Kanal
Überspannungsfestigkeit	± 60 V ESD 2 kV Transienten Schutz: automotive load dump ISO 7636		diff. Eingangsspannung, (dauerhaft) human body model $R_i=30 \Omega$, $t_d=300 \mu\text{s}$, $t_r<60 \mu\text{s}$
Eingangskopplung	DC		
Eingangskonfiguration	differentiell, isoliert		galvanisch isoliert zur Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS)
Eingangswiderstand	10 M Ω 1 M Ω 50 Ω		Spannungsmodus (Bereich $\leq \pm 2$ V), Temperaturmodus Spannungsmodus (Bereich $\geq \pm 5$ V) Strommodus (Strom-Stecker)
Statischer Eingangsstrom	1 nA	10 nA	
Dynamischer Eingangsstrom	0,1 mA 30 nA	1,5 mA 600 nA	Spitzenwert des dyn. Eingangstroms (typ. bei 100 mV, max. bei 2 V) mittlerer dyn. Eingangstrom (typ. bei 100 mV, max. bei 2 V)
Eingangsstrom unter Überspannung		1,5 mA	$ V_{in} > 7$ V im Bereich $\leq \pm 2$ V oder Gerät ausgeschaltet
zusätzliche Sensorversorgung			
Spannung	+5 V	$\pm 5\%$	unabhängig von integrierter
verfügbarer Strom	>0,26 A	>0,2 A	Sensorversorgung, kurzschlussfest
Innenwiderstand	1,0 Ω	<1,2 Ω	Leistung pro DSUB-Stecker

Spannungsmessung				
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen	
Messbereiche	±60 V / ±50 V / ±25 V / ±10 V ±5 V / ±2 V / ±1 V / ±500 mV ±250 mV / ±100 mV / ±50 mV			
Verstärkungsabweichung	<0,025%	<0,05%	von der Anzeige, bei 25°C	
Verstärkungsdrift		6 ppm/K 36 ppm/K	Bereiche ≤±2 V Bereiche ≥±5 V	über gesamten Temperaturbereich
Nullpunktabweichung		<0,05% <3 µV	vom Messbereich	
Nullpunktdrift		3 ppm/K	über gesamten Temperaturbereich	
Linearitätsabweichung	<30 ppm		±10 V Messbereich	
Signalrauschen	<0,5 µV _{eff} <3,0 µV _{pkpk} (<1LSB)		Abtastrate 5 Hz	
CMRR (common mode rejection ratio) IMR	alle Abtastraten >110 dB (50 Hz) >95 dB (50 Hz) >65 dB (50 Hz)		Bereich ≤±2 V Bereich ≤±2 V Bereich ≥±5 V	R _{Quelle} = 0 Ω R _{Quelle} = 100 Ω R _{Quelle} = 100 Ω
Kanalisation	<50 pF, <100 nA		gegen Systemmasse (Erde) Kanäle untereinander	
Kanaltrennung (crosstalk)	alle Abtastraten >116 dB (50 Hz) >101 dB (50 Hz)		Bereich ≤±2 V Bereich ≤±2 V	R _{Quelle} = 0 Ω R _{Quelle} = 100 Ω
Unterdrückung von Rechteckflanken auf Nachbarkanälen	>123 dB bei Abtastrate 5 Hz		Bereich ≤±2 V	R _{Quelle} = 100 Ω
max. Quellimpedanz	5 kΩ			
Strommessung mit Shunt-Stecker				
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen	
Messbereiche	±1 mA / ±2 mA / ±5 mA ±10 mA / ±20 mA / ±40 mA			
Shunt-Widerstand	50 Ω		externer Stecker ACC/DSUBM-I4	
Verstärkungsabweichung	<0,07 %	<0,15 %	von der Anzeige, bei 25°C	
Verstärkungsdrift		6 ppm/K 36 ppm/K	Bereiche ≤±2 V Bereiche ≥±5 V	über ges. Temp.-bereich
Nullpunktabweichung		<0,05%	vom Messbereich	
Nullpunktdrift		3 ppm/K	über gesamten Temperaturbereich	

Temperaturmessung - Thermoelemente			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkung
Messmodus	R, S, B, J, T, E, K, L, N		
Messbereiche	-270°C bis 1370°C -270°C bis 1100°C -270°C bis 500°C		Typ K
Auflösung	0,063 K (1/16 K)		
Messabweichung (Verstärkung + Nullpunkt)		<±0,5 K ±0,05%	Typ K, Bereich -150°C bis 1200°C zzgl. vom angezeigten Wert
Drift (Verstärkung + Nullpunkt)	±0,02 K/K·ΔT _a		ΔT _a = T _a -25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Abweichung der Vergleichs- stellen-Kompensation		<±0,15 K <±0,5 K <±0,7 K <±1 K	mit ACC/DSUBM-T4 Thermo-Buchse (grün) Typ K Thermo-Buchse (weiß) bei Typ K Thermo-Buchse (weiß) sonstige Typen
Drift der Vergleichsstelle	±0,001 K/K·ΔT _a		ΔT _a = T _a -25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Sensorbruchererkennung	Anzeige "-2000°C"		bei offenem Eingang

Temperaturmessung – PT100 (RTD)		
Parameter	Value	Bemerkung
Messbereich	-200°C bis +850°C -200°C bis +250°C	
Auflösung	0,063 K (1/16 K)	
Abweichung (Verstärkung + Nullpunkt)	<±0,1 K ±0,05%	-200°C bis +850°C, 4-Drahtanschluss zzgl. vom Messwert (äquivalenter Widerstand)
Drift (Verstärkung + Nullpunkt)	±0,01 K/K·ΔT _a	ΔT _a = T _a -25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Referenzstrom (PT100)	250 μA	nicht-isoliert (CHASSIS-Bezug)

[Die Beschreibung des OSC-16: Isoliert: Spannung, Strom \(20 mA\), Temperatur.](#) 

[Technische Daten des Sensorversorgungsmodul SUPPLY \(optional\)](#) 

9.7.14 SC2-32: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik			
Parameter	Wert		Bemerkungen
Eingänge	32		
Messmodi DSUB	Spannungsmessung Strommessung stromgespeiste Sensoren (IEPE/ICP)		(ICP™-, DELTATRON®-Sensoren)
Messmodi LEMO	Spannungsmessung Strommessung		mit externem Shunt
Anschlusstechnik DSUB-15 DSUB-37 LEMO	8x DSUB-15 2x DSUB-37 32x LEMO.1B.307		4 Kanäle pro Stecker 16 Kanäle pro Stecker 1 Kanal pro Stecker
Abtastrate, Bandbreite, Filter, TEDS			
Parameter	Wert		Bemerkungen
Abtastrate	≤100 kHz		pro Kanal Summenabtastrate 400 kHz
Bandbreite	0 Hz bis 20 kHz 0 Hz bis 28 kHz		-0,1 dB -3 dB (analoges AAF 5. Ord.)
Filter (digital) Frequenz Charakteristik Ordnung	50 kHz, 20 kHz, 10 kHz bis 20 Hz		Cauer, Butterworth, Bessel (digital) Tiefpass 8. Ordnung Anti-Aliasing Filter: Cauer 8.Ordnung mit $f_g = 0,4 f_a$
TEDS - Transducer Electronic DataSheets	IEEE 1451.4 konform Class II MMI		insb. mit ACC/DSUBM-TEDS-xx (DS2433) siehe Hinweis ^[104]
Kennlinien Verrechnung bzw. Linearisierung	benutzerdefiniert (maximal 1023 Stützstellen)		unterstützt für Geräte, siehe Übersicht ^[319]
Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Überspannungsfestigkeit	±40 V		dauerhaft
Eingangskopplung	DC		
Eingangskonfiguration	differentiell, isoliert		
Eingangswiderstand	20 MΩ		>10 kΩ bei ausgeschaltetem Gerät
zusätzliche Sensorversorgung Spannung verfügbarer Strom Innenwiderstand	+5 V >0,26 A 1,0 Ω	±5% >0,2 A <1,2 Ω	für IEPE (ICP)-Erweiterungsstecker unabhängig von integrierter Sensorversorgung, kurzschlussfest Leistung pro DSUB-Stecker

Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 10 \text{ V}$, $\pm 5 \text{ V}$, $\pm 2,5 \text{ V}$, $\pm 1 \text{ V}$, $\pm 500 \text{ mV}$, $\pm 250 \text{ mV}$		
Verstärkungsunsicherheit	0,02%	$\leq 0,05\%$	von der Anzeige
Verstärkungsdrift	$\pm 8 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$	$\pm 30 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a = \text{Umgebungstemperatur}$
Nullpunktabweichung	0,02%	$\leq 0,05\%$	vom Messbereich
Nullpunktdrift	$\pm 20 \mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 1,7 \mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$	$\pm 40 \mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$ $\pm 3 \mu\text{V/K} \cdot \Delta T_a$	$\pm 10 \text{ V}$ bis $\pm 2,5 \text{ V}$ $\pm 1 \text{ V}$ bis $\pm 250 \text{ mV}$ $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a = \text{Umgebungstemperatur}$
max. Gleichtaktspannung		$\pm 12 \text{ V}$	
CMRR (common mode rejection ratio)			Gleichtakt-Testspannungen: $\pm 10 \text{ V}_\pm$ und 7 V_{eff} 50 Hz
Bereich $\pm 10 \text{ V}$ bis $\pm 2,5 \text{ V}$ Bereich $\pm 1 \text{ V}$ bis $\pm 250 \text{ mV}$	-87 dB -107 dB	-72 dB -92 dB	
Kanaltrennung (crosstalk)			Testspannung: $\pm 10 \text{ V}_\pm$ und 7 V_{eff}
Bereich $\pm 10 \text{ V}$ bis $\pm 2,5 \text{ V}$ Bereich $\pm 1 \text{ V}$ bis $\pm 250 \text{ mV}$	-98 dB -116 dB		0 Hz bis 1 kHz; Bereich: $\pm 10 \text{ V}$
Signalrauschen	$23 \mu\text{V}_{\text{eff}}$	$30 \mu\text{V}_{\text{eff}}$	Bandbreite: 0,1 Hz bis 10 kHz

Strommessung mit Shunt-Stecker			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	$\pm 50 \text{ mA}$, $\pm 20 \text{ mA}$, $\pm 10 \text{ mA}$, $\pm 5 \text{ mA}$		
Shunt-Widerstand	50 Ω		externer Stecker ACC/DSUBM-I2
Überstromfestigkeit		$\pm 60 \text{ mA}$	dauerhaft
Verstärkungsunsicherheit	0,02%	$\leq 0,06\%$ $\leq 0,1\%$	von der Anzeige zzgl. Unsicherheit 50 Ω im Stecker
Verstärkungsdrift	$\pm 20 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$	$\pm 55 \text{ ppm/K} \cdot \Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a = \text{Umgebungstemperatur}$
Nullpunktabweichung	0,02%	$\leq 0,05\%$	vom Messbereich
Nullpunktdrift	$\pm 30 \text{ nA/K} \cdot \Delta T_a$	$\pm 80 \text{ nA/K} \cdot \Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a = \text{Umgebungstemperatur}$

Die [Beschreibung des SC2-32 Scanner](#) ²¹⁶

[Technische Daten Sensorversorgungsmodul SUPPLY \(optional\)](#) ⁴⁶⁹.

9.8 Universell

9.8.1 UNI-4 isoliert: Spannung, Strom (20 mA), Temperatur, DMS, IEPE/ICP

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingänge	4	
Messmodi DSUB-15		ACC/DSUBM-UNI2 für alle Modi
isolierte Messmodi:	Spannungsmessung (differentiell) Strommessung Thermoelementmessung	Strom-Stecker (ACC/DSUBM-I2)
nicht-isolierte Messmodi:	Spannungsmessung (single-end) Strommessung Brückensensor Dehnungsmessstreifen (DMS) PT100/PT1000 (3- und 4-Draht-Anschluss) stromgespeiste Sensoren (IEPE/ICP)	mit internem Shunt Brücken-Stecker (ACC/DSUBM-B2) IEPE/ICP Erweiterungsstecker ACC/DSUBM-ICP2I-BNC-S/-F, isolated
Messmodi LEMO		
isolierte Messmodi:	Spannungsmessung (differentiell) Thermoelementmessung	ACC/TH-LEM-150
nicht-isolierte Messmodi:	Spannungsmessung (single-end) Strommessung Brückensensor Dehnungsmessstreifen (DMS) PT100/PT1000 (3- und 4-Draht-Anschluss)	mit internem Shunt
Anschlusstechnik DSUB-15 LEMO	2x DSUB-15 oder 4x LEMO.1B.307	2 Kanäle pro Stecker 1 Kanal pro Stecker

Individuelle Sensor- und Brückenversorgung		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Ausgangs-Spannung	kanalindividuell einstellbar 15 V, 12 V, 10 V, 5 V, 2,5 V	Standardversion
	5 Einstellungen wählbar aus: 24 V, 15 V, 12 V, 10 V, 5 V, 2,5 V, 1 V, 0,5 V, 0,25 V	Sonderversion auf Anfrage
Kurzschlusschutz	unbegrenzte Dauer	
Ausgangsleistung	0,5 W / Kanal	≥5 V
	0,2 W / Kanal	≤2,5 V
Genauigkeit	±0,2%	An den Anschlusssteckern, Leerlauf. Beeinträchtigt nicht die Genauigkeit im Brückenmodus (Live-Softwarekompensation des aktuellen Ist-Wertes sowie der Kabelverluste mittels SENSE)

Abtastrate, Bandbreite, Filter, TEDS		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Abtastrate	≤100 kHz	pro Kanal
Bandbreite	0 Hz bis 48 kHz	-3 dB
	0 Hz bis 46 kHz	0,2 dB
Filter (digital) Frequenz Charakteristik Ordnung	10 Hz bis 20 kHz	Butterworth, Bessel Tiefpass und Hochpass: 8. Ordnung Bandpass: TP und HP je 4.Ordnung Anti-Aliasing Filter: Cauer 8.Ordnung mit $f_g = 0,4 f_a$
Auflösung CRC, CRSL CRFX	16 Bit 16 Bit 24 Bit	interne Verarbeitung 24 Bit Ausgabeformat kanalindividuell wählbar: a) 16 Bit Integer b) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)
TEDS - Transducer Electronic DataSheets	IEEE 1451.4 konform Class II MMI	insb. mit ACC/DSUBM-TEDS-xx (DS2433) nicht unterstützt DS2431 (typ. IEPE/ICP Sensor) , siehe Hinweis ¹⁰⁴ : nur CRFX und CRXT unterstützt: DS2431
Kennlinien Verrechnung bzw. Linearisierung	benutzerdefiniert (maximal 1023 Stützstellen)	unterstützt für Geräte, siehe Übersicht ³¹⁹

Allgemein die folgenden Angaben gelten nur für CRC, CRSL		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Isolation der Spannungskanäle	individuell galvanisch isoliert	Spannungskanäle untereinander und gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS) Isolation mit IEPE/ICP Stecker: je nach Steckertyp
Isolation der Brückenversorgungen	nicht isoliert	gesamte Zusatz-Elektronik (alle Sensorversorgungen, Brücken- und Eingangsbeschaltungen, TEDS etc.) mit gemeinsamen Bezug "-VB". Galvanisch verbunden mit Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS)
Max. Gleichtakt-Spannung isolierter Mess-Modus getestet:	±60 V 300 V (10 s)	gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS)
Max. Gleichtakt-Spannung nicht isolierter Mess-Modus	±10 V	gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS)

Allgemein gilt nur für CRFX		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Isolation der Spannungskanäle	individuell galvanisch isoliert	Spannungskanäle untereinander und gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS), sowie gegen gemeinsamen Bezug aller Brückenversorgungen "-VB". Isolation mit IEPE/ICP Stecker: je nach Steckertyp
Isolation der Brückenversorgungen	nicht individuell isoliert	gesamte Zusatz-Elektronik (alle Sensorversorgungen, Brücken- und Eingangsbeschaltungen, TEDS etc.) mit gemeinsamen Bezug "-VB". Blockisoliert gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS)
Max. Gleichtakt-Spannung isolierter Mess-Modus getestet:	±60 V 300 V (10 s)	gegen internen Bezug "-VB", gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS)
Max. Gleichtakt-Spannung nicht isolierter Mess-Modus	±10 V	gegen internen Bezug "-VB" Auch für "nicht isolierte" Messmodi gilt eine zusätzliche globale Blockisolation der gesamten internen Messelektronik gegenüber Gehäuse (CHASSIS)

Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Überspannungsfestigkeit	$\pm 100 \text{ V}$ ESD 2 kV Transienten Schutz: automotive load dump ISO 7636		differentielle Eingangsspannung, dauerhaft human body model $R_i=30 \Omega$, $t_d=300 \mu\text{s}$, $t_r<60 \mu\text{s}$
Eingangskopplung	DC		
Eingangswiderstand	10 M Ω 1 M Ω		Bereiche $\leq \pm 2 \text{ V}$ Bereiche $\geq \pm 5 \text{ V}$
Eingangsstrom normal bei Überspannung	1 mA	2,4 nA	$ V_{in} > 5 \text{ V}$ bei Bereichen $< \pm 2 \text{ V}$
Signalrauschen	$2,2 \mu\text{V}_{\text{eff}} / 15 \mu\text{V}_{\text{pkpk}}$ $0,3 \mu\text{V}_{\text{eff}} / 2,1 \mu\text{V}_{\text{pkpk}}$ $0,1 \mu\text{V}_{\text{pkpk}}$ 10 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$		Messbereich $\leq \pm 25 \text{ mV}$ Bandbreite 0,1 bis 48 kHz Bandbreite 0,1 bis 1 kHz Bandbreite 0,1 bis 10 Hz Spektrale Rauschdichte (bei 1 kHz)
CMRR (common mode rejection ratio) / IMR	$>145 \text{ dB}$ (50 Hz) $>80 \text{ dB}$ (50 Hz)		Bereiche $\leq \pm 2 \text{ V}$ Bereiche $\geq \pm 5 \text{ V}$
THD (Total Harmonic Distortion, spektrale Reinheit)	$>80 \text{ dB}$ (10 kHz) $>95 \text{ dB}$ (1 kHz) $>84 \text{ dB}$ (10 kHz) $>100 \text{ dB}$ (1 kHz)		Bereiche $\leq \pm 2 \text{ V}$ Bereiche $\geq \pm 5 \text{ V}$
zusätzliche Sensorversorgung Spannung verfügbarer Strom Innenwiderstand	5 V 0,26 A 1,0 Ω	$\pm 5\%$ 0,2 A $< 1,2 \Omega$	für IEPE/ICP Erweiterungsstecker unabhängig von individueller Sensor- Brückenversorgung, kurzschlussfest Leistung pro DSUB-Stecker

Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereich	$\pm 60\text{ V}, \pm 50\text{ V}, \pm 25\text{ V}, \pm 10\text{ V}, \pm 5\text{ V},$ $\pm 2\text{ V}, \pm 1\text{ V}, \pm 500\text{ mV}, \pm 250\text{ mV},$ $\pm 100\text{ mV}, \pm 50\text{ mV}, \pm 25\text{ mV},$ $\pm 10\text{ mV}, \pm 5\text{ mV}, \pm 2,5\text{ mV}$		im single-end Modus: max. $\pm 10\text{ V}$
Eingangskonfiguration	differentiell / single-end		
Verstärkungsabweichung	<0,02%	<0,05%	von der Anzeige, bei 25°C
Verstärkungsdrift		20 ppm/K· ΔT_a 60 ppm/K· ΔT_a	Bereiche $\leq \pm 2\text{ V}$ Bereiche $\geq \pm 5\text{ V}$ $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung		0,01% 10 μV	vom Messbereich, bei 25°C Bereiche $\geq \pm 50\text{ mV}$ Bereiche $\leq \pm 25\text{ mV}$
Nullpunktdrift	0,7 $\mu\text{V}/\text{K} \cdot \Delta T_a$		Bereiche $\leq \pm 25\text{ mV}$ $\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur

Strommessung mit Shunt-Stecker			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereich	$\pm 40\text{ mA}, \pm 20\text{ mA}, \pm 10\text{ mA}$		
Shunt-Widerstand	50 Ω		externer Stecker ACC/DSUBM-I2
Eingangskonfiguration	differentiell		isoliert
Verstärkungsabweichung	<0,02%	<0,05% <0,1%	von der Anzeige, bei 25°C zzgl. Abweichung 50 Ω im Stecker
Verstärkungsdrift	10 ppm/K· ΔT_a	30 ppm/K· ΔT_a	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung		<0,01%	vom Messbereich, bei 25°C

Strommessung mit internem Shunt			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereich	$\pm 50\text{ mA}, \pm 20\text{ mA}, \pm 10\text{ mA},$ $\pm 5\text{ mA}, \pm 2\text{ mA}, \pm 1\text{ mA}$		
Shunt-Widerstand	120 Ω		intern
Eingangskonfiguration	single-end		nicht isoliert
Verstärkungsabweichung	<0,02%	<0,05%	von der Anzeige, bei 25°C
Verstärkungsdrift	10 ppm/K· ΔT_a	30 ppm/K· ΔT_a	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit $T_a =$ Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung		<0,01%	vom Messbereich, bei 25°C

Brückenmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Modus	DC		
Messmodi	Voll-, Halb-, Viertelbrücke		
Messbereiche			
bei Brückenversorgung: 10 V	±1000 mV/V, ±500 mV/V, ±200 mV/V, ±100 mV/V, ±50 mV/V, ±25 mV/V, ... ±0,5 mV/V, ±0,25 mV/V		
bei Brückenversorgung: 5 V	±1000 mV/V, ±400 mV/V, ±200 mV/V, ±100 mV/V, ±50 mV/V ... ±1 mV/V, ±0,5 mV/V		
bei Brückenversorgung: 2,5 V	±800 mV/V, ±400 mV/V, ±200 mV/V, ±100 mV/V, ... ±2 mV/V, ±1 mV/V		
bei Brückenversorgung: 1 V	±1000 mV/V, ... , ±2,5 mV/V		(optional)
bei Brückenversorgung: 0,5 V	±1000 mV/V, ... , ±5 mV/V		(optional)
bei Brückenversorgung: 0,25 V	±800 mV/V, ... , ±10 mV/V		(optional)
Brückenversorgung	0,25 V bis 10 V		Kanalindividuell wählbar mögliche Auswahl: siehe oben
min. Brückenimpedanz	200 Ω 50 Ω 32 Ω		Brückenversorgung = 10 V Brückenversorgung = 5 V Brückenversorgung = 2,5 V
Kabelkompensation			
Vollbrücke / Halbbrücke	4-Leiter-Technik 3-Leiter-Technik mit Shunt-Kalibrierung		beliebige Kabel für symmetrische (gleichartige) Kabel einmalige nicht-adaptive Kompensation
Viertelbrücke	volle Kompensation in 3-Leiter-Technik		einschließlich Verstärkungskorrektur
Viertelbrückenergänzung	120 Ω, 350 Ω, 1 kΩ		per Software umschaltbar / Brückenversorgung ≤5 V
automatische Shunt-Kalibrierung (Kalibriersprung)	0,5 mV/V		bei 120 Ω und 350 Ω
Eingangswiderstand	6,7 MΩ	±1%	differentiell, Vollbrücke
Verstärkungsabweichung	<0,02%	<0,05%	von der Anzeige, bei 25°C
Verstärkungsdrift		20 ppm/K·ΔT _a	ΔT _a = T _a -25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	innerhalb des Restrauschens		
Nullpunktdrift		0,14 μV/V / K·ΔT _a	ΔT _a = T _a -25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Drift Halbbrücke	0,5 μV/V / °C	1 μV/V / °C	zusätzliche Drift der internen Halbbrückenergänzung
Abgleichbarer Brückenoffset	≥100% vom Messbereich jedoch mindestens ±4 mV / V		gilt für alle Messbereiche
Kabelwiderstand bei Brücken maximale Kabellänge (einfach)	<60 Ω <460 m		120 Ω Brücke A = 0,14 mm ² , R = 130 mΩ / m

Temperaturmessung - Thermoelemente			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messmodus	R, S, B, J, T, E, K, N L C		verfügbar für CRC und CRFX Variante nur für die CRFX Variante verfügbar
Messbereiche	-270°C bis 1370°C -270°C bis 1100°C -270°C bis 500°C		Typ K
Auflösung	0,063 K (1/16 K) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)		bei gewähltem Datentyp/Ausgabeformat: a) 16-Bit Integer b) Float (24-Bit Modus)
Messabweichung (Verstärkung + Nullpunkt)		<±0,6 K <±1,0 K	Typ K, Messwert -150°C bis 1100°C sonst
Drift (Verstärkung + Nullpunkt)		±0,02 K/K·ΔT _a ±0,05 K/K·ΔT _a	Typ K, Bereich -270°C bis 1100°C Typ K, Bereich -270°C bis 1370°C ΔT _a = T _a -25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Abweichung der Vergleichs- stellenkompensation		<±0,15 K	mit ACC/DSUBM-UNI2
Drift der Vergleichsstelle	±0,001 K/K·ΔT _a		ΔT _a = T _a -25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Temperaturmessung - PT100 / PT1000			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereich	-200°C bis 850°C -200°C bis 250°C		
Auflösung	0,063 K (1/16 K) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)		bei gewähltem Datentyp/Ausgabeformat: a) 16-Bit Integer b) Float (24-Bit Modus)
Verstärkungsabweichung		<±0,05%	von der Anzeige
Nullpunktabweichung		<±0,1 K	bei Vierleitermessung
Nullpunktdrift		+0,01 K/K·ΔT _a	ΔT _a = T _a -25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Sensorspeisung	250 μA		

Die folgenden technischen Angaben gelten ausschließlich für das CRONOSflex Modul!

Blockisolation		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Blockisolation	60 V	Isolation der gesamten internen Messelektronik gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE) Ausnahme: zusätzlich individuell isolierte Spannungskanäle
Isolationsimpedanz	500 kΩ 1 nF	
Bezugspotential intern	-VB, GND, TEDS_GND	alle Kanäle mit gleichem, galvanisch verbundenem Bezug
Bezugspotential extern	CHASSIS, Metallgehäuse	interne Elektronik als Gesamteinheit gegenüber Gehäuse galvanisch isoliert

Blockisolation dient zur Unterdrückung von Störungen durch Erdschleifen. Stellt keine kanal-individuelle Isolation dar, insbesondere nicht im Sinne von Geräte- und Personensicherheit!

Spannungsversorgung des Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Versorgung	10 V bis 50 V DC	
Leistungsaufnahme	10 W	10 V bis 50 V DC
Isolation	60 V	nominale Isolationsspezifikation des Versorgungseingangs
Power-over EtherCAT (PoEC)	42 V bis 50 V DC	Versorgung über EtherCAT Netzwerk Kabel bei Anschluss an RJ45

Anschlüsse des Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
EtherCAT Anschluss	2x RJ45	Systembus für räumlich verteilte imc CRONOSflex Systeme
Versorgungsbuchse	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten, zur optionalen individuellen Versorgung
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig	zur direkten Versorgung und Vernetzung (Systembus) ohne weitere Kabel

Verfügbare Leistung zur Versorgung weiterer extern verbundener imc CRONOSflex Module (Klick Mechanismus)	
Direkt verbundene imc CRONOSflex-Module über Modul-Steckverbinder	<p>3,1 A (maximaler Strom)</p> <p>Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung)
Power-over EtherCAT (PoEC) Versorgung von imc CRONOSflex Modulen	<p>350 mA (maximaler Strom nach IEEE 802.3)</p> <p>Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 17,5 W bei 50 V DC (z.B. Power Handle) • 16,8 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 14,7 W bei 42 V DC (Mindest-Versorgungsspannung für PoEC) <p>Hinweis: minimale Eingangsspannung von 42 V DC für PoEC Funktion</p>

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betauung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage
Abmessungen	43,3 x 118 x 186 mm	B x H x T
Gewicht	ca. 850 g	

[Zur UNI-4 Beschreibung](#)  239

9.8.2 UNI2-8: Spannung, Strom (20 mA), Temperatur, Brücke, IEPE/ICP

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingänge	8	
Messmodi DSUB-15	Spannung Strom Brückensensor Dehnungsmessstreifen (DMS) Thermoelementmessung PT100 (3- und 4-Draht-Anschluss) stromgespeiste Sensoren (IEPE/ICP)	ACC/DSUBM-UNI2 Single-ended (interner Shunt) oder Strom-Stecker ACC/DSUBM-I2 Halb-, Viertel- und Vollbrücke IEPE/ICP Erweiterungsstecker (ACC/DSUB-ICP2, nicht isoliert ACC/DSUBM-ICP2I-BNC-S/-F, isoliert)
Messmodi LEMO	Spannung Strom Thermoelementmessung Brückensensor Dehnungsmessstreifen (DMS) PT100 (3- und 4-Draht-Anschluss)	single end (interner Shunt) LEMO Stecker (ACC/TH-LEM-150) mit integrierter Kaltstellenkompensation Halb-, Viertel- und Vollbrücke
Anschlusstechnik DSUB-15 LEMO	 4x DSUB-15 oder 8x LEMO.1B.307	 2 Kanäle pro Stecker 1 Kanal pro Stecker

Abtastrate, Bandbreite, Filter, TEDS		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Abtastrate	≤100 kHz	pro Kanal
Maximale Summenabtastrate	800 kHz (CRFX)	aller CRFX Modulkanäle inklusive Monitorkanäle
Bandbreite	0 Hz bis 48 kHz 0 Hz bis 30 kHz 0 Hz bis 10 Hz	-3 dB -0,1 dB -3 dB bei Temperaturmessung
Filter (digital) Frequenz Charakteristik Typ und Ordnung	10 Hz bis 20 kHz	Butterworth, Bessel Tiefpass und Hochpass: 8. Ordnung Bandpass: TP und HP je 4. Ordnung Anti-Aliasing Filter: Cauer 8.Ordnung mit $f_g = 0,4 f_a$
Auflösung CRC, CRSL CRFX	16 Bit 16 Bit 24 Bit	interne Verarbeitung 24 Bit Ausgabeformat kanalindividuell wählbar: a) 16 Bit Integer b) 32 Bit Float (24 Bit Mantisse)

Abtastrate, Bandbreite, Filter, TEDS		
Parameter	Wert	Bemerkungen
TEDS - Transducer Electronic Data Sheets	IEEE 1451.4 konform Class II MMI	insb. mit ACC/DSUBM-TEDS-xx (DS2433) nicht unterstützt: DS2431 (typ. IEPE/ICP Sensor) siehe Hinweis ^[104] : nur CRFX und CRXT unterstützt: DS2431
Kennlinien Verrechnung bzw. Linearisierung	benutzerdefiniert (maximal 1023 Stützstellen)	unterstützt für Geräte, siehe Übersicht ^[319]

Allgemein			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Überspannungsfestigkeit		±80 V ±50 V	dauerhaft, Differenzeingänge Eingangsbereiche >±10 V oder Gerät ausgeschaltet Eingangsbereiche ≤±10 V
Eingangskopplung	DC		
Eingangskonfiguration	differenziell		
Eingangswiderstand	1 MΩ 20 MΩ		Bereiche >±10 V Bereiche ≤±10 V
Zusätzliche Sensorversorgung			für IEPE/ICP-Erweiterungsstecker unabhängig von integrierter Sensorversorgung, kurzschlussfest Leistung pro DSUB-Stecker
Spannung	+5 V	±5%	
verfügbarer Strom	0,26 A	0,2 A	
Innenwiderstand	1,0 Ω	<1,2 Ω	

Spannungsmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	±50 V, ±25 V, ±10 V, ±5 V, ±2,5 V, ±1 V bis ±5 mV		
Max Eingangsspannung		-11 V bis +15 V	zwischen ±IN und CHASSIS; Messbereich ≤±10 V
Verstärkungsabweichung	0,02 %	0,05 %	von der Anzeige, bei 25 °C
Verstärkungsdrift	10 ppm/K·ΔT _a	30 ppm/K·ΔT _a	ΔT _a = T _a - 25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,02 %	≤0,05 % ≤0,06 % ≤0,15 %	vom Messbereich, bei 25 °C Bereiche >±50 mV Bereiche ≤±50 mV Bereiche ≤±10 mV
Nullpunktdrift	±40 μV/K·ΔT _a ±0,7 μV/K·ΔT _a ±0,1 μV/K·ΔT _a	±200 μV/K·ΔT _a ±6 μV/K·ΔT _a ±1,1 μV/K·ΔT _a	Bereiche >±10 V Bereich ±10 V bis ±0,25 V Bereiche ≤±0,1 V ΔT _a = T _a - 25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Nichtlinearität	30 ppm	90 ppm	
Gleichtaktunterdrückung (CMRR)	80 dB 110 dB 138 dB	>70 dB >90 dB >132 dB	DC und f≤60 Hz Bereich ±50 V bis ±25 V Bereich ±10 V bis ±50 mV Bereich ±25 mV bis ±5 mV
Signalrauschen	3,6 μV _{eff} 0,6 μV _{eff} 0,14 μV _{eff}	5,5 μV _{eff} 1,0 μV _{eff} 0,26 μV _{eff}	Bandbreite 0,1 Hz bis 50 kHz Bandbreite 0,1 Hz bis 1 kHz Bandbreite 0,1 Hz bis 10 Hz

Strommessung mit Shunt-Stecker			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	±50 mA, ±20 mA, ±10 mA, ±5 mA, ±2 mA, ±1 mA		
Shunt-Widerstand	50 Ω		externer Stecker ACC/DSUBM-I2
Überstromfestigkeit		±60 mA	dauerhaft
Max Eingangsspannung		-11 V to +15 V	zwischen ±IN und CHASSIS
Eingangskonfiguration	differentiell		
Verstärkungsabweichung	0,02 %	0,06 % 0,1 %	von der Anzeige, bei 25 °C zzgl. Unsicherheit 50 Ω im Stecker
Verstärkungsdrift	15 ppm/K·ΔT _a	55 ppm/K·ΔT _a	ΔT _a = T _a - 25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,02 %	0,05 %	vom Messbereich, bei 25 °C
Stromrauschen	40 nA _{eff} 0,7 nA _{eff} 0,17 nA _{eff}	70 nA _{eff} 12 nA _{eff} 0,3 nA _{eff}	Bandbreite: 0,1 Hz bis 50 kHz 0,1 Hz bis 1 kHz 0,1 Hz bis 10 Hz

Strommessung mit internem Shunt			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche	±50 mA, ±20 mA, ±10 mA, ±5 mA, ±2 mA, ±1 mA		
Shunt-Widerstand	120 Ω		intern
Überstromfestigkeit		±60 mA	dauerhaft
Max Eingangsspannung		-11 V to +15 V	zwischen ±IN und CHASSIS
Eingangskonfiguration	Single-ended		interner Stromrückfluss nach -VB
Verstärkungsabweichung	0,02 %	0,06 %	von der Anzeige, bei 25 °C
Verstärkungsdrift	15 ppm/K·ΔT _a	55 ppm/K·ΔT _a	ΔT _a = T _a - 25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,02 %	0,05 %	vom Messbereich, bei 25 °C
Stromrauschen	40 nA _{eff} 0,7 nA _{eff} 0,17 nA _{eff}	70 nA _{eff} 12 nA _{eff} 0,3 nA _{eff}	Bandbreite: 0,1 Hz bis 50 kHz 0,1 Hz bis 1 kHz 0,1 Hz bis 10 Hz

Brückenmessung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Modus	DC		
Messmodi	Voll-, Halb-, Viertelbrücke		Bei Viertelbrückenmessung ist eine Brückenversorgung von ≤ 5 V zu wählen.
Messbereiche	± 1000 mV/V, ± 500 mV/V, ± 200 mV/V, ± 100 mV/V ... bei Brückenversorgung: 10 V ... $\pm 0,5$ mV/V bei Brückenversorgung: 5 V ... ± 1 mV/V bei Brückenversorgung: 2,5 V ... ± 2 mV/V bei Brückenversorgung: 1 V ... ± 5 mV/V		(optional) (optional)
Brückenversorgung (optional)	10 V 5 V 2,5 V und 1 V	$\pm 0,5$ % $\pm 0,5$ %	tatsächlicher Wert wird im Brückenmodus dynamisch erfasst und kompensiert
Min. Brückenimpedanz	120 Ω Vollbrücke 60 Ω Halbbrücke		
Max. Brückenimpedanz	5 k Ω		
Viertelbrückenergänzung	120 Ω , 350 Ω		intern, per Software umschaltbar
Eingangswiderstand	20 M Ω	± 1 %	differenziell, Vollbrücke
Verstärkungsabweichung	0,02 %	0,05 %	von der Anzeige, bei 25 °C
Verstärkungsdrift	20 ppm/K $\cdot\Delta T_a$	50 ppm/K $\cdot\Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit T_a = Umgebungstemperatur
Nullpunktabweichung	0,01 %	0,02 %	vom Messbereich, bei 25 °C, nach automatischer Brückensymmetrierung
Automatische Shunt-Kalibrierung (Kalibriersprung)	0,5 mV/V	$\pm 0,2$ %	bei 120 Ω und 350 Ω

Temperaturmessung - Thermoelemente			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messmodus	J, T, K, E, N, S, R, B		
Messbereiche	-270 °C bis 1370 °C -270 °C bis 1100 °C -270 °C bis 500 °C		Typ K
Auflösung	0,063 K (1/16 K)		16-Bit Integer
Messabweichung		0,06 % 0,05 %	bei Typ K vom Bereich, bei 25 °C von der Anzeige (Gesamtunsicherheit min. 0,85 K)
Drift	0,02 K/K $\cdot\Delta T_a$	0,05 K/K $\cdot\Delta T_a$	$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit T_a = Umgebungstemperatur
Abweichung der Vergleichsstellenkompensation		$\pm 0,15$ K	mit ACC/DSUBM-UNI2, bei 25 °C
Drift Vergleichsstelle	$\pm 0,001$ K/K $\cdot\Delta T_a$		$\Delta T_a = T_a - 25^\circ\text{C} $; mit T_a = Umgebungstemperatur

Temperaturmessung - PT100			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Messbereiche		-200 °C bis 850 °C -200 °C bis 250 °C	
Auflösung	0,063 K		
Messabweichung			
4-Leiterschaltung		0,25 K +0,02 %	-200 °C bis 850 °C vom Messwert des Widerstandes
3-Leiterschaltung		0,1 K +0,02 %	-200 °C bis 250 °C vom Messwert des Widerstandes
		0,42 K +0,03 %	-200 °C bis 850 °C vom Messwert des Widerstandes
		0,38 K +0,02 %	-200 °C bis 250 °C vom Messwert des Widerstandes
			Genauigkeit im 3-Leiter Modus nur bei individueller Justage (Sonderversion, auf Anfrage)
Drift		0,01 K/K·ΔT _a	ΔT _a = T _a -25°C ; mit T _a = Umgebungstemperatur
Sensorspeisung (PT100)	1,25 mA		

Sensorversorgung				
Parameter	Wert			Bemerkungen
Konfigurationen	5 wählbare Einstellungen			immer nur 5 wählbare Einstellungen: Standardauswahl: +5 V bis +24 V
Ausgangsspannung	Spannung	Strom	Nettleistung	global wählbar für alle Kanäle pro Modul Auf Anfrage sind +2,5 V und +1 V Einstellungen verfügbar, z.B. durch Ersetzen der +12 V oder der +15 V Einstellung. Ein frei wählbares Set aus 5 Einstellungen ist wählbar. Vorzugsauswahl: +24 V, +12 V, +10 V, +5,0 V, +2,5 V +15 V, +10 V, +5,0 V, +2,5 V, +1 V Auf Anfrage: +15 V kann durch ±15 V ersetzt werden. Damit entfällt die interne Strom- und Viertelbrückenmessung.
	(+1 V)	580 mA	0,6 W	
	(+2,5 V)	580 mA	1,5 W	
	+5,0 V	580 mA	2,9 W	
	+10 V	300 mA	3,0 W	
	+12 V	250 mA	3,0 W	
	+15 V	200 mA	3,0 W	
	+24 V	120 mA	2,9 W	
	(±15 V)	190 mA	3,0 W	
Isolation - gilt für imc CRONOScompact, imc CRONOS-SL und PL Systeme				
Isolation	nicht isoliert			gegenüber Gehäuse (Gehäuse, CHASSIS)
Blockisolation nur bei imc CRONOSflex				
Blockisolation	60 V			Isolation der gesamten globalen Sensorversorgung (für alle 8 Kanäle, Bezug "-VB") sowie der internen Messelektronik gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE)
Kurzschlusschutz	unbegrenzte Dauer			gegenüber Bezugsmasse der Ausgangsspannung "-VB"
Ausregelung von Kabelwiderständen	3-Leiter Regelung: SENSE Leiter an Rückführung (-VB: Versorgungs-Masse)			Rechnerische Kompensation bei Brückenmessung
Genauigkeit der Ausgangsspannung	(typ.) <0,25 %	(max.) 0,5 % 0,9 % 1,5 %	an den Anschluss-Steckern, Leerlauf bei 25°C über vollen Temperatur-Bereich zzgl. bei optionaler bipolarer Ausgangsspannung	
Max. kapazitive Last	>4000 µF >1000 µF >300 µF			2,5 V bis 10 V 12 V, 15 V 24 V

Die folgenden technischen Angaben gelten ausschließlich für das CRONOSflex Modul!

Blockisolation		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Blockisolation	60 V	Isolation der gesamten internen Messelektronik gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE)
Isolationsimpedanz	500 kΩ 1 nF	
Bezugspotential intern	-VB, GND, TEDS_GND	alle Kanäle mit gleichem, galvanisch verbundenem Bezug
Bezugspotential extern	CHASSIS, Metallgehäuse	interne Elektronik als Gesamteinheit gegenüber Gehäuse galvanisch isoliert

Blockisolation dient zur Unterdrückung von Störungen durch Erdschleifen. Stellt keine kanal-individuelle Isolation dar, insbesondere nicht im Sinne von Geräte- und Personensicherheit!
Geräte bzw. Module mit Lieferdatum vor ca. 2012 weisen keine Blockisolation auf.

Spannungsversorgung des CRONOSflex Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Versorgung	10 V bis 50 V DC	
Leistungsaufnahme	10,1 W	10 bis 50 V DC inklusive 120 Ω 5 V Last an allen Kanälen
Isolation	60 V	nominale Isolationsspezifikation des Versorgungseingangs
Power-over EtherCAT (PoEC)	42 V bis 50 V DC	Versorgung über EtherCAT Netzwerk Kabel bei Anschluss an RJ45

Anschlüsse des Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
EtherCAT Anschluss	2x RJ45	Systembus für räumlich verteilte imc CRONOSflex Systeme
Versorgungsbuchse	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten zur optionalen individuellen Versorgung
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig	zur direkten Versorgung und Vernetzung (Systembus) ohne weitere Kabel

Verfügbare Leistung zur Versorgung weiterer extern verbundener imc CRONOSflex Module	
Direkt verbundene imc CRONOSflex-Module über Modul-Steckverbinder	3,1 A (maximaler Strom) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung)
Power-over EtherCAT (PoEC) Versorgung von imc CRONOSflex Modulen	350 mA (maximaler Strom nach IEEE 802.3) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 17,5 W bei 50 V DC (z.B. Power Handle) • 16,8 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 14,7 W bei 42 V DC (Mindest-Versorgungsspannung für PoEC) Hinweis: minimale Eingangsspannung von 42 V DC für PoEC Funktion

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betauung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage
Abmessungen	62 x 118 x 186 mm	B x H x T
Gewicht	ca. 878 g	

[Zur Beschreibung von UNI2-8.](#)  218

9.9 DI, DO, Impulzzähler, DAC- und SYNTH Module

9.9.1 Technische Daten - CRC/CRSL/DAC-8

Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Ausgänge	8		
Ausgangspegel	±10 V		
Laststrom		max. ±10 mA	kurzschlussfest
Auflösung	16 Bit		
Linearität		max. 4 LSB	14 Bit no missing codes
Max. Ausgaberate	50 kHz 5 kHz		bei CRC, CRSL CRFX
Analoge Bandbreite	50 kHz		-3 dB, Tiefpass 2. Ordnung
Systembedingtes Delay (CRFX)	typ. 400 µs ±100 µs		Verzögerung, vom Setzen des Wertes (imc Online FAMOS) bis zur analogen Ausgabe
Genauigkeit	±4 LSB (16 Bit)		25°C
Offset	<10 mV	<17 mV	25°C
Offsetdrift	0,06 mV/K		
Gesamter Offset		<20 mV	über vollen Temperaturbereich
Verstärkungsunsicherheit	<0,29 %		25°C
Verstärkungdrift	25 ppm / K		
Gesamte Verstärkungsunsicherheit		<0,8 %	über vollen Temperaturbereich
Blockisolation gilt nur für imc CRONOSflex			
Blockisolation	60 V		Isolation der DACs und Treiberstufen gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE)
Isolationsimpedanz	500 kΩ 1 nF		
Bezugspotential intern	AGND		alle Kanäle mit gleichem, galvanisch verbundenem Bezug
Bezugspotential extern	CHASSIS, Metallgehäuse		DACs als Gesamtheit (8 Kanäle) gegenüber Gehäuse galvanisch isoliert
Anschlusstechnik	DSUB-15 BNC		Standard CRFX/DAC-8-BNC, CRSL/DAC-8-BNC

Blockisolation dient zur Unterdrückung von Störungen durch Erdschleifen. Stellt keine kanal-individuelle Isolation dar, insbesondere nicht im Sinne von Geräte- und Personensicherheit!

Die Beschreibung des [DAC-8 Moduls](#) 

Allgemein für das imc CRONOSflex Modul (CRFX/DAC-8)			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Versorgung	10 V bis 50 V DC		
Leistungsaufnahme	6,5 W	9 W	10 V bis 50 V DC
Isolation	60 V		nominale Isolationsspezifikation des Versorgungseingangs
Power-over EtherCAT (PoE)	minimal 42 V DC erforderlich		Versorgung über EtherCAT Kabel (RJ45)

9.9.2 DI2-16: Digitale Eingänge

Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Kanäle	16		Je 4 Kanäle mit gemeinsamen Massebezugspunkt, isoliert gegen die anderen Eingänge
Eingangsspannungspegel	TTL 24 V		Global für 8 Bit konfigurierbar am DSUB mit "LEVEL" - Pin: "LEVEL": Brücke an "LCOM" "LEVEL": offen
Maximale Eingangsspannung	5,5 V 30 V		TTL Modus 24 V Modus
Eingangskonfiguration	differenziell		4-Kanal Gruppen galvanisch untereinander isoliert
Isolationsfestigkeit	±150 V		gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS, PE) und zwischen 4-Kanal Gruppen (getestet ±200 V)
Schaltzeiten HIGH-LOW LOW-HIGH	34 µs 3 µs	130 µs 30 µs	Flankenerkennung; über gesamten Temperaturbereich
Systembedingtes Delay (CRFX)	typ. 400 µs ±100 µs		Verzögerung von der Flankenerkennung am Eingang bis zum verfügbaren Statuswechsel (z.B. imc Online FAMOS)
Eingangsstrom		max. 500 µA	
Schaltsschwelle TTL (5 V) 24 V	$V_{Lmax} = 0,8 V$ $V_{Lmax} = 5,0 V$	$V_{Hmin} = 2,0 V$ $V_{Hmin} = 8,0 V$	
An Klemmen verfügbare interne Versorgungsspannung (HCOM)	5 V max. 100 mA		Hat Bezug zum Konfigurationssignal "LEVEL" sonst galvanisch getrennt vom System
Anschlusstechnik	2x DSUB-15		ACC/DSUBM-DI4-8

Die Beschreibung [der digitalen Eingänge](#)  ²⁷⁹.

9.9.3 DI16-DO8-ENC4: Digitales Multiboard

Das Multi-IO-Modul: **DI16-DO8-ENC4** verfügt über 16 digitale Eingänge, 8 digitale Ausgänge und 4 Eingänge für die Erfassung von inkrementellen Signalen, Drehzahlen, Winkel, Frequenzen usw.

Zur [Beschreibung des DI16-DO8-ENC4](#) .

9.9.3.1 Digitale Eingänge

Parameter	Wert	Bemerkungen
Kanäle / Bits	16	Gruppe von 4 Bit potentialgetrennt, gemein. Bezugspotential ("LCOM") für eine Gruppe
Konfigurationsmöglichkeit	TTL oder 24 V Eingangsspannungspegel	am DSUB global für 8 Bits konfigurierbar: <ul style="list-style-type: none"> • Brücke von LCOM nach LEVEL: TTL-Pegel • LEVEL offen: 24 V-Pegel
Abtastrate	≤10 kHz	
Isolationsfestigkeit	±50 V	getestet ±200 V isoliert gegenüber Systemmasse (CHASSIS), Versorgung und untereinander
Eingangskonfiguration	differentiell	
Eingangsstrom	max. 500 µA	
Schaltswelle	1,5 V (±200 mV) 8 V (±300 mV)	5 V Pegel 24 V Pegel
Schaltzeit	<20 µs	
Versorgung HCOM	5 V max. 100 mA	hat Bezug zum Konfigurationssignal "LEVEL", sonst galvanisch getrennt vom System
Anschlusstechnik	DSUB-15	ACC/DSUBM-DI4-8

Die [Beschreibung der digitalen Eingänge](#) .

9.9.3.2 Digitale Ausgänge

Parameter	Wert		Bemerkungen
Kanäle / Bits	8 Bit		Gruppe von 8 Bit potentialgetrennt, gemein. Bezugspotential ("LCOM") für eine Gruppe
Isolationsfestigkeit	±50 V		gegen Systemmasse (CHASSIS)
Ausgangskonfiguration	totem pole (Gegentakt) oder open-drain		am DSUB global für 8 Bits konfigurierbar: <ul style="list-style-type: none"> • Brücke von OPDRN nach LCOM: totem-pole • OPDRN offen: open-drain
Ausgangspegel	TTL oder max. $U_{\text{ext}} - 0,8 \text{ V}$		interne potentialfreie Versorgungsspannung durch Anschluss einer externen Versorgungsspannung U_{ext} an "HCOM", $U_{\text{ext}} = 5 \text{ V bis } 30 \text{ V}$
Zustand nach Systemstart	Hochohmig (High-Z)		unabhängig von Ausgangskonfiguration (OPDRN-Pin)!
Aktivierung der Ausgangsstufe nach Systemstart	bei erstmaliger Vorbereitung der Messung		mit im Experiment einstellbaren Anfangszuständen (High / Low) in der gewählten Ausgangskonfiguration (OPDRN-Pin)
Max. Ausgangsstrom (typ.)	HIGH	LOW	
TTL	15 mA	0,7 A	
24 V-Logik	22 mA	0,7 A	
open-drain	---	0,7 A	externe Freilaufdiode bei induktiver Last nötig
open-drain mit intern. 5 V Versorgung		160 mA	für alle Ausgänge
Ausgangsspannung	HIGH	LOW	bei Laststrom:
TTL	>3,5 V	≤0,4 V	$I_{\text{high}} = 15 \text{ mA}$, $I_{\text{low}} \leq 0,7 \text{ A}$
24 V-Logik ($U_{\text{ext}} = 24 \text{ V}$)	>23 V	≤0,4 V	$I_{\text{high}} = 22 \text{ mA}$, $I_{\text{low}} \leq 0,7 \text{ A}$
Interne Versorgungsspannung	5 V, 160 mA (isoliert)		an Klemmen verfügbar
Schaltzeit	<100 μs		
Anschlusstechnik	DSUB-15		ACC/DSUBM-DO8

Die [Beschreibung der digitalen Ausgänge](#)  285.

9.9.3.3 ENC4: Pulszähler für Inkrementalgeber

Parameter	Wert		Bemerkungen
Kanäle	4 + 1 (5 Spuren)		4 Einzelspuren oder zusammenfassen von je zwei Spuren zu einem Zweispurkanal; 1 Index-Kanal
Messmodus	Weg (abs), Weg (diff), Winkel (abs), Winkel (diff), Ereignis, Frequenz, Drehzahl, Geschwindigkeit, Zeit- und Impulszeitmessung		nur wenn die Abtastrate ≤ 1 ms beträgt
Abtastrate	≤ 50 kHz		pro Kanal
Zeitauflösung der Messung	31,25 ns		Zählfrequenz 32 MHz
Auflösung der Daten	16 Bit		
Eingangskonfiguration	differentiell		
Eingangswiderstand	100 k Ω		
Eingangs-Spannungsbereich	± 10 V		differentiell
Gleichtakt-Eingangsspannung	min. -11 V	max. +25 V	
Schaltsschwelle	-10 V bis +10 V		Kanalindividuell einstellbar
Hysterese	min. 100 mV		Kanalindividuell einstellbar
analoge Bandbreite	500 kHz		-3 dB (full power)
analoges Filter	Bypass (ohne Filter), 20 kHz, 2 kHz, 200 Hz		einstellbar (pro Kanal) Butterworth, 2.Ordnung
Schaltverzögerung	500 ns		Aussteuerung: 100 mV Rechteck
CMRR	70 dB 60 dB	50 dB 50 dB	DC, 50 Hz 10 kHz
Verstärkungsabweichung	<1%		vom Eingangsspannungsbereich (25 °C)
Nullpunktabweichung	<1%		vom Eingangsspannungsbereich (25 °C)
Überspannungsfestigkeit	± 50 V		dauerhaft gegen Systemmasse (CHASSIS)
Sensorversorgung	+5 V, 300 mA		nicht isoliert (Bezug: GND, CHASSIS)
Anschlusstechnik	DSUB-15		ACC/DSUBM-ENC4

Die [Beschreibung der Inkrementalgeber-Kanäle](#) ²⁸⁸.

9.9.4 DI8-DO8-ENC4-DAC4

Das Multi-IO-Modul: **DI8-DO8-ENC4-DAC4** verfügt über **8** digitale Eingänge, **vier analoge Ausgänge**, **8** digitale Ausgänge und 4 Eingänge für die Erfassung von inkrementellen Signalen, Drehzahlen, Winkel, Frequenzen usw.

Die technischen Daten des DI16-DO8-ENC4 Moduls gelten auch für dieses Modul, erweitert um die technischen Daten der analogen Ausgänge.

Zur [Beschreibung des DI8-DO8-ENC4-DAC4](#) .

9.9.4.1 Analoge Ausgänge

Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Kanäle	4		
Ausgangspegel	±10 V		
Laststrom	max. ±10 mA / Kanal		
Auflösung	16 Bit		15 Bit no missing codes
Nichtlinearität	±2 LSB	±3 LSB	
Max. Ausgabefrequenz	50 kHz		
Analoge Bandbreite	50 kHz		-3 dB, Tiefpass 2. Ordnung
Verstärkungsabweichung	<±5 mV	<±10 mV	-40 °C bis 85 °C
Nullpunktabweichung	<±2 mV	<±4 mV	-40 °C bis 85 °C
Anschlusstechnik	DSUB-15		ACC/DSUBM-DAC4

Die [Beschreibung der analogen Ausgänge](#) .

9.9.5 DIO-HV-4: Digitale Eingänge

4 Digitale Eingänge			
Parameter	typ.	min. / max.	Bemerkungen
Kanäle / Bits	4		jeweils potentialgetrennt
Anschluss	Schraubklemme 14 bis 24 AWG 0,2 mm ² bis 2,5mm ²		American Wire Gauge für starre und flexible Leiter
Isolationsprüfspannung,	3,6 kV _{eff}		50 Hz, 10 s, gegen Gehäuse
Elektrische Sicherheit	250 V / CAT III		gemäß EN 61010-1
Bemessungsspannung / Messkategorie	2		gemäß IEC 60664
Verschmutzungsgrad			
max. Eingangspegel ue		≤600 V	Spitzen- oder Gleichspannung
nom. Eingangspegel ue	230 V _{eff} / 350 VDC		
Schaltpegel Us			Schmitt-Trigger-Charakteristik Hysterese 0,04 V typ.
low	<16 V	<14 V	
high	>16,8 V	>18 V	
Eingangsstrom	280 μA	<500 μA	u _e = -600 V bis+600 V
Schaltzeit			
low → high	70 μs	<180 μs	
high → low	23 μs	<40 μs	

Beschreibung der [digitalen Eingänge](#)  2811.

9.9.6 DIO-HV-4: Digitale Ausgänge

4 Digitale Ausgänge			
Parameter	typ.	min. / max.	Bemerkungen
Kanäle / Bits		4	mechanische Schließer
Anschluss		Schraubklemme 14 bis 24 AWG 0,2 mm ² bis 2,5mm ²	American Wire Gauge für starre oder flexible Leiter
Isolationsprüfspannung		3,6 kV _{eff}	50 Hz Sinus; 10 s
Elektrische Sicherheit			
Bemessungsspannung / Messkategorie		250 V / CAT III	Gemäß EN 61010-1
Verschmutzungsgrad		2	Gemäß IEC 60664
Schaltzeit	5 ms	<8 ms	
max. Schaltleistung		<1000 VA	
Schaltspannung	>1 VDC	<250 V _{eff}	min. Schaltspannung bei 1 mA
max. Schaltstrom		<1 A <4 A	250 V [~] cosp=1,0 bis 0,4 250 V [~] cosp=1,0
Kontaktwiderstand		< 50 mΩ	

Beschreibung der [digitalen Ausgänge](#)  282.

9.9.7 DO-16: Digitale Ausgänge

Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Kanäle	16		2 Gruppen je 8 Bit, potentialgetrennt, gemeinsames Bezugspotential ("LCOM") für eine Gruppe
Anschlusstechnik	DSUB-15		ACC/DSUBM-DO8(-IP65)
Isolationsfestigkeit	±50 V		gegen Systemmasse (Schutzerde)
Ausgangskonfiguration	totem pole (Gegentakt) oder open-drain		mit Drahtbrücke ("ODRN" - "LCOM") im Anschlussstecker konfigurierbar
Zustand nach Systemstart	Hochohmig (High-Z)		unabhängig von Ausgangskonfiguration (OPDRN-Pin)
Aktivierung der Ausgangsstufe nach Systemstart	bei erstmaliger Vorbereitung der Messung		mit im Experiment einstellbaren Anfangszuständen (High / Low) in der gewählten Ausgangskonfiguration (OPDRN-Pin)
Ausgangspegel	TTL oder max. $U_{\text{ext}} - 0,8 \text{ V}$		interne potentialfreie Versorgungsspannung durch Anschluss einer externen Versorgungsspannung U_{ext} an „HCOM“, $U_{\text{ext}} = 5 \text{ V}$ bis 30 V
max. Ausgangsstrom (typ.) TTL 24 V-Logik open-drain open-drain mit intern. 5 V Versorgung	<i>HIGH</i> 15 mA 22 mA ---	<i>LOW</i> 0,7 A 0,7 A 0,7 A 20 mA	externe Freilaufdiode bei induktiver Last nötig
Ausgangsspannung TTL 24 V-Logik ($U_{\text{ext}} = 24 \text{ V}$)	<i>HIGH</i> >3,5 V >23 V	<i>LOW</i> $0,5 \Omega \cdot I_{\text{low}}$ $0,5 \Omega \cdot I_{\text{low}}$	bei Laststrom: $I_{\text{high}} = 15 \text{ mA}$, $I_{\text{low}} \leq 0,7 \text{ A}$ $I_{\text{high}} = 22 \text{ mA}$, $I_{\text{low}} \leq 0,7 \text{ A}$
An Klemmen verfügbare interne Versorgungsspannung	5 V, 160 mA potentialfrei (isoliert)		Je 8-Bit Gruppe; $VCC_{\text{int}} = 5 \text{ V}$
Schaltzeit	<165 μs		

Die Beschreibung der [digitalen Ausgänge](#)  293.

9.9.8 DO-16-HC

Parameter	Wert		Bemerkungen
Kanäle	16 (bei CRFX sind auch 32 verfügbar)		Gruppen zu je 8 Bit, potentialgetrennt, gemeinsames Bezugspotential("LCOM") für eine Gruppe
Isolationsfestigkeit	±50 V		gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS, PE) und zwischen 8-Bit Gruppen
Ausgangskonfiguration	Totem Pole (Gegentakt) Open Drain (LowSide) Open Source (HighSide)		konfigurierbar am DSUB mit "OPDRN" – Pin: "OPDRN": Drahtbrücke an "LCOM" "OPDRN": offen "OPDRN": 10 kΩ-Widerstand an "LCOM"
Ausgangspegel	max. $U_{\text{ext}} = 8 \text{ V bis } 28 \text{ V}$ oder TTL / CMOS 5 V oder Open Drain		Anschluss einer externen Versorgungsspannung U_{ext} an "HCOM", (Totem Pole oder Open-Source) mittels interner potentialfreier Versorgungsspannung und extern anzuschliessender Pullup-Widerstände (bei 5 V nur Open-Drain Konfiguration möglich, kein Totem-Pole /Gegentakt) keine ext. Versorgung nötig für Open-Drain Betrieb
max. Ausgangsstrom (typ.) Totem Pole 8 V bis 28 V Open Source 8 V bis 28 V Open Drain open-drain mit intern. 5 V Versorgung	<u>HIGH</u> 0,7 A 0,7 A ---	<u>LOW</u> 0,7 A --- 0,7 A 20 mA	keine externe Freilaufdiode bei induktiver Last nötig
Ausgangs Widerstand	0,5 Ω		Senke und Quelle
Ausgangsspannung	<u>HIGH</u> $U_{\text{ext}} - 0,5 \Omega \cdot I_{\text{high}}$	<u>LOW</u> $0,5 \Omega \cdot I_{\text{low}}$	bei Laststrom: I_{high} und $I_{\text{low}} \leq 0,7 \text{ A}$
An Klemmen verfügbare interne Versorgungsspannung (HCOM)	5 V, 160 mA potentialfrei (isoliert)		Je 8-Bit Gruppe; $VCC_{\text{int}} = 5 \text{ V}$, über Dioden an HCOM von U_{ext} entkoppelt
Schutz-Mechanismen	Kurzschluss therm. Überlastung kapazitive Last induktive Last		schnell ansprechende Strombegrenzung: 1,4 A (typ.), 2 A (max.) unbegrenzte Dauer Strombegrenzung (Surge) Spannungsbegrenzung (load dump)
Zustand nach Systemstart Aktivierung der Ausgangsstufe	Hochohmig (High-Z) bei Vorbereitung der Messung		unabhängig von Ausgangskonfiguration mit (im Experiment) einstellbaren Anfangszuständen (High / Low) in der gewählten Ausgangskonfiguration
Freischaltung der int. 5 V Versorgung auf die Klemmen	bei Vorbereitung der Messung		$VCC_{\text{int}} = 5 \text{ V}$ über Dioden an HCOM
Schaltzeit	<300 μs		
Systembedingtes Delay	typ. 400 μs ±100 μs		Verzögerung, vom Setzen des Wertes (imc Online FAMOS) bis zur Ausgabe
Anschlusstechnik	DSUB-15		ACC/DSUBM-DO-HC-8 mit strombelastbarer Verkabelung empfohlen

Die Beschreibung des [DO-16-HC](#)  296.

9.9.9 ENC-4

Parameter	Wert (typ. / max)	Bemerkungen
Kanäle	4 + 1 (9 Spuren)	4 Kanäle mit je 2 Spuren (X, Y) 1 Index-Kanal sämtlich voll konditioniert
Messmodus	Weg (abs), Weg (diff), Winkel (abs), Winkel (diff), Ereignis, Frequenz, Drehzahl, Geschwindigkeit, Zeit- und Impulszeitmessung	nur wenn die Abtastrate ≤ 1 ms beträgt
Anschluss-Stecker	2x DSUB-15 / 2 Kanäle oder 4x LEMO / 1 Kanal	ACC/DSUBM-ENC4(-IP65) ACC/DSUBM-ENC-4-IU je 2 Kanäle pro Stecker INDEX nur auf zweiter Buchse belegt!
Abtastrate	≤ 50 kHz	pro Kanal
Zeitauflösung der Messung	33 ns	Zählfrequenz 32 MHz (primäre Abtastrate)
Frequenzstabilität des Primäroszillators	<100 ppm Alterung ≤ 5 ppm / Jahr	
Auflösung der Daten	16 Bit	
Eingangskonfiguration	differenziell	
Eingangswiderstand	100 k Ω	
Eingangs-Spannungsbereich (differenziell)	± 10 V ± 30 V	linearer Bereich maximal, außerhalb des linearen Bereichs: max. Nichtlinearität: 300ns
Gleichtakt-Eingangsspannung	max. ± 30 V	
Schaltsschwelle	-10 V bis +10 V	einstellbar (global für alle Kanäle)
Hysterese	0 bis 40 % von Schwelle , min. 100 mV	einstellbar (global für alle Kanäle)
analoge Bandbreite	500 kHz	-3 dB (full power)
analoges Filter	Bypass (ohne Filter), 20 kHz, 2 kHz, 200 Hz	einstellbar (pro Kanal) Butterworth, 2. Ordnung
Schaltverzögerung	500 ns	Aussteuerung: 100 mV Rechteck
CMRR	70 dB (typ.), 50 dB (min.) 60 dB (typ.), 50 dB (min.)	DC, 50 Hz 10 kHz
Verstärkungsunsicherheit	<1 %	von der Anzeige, bei 25 °C
Offsetunsicherheit	<1 %	vom Messbereich, bei 25 °C
Überspannungsfestigkeit	± 50 V	dauerhaft
Sensorversorgung	+5 V, 100 mA 300 mA (optional)	nicht isoliert (Bezug: GND, CHASSIS)

Die Beschreibung des [ENC-4 Inkrementalgebers](#) ³⁰¹.

9.9.10 FRQ2-4 Frequenzmodulierte Signale

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingänge	4	für frequenzmodulierte Signale
Messmodus	Frequenzmessung	
Anschlusstechnik	2x DSUB-15	2 Kanäle pro Stecker

Allgemein		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Messbereiche	Messbereiche ±	Die Mittenfrequenz wird von der imc Software bei der Wahl des Messbereiches vorgegeben.
	Mittenfrequenz	
	3 kHz, 5 kHz, 12 kHz, 30 kHz, 50 kHz, 120 kHz	6 kHz, 10 kHz, 24 kHz, 60 kHz, 100 kHz, 240 kHz
Abtastrate	≤50 kHz	pro Kanal
Filter (digital) Frequenz	50 Hz bis 20 kHz	Filterung des Datenstroms ausgegebener Ergebniswerte (Frequenzen)
Zeitauflösung der Frequenzmessung	3,9 ns	Primäroszillator für Frequenzmessung: 256 MHz
Frequenzstabilität des Primäroszillators	<100 ppm Alterung ≤±5 ppm / Jahr	
Auflösung der Daten	16 Bit Integer 32-Bit Float (24 Bit Mantisse)	bei gewähltem Datentyp/Ausgabeformat: a) 16-Bit Integer b) Float (24-Bit Modus)

Differenz-Eingang		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingangskonfiguration	differenziell	analoge Aufbereitung des Frequenzsignals
Eingangs-Spannungsbereich	TTL	Schwelle bzw. Hysterese: 0,8 .. 1,4 V
Eingangswiderstand	50 kΩ	
Gleichtakt-Eingangsspannung	max. ±30 V	
Gleichtaktunterdrückung (CMRR)	70 dB (typ.), 50 dB (min.) 60 dB (typ.), 50 dB (min.)	DC, 50 Hz 10 kHz
Überspannungsfestigkeit	±50 V	dauerhaft

Parameter	Wert	Bemerkungen
Sensorversorgung	+5 V, 300 mA / Modul	Blockisoliert gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE), Bezug: GND

Blockisolation		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Blockisolation	60 V	Isolation der gesamten internen Messelektronik gegenüber Gehäuse (CHASSIS)
Isolationsimpedanz	500 kΩ 1 nF	
Bezugspotential intern	GND	alle Kanäle mit gleichem, galvanisch verbundenem Bezug
Bezugspotential extern	CHASSIS, Metallgehäuse	interne Elektronik als Gesamteinheit gegenüber Gehäuse galvanisch isoliert

Blockisolation dient zur Unterdrückung von Störungen durch Erdschleifen. Stellt keine kanal-individuelle Isolation dar, insbesondere nicht im Sinne von Geräte- und Personensicherheit!

Spannungsversorgung des Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Versorgung	10 V bis 50 V DC	
Leistungsaufnahme	9 W	10 V bis 50 V DC
Isolation	60 V	nominale Isolationsspezifikation des Versorgungseingangs
Power-over EtherCAT (PoEC)	42 V bis 50 V DC	Versorgung über EtherCAT Netzwerk Kabel bei Anschluss an RJ45

Anschlüsse des Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkungen
EtherCAT Anschluss	2x RJ45	Systembus für räumlich verteilte imc CRONOSflex Systeme
Versorgungsbuchse	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten, zur optionalen individuellen Versorgung
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig	zur direkten Versorgung und Vernetzung (System Bus) ohne weitere Kabel

Verfügbare Leistung zur Stromversorgung weiterer extern verbundener flex-Module (ohne Benutzung der Zusatz-Geräteversorgung)	
Direkt verbundene flex-Module über Modul-Steckverbinder	3,1 A (maximaler Strom) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung)
Power-over EtherCAT (PoEC) Versorgung von imc CRONOSflex Modulen	350 mA (maximaler Strom nach IEEE 802.3) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 17,5 W bei 50 V DC (z.B. Power-Handle) • 16,8 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 14,7 W bei 42 V DC (Mindest-Versorgungsspannung für PoEC) Hinweis: minimale Eingangsspannung von 42 V DC für PoEC Funktion

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betauung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage
Abmessungen	43,3 x 118 x 186 mm	B x H x T
Gewicht	740 g	

9.9.11 Technische Daten - HRENC-4

Eingänge, Messmodi, Anschlusstechnik		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Kanäle	4 + 1 (9 Spuren)	4 Kanäle mit je 2 Spuren (X, Y) 1 Index-Kanal, alle voll konditioniert
Messmodi	Weg (abs), Weg (diff), Winkel (abs), Winkel (diff), Ereignis, Frequenz, Drehzahl, Geschwindigkeit, Zeit- und Impulszeitmessung	nur wenn die Abtastrate ≤ 1 ms beträgt
Anschlusstechnik	2x DSUB-15 oder 4x LEMO 1B.307	2 Kanäle / 4 Spuren pro DSUB ACC/DSUBM-ENC4 1 Kanal pro LEMO

Allgemein		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Abtastrate	≤ 50 kHz	pro Kanal
Zeitauflösung der Messung	3,9 ns	Zählfrequenz 256 MHz (primäre Abtastrate) ab imc DEVICES 2.6 R2 SP1
Auflösung der Daten	16 Bit	
Sensorversorgung	+5 V, 300 mA / Modul	Blockisoliert gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE), Bezug: GND Blockisoliert NUR mit CRFX, sonst: nicht isoliert (Bezug: GND, CHASSIS)

Differenz-Eingang		
Eingangskonfiguration	differentiell	
Eingangs-Spannungsbereich (differentiell)	± 10 V ± 30 V	linearer Bereich maximal
Eingangswiderstand	50 k Ω	
Gleichtakt-Eingangsspannung	max. ± 30 V	
CMRR	70 dB (typ.), 50 dB (min.) 60 dB (typ.), 50 dB (min.)	DC, 50 Hz 10 kHz
Überspannungsfestigkeit	± 50 V	dauerhaft
Verstärkungsunsicherheit	<1%	25°C
Offsetunsicherheit	<1%	25°C
Analoge Bandbreite	500 kHz	-3 dB (full power)
Analoger Filter	Bypass (ohne Filter), 20 kHz, 2 kHz, 200 Hz	einstellbar (pro Kanal) Butterworth, 2. Ordnung

Digitale Auswertung (Komparator)		
Schaltsschwelle	-10 V bis +10 V	kanalindividuell einstellbar
Hysterese	0% bis 40% von Schwelle , min. 100 mV	kanalindividuell einstellbar
Schaltverzögerung	500 ns	Aussteuerung: 100 mV Rechteck

Analoge Auswertung (ADC)		
SIN/COS-Geber Auswertung	8x12 Bit A/D-Konverter	8 Kanäle synchrone Abtastung
Eingangsspannungsbereich	$\pm 1,5 \text{ V}$; $\pm 10 \text{ V}$	(differenziell)

Sensorversorgung (HRENC-4-SUPPLY)				
Parameter	Wert typ.		max.	Bemerkungen
Konfigurationen	eine feste Ausgangsspannung			bei Bestellung auszuwählen aus den Ausgangsspannungen
Ausgangsspannung mögliche Optionen	Spannung	Strom	Nettoleistung	bei Bestellung auszuwählen
	+2,5 V	580 mA	1,5 W	
	+5,0 V	580 mA	2,9 W	
	+10 V	300 mA	3,0 W	
	+12 V	250 mA	3,0 W	
	+15 V	200 mA	3,0 W	
	+24 V	120 mA	2,9 W	
	$\pm 15 \text{ V}$	190 mA	3,0 W	
Blockisolation	60 V			Isolation der gesamten globalen Sensorversorgung (Bezug "-SUPPLY, GND") sowie der internen Elektronik gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE)
Kurzschlusschutz	unbegrenzte Dauer			gegenüber Bezugsmasse der Ausgangsspannung
Genauigkeit der Ausgangsspannung	<0,25 %		0,5 % 0,9 % 1,5 %	an den Anschluss-Steckern, Leerlauf bei 25°C über vollen Temperaturbereich zzgl. bei optionaler bipolarer Ausgangsspannung
Max. kapazitive Last	>4000 μF >1000 μF >300 μF			2,5 V bis 10 V 12 V, 15 V 24 V

Blockisolation		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Blockisolation	60 V	Isolation der gesamten internen Messelektronik gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE)
Isolationsimpedanz	500 k Ω 1 nF	
Bezugspotential intern	GND	alle Kanäle mit gleichem, galvanisch verbundenem Bezug
Bezugspotential extern	CHASSIS, Metallgehäuse	interne Elektronik als Gesamteinheit gegenüber Gehäuse galvanisch isoliert

Hinweis

Blockisolation dient zur Unterdrückung von Störungen durch Erdschleifen. Stellt keine kanal-individuelle Isolation dar, insbesondere nicht im Sinne von Geräte- und Personensicherheit!

Anschlüsse des imc CRONOSflex Moduls (CRFX)		
Parameter	Wert	Bemerkungen
EtherCAT Anschluss	2x RJ45	Systembus für räumlich verteilte imc CRONOSflex Systeme multikodiert 2 Nuten, zur optionalen individuellen Versorgung zur direkten Versorgung und Vernetzung (System Bus) ohne weitere Kabel
Versorgungsbuchse	LEMO.EGE.1B.302	
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig	

Parameter	Wert	Bemerkungen
Versorgung	10 V bis 50 V DC	
Leistungsaufnahme	7,4 W 13 W	10 bis 50 V DC CRFX/HRENC-4 CRFX/HRENC-4-SUPPLY
Isolation	60 V	nominale Isolationsspezifikation des Versorgungseingangs
Power-over EtherCAT (PoEC)	42 V bis 50 V DC	Versorgung über EtherCAT Netzwerk Kabel bei Anschluss an RJ45

Verfügbare Leistung zur Stromversorgung weiterer extern verbundener flex-Module (ohne Benutzung der Zusatz-Geräteversorgung)	
Direkt verbundene flex-Module über Modul-Steckverbinder	3,1 A (maximaler Strom) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung)
Power-over EtherCAT (PoEC) Versorgung von imc CRONOSflex Modulen	350 mA (maximaler Strom nach IEEE 802.3) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 17,5 W bei 50 V DC (z.B. Power-Handle) • 16,8 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 14,7 W bei 42 V DC (Mindest-Versorgungsspannung für PoEC) Hinweis: minimale Eingangsspannung von 42 V DC für PoEC Funktion

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betauung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage
Abmessungen	43,3 x 118 x 186 mm	B x H x T
Gewicht	ca. 730 g	



Verweis

[HRENC-4: Beschreibung](#)  308

9.9.12 DI-16-HV

Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Kanäle	16		Je 4 Kanäle mit gemeinsamen Massebezugspunkt; isoliert gegen die anderen Eingänge
Konfigurationsmöglichkeit	24 V oder 110 V Eingangsspannungsbereich		Einstellbar über Schalter an der Vorderseite (separat für jede Eingangsgruppe 1..8 und 9..16)
Eingangskonfiguration	differenziell		isoliert zur Versorgung, 4-Kanal Gruppen galvanisch untereinander isoliert
Isolationsfestigkeit	±150 V		gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS) und zwischen 4-Kanal Gruppen (getestet ±200 V)
Schaltzeit Eingangsstufe HIGH-LOW LOW-HIGH	50 µs 250 µs	max. 150 µs max. 350 µs	Zeit bis zur Flankenerkennung; über gesamten Temperaturbereich
Systembedingtes Delay	typ. 400 µs ±100 µs		Verzögerung von der Flankenerkennung am Eingang bis zum verfügbaren Statuswechsel in imc Online FAMOS
Eingangsstrom		max. 500 µA	110 V-Betrieb
Schaltschwelle	12,6 V (±2,5 V)		24 V-Betrieb
	52,3 V (±4 V)		110 V-Betrieb
Anschluss-Stecker	4x Anschluss-Blöcke		FMC 1,5/ 6-ST-3,5-RF (Phoenix)



Verweis

Die Beschreibung des [CRFX/DI-16-HV](#)  ²⁷⁷.

9.9.13 SYNTH-8 Signalgenerator, Synthesizer und Echtzeitregler (PID)

Ausgänge, Betriebsmodi, Anschlusstechnik		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Analoge Ausgänge	8	
Betriebsmodi	Analoge Signalausgabe (Synthesizer), Echtzeitregler (PID)	
Anschlusstechnik	2x DSUB-15	4 Kanäle pro Stecker ACC/DSUBM-SYNTH-4

Ausgaberate, Bandbreite, Auflösung		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Max. Ausgaberate (Synthesizer-Modus)	80 kHz	Summen-Ausgaberate der aktivierten Kanäle
Max. Ausgaberate mit linearer Interpolation	200 kHz	Summen-Ausgaberate
Max. Ausgaberate mit erweiterter Interpolation: Doppel/Dreifachintegral	10 kHz	pro Kanal
Max. Ausgaberate (Regler-Modus)	10 kHz	pro Kanal
Analoge Bandbreite	50 kHz	-3 dB, Tiefpass 3. Ordnung Bandbreite der analogen Treiberstufe
Auflösung	16 Bit	
Speichergröße insgesamt für alle Segmente	1.000.000 Samples mit Zeitspur 4.000.000 äquidistante Samples	imc Format (*.DAT oder *.RAW)

Analoge Ausgabe			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Ausgangspegel	±10 V		
Isolation	nicht galvanisch isoliert		Signalbezug: AGND (Systemmasse)
Laststrom/Kanal		±10 mA	25°C
Laststrom/Steckergruppe		±30 mA	Gesamtstrom aller vier Kanäle in einer Steckergruppe bei 25°C
Verstärkungsunsicherheit		<0,05%	25°C
Verstärkungsdrift		5 ppm/K	über gesamten Temperaturbereich
Nullpunktabweichung	<2 mV	<5 mV	25°C
Nullpunktdrift		0,05 mV/K	über gesamten Temperaturbereich
Sensorversorgung	+5 V (max. 200 mA / Stecker)		Bezug: "LCOM"
Linearität		2 LSB	

Digitale Eingänge		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Kanäle	2	Potentialgetrennt, gemeinsames Bezugspotential ("LCOM")
Eingangskonfiguration	single-end	gemeinsamer Bezug: "LCOM"
Eingangspannung	TTL / CMOS oder 24 V Logik	mit Drahtbrücke ("LEVEL" - "LCOM") im Anschlussstecker konfigurierbar
Reglerfunktionen		
Parameter	Wert / Funktion	Bemerkungen
Maximale Anzahl Regler	16	unabhängig und parallel
Sollwerte	je 2 Sollwertkanäle pro Regler	Auswahl mit Steuersignal; dynamisch umschaltbar, überblenden mit Zeitkonstante
Istwerte	je 2 Istwert-Kanäle pro Regler	Auswahl mit Steuersignal; dynamisch umschaltbar, überblenden mit Zeitkonstante
Kaskadierung	beliebig kaskadierbar: 2 bis max. 16 Regler-Kaskaden	dynamische Sollwertumschaltung: von Kanal auf kaskadierten Reglerausgang
Zuordnung von Reglern zu analogen Ausgängen	2 Regler pro analogem Ausgang (DAC)	Auswahl mit Steuersignal; dynamisch umschaltbar, Reglerwechsel durch Überblenden mit Zeitkonstante
Variable PID-Reglerparameter	dynamisch änderbar während laufendem Betrieb	PID Variablen einzeln oder gemeinsam (synchron) als konsistenter Parametersatz änderbar.
PID-Parametersätze	je 2 komplette dynamische Parametersätze pro Regler	Auswahl mit Steuersignal; dynamisch umschaltbar, z.B. Referenz- und Arbeitsparametersätze
Kennlinie Stellwert	fest konfigurierbar	nichtlineare Kennlinie-Korrektur der Stellgröße durch ladbaren Datensatz
Stellwertkorrektur	max. 8 pro Regler	durch gewichtete Zustandsgrößen (z.B. Messkanäle) oder manuellen Eingriff
Reaktion auf Grenzwertüberschreitungen des Stellwerts	Begrenzung des Integralanteils	mit drei optionalen Strategien möglich: 1. halten 2. um Stellgröße vermindern 3. halten bei gleichem Vorzeichen
Reglersperre	individuelle Regler-Freigabe	mit Steuersignal; ein- / ausblenden mit Zeitkonstante
Probepunkte	Zuordnung innerer Reglergrößen zu Kanälen	zur Darstellung und Überwachung

Regler Parameter	Funktion	Bemerkungen
Proportionalanteil (P-Anteil)	Reglerdifferenz	Wichtungsfaktor
Integralanteil (I-Anteil)	Integral der Reglerdifferenz	mit Steuersignal rücksetzbar auf Null, Reset mit Zeitkonstante, kann bei Über/Unterschreiten des maximalen/minimalen Stellwertes begrenzt werden
Differenzieranteil (D-Anteil)	Ableitung der Reglerdifferenz	Steilheit des D-Anteils durch Zeitkonstante (Abklingzeit) begrenzt
Durchgriff	gewichtetes Addieren des Sollwertes auf den Stellwert	

Zeitkonstanten		
Parameter	Funktion	Bemerkungen
Zeitkonstante für D-Anteil	„Verschleifen“ des Differenzieranteils mittels Tiefpassfilter	Abklingzeit
Zeitkonstante für Rücksetzen des I-Anteils (I)	lineares Abbauen des Integralanteils zu Null	nach Zustandswechsel des Steuersignals
Zeitkonstante für Reglerfreigabe	Auf-/Abblenden des resultierenden Stellwertes	nach Zustandswechsel des Freigabe-Steuersignals
Zeitkonstante für Sollwert-Umschaltung	gleitender Übergang zwischen wechselnden Sollwert1/2-Kanälen	nach Zustandswechsel des Steuersignals
Zeitkonstante für Istwert-Umschaltung	gleitender Übergang zwischen wechselnden Istwert1/2-Kanälen	nach Zustandswechsel des Steuersignals
Zeitkonstante für Regler-Umschaltung am DAC	gleitender Übergang zwischen wechselnden Regler-Stellwerten	nach Zustandswechsel des Steuersignals
Grenzwerte		
Begrenzung des Stellwertes	maximaler Stellwert minimaler Stellwert (unabhängig, unsymmetrisch)	nach Berechnung aller Anteile und der Kennlinienkorrektur
Steilheitsbegrenzung	maximale Steilheit des Stellwertes	nach Berechnung aller Anteile und der Kennlinienkorrektur
Begrenzung des I-Anteils	symmetrisch (max. / min.)	
Begrenzung des D-Anteils	symmetrisch (max. / min.)	

Die Beschreibung des [SYNTH-8](#) 

9.10 Feldbus

9.10.1 CAN-Bus Interface

Parameter	Wert	Bemerkungen
Zahl der CAN-Knoten	2	je ein potentialfreier, galvanisch isolierter Knoten (jeweils CAN IN und CAN OUT) pro Stecker
Anschluss-Stecker	2x DSUB-9	
Topologie	Bus	
Übertragungsprotokoll	per Software umschaltbar: CAN High Speed (max. 1 Mbaud) CAN Low Speed (max. 125 kbaud)	individuell für jeden Knoten nach ISO 11898 nach ISO 11519
Betriebsart	Multi Master Prinzip	
Datenflussrichtung	senden und empfangen	
Baudrate	5 kbit/s bis 1 Mbit/s	per Software einstellbar; Maximum je nach gewähltem Protokoll (High/Low)
max. Kabellänge bei Übertragungsrate	25 m bei 1000 kbit/s 90 m bei 500 kbit/s	CAN High Speed Verzögerung des Kabels 5,7 ns/m
Terminierung	120 Ω	per Software für jeden Knoten zuschaltbar
Isolationsfestigkeit	60 V	gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS)
Direktes Parametrieren von imc CANSAS Messmodulen	ja	über den CAN-Knoten des Gerätes mittels imc STUDIO

Zur [Anschlussbelegung](#)^[508] und der [Verkabelung](#)^[121] der CAN-BUS-Schnittstelle.



Hinweis

Remote Frame

imc Geräte unterstützen zurzeit keine Remote Frames (RTR) gemäß CAN Spezifikation.

9.10.2 CAN FD Bus Interface

Parameter	Wert	Bemerkungen
Zahl der CAN-Knoten	2	je ein potentialfreier, galvanisch isolierter Knoten pro Stecker
Anschluss-Stecker	2x DSUB-9	
Topologie	Bus	
Übertragungsprotokoll	per Software umschaltbar: CAN FD (ISO Standard) (max. 8 MBaud) non-ISO CAN FD (Draft) (max. 8 MBaud) CAN High Speed (max. 1 MBaud) CAN Low Speed (max. 125 KBaud)	individuell für jeden Knoten aktueller Standard nach ISO 11898-1:2015 früherer Entwurf (Bosch) nach ISO 11898 nach ISO 11519
Betriebsart	Multi Master Prinzip	
Datenflussrichtung	senden und empfangen	
Baudrate	5 kbit/s bis 8 Mbit/s	per Software einstellbar; Maximum je nach gewähltem Protokoll (FD/High/Low Speed)
Terminierung	120 Ω	per Software für jeden Knoten zuschaltbar
Isolationsfestigkeit	± 60 V	gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS)
Parametrieren und Betrieb von imc CANSAS Messmodulen	ja	über den CAN-Knoten des Gerätes mittels imc STUDIO (im CAN High Speed Modus)



Hinweis

Remote Frame

imc Geräte unterstützen zurzeit keine Remote Frames (RTR) gemäß CAN Spezifikation.

9.10.3 LIN-Bus Interface

Parameter	Wert	Bemerkungen
Knoten	2	pro Knoten LIN_IN / LIN_OUT
Anschluss-Stecker	2x DSUB-9	ein DSUB pro Knoten
Topologie	Bus	
Übertragungsprotokoll	LIN 2.1, LIN 2.0, LIN 1.3	LIN 1.3 und LIN 2.x können auf einem Bus gleichzeitig laufen.
Betriebsart	Master und/oder Slave	Master: mit fester Schedule-Tabelle im LDF-File
Datenflussrichtung Versenden Empfangen	Display Variablen, virtuelle Bits LIN Daten in Messkanälen	
Baudrate	1 bis 20 kbit	
Datendurchsatz	30 kS/s	
Terminierung	Pull up Widerstand	per Software schaltbar Master/Slave
Isolationsfestigkeit	60 V	gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS)

Zur [Anschlussbelegung](#)^[508] und der [Verkabelung](#)^[122] der LIN-BUS -Schnittstelle.

9.10.4 EtherCAT Slave Interface

Parameter	Wert	Bemerkungen
Knoten	1	
Anschluss-Stecker bei CRXT sonst	2x M8 2x RJ45	EtherCAT in / out
Übertragungsprotokoll	EtherCAT Specification – Part 4 Data Link Layer protocols specification EtherCAT Specification – Part 6 Application Layer protocol specification	Neben der zyklischen Datenübertragung auf EtherCAT Basis, ist die Konfiguration des Interface über CANopen® over EtherCAT (CoE) verfügbar
Betriebsart	Slave	
Datenflussrichtung Versenden Empfangen	Prozessvektor Prozessvektor	
Maximale Kabellänge	100 m	EtherCAT 100 Mbit/s
Maximaler Bustakt	200 µs (5 kHz)	
Maximale zyklische übertragbare Kanalanzahl	Bustakt/4,5 µs - 10	max. 34 Kanäle bei 200 µs Bustakt
Isolationsfestigkeit	Standard EtherCAT Spezifikation	

Zur [Anschlussbelegung](#)^[510] und der [Verkabelung](#)^[126] der EtherCAT-Schnittstelle.

9.10.5 FlexRay Interface

Parameter	Wert	Bemerkungen
Zahl der FlexRay Knoten	1 zusätzlich 1 Kaltstart Knoten	1x Channel A+B bei Modulen vom Typ FlexRay2
Anschluss-Stecker Standard	1x DSUB-9 pro Modul	optional 2x DSUB-9 (Kanal A u. B separat)
Topologie	Bus	
Übertragungsprotokoll	FlexRay Protokoll Spezifikation V3.0	
	XCP- Spezifikationen Universal Measurement and Calibration Version 1.2.0; Date: 2013-06-20"	<ul style="list-style-type: none"> ASAM_AE_MCD-1_XCP_BS_Protocol-Layer_V1-2-0.pdf "ASAM MCD-1 (XCP); Protocol; Protocol Layer Specification; ASAM_AE_MCD-1_XCP_AS_Flexray-Transport-Layer_V1-2-0.pdf "ASAM MCD-1 (XCP on FlexRay); Protocol; FlexRay Transport Layer;
Betriebsart	Sync-Knoten, Kaltstart-Knoten oder normaler Knoten	
Datenflussrichtung Versenden	Display Variablen, Virtuelles Bit, Prozessvektoren und Ethernet-Bits	Zyklisch und SingleShot-Frames mit imc Online FAMOS
Baudrate	2,5 / 5,0 oder 10,0 Mbit/s	
max. Kabellänge bei Übertragungsrate	siehe FlexRay Protokoll	
Datendurchsatz	max. 30 kSamples/s max. 60 kSamples/s	pro Modul aktuelle Module vom Typ "FexRay2"
Isolationsfestigkeit	60 V	gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS)

Zur [Anschlussbelegung](#)^[509] und der [Verkabelung](#)^[122] der FlexRay-Schnittstelle.

9.10.6 PROFIBUS Interface

Parameter	Wert	Bemerkungen
Knoten	1	
Anschluss-Stecker	1x DSUB-9 pro Modul	RS 485
Übertragungsprotokoll	DPV0, DPV1	
Betriebsart	Sniffer (Protokollieren der Buskommunikation)	kein Master, kein Slave
Baudrate	max. 12 Mbit/s	
max. Kabellänge bei Übertragungsrate	PROFIBUS Spezifikation	
Isolationsfestigkeit	60 V	gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS)

Zur [Anschlussbelegung](#)^[512] und der [Verkabelung](#)^[123] der PROFIBUS-Schnittstelle.

9.10.7 PROFINET -Interface

Profinet-Klasse	Wert	Bemerkungen
Knoten	1	
Gerätekategorie	IO-DEVICE	
Funktionsumfang	CC-C	Conformance Class C
Profinet-Zertifizierung	Netload Class III zertifiziert nach PNIO-version V2.34	
Zyklische Datenübertragung	RT, IRT	
Minimale unterstützte Buszykluszeit	250 µs	Isochronous Real Time (IRT)

Netzwerk-Anschluss	Wert	Bemerkungen
Anschlüsse	2x RJ45	interner Netzwerk-Switch Beschriftung: Port 1 und Port 2
Netzwerk	100 Mbit/s	Vollduplex mit Autonegotiation
Isolation	Standard Ethernet Spezifikation	
Realisierbare Topologien	Stern/Baum/Linie/Ring	

Konfigurations-Möglichkeiten	Wert	Bemerkungen
Unterstützte Variablenzuordnung	Kanäle, pv-Variable	Zuordnung zu Profinet-Variablen
Max. Anzahl pv-Variablen	800	allgemeines Systemlimit für imc CRONOS Geräte
Endianess Unterstützung	Big-Endian / Little-Endian	Byte-Reihenfolge (Motorola/Intel), über Assistenten
interner Datentypkonverter	ja	
Speichern / Laden von Konfigurationen	ja	über Assistenten
Validitätsprüfung von Konfigurationen	ja	über Assistenten
Anzahl steckbarer Slots	40	Profinet: logische Modulstruktur "Stecken" von Slots = Parametrierung logischer Einheiten
max. steckbare Ausgangsmodule	20	
Größe je Ausgangsmodul	64 Byte	
max. steckbare Eingangsmodul	20	
Größe je Eingangsmodul	64 Byte	
Maximaler E/A Prozessraum	je 1280 Byte	20 · 64 Byte

Zur [Anschlussbelegung](#)^[512] und der [Verkabelung](#)^[123] der PROFINET-Schnittstelle.

9.10.8 XCPoE Master-Slave Interface

Parameter	Wert	Bemerkungen
Knoten	1	
Anschluss-Stecker	1x RJ45	
Übertragungsprotokoll	"XCP -Part 1- Overview"; "XCP -Part 2- Protocol Layer Specification" "XCP -Part 3- Transport Layer Specification XCP on Ethernet (TCP_IP and UDP_IP)"; "XCP -Part 4- Interface Specification"	Ver. 1.0; ASAM e.V. Ver. 1.0; ASAM e.V. Ver. 1.0; ASAM e.V. Ver. 1.0; ASAM e.V.
Betriebsart (Bestelloption)	Master oder Slave	A2L-Datei wird eingelesen (auch XCPplus wird unterstützt) A2L-Datei wird erstellt
Versendbare Kanaltypen sofern als Slave betrieben	einige Messkanäle (analoge, digitale, Feldbus-, sowie virtuelle Kanäle (OFA))	
Datenrate pro Kanal	max. 50 kHz max. 10 kHz	je nach Systemkonfiguration Slave Master
Max Kabellänge	100 m	
Hardware Schnittstelle (Physical Layer)	Ethernet 100 Mbit/s	
Isolationsfestigkeit	Standard Ethernet Spezifikation	

Zur [Anschlussbelegung](#) ⁵⁰⁹ und der [Verkabelung](#) ¹²² der XCPoE-Schnittstelle.

9.10.9 IPTCom Interface

Parameter	Wert	Bemerkungen
Knoten	1	
Anschluss-Stecker	1x RJ45	
Betriebsart	Slave	
Datenflussrichtung Empfangen	SINT16/FLOAT-Kanäle	
Datenrate	max. 100 kS/s	Summe
Ethernet	100 Mbit/s	
Isolationsfestigkeit	60 V	gegen Systemmasse (Gehäuse, CHASSIS)

9.10.10 MVB-Bus Interface

Parameter	Charakteristik
Knoten	1
Übertragungsmedium	Kupfer, RS485
Anschluss-Stecker	2x DSUB-9
Topologie	Bus
Übertragungsprotokoll (Normen)	IEC 61375-3-1 Electronic Railway Equipment - Train Communication Network - Part 3-1: MVB - Multipurpose Vehicle Bus IEC 61375-3-2 Electronic railway equipment - Train communication Network - Part 3-2: MVB - Multipurpose Vehicle Bus Conformance Testing
Physical Layer	EMD Electrical Middle distance medium rückwirkungsfreier Abgriff der Daten oder ESD+ Electrical short distance
Betriebsart	Loggen von zyklischen Prozessdaten
Leitungslänge	200 m mit bis zu 32 Teilnehmern
Redundanz	doppelt
Datenrate	1,5 Mbit/s
Adressraum	4095 physikalische Geräte, 4095 logische Ports, 8-Bit Stationsadresse für Botschaften
Frame-Größe	16, 32, 64, 128 und 256 Bit
Isolationfestigkeit	500 V _{RMS} (1 min.)

Zur [Anschlussbelegung](#)⁵¹³ und der [Verkabelung](#)¹²⁴ der MVB-Bus Schnittstelle.

9.10.11 ARINC-Bus Interface

Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Anzahl der Receive Kanäle	8		empfangen
Anzahl der Transmit Kanäle	4		senden
Anschluss-Stecker	2x DSUB-15		
Übertragungsprotokoll	ARINC 429		
Baudrate	Low (12,5 kbit/s) High (100 kbit/s)		
Max Spannung für jeden Rx Anschluss		±29 V	gegen Systemmasse (CHASSIS)
Spannung für jeden Tx Anschluss	5 V	4,5 V / 5,5 V	gegen GND "Null": min -0,25 V .. max 0,25 V
	10 V	9 V / 11 V	differentiell "Null": min -0,5 V .. max 0,5 V
Isolationsfestigkeit	keine galvanische Isolation		

Zur [Anschlussbelegung](#)⁵¹¹ und der [Verkabelung](#)¹²² der ARINC-Schnittstelle.

9.10.12 RoaDyn Interface

Das RoaDyn® Interface bietet eine Schnittstelle zwischen dem RoaDyn® System von Kistler und dem imc CRONOS-System. Kompatible Kistler Versionseinheiten sind 4.01a, 4.01b und c mit DSP-Typ VC33.

Dieses imc Interface ist eine Konfiguration für ein imc CRONOS-System, die ab Werk in das Gerät eingebaut wird.

Parameter	Wert	Bemerkungen
Knoten	Interface für ein Kistler 2000 System für max. 4 Räder	
Anschluss-Stecker	2x BNC RJ45	Clock und Trigger Datenschnittstelle
Kanäle	sämtliche Kanäle des RoaDyn® Systems verfügbar: 10 Hauptkanäle (3x Kraft, 3x Moment, Winkel, Winkelgeschwindigkeit, Temperatur, Versorgungsspannung Zusätzlich sämtliche Zusatz und Service-Kanäle (Einzelkräfte, Fehlerfälle etc.)	
Übertragungsmedium	Ethernet 100 Mbit/s	10/100 Mbit/s, zulässige Kabellänge bei 100 Mbit/s Ethernet max. 100 m gemäß IEEE 802.3
Verzögerung der getesteten Kistler Einheiten - Version: 4.01a - DSP-Type: SBC31	2 ms plus 16 Samples	gesamte Verzögerung ist in der Datenverarbeitung kompensiert imc Online FAMOS kalkuliert mit den Messdaten
Abtastrate	max. 1 kHz synchronisiert zum imc System	

9.11 Erweiterungen

9.11.1 SEN-SUPPLY

Parameter	Wert typ.		max.	Bemerkungen
Konfigurationen	5 einstellbare Bereiche			Das Sensorversorgungsmodul stellt immer nur 5 wählbare Spannungsbereiche zur Verfügung: Standardbereiche: +5 V bis +24 V
Ausgangs-Spannung	Spannung	Strom	Nettoleistung	global wählbar für alle Kanäle pro Modul Auf Anfrage kann +12 V durch +2,5 V ersetzt werden. Auf Anfrage kann +15 V durch ±15 V ersetzt werden.
	(+2,5 V)	580 mA	1,5 W	
	+5,0 V	580 mA	2,9 W	
	+10 V	300 mA	3,0 W	
	+12 V	250 mA	3,0 W	
	+15 V	200 mA	3,0 W	
	+24 V	120 mA	2,9 W	
	(±15 V)	190 mA	3,0 W	
Isolation Standard	nicht isoliert			gegenüber Gehäuse
Optional auf Anfrage	isoliert			nominal 50 V, Testspannung (10 sec.) 300 V, nicht möglich bei Option ±15 V
Kurzschlusschutz	unbegrenzte Dauer			gegenüber Bezugsmasse der Ausgangsspannung
Genauigkeit der Ausgangsspannung	<0,25 %		0,5 % 0,9 % 1,5 %	an den Anschluss-Steckern, Leerlauf bei 25°C über vollen Temperaturbereich zzgl. bei optionaler bipolarer Ausgangsspannung
Wirkungsgrad		typ. 72 % typ. 66 % typ. 55 % typ. 50 %		10 V bis 24 V nicht isolierte Variante 5 V 10 V bis 24 V isolierte Variante 5 V
Max. kapazitive Last		>4000 µF >1000 µF >300 µF		2,5 V bis 10 V 12 V, 15 V 24 V

 [Verweis](#)

[Die Beschreibung finden Sie hier](#)  ²⁷⁴.

9.11.2 CRFX/SEN-SUPPLY-4

Sensorversorgung		
Parameter	Wert	Bemerkung
Kanäle	4	
Anschlüsse		
Sensor	DSUB-9	direkter Anschluss von Stromwandlern (z.B. LEM Ultrastab, Danisense oder Stromzangen)
Verstärker	LEMO.FGG.1B.307	direkter Anschluss beliebiger Verstärker über LEMO-Patchkabel
Versorgung	LEMO.EGE.1B.302 (Buchse)	multikodiert 2 Nuten (E-kodiert: 48 V) empfohlener Stecker: LEMO.FGE.1B.302
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig	CRFX-Systembus (EtherCAT) und Versorgungsspannung: durchgeschleift zur Ankopplung weiterer CRFX-Module
Ausgangsspannung	±15 V	
Genauigkeit der Ausgangsspannung Temperaturkoeffizient	±2% typ. ±0,02%/K	an den Anschluss-Steckern, Leerlauf 25°C
Ausgangsleistung	max. 48 W	4 Kanäle insgesamt, dauerhaft
Strombegrenzung	typ. 1080 mA ¹	pro Kanalgruppe 1+2 oder 3+4 (max. 2 Wandler IN-1000 bzw. DS600ID pro Modul)
Kurzschlusschutz	unbegrenzte Dauer	automatischer Neustart aller Kanäle
Kapazitive Last	>470 µF	pro Kanal
Wirkungsgrad	typ. 80%	Volllast, 25°C
Isolation	60 V	Blockisolation der gesamten globalen Sensorversorgung (für alle 4 Kanäle, gemeinsamer Bezug "-SUPPLY, GND") gegenüber Gehäuse (CHASSIS, PE), sowie gegenüber Versorgungseingang
Status-Anzeige	kanalindividuelle LED	Anzeige des Fehlerstatus vom Sensor (Signal bzw. Schaltkontakt) oder Überlast der Versorgung
TEDS	TEDS-Speicher in DSUB-9 Anschlusstechnik (Kenndaten und Skalierungsinformationen)	TEDS-Signale werden durchgeleitet an den angeschlossenen (TEDS-fähigen) Verstärker

- 1 jeweils die Paare k1+k2 bzw. k3+k4 sind mit 1080 mA gemeinsam abgesichert; typ. Betriebsbeispiele:
 4 x 540 mA (z.B. 4 x IT-405) an k1/k2/k3/k4
 2 x 1080 mA (z.B. 2 x IN-1000 bzw. DS600ID) an Kanal k1 und k3; k2/k4 dabei unbenutzt

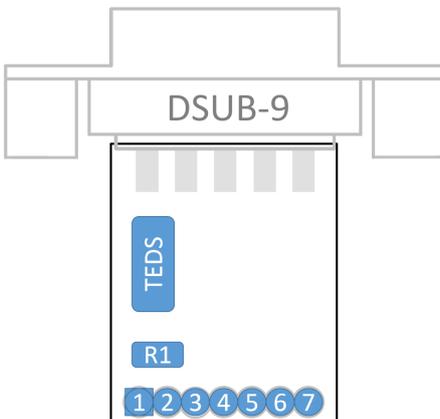
Spannungsversorgung des Moduls		
Parameter	Wert	Bemerkung
Versorgung	20 V bis 50 V DC	nur über LEMO.1B Buchse
Isolation	60 V	nominale Isolationsspezifikation des Versorgungseingangs
Power-over EtherCAT (PoEC)	nicht unterstützt	DC Versorgung über EtherCAT Netzwerk
Leistungsaufnahme	max. 65 W	20 V bis 50 V DC

Verfügbare Leistung zur Versorgung weiterer extern verbundener imc CRONOSflex Module (Klick Mechanismus)	
Direkt verbundene imc CRONOSflex-Module über Modul-Steckverbinder	<p>3,1 A (maximaler Strom)</p> <p>Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung) <p>Bezieht sich nur auf die durchgeschleifte Versorgung (in/out). Das Modul selbst wird stets individuell aus LEMO-Anschluss versorgt</p>

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betauung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage
Abmessungen	62 x 118 x 186 mm	B x H x T
Gewicht	860 g	

Anschlussstecker für Sensorik			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Stecker	DSUB-9		Lötanschlüsse in der Steckerhaube
Interner Arbeitswiderstand Rm	1 Ω, 5 Ω, 10 Ω		SEN/DSUB9-xR: für Wandler mit Stromausgang
	keiner		SEN/DSUB9-NR: für Sensoren mit Spannungsausgang
Genauigkeit für Rm kalibrierte Ausführung	10 Ω	0,009 %	siehe separates Datenblatt "Kalibrierung und TEDS"
	5 Ω	0,012 %	
	1 Ω	0,036 %	
	nicht kalibriert		
	10 Ω	0,050 %	
	5 Ω	0,050 %	
Temperaturdrift	0,05 ppm/°C		0 bis +60 °C
	0,2 ppm/°C		-55 bis +125 °C
Drift durch Eigenerwärmung	5 ppm / W		
Langzeit-Stabilität		50 ppm (= 0.005 %)	10 000 h @ 1 W
Belastbarkeit		1 W	+70°C
		0,8 W	+85°C
Betriebstemperaturbereich	-40 bis +85°C		

Kontaktierung des Anschlusssteckers für Sensorik (SEN/DSUB9-xxR)



Pad	Signal	LEM (I_{out})	Sensor (V_{out})	Bemerkung
1	-SUPPLY	-SUPPLY	-SUPPLY	-15 V
2	+SUPPLY	+SUPPLY	+SUPPLY	+15 V
3	FAIL	STATUS	n.c.	offen: Fehler
4	GND	STATUS_GND	n.c.	Kontakt zu FAIL
5	GND	PWR_GND	PWR_GND	Power-GND
6	-IN	n.c.	+SIGNAL	$-V_{out}$
7	+IN	I_OUT	-SIGNAL	$+V_{out} / +I_{out}$
R1	Brücke	n.c.	OR (Brücke)	FAIL = 0 (OK)

Verweis

Die Beschreibung des [CRFX/SEN-SUPPLY-4](#) ²⁷³

9.11.3 CRFX/WFT-2

Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingänge	2	für zwei WFT Messräder
Anschlusstechnik Versorgungsbuchse	2x LEMO.ERA.1E.306 1x LEMO.EGE.1B.302	Messradanschluss multikodiert 2 Nuten, zur optionalen individuellen Versorgung
EtherCAT Anschluss	2x RJ45	Systembus für räumlich verteilte imc CRONOSflex Systeme
Modul-Steckverbinder	2x 20-polig	zur direkten Versorgung und Vernetzung (Systembus) ohne weitere Kabel

Parameter	Wert	Bemerkungen
Kanäle	36 $F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$ Umdr, Drehz, Temp $rot_f_x, rot_f_z, rot_m_x, rot_m_z$ Winkel, sin, cos Status, Aux	18 analoge Kanäle pro Messrad: Kräfte und Momente Umdrehungen, Drehzahl, Temperatur rot. Koordinatensystem Winkelgrößen Status, Aux
Abtastrate	≤ 10 kHz	Abtastrate und Filtereinstellungen gelten für alle Kanäle eines Anschlusses.
Filter (digital) Charakteristik Frequenz Ordnung	Tiefpass Butterworth, Bessel 5 Hz bis 500 Hz 5 Hz bis 1 kHz 8. Ordnung	individuell wählbar bei Bessel bei Butterworth
Auflösung	16 Bit	

Sensorversorgung für das WFT-C^x bzw. -C^{xs}

Parameter	Wert (typ. / max.)	Bemerkungen
Eingangsspannung	10 V bis 50 V DC	
Ausgangsspannung	12,2 V DC	Leerlauf, 25 °C
Ausgangsleistung	10 W (max.)	je Kanal
Wirkungsgrad	typ. 83 %	Volllast, 25 °C
Kapazitive Last	>800 μ F	pro Kanal
Isolation	isoliert	kanalindividuell gegenüber Gehäuse und Eingang nominal 60 V
Kurzschlusschutz	unbegrenzte Dauer	automatischer Neustart
Genauigkeit der Ausgangsspannung Temperaturkoeffizient	± 1 % typ. $\pm 0,02$ % / K	an den Anschluss-Steckern, Leerlauf 25 °C

Spannungsversorgung	Wert	Bemerkungen
Versorgung	10 V bis 50 V DC	
Leistungsaufnahme	5 W plus 13 W pro WFT	

Im folgenden Kapitel finden Sie die [LEMO Pinbelegung](#) ⁵⁰⁵.

Den Aufbau und der Umgang mit dem **caemax** Messrad finden Sie in einer separaten Dokumentation.

9.11.4 Farb Display

Parameter	Wert	
Display	5,7 ² TFT	
Farben	65536	
Auflösung	320 x 240	
Backlight	LED	
Kontrast (typ.)	600:1	
Helligkeit (typ.)	450 cd/m ²	
Verbindungsleitung	RS232, max. 2 m	
Baugröße (B x T x H)	192 x 160 x 30 mm (ohne Anschlüsse)	
Größe des Anzeigenfeldes	ca. 11,5 x 8,6 cm	
Gewicht	ca. 1 kg	
Versorgungsspannung	9 V bis 32 V _{DC} 6 V bis 50 V _{DC} auf Anfrage	
Leistungsaufnahme	ca. 3 W bei 100% Backlight	
Temperaturbereich	-20°C bis +60°C ≤+85°C	Betriebstemperatur Modul-Innentemperatur
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%, siehe DIN EN61010-1	
Anschlüsse	DSUB-9 (female) zum Anschluss ans Messgerät 3 polig Binder (Metall) für externe Stromversorgung	
Sonstiges	Folientastatur mit 15 Tasten Robustes Metallgehäuse Entspiegelte Glasscheibe zum Schutz des Displays	

Die [Beschreibung des Display](#) ¹⁰³ und zur [Anschlussbelegung](#) ⁵⁰⁷.

Mitgeliefertes Zubehör

	Artikel Nr.
• Modemkabel für den erweiterten Temperaturbereich	
• ACC/POWER-SUPPLY AC/DC Tischnetzteil mit Steckertyp Binder	1350043
• ACC/POWER-PLUG4 Power Stecker	1350052

9.11.5 Power Handle (CRFX/HANDLE-POWER)

Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingangsspannungsbereich	7 V bis 50 V DC	
Abschaltswelle (typ.)	5,9 V	min. Eingangsspannung (Leerlauf)
Wiedereinschalten (typ.)	9,5 V	min. Eingangsspannung (Leerlauf)
Ausgangsspannung	50 V DC	konstant, über gesamten Eingangsspannungsbereich reguliert
Ausgangsleistung	100 W 70 W	10 V bis 50 V DC Eingang $V_{in} \cdot 10 A$
Kurzschluss-Schutz	dauerhaft	
Isolation	von CHASSIS isoliert, keine Eingang-zu-Ausgang Isolation	Bei Anschluss einer CRFX-Basiseinheit (mit nicht-isoliertem Versorgungseingang) wird die Versorgungsspannung dann geerdet.
Versorgungsbuchse (Eingang)	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten, kompatibel mit folgenden Steckern: LEMO.FGG.1B.302 (Standard) LEMO.FGE.1B.302 (E-kodiert: 2 Kodier - Nasen)
Remotebuchse	LEMO.1B.306	
Zusätzliche Ausgangs- Versorgungsbuchsen	LEMO.1B.304	5 Buchsen zur Versorgung zusätzlicher Einheiten und Blöcke, die nicht über den CRFX Modul-Steckverbinder angeschlossen sind.
USV Funktionalität	keine	siehe NiMH oder Li-Ion USV Variante

Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis 85°C	Betauung temporär zulässig



Verweis

Li-Ion USV Variante

[Technische Daten: Griff mit Li-Ion Batterien \(CRFX/HANDLE-LI-IO-L\)](#)  477

9.11.6 USV-NiMH (CRFX/HANDLE-UPS-NIMH-L)

Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingangsspannungsbereich	10 V bis 50 V DC	
Abschaltswelle (typ.)	9,6 V	min. Eingangsspannung (Leerlauf)
Wiedereinschalten (typ.)	10,9 V	min. Eingangsspannung (Leerlauf)
Ausgangsspannung	50 V DC	konstant, über gesamten Eingangsspannungsbereich reguliert
Max. Ausgangsleistung	100 W	10 V bis 50 V DC
Kurzschluss-Schutz	dauerhaft	
Isolation	von CHASSIS isoliert, kein Eingang-zu-Ausgang Isolation	Bei Anschluss einer CRFX-Basiseinheit (mit nicht-isoliertem Versorgungseingang) wird die Versorgungsspannung dann geerdet.
Versorgungsbuchse (Eingang)	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten, kompatibel mit Steckern: LEMO.FGG.1B Standard; LEMO.FGE.1B (E-kodiert: 2 Kodiernasen)
Remotebuchse	LEMO.1B.306	
Ein/Aus Taster	✓ ¹	insb. zur Verwendung mit imc EOS
Zusätzliche Ausgangs-Versorgungsbuchsen	LEMO.1B.304	5 Buchsen zur Versorgung zusätzlicher Einheiten und Blöcke, die nicht über den CRFX Modul-Steckverbinder angeschlossen sind.
Gewicht	2,06 kg	
USV Akkutyp	NiMH	
USV Effektive Pufferkapazität	≥55 Wh	typ. 25°C, vollgeladene Batterie
USV max. Pufferdauer (Überbrückungszeit)	>30 min	typ. 25°C, je nach Gerätevariante und Systemgröße (Gesamtleistung ≤100 W, Nettoeingangsleistung)
USV Puffer-Zeitkonstante (einstellbar über Drehschalter)	16 Positionen (0..9, A..F): 0s, 1s, 2s, 5s, 10s, 30s, 1min, 2min, 5min, 10min, 30min, 1h, 2h, 5h, 10h, maximal	Bestimmt Zeitdauer eines kontinuierlichen Spannungsausfalls, nach dem eine automatische Abschaltung ausgelöst wird.
Ladeleistung	2,5 W (typ.)	Gerät eingeschaltet
Ladezeitverhältnis: Ladezeit / Entladezeit	Entladezeit · 1,2 · (Gesamtleistung / 2,5 W)	worst case Bsp.: Gesamtleistung des Systems 100 W; Pufferdauer 1 min., resultierende Ladedauer ≤48 min (Ladezeitverhältnis 48:1)
Ladedauer für vollständige Batterieladung	36 h	

- (1) In Verbindung mit imc CRONOSflex kann sowohl der tastende Hauptschalter an der CRFX Basiseinheit oder der Taster am Power-Handle verwendet werden, beide werden "synchronisiert". In Verbindung mit imc EOS ist bei diesem typischerweise der rastende Hauptschalter dauerhaft gedrückt. Das Gesamtsystem wird dann durch den tastenden Hauptschalter des Power-Handle ein- und ausgeschaltet.

9.11.7 USV-Li-Ion (CRFX/HANDLE-LI-IO-L)

Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingangsspannungsbereich	10 V bis 50 V DC	
Abschaltsschwelle (typ.)	9,6 V	min. Eingangsspannung (Leerlauf)
Wiedereinschalten (typ.)	10,9 V	min. Eingangsspannung (Leerlauf)
Ausgangsspannung	50 V DC	konstant, über gesamten Eingangsspannungsbereich reguliert
Max. Ausgangsleistung	100 W	10 V bis 50 V DC
Kurzschluss-Schutz	dauerhaft	
Isolation	von CHASSIS isoliert, kein Eingang-zu-Ausgang Isolation	Bei Anschluss einer CRFX-Basiseinheit (mit nicht-isoliertem Versorgungseingang) wird die Versorgungsspannung dann geerdet.
Versorgungsbuchse (Eingang)	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten, kompatibel mit folgenden Steckern: LEMO.FGG.1B.302 (Standard) LEMO.FGE.1B.302 (E-kodiert: 2 Kodier - Nasen)
Remotebuchse	LEMO.1B.306	
Ein/Aus Taster	✓ ²	insb. zur Verwendung mit imc EOS
Zusätzliche Ausgangs-Versorgungsbuchsen	LEMO.1B.304	5 Buchsen zur Versorgung zusätzlicher Einheiten und Blöcke, die nicht über den CRFX Modul-Steckverbinder angeschlossen sind.
Gewicht	2,34 kg	
USV Akkutyp	2x Li-Ion Smart Batterie	
USV Effektive Pufferkapazität	196 Wh ³	typ. 25°C, vollgeladene Batterie
USV max. Pufferdauer (Überbrückungszeit)	>1 h	typ. 25°C, je nach Gerätevariante und Systemgröße (Gesamtleistung ≤100 W, Nettoeingangsleistung)
USV Puffer-Zeitkonstante (einstellbar über Drehschalter)	16 Positionen (0..9,A..F): 0s, 1s, 2s, 5s, 10s, 30s, 1min, 2min, 5min, 10min, 30min, 1h, 2h, 5h, 10h, maximal	Bestimmt Zeitdauer eines kontinuierlichen Spannungsausfalls, nach dem eine automatische Abschaltung ausgelöst wird.
Ladeleistung	37 W (typ.)	Gerät eingeschaltet kurzzeitig größere Ladeleistung möglich
Ladezeitverhältnis: Ladezeit / Entladezeit	Entladezeit · (Gesamtleistung / 37 W)	worst case Beispiel: Gesamtleistung des Systems 100 W Pufferdauer 1 min., resultierende Ladedauer ≤3 min (Ladezeitverhältnis 3:1)
Ladedauer für vollständige Batterieladung	6 h	

(2) Ab Lieferdatum ca. 2023, davor kein Ein/Aus Taster

(3) Ab Lieferdatum FEB-2019, davor 138 Wh

Li-Ion Smart Batterien enthalten in CRC/B-Li-IO-1 und CRC/B-Li-IO-2		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Ladedauer pro Li-Ion Akku	3 h	Gerät muss dabei eingeschaltet sein
Kapazität pro Li-Ion Akku	98 Wh ⁴	Nominal bei 21°C Die tatsächliche Kapazität ist last- und temperaturabhängig. Bei Temperaturen unter 0°C ist die tatsächlich nutzbare Kapazität auf einen prozentualen Anteil der Nominal-Kapazität reduziert Beispiel (bei Belastung von ca. 40 W): ca. 85% bei -10°C ca. 55% bei -20°C
Betriebstemperatur Bereich Betrieb (Entladung)	-20°C bis +69°C	Arbeitsbereich der Pufferfunktion Bei Temperaturen über 60°C wird zum Schutz des Akkus die Pufferzeit der USV auf 15 Sekunden reduziert
	-10°C bis +50°C	Spezifizierter Temperaturbereich des Smart Batterie Herstellers Hersteller der einzelnen Li-Ion Zellen der Smart Batterien spezifizieren einen Temperaturbereich beim Entladen von -20°C bis +60°C
	+75°C ± 5°C	Deaktivierung der Batterie: interne Schutzschaltung der Smart Batterien verhindern eine Entladung
Laden	0°C bis +45°C	oberhalb von +45°C wird eine Ladung des Akku unterbunden (erkennbar an nicht blinkender grüner Ladezustands-LED)
Lagerung	-20°C bis +60°C	
Passive Temperatursicherung	+93°C (Toleranz: +0°C, -5°C)	Die passive Temperatursicherung ist nach einmaliger Aktivierung nicht rücksetzbar und macht somit den Akku unbrauchbar!
Relative Luftfeuchtigkeit	≤80%	

Hinweis: Die **Smart Batterien** sollten für eine optimale Lebensdauer mindestens alle 3 Monate vollständig geladen werden. Das Gerät in dem sich die Smart Batterien befinden, ist dabei für die Dauer der Ladung einzuschalten!

(4) Ab Lieferdatum FEB-2019, davor 69 Wh

9.11.8 DSUB-15 Klemmenstecker

Parameter	Wert	Bemerkungen
Anzahl der Klemmen Standard Spezial	18 20 24 25	z.B. ACC/DSUBM-B2, -U4, -UNI2, z.B. ACC/DSUBM-T4 ACC/DSUBM-TEDS-T4 ACC/DSUBM-HD-I4, HD-B4 (DSUB-26)
Gehäusematerial	Metall	Zinkdruckguss (vernickelt)
Steckertyp	DSUB-15 DSUB-HD-26	ACC/DSUBM-xx ACC/DSUBM-HD-xx
Schutzgrad	IP20 IP65	ACC/DSUBM-xx ACC/DSUBM-xx-IP65
Verwendbarer Drahtdurchmesser	max. 1,5 mm ² entsprechend AWG 16	Litze mit Adernendhülsen
Kabeldurchführung max. Durchlass am Dichteinsatz bei ACC/DSUBM-xx bei ACC/DSUBM-xx-IP65	∅ 9 mm Dichteinsatz schwarz Dichteinsatz gelb	sowohl schwarze als auch gelbe mit Knickschutztülle ohne Knickschutztülle
Spannbereich Dichteinsatz	5,5 bis 7,5 mm	auf Anfrage andere Größen ² möglich
Verriegelungsschrauben	2x M2.5 X 58 mm 2x M2.5 X 65 mm	ACC/DSUBM-xx, passend für entsprechende Verriegelung an das imc Gerät ACC/DSUBM-xx-IP65 passend für die Geräte der imc SL-Serie (imc CRONOS-SL / imc CANSAS-SL) und der imc XT-Serie (imc CRONOS-XT)
Abmessungen (L x B x H)	118 x 55,2 x 19 mm 77,5 x 55,2 x 19 mm	mit Knickschutztülle ohne Knickschutztülle
Gewicht	typ. 140 g	Metall-Stecker

2 Ab dem 01.01.2019 ist der bisher verwendete Dichteinsatz: 4 bis 6,5 mm nicht mehr lieferbar.

9.11.9 ACC/DSUB-ICP

Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Nutzbar mit	BR(2)-4, DCB(2)-8, ISO(2)-8, LV(2,3)-8, LV-16, SC(2)-32, UNI(2)-8		mit DSUB-15 Anschlüssen
Eingänge		4 2	differentiell, nicht isoliert ACC/DSUB-ICP4 ACC/DSUB-ICP2
Eingangskopplung		DC ICP	Stromquelle, Hochpass 1. Ord.
Stromaufnahmen pro Stecker		<0,2 A <0,1 A	ACC/DSUB-ICP4 ACC/DSUB-ICP2
Spannungsmessung			
max. Eingangsspannung Spannung ICP		±60 V -3 V bis 50 V ±3 V	dauernd gegen Gerätemasse an +IN1, ..., +IN2 bzw. +IN4 an -IN1, ..., -IN2 bzw. +IN4
Eingangswiderstand Spannung ICP	1 MΩ 10 MΩ 20 MΩ 0,33 MΩ 0,91 MΩ		entsprechend der Messbereichsgruppen der verwendeten Messeingänge differentiell Single-ended
ICP™-, DELTATRON®-, PIEZOTRON®-Sensoren			
Hochpassgrenzfrequenz	3 Hz 1 Hz	±30% ±30%	-3 dB, AC, differentiell, entsprechend des Eingangswiderstandes des verwendeten Messeinganges 1 MΩ 10 MΩ, 20 MΩ
Konstantstrom	4,2 mA	±10%	
Spannungshub	25 V	>24 V	
Quellwiderstand	280 kΩ	>100 kΩ	

[Die Beschreibung finden Sie hier.](#) 

9.11.10 ACC/DSUBM-ICP2I-BNC(-S/-F)

Parameter	Wert typ.	min./ max.	Bemerkungen
Nutzbar mit Kanaltypen	imc Messverstärker		mit DSUB-15 Anschlüssen
Volle Unterstützung			nur mit CRFX, CRXT Gerätefamilie: Software-Unterstützung mit Varianten- unterscheidung (-F/-S), volle Sensor TEDS Unterstützung inkl. des Sensor Typs DS2431 und eine verbesserte Nullpunkt- Genauigkeit
	Brückenverstärker UNI2-8, UNI-4, DCB2-8, B-8 Cx-70xx, Cx-50xx		Typen mit 2 Kanälen pro DSUB-15 imc CRONOS Gerätefamilie entsprechende Geräte der imc C-SERIE
	Spannungsverstärker LV3-8 Cx-12xx		Typen mit 4 Kanälen pro DSUB-15: erster und dritter Kanal wird benutzt imc CRONOS Gerätefamilie entsprechende Geräte der imc C-SERIE
Basis Unterstützung			Basis ICP-Funktion
	Brückenverstärker BR2-4		Typen mit 2 Kanälen pro DSUB-15 imc CRONOS Gerätefamilie
	Spannungsverstärker ISO2-8, ISOF-8, LV-16, SC2-32 Cx-10xx, Cx-41xx		Typen mit 4 Kanälen pro DSUB-15: erster und dritter Kanal wird benutzt imc CRONOS Gerätefamilie entsprechende Geräte der imc C-SERIE
Eingänge	2		BNC
Eingangskopplung	ICP		Stromquelle, Hochpass 1. Ordnung
Isolation	kanalindividuell isolierte ICP-Konditionierung (Stromspeisung)		Isolation des Messkanals hängt vom verwendeten Messverstärker ab (z.B. sind beim ISO2-8 die Kanäle isoliert)
Isolationsspannung		≤±50 V	gegen Systemmasse (Schutzerde) und Kanäle untereinander
Max. Eingangsspannung		<±40 V	am BNC Eingang
Konstantstrom	4,2 mA	±10%	
Spannungshub	24 V	>22 V	
Quellwiderstand der Stromquelle	340 kΩ	>100 kΩ	wirkt parallel zur Eingangsimpedanz des Verstärkers
Fehlersignalisierung	LED		Kabelbruch und Kurzschluss
TEDS	IEEE 1451.4 konform Class I MMI für ausgewählte Verstärkertypen und nur bei CRFX und CRXT		Sensor mit Stromspeisung unterstützt ab imc STUDIO 5.0R1

AC-Kopplung: Hochpass-Grenzfrequenz (-3 dB) und typ. Einschwingzeiten - Note (1)			
Parameter	Wert typ.		Bemerkungen
	Variante -S "slow"	Variante -F "fast"	
AC-Kopplung	235 nF 10 MΩ	235 nF 1 MΩ	RC Hochpass im Stecker resultierender Hochpass wird gebildet mit der zusätzlichen Eingangsimpedanz des Verstärkers (je nach Typ und Messbereich)
Typ. Einschwingzeit t_s	ca. 10 s	ca. 1 s	beim Einschalten bzw. Aktivieren
Bei Verstärkertypen mit Software-Unterstützung imc CRONOScompact (CRC), C-SERIE UNI2-8, DCB2-8, LV3-8	0,40 Hz	<1 Hz t_s ca. 5 s	Erkennung, zusätzlicher digitaler Hochpass <i>langes Einschwingen bei beiden Varianten; bei der F-Variante: Einschwingzeit $t_s = 5$ s</i>
imc CRONOSflex (CRFX) UNI2-8, DCB2-8, LV3-8	0,12 Hz	<1 Hz	<i>Zeitkonstante des digitalen HP angepasst sowohl für die S- als auch F-Variante</i>
Alle weiteren Verstärkertypen ohne Software-Unterstützung Je nach Eingangsimpedanz: 10 MΩ 1 MΩ	0,14 Hz 0,75 Hz	<1 Hz <1,5 Hz	keine Erkennung, ohne digitalen Hochpass z.B. ISO2-8, Messbereiche ≤ 2 V z.B. ISO2-8, Messbereiche ≥ 5 V

- (1) Die Grenzfrequenz und Einschwingzeit ergibt sich als Kombination einer analogen AC-Kopplung (abhängig von der Eingangsimpedanz des Verstärkers) und einem digitalen Hochpass (sofern von der Software unterstützt). Der digitale Hochpass dient zur Unterdrückung kleiner Rest-Offsets, die durch Eingangsströme des Verstärkers in Verbindung mit der hochohmigen AC-Kopplung entstehen können.

Verweis

Im folgenden Kapitel finden Sie [die Beschreibung](#). 

9.11.11 ACC/DSUBM-ESD

Zwischenstecker zur Unterdrückung von ESD-Störungen für beliebige Module mit DSUB-15 Anschlüssen.

Parameter	Wert	Bemerkungen
nutzbar mit Kanaltypen	für beliebige Module, z.B.: analoge Eingänge analoge Ausgänge (DAC) Zählermodule (ENC) digital (DIO)	Module mit DSUB-15 Anschluss
Eingänge	15 einheitlich gefilterte Signalleitungen	unabhängig von aktueller Kanalzahl und Signalbelegung nutzbar
ESD-Filter Struktur	T-Filter: Ferrit - Kondensator - T-Ferrit	uniforme Filter für 15 Signalleitungen am DSUB (Ein- oder Ausgänge)
Filter Komponenten	Ferrite: 500 Ω bei 100 MHz Kondensator: 1 nF T-Ferrit: 1 nF, 35 dB @ 100 MHz	
DC-Widerstand (Ferrit)	65 m Ω 2 A	Strombelastbarkeit der Serienelemente (Ferrite)
Nennspannung	33 V _{AC} 70 V _{DC}	Gleichtaktspannung gegen CHASSIS Der Stecker ist zum Anschluss an Stromkreise mit den genannten Spannungen vorgesehen.
Filter-Dämpfung	keine Angabe (im MHz Bereich)	Abhängig von realen Bedingungen bzgl. Schirmung, Quellimpedanz, Signaleingangs-Typ etc. Bei ausreichend kleinen Quellimpedanzen kein signifikanter Einfluss im Bereich der Nutzsignal-Bandbreite.
Anschluss-Stecker	DSUB-15 Zwischen-Stecker (male / female)	

Die Beschreibung des [ACC/DSUBM-ESD Erweiterungssteckers](#)  114

9.11.12 ACC/DSUB-ENC4-IU

Zubehör: Stecker für den Anschluss von Drehgeber-Sensoren mit Stromausgang an die Inkrementalgeber-Module.

Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingänge	4 + 1	differenziell, nicht isoliert
Eingangskopplung	DC	
Bereich		
4 Hauptkanäle:	±12 µA	
1 Index-Kanal:	±24 µA	
Empfindlichkeit		Vout
4 Hauptkanäle:	- 0,2 V/µA	
1 Index-Kanal:	- 0,1 V/µA	
Eingangswiderstand		
4 Hauptkanäle:	200 kΩ	
1 Index-Kanal:	100 kΩ	
Spannungsausgang	differenziell	Differenz-Signal "+Vout" – "-Vout" von ENC-4 Modul ausgewertet
Ausgangs-Pegel	ca. 0 V bis 5 V +Vout = 2,5 V - 0,2 V / µA -Vout = 2,5 V	Hauptkanäle
analoge Bandbreite		
4 Hauptkanäle:	80 kHz	
1 Index-Kanal:	50 kHz	
Versorgung:		versorgt durch ENC-4 Modul:
Eigenbedarf	5 V, 5 mA, 25 mW	DSUB-15(14) VCC
externer Sensor	5 V, max. 170 mA	DSUB-15(7) = GND
Anschluss-Stecker	DSUB-15 mit Schraubklemmen im Stecker-Gehäuse	

[Beschreibung für Inkrementalgeber Sensoren mit Stromausgang](#)  306.

9.11.13 ACC/SYNC-FIBRE

Parameter	Wert typ.	min./ max.	Bemerkungen
Nutzbar mit	GPS Buchse am imc Messgerät		Erfordert Umbau des zu betreibenden Geräts (Gerätevorbereitung für SYNC-FIBRE). Es kann entweder SYNC-FIBRE oder die SYNC-Buchse (BNC) genutzt werden, nicht beides gleichzeitig.
Anschlüsse	2x ST Stecker 1x DSUB-9 (female) 1 m Kabel		LWL Anschluss an das imc Messgerät
Versorgungsspannung	5 V	±10%	aus Geräte interner Sensorversorgung
Leistungsaufnahme	0,5 W	±10%	
Propagation Delay tPD	25 ns	75 ns	SYNC-In zu Opto-Out bzw. Opto-In zu Sync-Out
Max. Länge Glasfaser-Kabel		500 m	Länge der Glasfaserstrecke zwischen zwei ACC/SYNC-FIBRE
Gesamtverzögerung		8 µs	SYNC-In erstes Gerät zu SYNC-Out letztes Gerät
Glasfaser Steckertyp	ST		
Glasfaser	50 / 125 µm 62,5 / 125 µm		
Wellenlänge	820 nm		
Allgemein			
Betriebstemperatur (erweitert)	-40°C bis + 85°C		Betauung temporär zulässig

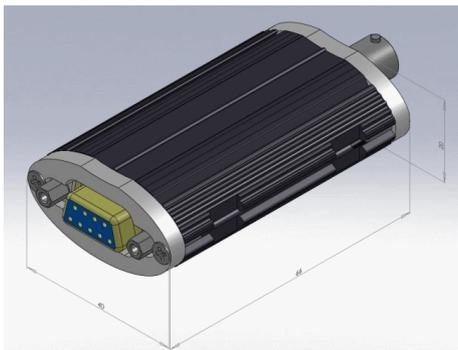
[Zur Beschreibung des ACC/SYNC-FIBRE](#)  102

9.11.14 IRIG-B

Allgemein			
Parameter	typ.	min. / max.	Bemerkungen
unterstützte IRIG-Formate		B120..B127	amplitudenmodulierte Signale Auswertung von BCD-Time-Of-Year und BCD-Year
Eingangssignalamplitude		max. 12 V _{SS}	Pegel für mark-Periode (high)
		min. 0,8 V _{SS}	Pegel für space-Periode (low)
Eingangswiderstand		600 Ω	
Anschlüsse		DSUB-9 (female) BNC-Buchse	für Anschluss ans Messgerät IRIG-Eingang
Schirmpotential IRIG-Eingang		Systemmasse	
Ausgangssignal		RS232	Baudrate: 38400, no parity 8N1
Ausgangsdatenformat		NMEA 0183	
Delay des 1 pps-Signals		<2 μs	zugehörige Signal zur Systemuhr synchronisiert mit dem imc Gerät
Jitter des 1 pps-Signals		±500 ns	Eingangssignal: 12 V _{SS} ohne Jitter
Versorgung, Stromverbrauch		5 V; 70 mA	über DSUB-Stecker
Betriebstemperatur (standard)		-40 °C bis +70 °C	keine Betauung
Betriebstemperatur (erweitert)		-40 °C bis +85 °C	Betauung temporär zulässig
Lagertemperatur		-40 °C bis 85 °C	
Maße		40 x 66 x 20	in mm, B x H x T
Gewicht		ca. 70 g	
imc Artikelnummer		1270059	externes IRIG-B Modul

[Beschreibung des IRIG-B](#) ¹¹⁰

Für Geräte der [Gruppe A5-A6](#) ⁹⁵



9.11.15 WLAN

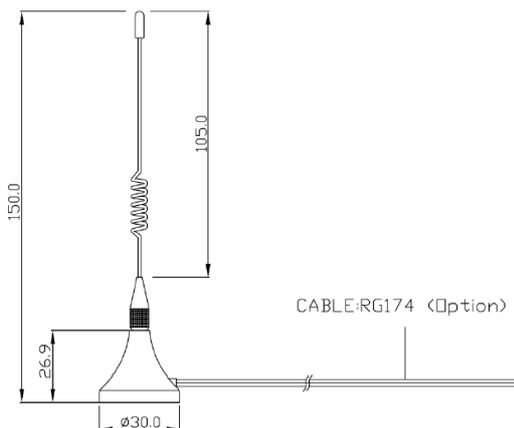
Dual band	Wert	Bemerkungen
Standards	IEEE 802.11abgn	
Zertifikate	WiFi zertifiziert (WMM)	
Datenrate	300 Mbps 54 Mbps 11 Mbps	IEEE 802.11n IEEE 802.11a/g IEEE 802.11b
Betriebsfrequenz	2,412 GHz ... 2,4835 GHz Kanal 1...14, 5 MHz Kanalraster 5,180 GHz ... 5,825 GHz	IEEE 802.11 abgn ISM Band
Netzwerktyp	Ad-Hoc, managed	
HF Ausgangsleistung	+16 dBm +18 dBm +15 dBm	IEEE 802.11g IEEE 802.11n / 2.4 GHz, HT20 IEEE 802.11n / 5 GHz, HT20
Empfangsempfindlichkeit	-79 dBm -76 dBm -75 dBm	IEEE 802.11g IEEE 802.11n / 2.4 GHz, HT20 IEEE 802.11n / 5 GHz, HT20
Verschlüsselung	WEP bis 104 Bit WPA-PSK TKIP/RC4 WPA2-PSK CCMP/AES	open system 8 bis 63 Zeichen ¹ 8 bis 63 Zeichen ¹
Modulation	DSSS (DBPSK, DQPSK, CCK) OFDM (BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM)	802.11b 802.11agn
Betriebstemperatur	-40°C bis +80°C -50°C bis +95°C	Betrieb (ET Version) Lagertemperatur
Leistungsaufnahme	1,5 W	

Single band	Wert	Bemerkungen
Standards	IEEE 802.11bgn	
Zertifikate	WiFi zertifiziert (WMM)	
Datenrate	150 Mbps 54 Mbps 11 Mbps	IEEE 802.11n IEEE 802.11g IEEE 802.11b
Betriebsfrequenz	2,412 GHz ... 2,462 GHz Kanal 1...11, 5 MHz Kanalraster	IEEE 802.11bgn ISM Band
Netzwerktyp	Access-Point, managed	
HF Ausgangsleistung	+20 dBm +17 dBm	IEEE 802.11b (CCK) IEEE 802.11g (OFDM)
Empfangsempfindlichkeit	-73 dBm -86 dBm	IEEE 802.11g (54 Mbps) IEEE 802.11b (11 Mbps)
Verschlüsselung	WEP bis104 Bit WPA-PSK TKIP/RC4 WPA2-PSK CCMP/AES	open system 8 bis 63 Zeichen ¹ 8 bis 63 Zeichen ¹
Modulation	DSSS (DBPSK, DQPSK, CCK) OFDM (BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM)	802.11b 802.11gn
Betriebstemperatur	-30°C bis +85°C	Betrieb (ET Version)
Leistungsaufnahme	1,5 W	

Antenne - ACC/WLAN-ANT-RP-SMA		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Typ	Aufsteck-Antenne	
Anschluss	RP-SMA (weiblich)	invertiert-SMA, Antennen-Seite: weiblich
Flexibilität	Kippgelenk drehbar	Freiheitsgrade für die Positionierung
Betriebsfrequenz	Single Band / Dual Band 2,4 GHz / 5 GHz	
Antennen Verstärkung	1,5 dBi, 2,1 dBi	2,4 GHz / 5 GHz
Impedanz	50 Ω	
Betriebstemperatur	-20°C bis +65°C	
Abmessungen	L: 108 mm / 82,5 mm Durchmesser: 7,8 mm / 10 mm	mit / ohne Kippgelenk Durchmesser: Antenne / SMA

Antenne - ACC/WLAN-MAG-ANT-RP-SMA		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Typ	Magnetfußantenne	mit 1,5 m Kabel
Anschluss	RP-SMA (weiblich) mit 1,5 m verlustarmen Kabel	invertiert-SMA, Antennen-Seite: weiblich
Flexibilität	magnetisch befestigt	
Betriebsfrequenz	Single Band 2,4 GHz	
Antennen Verstärkung	5 dBi	2,4 GHz
Stehwellenverhältnis	<1,6 : 1	charakterisiert Übertragungsverluste im Kabel
Impedanz	50 Ω	
Gewicht	50 g	

Abmessungen - ACC/WLAN-MAG-ANT-RP-SMA:



1 Access-Point erforderlich

[Beschreibung der WLAN Anbindung](#) 

9.11.16 NET-SWITCH-5

Ports und Betriebsmodi		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Anzahl der Ports	5	alle gleichberechtigt
Übertragungsrate	10 / 100 / 1000 Mbit/s	automatisch
Modi	10BASE-Te 100BASE-TX 1000BASE-T	IEEE 802.3 Clause 14, erfordert Cat5 Verkabelung IEEE 802.3 Clause 25 (ex 802.3u) IEEE 802.3 Clause 40 (ex 802.3ab)
Auto-Negotiation	aktiv	Priorität 1: 1000BASE-T, full-duplex Priorität 2: 1000BASE-T, half-duplex Priorität 3: 100BASE-TX, full-duplex Priorität 4: 100BASE-TX, half-duplex Priorität 5: 10BASE-Te, full-duplex Priorität 6: 10BASE-Te, half-duplex
Auto MDI/MDI-X	aktiv	
Adresstabelle	4 k Adresseinträge	
Arbeitsmodus	store and forward	
MTU	1500 Byte	
Akzeptierte Framegrößen	64..1518(1522) Byte	kleinere oder größere Pakete werden verworfen
IEEE 1588v2 PTP Uhrkonfiguration	E2E, TC, one-step	end-to-end transparent clock kompatibel mit two-step; kein P2P (peer-to-peer) und kein BC (boundary clock)
PTP Transport 1	UDP IPv4 und IPv6, Ethernet	
PTP Transport 2	multicast und unicast, Ports 319 und 320	multicast: Nachrichten werden an alle Ports weitergeleitet unicast: Nachrichten werden nur an den Port geleitet, an dem der Empfänger angeschlossen ist
PTP Domäne	wird nicht geprüft	

Allgemein			
Parameter	Wert		Bemerkungen
Bedeutung Status LED	blau = ein		
Bedeutung Port LED	gelb (links)	grün (rechts)	
	aus	aus	keine Verbindung
	an	aus	1000 Mbit/s Verbindung, inaktiv
	blinkt	aus	1000 Mbit/s Verbindung, aktiv
	aus	an	100 Mbit/s Verbindung, inaktiv
	aus	blinkt	100 Mbit/s Verbindung, aktiv
	an	an	10 Mbit/s Verbindung, inaktiv
	blinkt	blinkt	10 Mbit/s Verbindung, aktiv

Spannungsversorgung			
Parameter	Wert typ.	min. / max.	Bemerkungen
Versorgungsspannung	10 V bis 50 V DC		
Leistungsaufnahme		4 W	
Versorgungsmöglichkeiten	Versorgungsbuchse (LEMO) oder über benachbartes Modul		imc CRONOSflex oder imc BUSDAQflex oder imc CANSASflex

Anschlüsse (Front)	Wert	Bemerkungen
Schnittstelle LAN	8P8C Modularbuchse	RJ45
Schnittstellen zur Spannungsversorgung	<ul style="list-style-type: none"> LEMO.0B bzw. LEMO.1B bei CRFX Modulverbinder/Schieber 	geeignet für den Aufbau einer redundanten Versorgung aus zwei möglichen Quellen

Variante imc CRONOSflex (CRFX)

Anschlüsse (Rückseite des CRFX Moduls)		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Versorgungsbuchse	LEMO.EGE.1B.302	multikodiert 2 Nuten, zur optionalen individuellen Versorgung
Modul-Verbindungsstecker	2x 20-polig	Systembus für räumlich verteilte imc CRONOSflex Systeme: EtherCAT vom Switch nicht verwendet, sondern passiv durchgeschleift (Modul- Verbindungsstecker): Switch kann an beliebiger Stelle im CRFX System eingekoppelt werden.

Verfügbare Leistung zur Versorgung weiterer extern verbundener Module (Klick Mechanismus)	
Direkt verbundene imc CRONOSflex Module über Modul-Steckverbinder	3,1 A (maximaler Strom) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> 149 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) 74 W bei 24 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung)

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur	-40°C bis +85°C	interne Betauung temporär zulässig
Gewicht	550 g	

9.11.17 CRFX/ETHERCAT-GATEWAY

Parameter	Wert	Bemerkungen
Max. ECAT Buszyklus	5 kHz (200 µs)	
Zulässige Buszyklen	5 kHz, 1 kHz, 500 Hz, 100 Hz	
Typische Kanalkonfiguration der CRFX Module	Abtastrate = ECAT Buszyklus, AAF	jedoch maximal 5 kHz nur eine globale Abtastzeit ist zugelassen
Max. Kanalzahlen bzw. Summenraten	34 Kanäle bei 5 kHz 128 Kanäle bei 1 kHz	170 kHz Summenrate
Anschlüsse		
PC / Netzwerk "LAN"	RJ45	max. 100 m Kabel bei 100 MBit (nach IEEE 802.3)
Ethernet TCP/IP	100 MBit	
Systembus für <i>flex</i> -Module (EtherCAT) "CRFX MODULE"	RJ45 Alternativ: Modulverbindungsstecker	max. 100 m Kabel zwischen 2 Modulen Achtung: hier ist PoEC Power ⁴⁹² verfügbar
ECAT Slave Interface	2x RJ45 (IN und OUT)	
Synchronisierung	BNC	IRIG-B (isoliert, TTL) typisch nicht erforderlich bzw. sinnvoll
Versorgung	Typ LEMO.1B (2-polig)	Buchse kompatibel zu LEMO.EGE.1B.302 multikodiert 2 Nuten kompatibel mit Steckern FGG.1B.302 (Standard) oder FGE.1B.302 (E-kodiert, 48 V)
Remote (Fernsteuerung Hauptschalter)	Typ LEMO.1B (6-polig)	Stecker LEMO FGG.1B.306
Modul-Verbindungsstecker	2 x 20-polig	direkte elektrische und mechanische Verbindung von Modulen
Spannungsversorgung		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Versorgung	10 V bis 50 V DC	
Einschaltschwelle (typ.)	10,0 V	min. erforderliche Eingangsspannung zum Einschalten (Leerlauf)
Abschaltschwelle (typ)	9,2 V	Eingangsspannung bei der die automatische Abschaltung ausgelöst wird
Leistungsaufnahme	20 W	je nach Modell und Zusatzoptionen (z.B. Feldbusse)
AC/DC Netzadapter	48 V DC, 150 W 110-230 V AC 50-60 Hz	im Lieferumfang
Weitergeleitete (durchgeschleifte) Versorgung	über Modul-Verbindungsstecker und auf RJ45 (EtherCAT): PoEC	mind. 42 V für PoEC nötig

Verfügbare Leistung zur Versorgung extern verbundener imc CRONOSflex-Module	
Direkt verbundene imc CRONOSflex Module über Modul-Verbindungsstecker	3,1 A (max.), äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 149 W bei 48 V DC (Standard AC/DC Netzadapter bzw. DC/DC Power Handle) • 37 W bei 12 V DC (typ. DC Eingangsspannung)
Power-over EtherCAT (PoEC) Versorgung von imc CRONOSflex Modulen	350 mA (maximaler Strom nach IEEE 802.3) Äquivalente Leistung bei gewählter DC Eingangsspannung: <ul style="list-style-type: none"> • 17,5 W bei 50 V DC (z.B. DC/DC Power Handle) • 16,8 W bei 48 V DC (z.B. AC/DC Netzadapter) • 14,7 W bei 42 V DC (minimale Versorgung für PoEC) Hinweis: minimale Eingangsspannung von 42 V DC für PoEC Funktion

Betriebsbedingungen		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Betriebsumgebung	trockene, nicht aggressive Umgebung im spez. Betriebstemperaturbereich	
Rel. Luftfeuchtigkeit	80% bis 31°C, über 31°C: linear abnehmend bis 50%	siehe IEC 61010-1
Schutzart (Ingress Protection)	IP20	
Verschmutzungsgrad	2	
Betriebstemperatur (Standard)	-10°C bis +55°C	ohne Betauung
Betriebstemperatur (erweitert, "-ET" Version)	-40°C bis +85°C	Betauung temporär zulässig
Schock- und Vibrationsfestigkeit	IEC 61373, IEC 60068-2-27 IEC 60068-2-64 Kategorie 1, Klasse A und B MIL-STD-810 Rail Cargo Vibration Exposure U.S. Highway Truck Vibration Exposure	
Erweiterte Schock- und Vibrationsfestigkeit	auf Anfrage	spezifische und erweiterte Prüfungen oder Zertifizierungen auf Anfrage
Abmessungen	90 x 118 x 186 mm	B x H x T
Gewicht	ca. 1,2 kg	

 **Verweis**

Hier finden Sie die [Beschreibung des Moduls](#)  118.

9.11.18 imc APPMOD: Applikationsmodul

Eingebetteter Prozessor		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Eingebetteter Prozessor	Freescale Power PC MPC5200B Core CLK 384 MHz	
RAM	64 MB 48 MB	Gesamtpeicher für die Applikation verfügbar
Flash	16 MB	nur für das Betriebssystem
Betriebssystem	Linux	

Allgemein		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Schnittstellen	1x Ethernet Interface und 1x Serielles Interface 3,5 mm Klinke	Konkrete Applikationen können jeweils genau eine der beiden Schnittstellen verwenden. Eine gleichzeitige Benutzung beider Schnittstellen erfordert zwei Module im System. Service-Schnittstelle (RS232, 115 kBaud, Tx, Rx, GND) Konsole für Entwicklung, Debugging
Modul-Breite	benötigt 1 Steckplatz	fest verbaut, ab Werk
Modularität	Bestell-Option	
Max. Ausbau	3 8 1 2 3 5	in Summe in einer CRFX Basis Einheit in Summe in einem CRC System in Summe in einem BUSFX-4 System in Summe in einem BUSFX-6 System in Summe in einem BUSFX-8 System in Summe in einem BUSFX-12 System

Ethernet Interface		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Anschlüsse / Knoten	1	
Anschluss-Stecker	1x RJ45	
Topologie	Bus	
Übertragungsprotokoll	TCP / IP	IEEE Norm 802.3
Übertragungsmedium	Ethernet	
Datenflussrichtung	senden und empfangen	
Baudrate	100 MBit 10 MBit	100BaseT (Halb- und Vollduplex) 10BaseT (Halb- und Vollduplex) Autosensing
Isolationsfestigkeit	60 V	gegen Systemmasse (CHASSIS)

Serielles Interface		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Anschlüsse / Knoten	1	
Anschluss-Stecker	1x DSUB-9	
Baudrate	300, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 115200, 230400	Sonder-Bitraten: 14400 und 28800
Isolation Isolationsfestigkeit	galvanisch isoliert 60 V	gegen Systemmasse (CHASSIS) nominale Arbeitsspannung
Betriebs-Modi	RS 232 RS 485 / RS 422	flexibel konfigurierbar: Multi-Protocol Transceiver
RS232 Modus		
Parameter	Wert	Bemerkungen
Topologie	Punkt zu Punkt	
Übertragungsprotokoll	RS232	
Signalart	Tx, Rx, GND CTS, RTS	Basis Signale Handshake, Fluss-Steuerung
Datenflussrichtung	senden und empfangen	
Byteformat	7 oder 8 Databits, 1 oder 2 Stoppbits, none/odd/even parity	
Flusskontrolle	XON/XOFF, RTS/CTS	
RS485 / RS422 Modus		
Topologie	Bus	
Übertragungsprotokoll	RS485	kompatibel mit RS422
Betriebsmodus	Halb- und Vollduplex	per Software schaltbar
Signalart	2x Tx, 2x Rx, GND	Basis Signale, differentiell
Datenflussrichtung	senden und empfangen	
Terminierung	120 Ω	per Software schaltbar

10 Anschlussstechnik und Stecker

10.1 Anschluss mit DSUB-15 Klemmenstecker

Der **Standard-Stecker** ist ein 1:1 Adapter von DSUB-15 auf Schraubklemme. Er wird in einer Reihe von Varianten angeboten, passend für spezifische Messmodule bzw. Messmodi.

Die **Spezial-Stecker** stellen keine direkte Umsetzung der DSUB-Pins auf die Schraubklemmen dar, sondern beinhalten zusätzliche Funktionen:

- Für Strom Messungen (bis 50 mA) mit Spannungskanälen enthalten **Shunt-Stecker** (ACC/DSUBM-I2 und I4) integrierte 50 Ω -Messwiderstände. Zur direkten Anzeige der Messwerte als Strom muss der Wert 0,02 A/V als Skalierungsfaktor in der Einstelloberfläche der Bedienssoftware eingetragen werden.
- Für Temperatur Messungen ist ein spezieller, patentierter **Thermo-Stecker** (ACC/DSUBM-T4) verfügbar. Der Thermo-Stecker enthält zusätzlich einen internen PT1000 Temperatursensor zur Kaltstellen-Kompensation bei Thermoelement Messung. Beliebige Typen von Thermoelementen können an den Differenzeingängen (+IN und -IN) angeschlossen werden. Außerdem besitzt er zusätzliche "Stützklemmen" zum Anschluss von PT100 in 4-Draht-Konfiguration, wobei die Referenzstrom-Schleife bereits intern vorverdrahtet ist. Der Thermo-Stecker kann auch zur normalen Spannungsmessung genutzt werden.
- **ICP-Stecker** (ACC/DSUB-ICP2 und ICP4) stellen Versorgungsstromquellen sowie eine kapazitive Kopplung zur Verfügung, z.B. von stromgespeisten Sensoren IEPE/ICP Sensoren.
- Die **TEDS-Stecker** speichern Sensor Informationen gemäß IEEE1451.4 zur Verwendung mit [imc Plug & Measure](#) ¹⁰⁴ (integrierte TEDS-Chips DS 2433).



Hinweis

Verwendete Schraubklemmen in den Steckern

- Zum Anschließen der Messleitungen an den Schraubklemmen eignen sich Leitungen mit max. 1,5 mm² Querschnitt mit einer Aderendhülse.
- Die Schraubköpfe der Klemmen haben erst dann sicher elektrischen Kontakt, wenn sie mit einem Anschlussdraht fest gezogen sind. Eine Kontrollmessung (etwa mit Multimeter-Prüfspitzen) an "losen" Klemmen kann daher scheinbar einen fehlenden Kontakt vortäuschen!
- Kabelschirme sind grundsätzlich an CHASSIS anzuschließen (DSUB Gehäuse). An einigen Steckern finden Sie V_{CC} (5 V) herausgeführt, die mit 135 mA pro Stecker belastet werden können.

10.1.1 Übersicht der Gerätemodelle

		Spannung	Strom	Brücke	Thermoelement	PT100	Stromgespeiste Sensoren IEPE (ICP)	Universal
Analoge Verstärker	UNI2-8	UNI2 B2	UNI2 I2	UNI2 B2	UNI2	UNI2	ICP2	UNI2
	UNI-4	UNI2	UNI2 I2	UNI2 B2	UNI2	UNI2	ICP2	UNI2
	DCB2-8	B2 UNI2	I2	B2 UNI2			ICP2	
	BR2-4	B2	I2	B2			ICP2	
	LV-16	U4	I4					
	LV3-8	U4	I4				ICP4	
	SC2-32	U4	I4				ICP4	
	OSC-16	U4 T4	I4		T4	T4		
	C-8	U4 T4	I4		T4	T4		
	ISO2-8	U4 T4	I4		T4	T4	ICP4	
ISO2-8	U4 T4	I4		T4	T4	ICP4		

		INC.-ENCODER	FREQUENCY	DIGITAL IN	DIGITAL OUT	DIGITAL OUT HIGH CURRENT	RELAYS	ANALOG OUT
Digitale Modultypen	ENC-4, HRENC-4	ENC4, ENC4-IU						
	FRQ2-4		FRQ2					
	DI-16			DI8				
	DIOINC	ENC4		DI2-8			REL4	
	DIO-PL2			DI8			REL4	
	DI2-16			DI4-8				
	DO-16				DO-8			
	DO-16-HC					DO8-HC		
	DAC-8							DAC4
	DI16-DO8-ENC4	ENC4		DI4-8	DO-8			DAC4
DI8-DO8-ENC4-DAC4	ENC4		DI4-8	DO-8			DAC4	

10.2 DSUB-15 Pinbelegung

Grundsätzlich ist der DSUB Pin 1 intern reserviert.

10.2.1 Universal Stecker

ACC/DSUBM-		UNI2
DSUB Pin	Klemme	UNIVERSAL
9	1	+VB1
3	2	-VB1
2	3	+IN1
10	4	-IN1
11	5	I1_1/4B1 ⁽¹⁾
4	6	-SENSE1
5	7	+IN2
13	8	-IN2
14	9	I2_1/4B2 ⁽¹⁾
7	10	-SENSE2
12	11	+VB2
6	12	-VB2
15	15	(GND)
8	18	(+5V)
	13	
	14	
⊕	16	CHASSIS
⊕	17	CHASSIS

Die Abkürzung **VB** steht für die Versorgung des Brückensensors und kann gleichgesetzt werden mit der Sensorversorgung, Abkürzung: **SUPPLY**.

(1) wenn die Spezialversion des Verstärkers mit der Option: ± 15 V ausgestattet ist, dann ist dieser Pin = -15 V +SENSE bei Verwendung mit UNI-4 und entsprechender Konfiguration

10.2.2 Standard Stecker

ACC/DSUBM-		B2	U4
DSUB Pin	Klemme	BRIDGE	VOLTAGE
9	1	+VB1	(RES.)
2	2	+IN1	+IN1
10	3	-IN1	-IN1
3	4	-VB1	(+SUPPLY)
11	5	[+SENSE1_1/4B1]	+IN2
4	6	-SENSE1	-IN2
12	7	+VB2	(-SUPPLY)
5	8	+IN2	+IN3
13	9	-IN2	-IN3
6	10	-VB2	(GND) *
14	11	[+SENSE2_1/4B2]	+IN4
7	12	-SENSE2	-IN4
15	15	GND	(GND)
8	18	+5V	(+5V)
	13		
	14		
⊕	16	CHASSIS	CHASSIS
⊕	17	CHASSIS	CHASSIS

[] : 1/4 Brücke bei UNI2-8, DCB2-8 und B-8
+SENSE bei BR2-4 und UNI-4

* wenn Spezialversion mit Option ± 15 V, dann ist dieser Pin 6 der Bezug

ACC/DSUBM-		ENC4, ENC4-IU	FRQ2	DO-8	REL4	DAC4
DSUB Pin	Klemme	INC.-ENCODER	FREQUENCY	DIGITAL OUT	RELAIS	ANALOG OUT
9	1	+INA	+IN1	BIT1	IN1	
2	2	-INA	-IN1	BIT2	IN2	DAC1
10	3	+INB		BIT3	IN3	AGND
3	4	-INB		BIT4	IN4	
11	5	+INC	+IN2	BIT5	OFF1	DAC2
4	6	-INC	-IN2	BIT6	OFF2	AGND
12	7	+IND		BIT7	OFF3	
5	8	-IND		BIT8	OFF4	DAC3
13	9	+INDEX			ON1	AGND
6	10	-INDEX			ON2	
14	11	+5V	+5V	HCOM	ON3	DAC4
7	12	GND *	GND	LCOM	ON4	AGND
15	15	(-SUPPLY)		LCOM	(GND)	
8	18	(+SUPPLY)		OPDRN	(+5V)	
	13					
	14					
⊕	16	CHASSIS	CHASSIS	CHASSIS	CHASSIS	CHASSIS
⊕	17	CHASSIS	CHASSIS	CHASSIS	CHASSIS	CHASSIS

* wenn Spezialversion des Verstärkers mit Option ±15 V, dann ist dieser Pin der Bezug

Beim HRENC-4 ist der INDEX Kanal nur auf der ersten Buchse (CON1) verfügbar; beim ENC-4 gilt: INDEX nur auf der zweiten Buchse (CON2)

ACC/DSUBM-		DI8	DI2-8 ²	DI4-8 ¹	PWM
DSUB Pin	Klemme	DIGITAL IN	DIGITAL IN	DIGITAL IN	TTL PULSE
9	1	BIT1	+IN1	+IN1	PWM1_OPDRN
2	2	BIT2	+IN2	+IN2	PWM2_OPDRN
10	3	BIT3	-IN1/2	+IN3	PWM1_TTL
3	4	BIT4	+IN3	+IN4	PWM2_TTL
11	5	BIT5	+IN4	-IN1/2/3/4	PWM3_OPDRN
4	6	BIT6	-IN3/4	+IN5	PWM4_OPDRN
12	7	BIT7	+IN5	+IN6	PWM3_TTL
5	8	BIT8	+IN6	+IN7	PWM4_TTL
13	9	CLK	-IN5/6	+IN8	
6	10		+IN7	-IN5/6/7/8	
14	11	HCOM	+IN8	+HCOM	+5V
7	12	LCOM	-IN7/8	LCOM	GND
15	15	LCOM	LEVEL	LCOM	GND
8	18	LEVEL	LCOM	LEVEL	
	13				
	14				
	16	CHASSIS	CHASSIS	CHASSIS	CHASSIS
	17	CHASSIS	CHASSIS	CHASSIS	CHASSIS

¹ Der DI4-8 Stecker wird von aktuellen digitalen Eingangsmodulen wie DI2-16 und den DI8-DO8-ENC4 Multiboards verwendet. Hier haben jeweils 4 Bit einen Massebezug.

² Der DI2-8 Stecker wird vom Vorgänger DI-16 verwendet. Alle 8 Bit des Steckers haben einen gemeinsamen Massebezug.

10.2.3 Spezial Stecker

Metall-Stecker

ACC/DSUBM-		T4
DSUB Pin	Klemme	TH-COUPLE/RTD
9	1	+I1
3	2	(+SUPPLY)
2	3	+IN1
10	4	-IN1
11	5	+IN2
4	6	-IN2
5	7	+IN3
13	8	-IN3
14	9	+IN4
7	10	-IN4
12	11	(-SUPPLY)
6	12	-I4 (GND) *
	15	-I3
	18	+I2
15	13	GND
	14	+I3
	16	+I4
	17	-I1
	19	-I2
	20	CHASSIS

Metall-Stecker

ACC/DSUBM-		I4	I2
DSUB Pin	Klemme	CURRENT	CURRENT
9	1	(RES.)	+SUPPLY1
2	2	+IN1	+IN1
10	3	-IN1	-IN1
3	4	(+SUPPLY)	-SUPPLY1
11	5	+IN2	
4	6	-IN2	
12	7	(-SUPPLY)	+SUPPLY2
5	8	+IN3	+IN2
13	9	-IN3	-IN2
6	10	(GND)	-SUPPLY2
14	11	+IN4	
7	12	-IN4	
15	15	(GND)	(GND)
8	18	(+5V)	(+5V)
	13		
	14		
⊕	16	CHASSIS	CHASSIS
⊕	17	CHASSIS	CHASSIS

DSUB-Klemme	ICP4 ICP	ICP2 ICP
1	+ICP1	+ICP1
2	-ICP1	-ICP1
3	+ICP2	
4	-ICP2	
5	+ICP3	+ICP2
6	-ICP3	-ICP2
7	+ICP4	
8	-ICP4	
9		
10		
11		
12		
13		
14	CHASSIS	CHASSIS
15	CHASSIS	CHASSIS
16	CHASSIS	CHASSIS
17	+5V	+5V
18	AGND	AGND

* wenn die Spezialversion des Verstärkers mit der Option: ±15 V ausgestattet ist, dann ist Pin 6 der Bezug

Metall-Stecker

ACC/DSUBM-		DO-HC-8
DSUB Pin	Klemme	DIGITAL OUT HIGH CURRENT
9	1	BIT1
2	2	BIT2
10	3	BIT3
3	4	BIT4
11	5	BIT5
4	6	BIT6
12	7	BIT7
5	8	BIT8
13	9	HCOM_1-4
6	10	LCOM_1-4
14	11	HCOM_5-8
7	12	LCOM_5-8
15	15	LCOM
8	18	OPDRN
	13	
	14	
⊕	16	CHASSIS
⊕	17	CHASSIS

ACC/DSUBM-		SYNTH4
DSUB Pin	Klemme	SYNTHESIZER
9	1	DOUT1
2	2	AOUT1
10	3	AGND
3	4	DOUT2
11	5	AOUT2
4	6	+5V
12	7	HCOM
5	8	AOUT3
13	9	AGND
6	10	DIN1
14	11	AOUT4
7	12	LCOM
15	15	LEVEL
8	18	OPDRN
	13	
	14	
⊕	16	CHASSIS
⊕	17	CHASSIS

10.2.4 TEDS Stecker

ACC/DSUBM-TEDS-		UNI2
DSUB Pin	Terminal	UNIVERSAL
9	1	+VB1
3	2	-VB1
2	3	+IN1
10	4	-IN1
11	5	I1_1/4B1 ⁽¹⁾
4	6	-SENSE1
5	7	+IN2
13	8	-IN2
14	9	I2_1/4B2 ⁽¹⁾
7	10	-SENSE2
12	11	+VB2
6	12	-VB2
15	15	TEDS_GND
8	18	(+5V)
	13	TEDS2
	14	TEDS1
⊕	16	CHASSIS
⊕	17	CHASSIS

ACC/DSUBM-TEDS-		B2	U4
DSUB Pin	Terminal	BRIDGE	VOLTAGE
9	1	+VB1	(RES.)
2	2	+IN1	+IN1
10	3	-IN1	-IN1
3	4	-VB1	(+SUPPLY)
11	5	[+SENSE1_1/4B1]	+IN2
4	6	-SENSE1	-IN2
12	7	+VB2	(-SUPPLY)
5	8	+IN2	+IN3
13	9	-IN2	-IN3
6	10	-VB2	GND
14	11	[+SENSE2_1/4B2]	+IN4
7	12	-SENSE2	-IN4
15	15	(GND), TEDS_GND	TEDS_GND
8	18	(+5V)	(+5V)
	13	TEDS1	TEDS1
	14	TEDS2	TEDS2
⊕	16	CHASSIS	CHASSIS
⊕	17	CHASSIS	CHASSIS
	19		TEDS3
	20		TEDS4

(1) wenn die Spezialversion des Verstärkers mit der Option: ±15 V ausgestattet ist, dann ist ist dieser Pin = -15 V +SENSE bei Verwendung mit UNI-4 und entsprechender Konfiguration

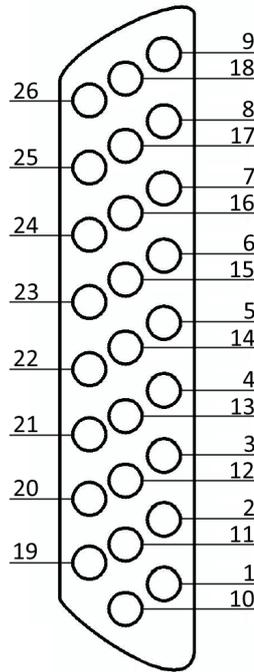
(2) wenn Spezialversion mit Option ±15 V, dann ist dieser Pin 6 der Bezug [] : 1/4 Brücke bei UNI2-8 und DCB2-8

ACC/DSUBM-TEDS-		T4
DSUB	Terminal	TH-COUPLE/RTD
9	1	+I1
3	2	(+SUPPLY)
2	3	+IN1
10	4	-IN1
11	5	+IN2
4	6	-IN2
5	7	+IN3
13	8	-IN3
14	9	+IN4
7	10	-IN4
12	11	(-SUPPLY)
6	12	-I4
	15	-I3
	18	TEDS4
15	13	TEDS_GND
	14	+I3
	16	+I4
	17	TEDS3
	19	TEDS2
	20	TEDS1
	21	-I1
	22	+I2
	23	-I2
	24	CHASSIS

ACC/DSUBM-TEDS-		I4	I2
DSUB Pin	Terminal	CURRENT	CURRENT
9	1	(RES.)	+SUPPLY1
2	2	+IN1	+IN1
10	3	-IN1	-IN1
3	4	(+SUPPLY)	-SUPPLY1
11	5	+IN2	
4	6	-IN2	
12	7	(-SUPPLY)	+SUPPLY2
5	8	+IN3	+IN2
13	9	-IN3	-IN2
6	10	GND	-SUPPLY2
14	11	+IN4	
7	12	-IN4	
15	15	TEDS_GND	TEDS_GND
8	18	(+5V)	(+5V)
	13	TEDS1	TEDS1
	14	TEDS2	TEDS2
	16	CHASSIS	CHASSIS
	17	CHASSIS	CHASSIS
	19	TEDS3	
	20	TEDS4	

10.3 DSUB-26 Pinbelegung (High Density)

ACC/DSUBM- DSUB	Klemme	HD-I4 CURRENT	HD-B4 BRIDGE
13	1	+IN2	+IN2
4	2	-IN2	-IN2
14	3		[+SENSE2_1/4B2]
5	4		-SENSE2
15	5	+IN3	+IN3
6	6	-IN3	-IN3
16	7		[+SENSE3_1/4B3]
7	8		-SENSE3
23	9	+SUPPLY3	+VB3
24	10	-SUPPLY3	-VB3
25	11	+SUPPLY4	+VB4
26	12	-SUPPLY4	-VB4
17	13	+IN4	+IN4
8	14	-IN4	-IN4
18	15		[+SENSE4_1/4B4]
9	16		-SENSE4
21	17	+SUPPLY2	+VB2
22	18	-SUPPLY2	-VB2
19	19	+SUPPLY1	+VB1
20	20	-SUPPLY1	-VB1
11	21	+IN1	+IN1
2	22	-IN1	-IN1
12	23		[+SENSE1_1/4B1]
3	24		-SENSE1

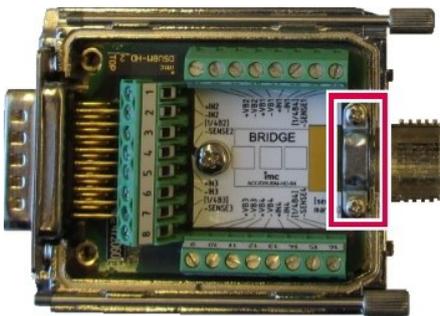


Für den Kontakt mit Chassis benutzen Sie die Schraube der Zugentlastung.



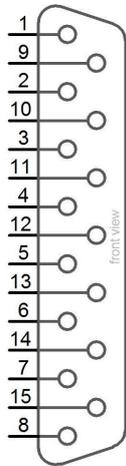
Beispiel

Die folgende Abbildung zeigt den ACC/DSUBM-HD-B4 Stecker. Die Schraube, mit der Sie einen Chassis Kontakt herstellen können ist eingerahmt.



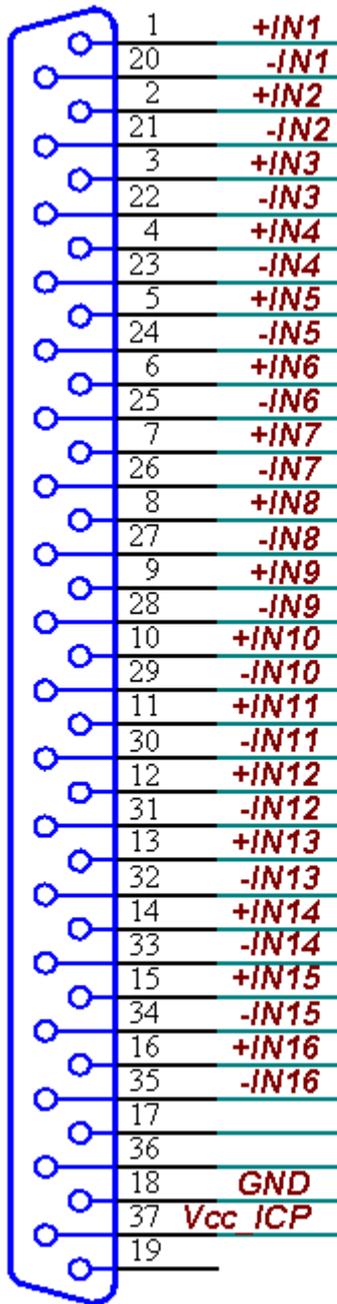
10.4 DSUB Belegung des Steckers für den Scanner SC2-32

10.4.1 Variante 8x DSUB-15

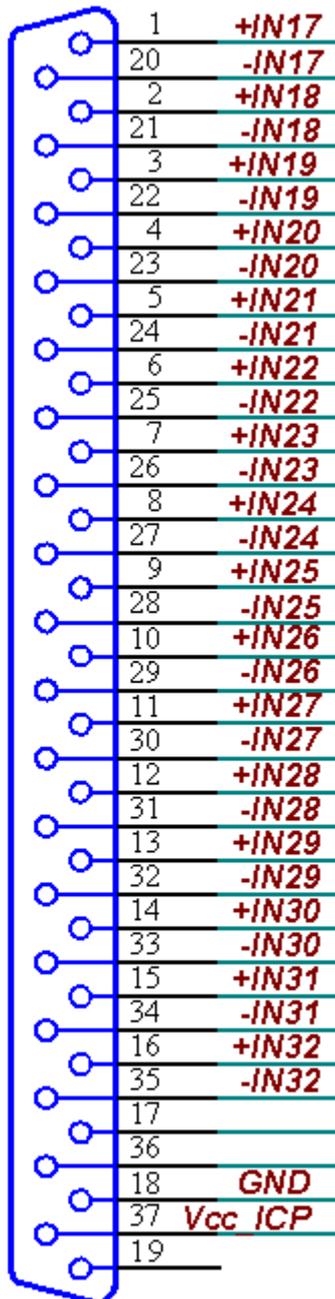


Pin	Signal	Plug 1	Plug 2	Plug 3	Plug 4	Plug 5	Plug 6	Plug 7	Plug 8
1	reserviert								
9	reserviert								
2	+IN A	+IN 17	+IN 21	+IN 25	+IN 29	+IN 1	+IN 5	+IN 9	+IN 13
10	-IN A	-IN 17	-IN 21	-IN 25	-IN 29	-IN 1	-IN 5	-IN 9	-IN 13
3	+V ext								
11	+IN B	+IN 18	+IN 22	+IN 26	+IN 30	+IN 2	+IN 6	+IN 10	+IN 14
4	-IN B	-IN 18	-IN 22	-IN 26	-IN 30	-IN 2	-IN 6	-IN 10	-IN 14
12	-V ext								
5	+IN C	+IN 19	+IN 23	+IN 27	+IN 31	+IN 3	+IN 7	+IN 11	+IN 15
13	-IN C	-IN 19	-IN 23	-IN 27	-IN 31	-IN 3	-IN 7	-IN 11	-IN 15
6	reserviert								
14	+IN D	+IN 20	+IN 24	+IN 28	+IN 32	+IN 4	+IN 8	+IN 12	+IN 16
7	-IN D	-IN 20	-IN 24	-IN 28	-IN 32	-IN 4	-IN 8	-IN 12	-IN 16
15	GND								
8	Vcc ICP								

10.4.2 Variante 2x DSUB-37



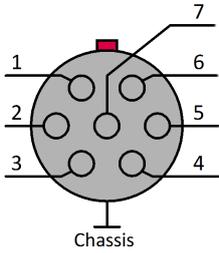
DSUB-37



DSUB-37

10.5 LEMO Pinbelegung

10.5.1 LEMO.1B (7-polig)



LEMO PIN	ISO2-8	ISOF-8(-SUPPLY)	C-8, OSC-16	LV3-8, LV-16, SC2-32	LV3-8-L-SUPPLY
1	+IN	+IN	+IN	+IN	+IN
2	-IN	-IN	-IN	-IN	-IN
3	+SUPPLY	+SUPPLY	+SUPPLY	+SUPPLY	+SUPPLY
4	GND (-SUPPLY*)	GND (-SUPPLY bzw. -15V)	GND (-SUPPLY*)	-SUPPLY (GND)	GND
5	TEDS OneWire	TEDS OneWire (SUPPLY GND) TEDS entfällt bei ±15V-Option	TEDS OneWire	TEDS OneWire	TEDS OneWire
6	PT100 Stromquelle	PT100 Stromquelle	PT100 Stromquelle	n.c.	-SUPPLY (-15 V)
7	+I (positiver Messeingang für Strommessung)	+I (positiver Messeingang für Strommessung)	n.c.	n.c.	n.c.

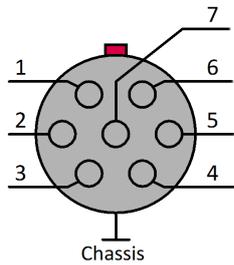
LEMO PIN	DCB2-8, B-8	UNI-8, UNI2-8	UNI-4	BR-4, BR2-4 **
1	+IN	+IN	+IN	+IN
2	-IN	-IN	-IN	-IN
3	+SUPPLY	+SUPPLY	+SUPPLY	+SUPPLY
4	-SUPPLY (GND)	-SUPPLY (GND)	-SUPPLY (GND)	-SUPPLY
5	TEDS OneWire	TEDS OneWire	TEDS OneWire	
6	-SENSE	-SENSE/PT100 Stromquelle	-SENSE	-SENSE
7	Viertelbrückenergänzung	Viertelbrückenergänzung / Sense für PT100 3-Leiter Verdrahtung	+SENSE_1/4B	+SENSE

LEMO PIN	ENC-4, HRENC-4 ***
1	+IN X
2	-IN X
3	+SUPPLY
4	-SUPPLY (GND)
5	+INDEX
6	+IN Y
7	-IN Y

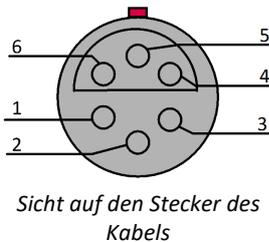
* Sensorversorgungsspannungen (SUPPLY) durch optionales Sensorversorgungsmodul verfügbar, siehe Datenblatt (Bezeichnung: SUPPLY = VB)

** Auf Anfrage ist der BR2-4 mit TEDS verfügbar, dann mit 8-poligen LEMO (weil -SUPPLY nicht gleich GND und nicht gleich TEDS-GND ist)

*** - Bezug von +INDEX ist -SUPPLY (GND)
 - Sensorversorgungsspannung 5 VDC/ 100 mA (optional 300 mA)
 - andere Sensorversorgungsspannungen durch optionales Sensorversorgungsmodul

LEMO.1B (7-polig)

LEMO PIN	AUDIO2-4-MIC	SEN-SUPPLY-4	
1	reserviert	+OUT	Signal vom Sensor, durchgeschleift zum Verstärker
2	-IN / TEDS-Masse	-OUT	Bezug für Signal
3	Polarisationsspannung	n.c.	Pin 6 und 7 = n.c.
4	+IN	TEDS GND	Bezug für TEDS
5	TEDS	TEDS	Skalierungsinformation, zur Auswertung durch TEDS-fähige Verstärker
6	positive Sensorversorgung		
7	negative Sensorversorgung		
Gehäuse	Gerätemasse		

10.5.2 LEMO.1E (6-polig), WFT-2

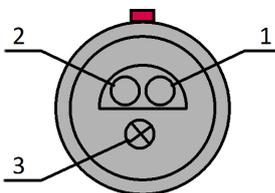
LEMO PIN	Signal
1	Command OUT
2	12 V POWER
3	Data OUT (normal)
4	Data OUT (invers)
5 und 6	GND

Verbindungskabel (H-CAB-LEM-WFT-xm: 6 m oder 12 m Kabellänge) zwischen 6-Komponenten Messrad und CRFX/WFT-2 Modul.

 [Verweis](#)

[WFT-Dokumentation](#)

Den Aufbau und der Umgang mit dem Messrad finden Sie in einer separaten Dokumentation.

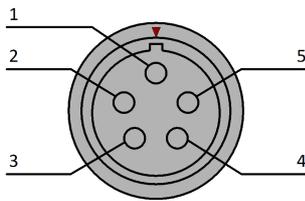
10.5.3 LEMO.1S (3-polig), ACI-8

LEMO PIN	ACI-8
1	-IN X
2	+IN X
3	reserviert

 [Verweis](#)

[Hier finden Sie die Beschreibung des ACI-8.](#)  505

10.5.4 LEMO.1P (5-polig), HISO-8-L

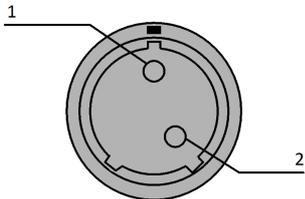


LEMO PIN	HISO-8-L
1	+IN
2	-IN / -I
3	+I
4	+PT (Stromquelle für PT100, PT1000)
5	-PT

Verweis

[Hier finden Sie die Beschreibung des HISO-8.](#) ¹⁸²

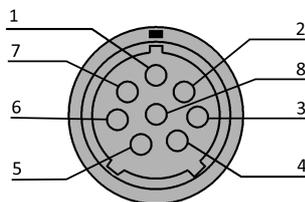
10.5.5 LEMO.2P (2-polig), HISO-8-T-8L



PIN	HISO-8-T-8L	Material
1	+IN	NiCr
2	-IN	Ni

[Hier finden Sie die Beschreibung des HISO-8.](#) ¹⁸²

10.5.6 LEMO.2P (8-polig), HISO-8-T-2L



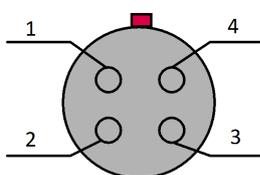
PIN	IN1..4 / Material	IN5..8 / Material
1	+IN1 / NiCr	+IN5 / NiCr
2	-IN1 / Ni	-IN5 / Ni
3	+IN2 / NiCr	+IN6 / NiCr
4	-IN2 / Ni	-IN6 / Ni
5	+IN3 / NiCr	+IN7 / NiCr
6	-IN3 / Ni	-IN7 / Ni
7	+IN4 / NiCr	+IN8 / NiCr
8	-IN4 / Ni	-IN8 / Ni

Hinweis

Fertigung von Messkabeln

Um die für die Kanal-Isolierungen spezifizierten Arbeitsspannungen sicher zu gewährleisten, dürfen die Adern bei der Herstellung der Messkabel nicht zu weit abisoliert werden. Die Aderisolierungen müssen bis an die Lötkelche heran reichen. Bei einem geschirmten Kabel ist der freigelegte Kabelschirm vollständig zu entfernen. Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass nur geeignete Kabel eingesetzt werden, die eine ausreichende Isolierung aufweisen.

10.5.7 LEMO.1B (4-polig), HANDLE



LEMO PIN	CRFX HANDLE POWER
1	50 V
2	GND
3 und 4	reserviert

LEMO.1B.304 (zusätzliche Ausgangs Versorgungsbuchse)

10.6 DSUB-9 Pinbelegung

10.6.1 Display

DSUB-PIN	Signal	Beschreibung	Nutzung im Gerät
1	DCD	Vcc 5 V	angeschlossen
2	RXD	Receive Data	angeschlossen
3	TXD	Transmit Data	angeschlossen
4	DTR	5 V	angeschlossen
5	GND	Ground	angeschlossen
6	DSR	Data Set Ready	angeschlossen
7	RTS	Ready To Send	angeschlossen
8	CTS	Clear To Send	angeschlossen
9	R1	über Pulldown zu GND	angeschlossen

Versorgung beim grafischen Display

Anschluss	+9 V bis 32 V	- (0 V)	nc
Binder	1	2	3
Souriau	B	C	A

Zur [Beschreibung](#)¹⁰³ und den [technischen Daten des Displays](#)⁴⁷⁴.

10.6.2 GPS-Empfänger

DSUB-9		GPS 18 LVC	GPS 18 - 5Hz
Pin	Signal	Farbe	Farbe
1	Vin	Rot	Rot
2	RxD1*	Weiß	Weiß
3	TxD1	Grün	Grün
5	GND, PowerOff	2x Schwarz	2x Schwarz
7	PPS (1 Hz Takt)	Gelb	Gelb
4, 6, 8 und 9	-	-	-

* Belegung am Messgerät. An der GPS-Maus sind Rx und Tx vertauscht.

10.7 DSUB-9, CRFX/SEN-SUPPLY-4

Pin	Signal	Bemerkung
1	-IN	Signal vom Sensor
2	TEDS GND	Bezug für TEDS (keine Verbindung zu GND)
3	n.c.	reserviert
4	GND	Bezug der Versorgung \pm SUPPLY
5	-SUPPLY	-15 V: Versorgung zum Sensor
6	+IN	Signal vom Sensor
7	TEDS	TEDS-Speicher im DSUB-9 Stecker
8	FAIL	Sensor-Status: Verbindung zu GND = OK
9	+SUPPLY	+15 V: Versorgung zum Sensor

Zu den [technischen Daten](#)⁴⁷⁰ des CRFX/SEN-SUPPLY-4 Moduls.

10.8 APPMOD

RS 232

Signal	PIN
n.c.	1
RX	2
TX	3
n.c.	4
DG	5
n.c.	6
RTS	7
CTS	8
n.c.	9

RS 422 / RS 485 Full-Duplex

Signal	PIN
Rx+	2
Rx-	8
TX+	3
Tx-	7

RS 485 Half-Duplex

Signal	PIN
+D	3
-D	7

10.9 Pinbelegung der Feldbusse

10.9.1 CAN, CAN FD Interface

DSUB-PIN	Signal	Beschreibung	Nutzung im Gerät
1	+CAN_SUPPLY	optional Versorgung für eine CRXT Basiseinheit	Ausgangsstrom I < 1 A (dauerhaft) beide Knoten zusammen, siehe CRXT Datenblatt ^[329]
2	CAN_L	dominant low bus line	angeschlossen
3	CAN_GND	CAN Ground	angeschlossen
4	nc	reserviert	nicht beschalten
5	-CAN_SUPPLY	optional Versorgung für eine CRXT Basis Einheit	standardmäßig unbenutzt* (Versorgung I < 1 A)
6	CAN_GND	optional CAN Ground	angeschlossen
7	CAN_H	dominant high bus line	angeschlossen
8	nc	reserviert	nicht beschalten
9	nc	reserviert	nicht beschalten

Zu den [technischen Daten](#) ^[460] und der [Verkabelung](#) ^[121] der CAN-Bus Schnittstelle.

10.9.2 LIN-Bus (DSUB-9)

DSUB-PIN	Signal	Beschreibung
3	LIN_GND	LIN Ground
6	LIN_GND	Optional LIN Ground
7	LIN_INPUT/OUTPUT	LIN bus line
1, 2, 4, 5, 8 und 9	nc	

Zu den [technischen Daten](#) ^[462] und zur [Verkabelung](#) ^[122] der LIN-Bus Schnittstelle.

10.9.3 FlexRay-Bus (DSUB-9)

imc Standard Ausführung mit einem DSUB-9 zwei Kanälen pro DSUB:

DSUB-Pin	Signal	Beschreibung
1	n.c.	
2	BM Kanal A	negativer Bus-Anschluss Kanal A
3	GND	FlexRay Ground
4	BM Kanal B	negativer Bus-Anschluss Kanal B
5	GND	FlexRay Ground
6	n.c.	
7	BP Kanal A	positiver Bus-Anschluss Kanal A
8	BP Kanal B	positiver Bus-Anschluss Kanal B
9	n.c.	

Optionale Ausführung mit zwei DSUB-9: mit je einem Kanal pro DSUB (CON1 und CON2)

DSUB-Pin	CON1	CON2
1	n.c.	n.c.
2	BM Kanal A (negativer Bus-Anschluss Kanal A)	BM Kanal B (negativer Bus-Anschluss Kanal B)
3	GND	GND
4	n.c.	n.c.
5	GND	GND
6	n.c.	n.c.
7	BP Kanal A (positiver Bus-Anschluss Kanal A)	BP Kanal B (positiver Bus-Anschluss Kanal B)
8	n.c.	n.c.
9	n.c.	n.c.

Zu den [technischen Daten](#)⁴⁶³ und der [Verkabelung](#)¹²² der FlexRay-Bus Schnittstelle.

10.9.4 XCPoE (RJ45)

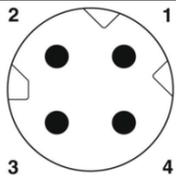
Standard Ethernet 1x RJ45.

Zu den [technischen Daten](#)⁴⁶⁵ und der [Verkabelung](#)¹²² der XCPoE Schnittstelle.

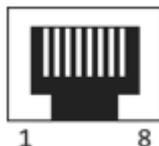
10.9.5 EtherCAT (RJ45, M8)

CRFX-Module sind als zu versorgende Last an alle 8 Adern des Netzkabels angeschlossen, also sowohl die 4 Datenleitungen als auch die 4 zusätzlichen freien Adern. In diesem Sinne (einer redundanten Nutzung der Daten und freien Leitungen) ist das Konzept PoEC konform – also auch zu Standard PoEC [Power-Injektoren](#)⁴².

M8-Buchse		RJ45-Buchse	
Pin	Signal	Pin	Signal
1	+TxD	1	+TxD
2	+RxD	2	-TxD
3	-TxD	3	+RxD
4	-RxD	6	-RxD
		4, 5, 7, 8	unbenutzt



M8-Stecker, D-kodiert
(Sicht auf die Stife)
z.B. CRONOS-XT Basiseinheit (CRXT)



Sicht auf die RJ45-Buchse

Hinweis

imc CRONOSflex (CRFX) Basiseinheit

Die CRFX Basiseinheit, als Power-Master **speist** hingegen **nur auf den freien Adern ein**.
Wir empfehlen eine getrennte Übertragung von Daten und Spannung, also die Verwendung aller 8 Pins.

FAQ

Sind alle 8 Pins zu benutzen?

Nein, nicht in jedem Fall: zur Versorgung der CRFX-Module reichen die 4 Datenpins, wenn beispielsweise ein Power Injektor verwendet wird.

Ja, wenn eine CRFX Basis als Spannungsquelle dient.

Wie kann ich die Übertragung von Power over EtherCAT (PoEC) unterbinden?

Verwenden Sie ein **vieradriges RJ45-Kabel**, bei dem nur die Pins 1, 2, 3 und 6 belegt sind. Dadurch wird das passive PoE nicht übertragen.

Verweis

Zu den [technischen Daten](#)⁴⁶² und der [Verkabelung](#)¹²⁶¹ der EtherCAT Schnittstelle.

Zubehör

EtherCAT Kabel (CRXT Systembus oder ECAT Slave)		
CRXT/CABLE-ECAT-M8-2M	EtherCAT Kabel CRXT, beidseitig M8-Stecker, 2 m	11100079
CRXT/CABLE-ECAT-M8-RJ45-2M	EtherCAT Kabel CRXT, einseitig M8-Stecker auf RJ-45, 2 m	11100080
CRXT/CABLE-ECAT-M8-10M	EtherCAT Kabel CRXT, beidseitig M8-Stecker, 10 m	11100086
CRXT/CABLE-ECAT-M8-RJ45-10M	EtherCAT Kabel CRXT, einseitig M8-Stecker auf RJ-45, 10 m	11100087

10.9.6 ARINC-Bus (DSUB-15)

CON 1					
ARINC-Interface mit 8 Rx Kanälen			ARINC-Interface mit 8 Rx und 4 Tx Kanälen		
DSUB Pin	Signal	Bezeichnung	DSUB Pin	Signal	Bezeichnung
Standard 4x Rx			Standard 4x Rx; 2x Tx		
1	Rx1A	Empfangskanal 1A	1	Rx1A	Empfangskanal 1A
9	GND	GND	9	Tx1A	Sendekanal 1A
2	Rx1B	Empfangskanal 1B	2	Rx1B	Empfangskanal 1B
10	GND	GND	10	Tx1B	Sendekanal 1B
3	Rx2A	Empfangskanal 2A	3	Rx2A	Empfangskanal 2A
11	GND	GND	11	GND	GND
4	Rx2B	Empfangskanal 2B	4	Rx2B	Empfangskanal 2B
12	GND	GND	12	GND	GND
5	Rx3A	Empfangskanal 3A	5	Rx3A	Empfangskanal 3A
13	GND	GND	13	Tx2A	Sendekanal 2A
6	Rx3B	Empfangskanal 3B	6	Rx3B	Empfangskanal 3B
14	GND	GND	14	Tx2B	Sendekanal 2B
7	Rx4A	Empfangskanal 4A	7	Rx4A	Empfangskanal 4A
15	GND	GND	15	GND	GND
8	Rx4B	Empfangskanal 4B	8	Rx4B	Empfangskanal 4B

CON 2					
ARINC-Interface mit 8 Rx Kanälen			ARINC-Interface mit 8 Rx und 4 Tx Kanälen		
DSUB Pin	Signal	Bezeichnung	DSUB Pin	Signal	Bezeichnung
Standard 4x Rx			Standard 4x Rx; 2x Tx		
1	Rx5A	Empfangskanal 5A	1	Rx5A	Empfangskanal 5A
9	GND	GND	9	Tx3A	Sendekanal 3A
2	Rx5B	Empfangskanal 5B	2	Rx5B	Empfangskanal 5B
10	GND	GND	10	Tx3B	Sendekanal 3B
3	Rx6A	Empfangskanal 6A	3	Rx6A	Empfangskanal 6A
11	GND	GND	11	GND	GND
4	Rx6B	Empfangskanal 6B	4	Rx6B	Empfangskanal 6B
12	GND	GND	12	GND	GND
5	Rx7A	Empfangskanal 7A	5	Rx7A	Empfangskanal 7A
13	GND	GND	13	Tx4A	Sendekanal 4A
6	Rx7B	Empfangskanal 7B	6	Rx7B	Empfangskanal 7B
14	GND	GND	14	Tx4B	Sendekanal 4B
7	Rx8A	Empfangskanal 8A	7	Rx8A	Empfangskanal 8A
15	GND	GND	15	GND	GND
8	Rx8B	Empfangskanal 8B	8	Rx8B	Empfangskanal 8B

Zu den [technischen Daten](#)⁴⁶⁷ und [der Verkabelung](#)¹²² der ARINC-Bus Schnittstelle.

10.9.7 PROFIBUS (DSUB-9)

DSUB-PIN	Signal	Beschreibung
3	DATA+	B-Line
5	GND	PROFIBUS Ground
8	DATA-	A-Line
1, 2, 4, 6, 7 und 9	n.c.	

Zu den [technischen Daten](#)⁴⁶³ und der [Verkabelung](#)¹²³ der PROFIBUS Schnittstelle.

10.9.8 PROFINET (RJ45)

Kontaktbelegung der Netzwerkbuchsen Typ Modular 8P8C	Pin	Signal
	1	TX+
2	TX-	
3	RX+	
6	RX-	
4, 5, 7, 8	über RC an Masse	



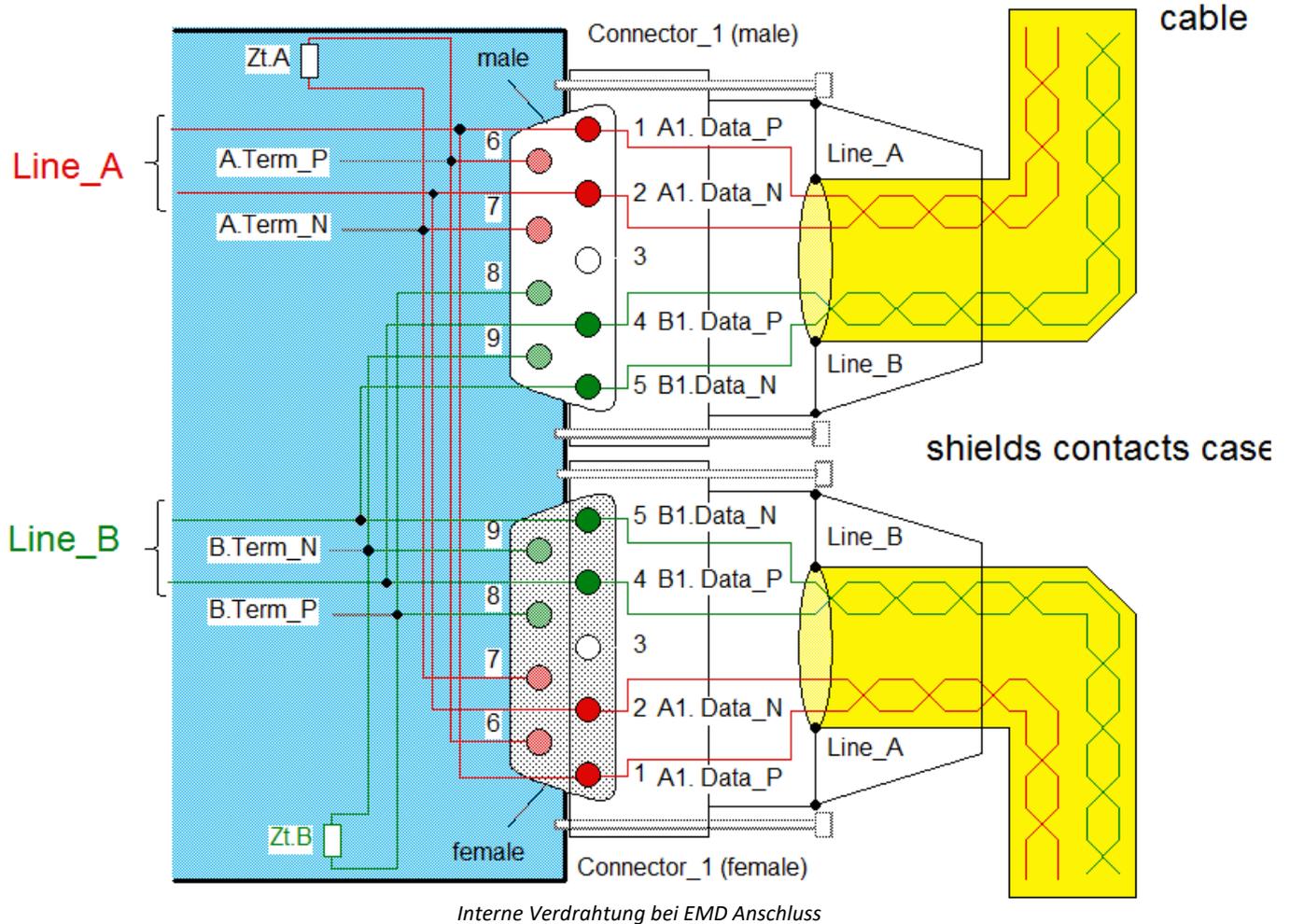
Zu den [technischen Daten](#)⁴⁶⁴ und der [Verkabelung](#)¹²³ der PROFINET Schnittstelle.

10.9.9 MVB-Bus (DSUB-9)

10.9.9.1 EMD Steckerbelegung - DSUB-9

EMD Anschluss mit doppelter Belegung. Es werden Standard DSUB-9 Stecker verwendet.

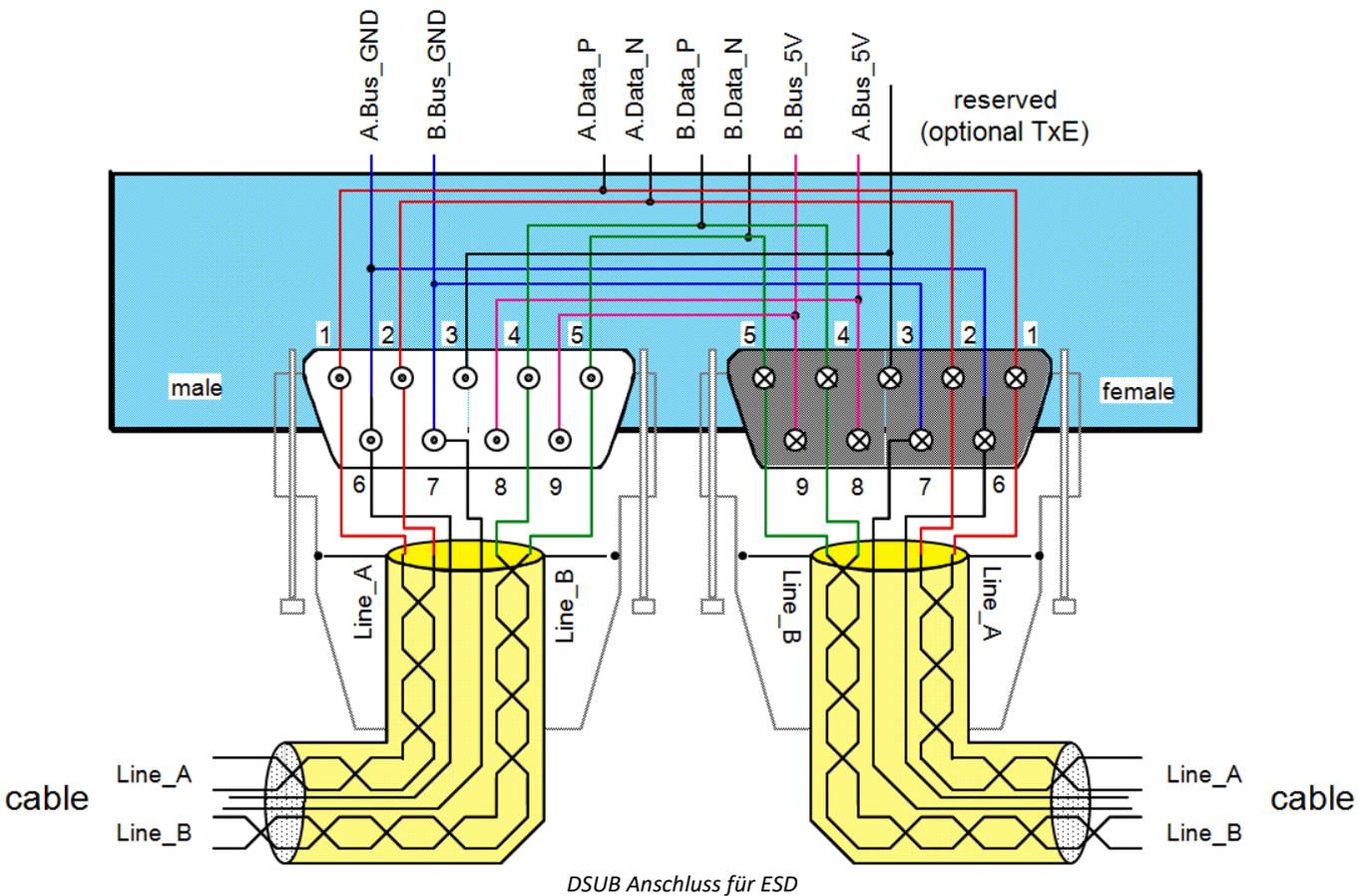
DSUB-PIN	Signal	Beschreibung	als Terminationstecker
1	A1. Data_P	Datenleitung A	Brücke nach 6
2	A1. Data_N	Datenleitung A	Brücke nach 7
3	NC	nicht angeschlossen	
4	B1. Data_P	Datenleitung B	Brücke nach 8
5	B1. Data_N	Datenleitung B	Brücke nach 9
6	Terminator A	intern	Brücke nach 1
7	Terminator A	intern	Brücke nach 2
8	Terminator B	intern	Brücke nach 4
9	Terminator B	intern	Brücke nach 5



10.9.9.2 ESD Steckerbelegung - DSUB-9

ESD Anschluss. Es werden Standard DSUB-9 Stecker verwendet.

DSUB-PIN	Signal	Beschreibung	Terminierung
1	A. Data_P	Datenleitung A	
2	A. Data_N	Datenleitung A	
3	NC	nicht angeschlossen	
4	B. Data_P	Datenleitung B	
5	B. Data_N	Datenleitung B	
6	A.Bus_GND	Ground A	
7	B.Bus_GND	Ground B	
8	A.Bus_5V	5V Supply A	
9	B.Bus_5V	5V Supply B	



Zu den [technischen Daten](#)⁴⁶⁶ und zur [Verkabelung](#)¹²⁴ der MVB-Bus Schnittstelle.

10.10 Pinbelegung der REMOTE Buchse

[Verweis](#)

[Hauptschalter-Fernbedienung](#)

Die Belegung und die Beschreibung der Modi entnehmen Sie bitte dem Kapitel: "[Inbetriebnahme](#)⁴⁷".

10.11 XT-Con

Dichtung und Rundstecker (XT-Con)

Die Anschlusstechnik der CRXT Basiseinheiten nutzt gedichtete DSUB-9 sowie Rundstecker vom Typ "XT-Con". Diese bei imc als Zubehör erhältliche Steckerfamilie zeichnet sich durch Folgendes aus:

- XT-Con ist mechanisch kompatibel mit gedichteter LEMO.1T Serie: spezifizierte Dichtigkeit wird jedoch nur mit den passenden, von imc als Zubehör lieferbaren Steckern (XT-Con) garantiert!
- XT-Con ist nicht kompatibel zur Serie LEMO.1B: Diese LEMO Steckerfamilie ist nicht mechanisch kompatibel und rastet insbesondere nicht ein!

Der Standard AC/DC Netzadapter ist eine nicht-gedichtete Ausführung. IP65 taugliche Adapter sind als optionales Zubehör erhältlich, ebenso wie gedichtete Anschluss-Stecker zur Installation in Fahrzeugen.

Gleiches gilt für Netzkabel mit RJ-45 Stecker: Das im Standard-Lieferumfang enthaltene Kabel ist eine nicht gedichtete Laborausführung für Inbetriebnahme-Zwecke. Als Zubehör ist ein Kabel erhältlich, dessen RJ-45 Stecker auf der einen Seite gedichtet ist und auf der anderen Seite zum Anschluss an Standard-Equipment wie Computer oder Netzwerk-Switch geeignet ist.

Die Standard-Anschlusstechnik für Verstärkermodule sind gedichtete DSUB-15 Buchsen. Bei der Ausrüstung mit anderen kundenspezifischen Steckern, wie z.B. LEMO.1B, gelten für das Gesamtgerät dann die durch die gewählten Stecker vorgegebenen Spezifikationen.

Die geräteseitigen Buchsen setzen für Dichtigkeit voraus, dass geeignete Stecker abgeschlossen sind, oder geeignete dichtenden Schutzkappen.

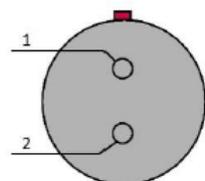
DSUB-15 Stecker

Für Module mit DSUB-15 Anschlusstechnik sind die komfortablen Klemmenstecker zum lötfreien Schraubklemmenanschluss als optionales Zubehör verfügbar. Diese sind in der speziellen IP65-Ausführung zu verwenden. Dies gilt unabhängig davon, ob Dichtigkeitseigenschaften erforderlich sind: Die einfachen Standard-Klemmenstecker haben kürzere Verriegelungsschrauben und lassen sich daher nicht an CRXT-Geräten fixieren. Die beiden Typen sind nicht wechselseitig kompatibel, jedoch sind lange Schrauben als Zubehör zum Nachrüsten erhältlich: lange Bolzen: nur für CRXT, kurze Standard-Bolzen: nur für CRFX, CRC, C-SERIE etc.

Die DSUB-Klemmenstecker sind aus robustem Metall und setzen die Signale der DSUB-15 Buchsen auf lötfreie Schraubklemmen um.

Versorgung

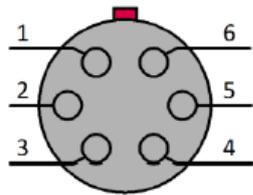
Das Power-Modul ist mit dem DC-Versorgungseingang ausgestattet: einer XT-Con Buchse für Gleichspannungs-Ultra-Weitbereich. Bezüglich der EN 61326-1 ist der DC-Versorgungseingang nicht zum Anschluss an ein Gleichspannungsnetz bestimmt.



Versorgung, XT-Con
Sicht auf die Buchse

PIN	Signal
1	+Supply
2	-Supply

Remote



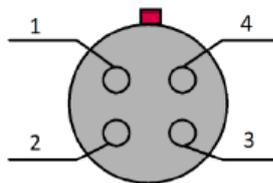
Remote, XT-Con
Sicht auf die Buchse

Basiseinheit	
PIN	Signal
1	GND
2	REMOTE Schalter
3	GND
4	REMOTE Taster
5, 6	n.c.

CRXT/POWER-X	
PIN	Signal
1	GND
2	REMOTE Schalter
3	GND
4	REMOTE Taster
5	GND
6	reserviert

Optionales Zubehör: CRXT/REMOTE-PLUG (11100036), XT-Con (6-polig)

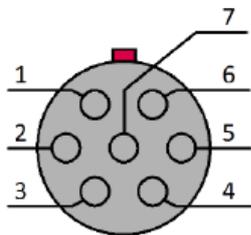
SYNC



SYNC, XT-Con

PIN	Signal
1	SYNC
2	GND
3	reserviert
4	reserviert

Display und GPS



Display, XT-Con
Sicht auf die Buchse

PIN	Signal
1	5V
2	RxD
3	TxD
4	CTS
5	GND
6	RTS
7	n.c.

Index

A

AAF
 Filter-Typ 97
 AAF-Filter 97
 Abgleich 256
 DCB-8 160
 UNI2-8 226
 Abgleich aller aktiven Kanäle 256
 Abtastrate 96
 Inkrementalgeber 137
 Abtastrate pro Gerät 96
 Abtasttheorem 97
 AC-Adapter 45
 ACC/DSUB(M)-ESD
 Technische Daten 483
 ACC/DSUB-ENC4-IU
 Technische Daten 484
 ACC/DSUB-ENC-4-IU 306
 ACC/DSUB-ICP
 Technische Daten 480
 ACC/DSUB-ICP2 260
 ACC/DSUB-ICP2 auf DSUB-Steckern mit vier Eingängen
 260
 ACC/DSUB-ICP4 260
 ACC/DSUBM-ICP2I-BNC (-F, -S)
 Technische Daten 481
 ACC/DSUBM-ICP2I-BNC(-F, -S)
 Schaltbild 264
 ACC/DSUBM-ICP2I-BNC(-F,-S)
 Software Erkennung 269
 ACC/DSUBM-UNI2 497
 ACC/SYNC-FIBRE 102
 ACCDSUB(M)-ESD 114
 ACI-8 154
 Brückenversorgung (ein/aus) 155
 Speisestrom (ein/aus) 155
 AGB 6
 Aliasing 97
 Allgemeine DMS - Halbbrücke 134
 Allgemeine DMS - Vollbrücke 136
 Allgemeinen Geschäftsbedingungen 6
 amplitudenmodulierte IRIG Signale 110
 Analoge Ausgänge (SYNTH-8) 317
 Änderungswünsche 6
 Anfangsvertrimmung
 DCB-8 160
 UNI2-8 226
 Anschluss

DCB-8 167
 DIOENC Inkrementalgeber-Kanäleinsignalgeber 291
 FRQ2-4 307
 FRQ-4 307
 ISO2-8 205
 LV-16: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP 209
 LV3-8: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP 212
 UNI2-8 238
 Anschlussbelegung
 DI-16-HV 278
 Display 507
 Antialiasing Filter 97
 Anti-Aliasing Filter 97
 Tiefpass 97
 ARINC-Bus
 Verkabelung 122
 ARINC-Bus Interface
 Technische Daten 467
 ARINC-Bus Pinbelegung 511
 AUDIO2-4 148, 343
 AUDIO2-4-MIC 150
 Technische Daten 343
 Ausgangslänge 130
 Ausschalten des Gerätes 46

B

B(C)-8
 Bandbreite 167
 Beschreibung 167
 B-8
 Anschluss 168
 Bandbreite
 DCB-8 167
 ICPU2-8 198
 ISO2-8(-16)/-2T Isoliert: Spannung, Strom (20 mA),
 Temperatur, IEPE/ICP 205
 LV-16: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP 209
 LV3-8: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP 212
 UNI2-8 238
 Bandbreite: ICPU-16 199
 Bandpass
 Filter-Typ 97
 Basiseinheit 76
 Basis-Einheit: Technische Daten 321
 Bedienpersonal 11
 BEEPER 104
 Benutzerdefinierte Kennlinien 237
 Beschaltungen
 ICPU2-8 196
 Beschaltungsbeispiele
 DO-16 295

- Beschaltungsbeispiele DO (DIOENC) 287
 - Betriebsbedingungen
 - imc CRONOS-SL 338
 - Blinkcode 77
 - Blockbild
 - DO-16 294
 - Blockbild: Vernetzung und Stromversorgung 32
 - Blöcke von Modulen 35
 - Blockgröße
 - maximale 121
 - Blockschaltbild DO (DIOENC) 286
 - BR2-4
 - Anschluss 178
 - Bandbreite 178
 - Beschreibung 169
 - Brückenmessung 169
 - Halbbrücke 171
 - Hintergrund Viertelbrücke 176
 - Technische Daten 356
 - Übersteuerungserkennung 178
 - Viertelbrücke 174
 - Vollbrücke 170
 - Brücken-Abgleich 257
 - Brückenkanäle
 - UNI2-8 222
 - Brückenkanäle DCB-8 156
 - Brückenkanäle UNI-4 243
 - Brückenmessung
 - Brückenkanäle DCB-8 156
 - Brückenkanäle UNI2-8 222
 - DCB-8 160
 - Kabelkompensation UNI2-8 226
 - Brückenversorgung (ein/aus)
 - ACI-8 155
 - Buchsen-Typ 18
- C**
- C-8 179
 - Anschluss-Stecker 181
 - Optionales Sensorversorgungsmodul 180
 - PT100 (RTD) - Messung 180
 - Schirmung 181
 - Spannungsmessung 179
 - Temperaturmessung 180
 - Thermoelementmessung 180
 - C-8: Technische Daten 371
 - CAN
 - Power via CAN 508
 - CAN FD-Bus Interface
 - Technische Daten 443, 461
 - CAN-Bus
 - Terminatoren 121
 - Verkabelung 121
 - CAN-Bus Interface
 - Technische Daten 460
 - CAN-Bus Verkabelung 121
 - CAN-Bus: Pinbelegung 508
 - CE 8
 - CE-Konformität 6
 - CFast Speichermedium 22, 55
 - CF-Karte (Compact Flash) 21, 54
 - CHASSIS 45, 46
 - Compact Flash 21, 54
 - CRC
 - Geräte-Eigenschaften 89
 - Moduladresse 89
 - CRC Allgemeine Technische Daten
 - Betriebsbedingungen CRC 331
 - Datenspeicherung CRC 331
 - Geräteeigenschaft CRC 331
 - Hardware Optionen CRC 331
 - Lieferumfang CRC 331
 - Softwareausstattung CRC 331
 - Stromversorgung CRC 331
 - Werkseitige Konfigurationsmöglichkeiten CRC 331
 - CRC-400(GP)-08 91
 - CRC-400(GP)-RACK 93
 - CRFX/DI-16-HV
 - Technische Daten 456
 - CRFX/ECAT-GATEWAY 118
 - CRFX/QI-4 151
 - CRFX/SEN-SUPLY-4
 - Modul-Klickverbinder 273
 - Status-LED 273
 - CRFX/WFT-2
 - Technische Daten 473
 - CRFX-2000G: Technische Daten 321
 - CRFX-2000GP: Technische Daten 321
 - CRFX-400: Technische Daten 321
 - CRFX-HANDLE-LI-IO-L
 - CRFX-HANDLE-POWER 35
 - CRFX-HANDLE-UPS-L
 - CRFX-HANDLE-LI-IO-L 35
 - CRONOS-SL 94
 - Crossreferenz 496
 - CRXT 81
- D**
- DAC (DIOENC)
 - Steuerfunktionen 292
 - DAC technische Daten 443
 - DAC-8 Analoge Ausgänge 300

- Dateigröße (maximal) 26, 59
- Dateisystem FAT16/FAT32 26, 59
- Daten Format
 - DI-16-HV 277
- Daten zum PC kopieren 23, 56
- Datenbank: Sensor 106
- Datensicherung
 - Stromausfall 29
- Datenspeicherung
 - imc CRONOS-SL 338
- Datenträger
 - Formatierung 26, 59
 - Partition 26, 59
- Datentransfer 23, 56
 - FTP-Zugriff 25, 58
 - Speichermedium 23, 56
- DCB(C)2-8: DMS-Messbrücken, Spannung, IEPE/ICP
- Technische Daten 365
- DCB-8
 - Abgleich 160
 - Anfangsvertrimmung 160
 - Anschluss 167
 - Bandbreite 167
 - Beschreibung 156
 - Brückenmessung: SENSE 160
 - Kalibriersprung 160
 - Sensoren mit Stromspeisung 167
 - Sensorversorgung 167
 - Spannungsmessung 161
 - Spannungsquelle auf anderem festen Potential 163
 - Spannungsquelle mit Massebezug 161
 - Spannungsquelle ohne Massebezug 162
 - Strommessung (2-Leiter mit Stromsignal und var. Versorgung) 166
 - Strommessung (differential) 164
 - Strommessung (massebezogen) 165
- Dehnung 130
- Dehnungsmessstreifen (DMS) 130
- DELTA TRON 199, 259
- DI16-DO8-ENC4: Digitales Multiboard 283
- DI-16-HV 277
 - Anschlussbelegung 278
 - Daten Format 277
- DI2-16
 - Abtastzeit 280
 - Eingangsspannung 279
- DI2-16: Digitale Eingänge: Technische Daten 439
- DI2-8 Standard Stecker 497
- DI4-8 Standard Stecker 497
- Differenzeingang
 - ENC-4 302
 - HRENC-4 309
 - Spannungskanäle 216
- Differenzeingang: Spannungskanäle 199
- Differenzielle Messverfahren 141
- Digitale Ausgänge 441
 - DO-16 293
- Digitale Ausgänge (DIOENC) 283
- Digitale Ausgänge (DIOENC)
 - Freilaufdiode 285
 - Logik-Pegel 285
 - Open-Drain 285
 - Potentialtrennung 285
 - power-up 285
 - Totem-Pole 285
 - Treiberkonfiguration 285
- Digitale Ausgänge: Parameter 446, 447
- Digitale Eingänge 440
 - DI2-16 279
- Digitale Eingänge (DIOENC) 283
- Digitale Eingänge (DIOENC) 283
 - Eingangsspannung 283
- Digitale Hochstromausgänge 296
- DIN-EN-ISO-9001 6
- DIO CRFX Module 276
- DIOENC
 - Sampling: Verfahren 288
 - Zähler 288
- DIOENC Inkrementalgeber-Kanäle
 - Differenzeingang 289
 - Filter 289
 - Komparator 289
 - Konditionierung 289
 - Schmitt-Trigger 289
 - Schwelle 289
- DIOENC Inkrementalgeber-Kanäleinsignalgeber
 - Blockschaltbild 291
 - Kanalzuordnung 290
 - Konfigurationsmöglichkeiten 291
 - Spur (X,Y) 290
 - Zweisinalegeber 290
- DIO-HV-4 280
 - Anschluss 282
 - DI 281
 - DO 282
- direkt angereicherte Module 34
- Display 103
 - Anschlussbelegung 507
 - Bohrungen 103
 - Gehäusegröße 103
 - Pinbelegung 515
 - Übersicht 103

- Display 103
 - Updaterate 103
 - DMS 130
 - Begriffserklärungen 130
 - DO-16
 - Ansteuerung aus imc Online FAMOS 295
 - Beschaltungsbeispiele 295
 - Blockbild 294
 - DO-16 (Digitale Ausgänge)
 - Freilaufdiode: Open-Drain 293
 - Logik-Pegel 293
 - Open-Drain 293
 - Potentialtrennung 293
 - power-up 293
 - Steuerungsfunktionen 293
 - Totem-Pole 293
 - Treiberkonfiguration 293
 - DO-16: Technische Daten 446
 - DO-16-HC
 - Open Drain 296
 - Open Drain Modus 298
 - Open Source 296
 - Open Source Modus 298
 - Prinzip-Schaltbild 297
 - Totem pole Modus 299
 - Totem-Pole 296
 - TTL / CMOS (5V) Modus 299
 - DO-HC-16: Technische Daten 447
 - Drehzahl 147
 - DSUB-26 Stecker 501
 - DSUB-9
 - Display 507
 - GPS-Maus 507
 - DSUB-Stecker
 - EMD (MVB-Bus) 513
 - ESD (MVB-Bus) 514
 - Durchparametrieren 460
- E**
- Einführung 73
 - Eingangsimpedanz
 - DCB-8 161
 - ICPU2-8 196
 - ISO2-8 201
 - ISOF-8> 205
 - SC2-32 216
 - UNI2-8 218
 - Eingangs-Impedanz
 - HV-2U2I, HV-4U 187
 - Eingangsimpedanz: ICPU-16 199
 - Einschalten 19
 - Einschalten des Gerätes 46
 - Einschränkungen
 - Speichermedium 29, 62
 - Einsignalgeber 143
 - ENC-4 301, 302
 - HRENC-4 308, 309
 - Einstellung von Stromwandlern in imc DEVICES 192
 - Elastizitätsmodul 130
 - Elektro- und Elektronikgerätegesetz 8
 - Elektro-Altgeräte Register 8
 - ElektroG 8
 - EMD Anschluss (MVB-Bus) 513
 - Empfänger
 - GPS 107
 - EMV 7
 - ENC-4
 - Differenzeingang 302
 - Einsignalgeber 301, 302
 - Erdung 306
 - Filter 302
 - Hysterese 302
 - Indexkanal 301
 - IU-Stecker 306
 - Kanalzuordnung 304
 - Komparator 302
 - Konditionierung 302
 - Nullimpuls 301
 - Open-Collector Sensor 305
 - RS422 306
 - Schmitt-Trigger 302
 - Schirmung 306
 - Schwelle 302
 - Sensoren 301
 - Sensoren mit Stromsignalen 306
 - Sicherung: ext. Versorgung 301
 - Spur (X,Y) 301, 302
 - Synchronisation 301
 - Versorgungsspannung 301
 - Zweissignalgeber 301, 302
 - ENC-4 Inkrementalgeber 301
 - ENC-4: Technische Daten 448
 - Energieträgerkennzeichnung 10
 - Erdung
 - ENC-4 306
 - Erdung (Autobatterie) 45
 - Erdung: Gerät 44
 - Erdung: Konzept 45
 - Erdung: Versorgung 45
 - Erdungsbuchse 45
 - Erdungs-Differenzen 31
 - Erdungskonzept 31

Ereigniszählung 138
 Inkrementalgeber 144
Erfassungsmodi für Inkrementalgeber-Eingänge 138
Erweiterung für den Windows Explorer 23, 56
ESD Anschluss (MVB-Bus) 514
EtherCAT
 Gateway 118
 IN 77
 M8 510
 OUT 77
 Pinbelegung 510
 RJ45 510
 Verkabelung 126
EtherCAT Gateway 118
EtherCAT Interface
 Technische Daten 462
Explorer Erweiterung 23, 56
Express Card 115
ExpressCard Speichermedium 22, 55
ext. Versorgung
 HRENC-4 308

F

Farbkennzeichnung Thermoelemente 127
FCC 8
Fehlermeldungen 6
Fernbedienung 20, 47
Fernsteuerung zum Einschalten 20, 47
Festplatten 20, 53
Festplattenversorgung über USB 115
Filter 97
 ENC-4 302
 HRENC-4 309
Filter implementiert 99
Filter-Konzept 97
Filterlaufzeit 99
Filter-Typ 97
 AAF 97
 Bandpass 97
 Hochpass 97
 ohne 97
 Tiefpass 97
Firmware-Update 70
 Logbuch 72
Flanke (Inkrementalgeber) 145
FlexRay Interface
 Technische Daten 463
FlexRay: Pinbelegung 509
FlexRay-Bus
 Verkabelung 122
Formatierung des Datenträgers 26, 59

Freilaufdiode: Open-Drain
 DO-16 293
Frequenz 147
FRQ2-4 307
FRQ-4 307
FTP-Zugriff
 Datentransfer 25, 58
Fühlerbruchererkennung
 UNI2-8 237

G

Garantie 7
Gateway 118
Gerät
 anschießen 67
 Ausschalten 46
 Einschalten 46
 hinzufügen 69
Gerät hinzufügen (Neu) 24, 57
Gerät im Explorer auswählen 23, 56
Gerät: Einführung 73
Gerät: Fernbedienung 20
Gerät: Sicherungen 17
Geräteeigenschaft
 imc CRONOS-SL 338
Gerätegruppe 95
Geräte-Interface hinzufügen 24, 57
Gerätemodelle
 analoge Kanäle 496
Geräteübersicht 95
Geräteversorgung 30
Gerätezertifikat 64
Geschwindigkeit 147
Gewährleistung 6
Glasfaser-Optik 102
GPS
 Prozessvektor-Variablen 107
 RS232 Einstellungen 108
GPS-Maus
 DSUB-9 Pinbelegung 507
Grafik Display technische Daten 474
Gruppe
 Geräteübersicht 95
Gruppenlaufzeit 99

H

Haftungsbeschränkung 7
Halbbrücke
 Allgemein 134
 Biegebalken 134
 DCB-8 158

- Halbbrücke
 - LVDT 137
 - Poisson-Halbbrücke 133
 - UNI2-8 224
 - Halbbrücke mit zwei aktiven DMS in uniaxialer Richtung 134
 - Halbbrücke UNI-4 245
 - Handhabung 87
 - Handling 87
 - Hardware Optionen
 - imc CRONOS-SL 338
 - Hauptschalter 46
 - HD DSUB-26 501
 - HISO-8
 - Technische Daten 374
 - Hochpass
 - Filter-Typ 97
 - Hochvoltkanäle
 - HV-2U2I, HV-4U 187
 - Hotline
 - Technischer Support 6
 - Hot-Plug
 - FTP-Zugriff 25, 58
 - Speichermedium 21, 54
 - HRENC-4 308
 - Anschluss 316
 - Differenzeingang 309
 - Eingang 314
 - Einsignalgeber 308, 309
 - ext. Versorgung 308
 - Filter 309
 - Funktionsweise 314
 - Hysterese 309
 - Indexkanal 308
 - Kanalzuordnung 311
 - Komparator 309
 - Konditionierung 309
 - Nullimpuls 308
 - Schmitt-Trigger 309
 - Schwelle 309
 - Sensoren 308
 - Sicherung 308
 - Signalform 314
 - Sinus/Kosinus-verlauf 312
 - Sinus-Signalgeber 312
 - Software Einstellungen 314
 - Spur (X,Y) 308, 309
 - Synchronisation 308
 - Versorgungsspannung 308
 - Zweissignalgeber 308, 309
 - HRENC-4: Technische Daten 452
 - HV2-4U
 - Technische Daten 384
 - HV-2U2I, HV-4U
 - Amplitudengangkorrektur 195
 - Anschluss Spannungskanäle 194
 - Beschreibung 187
 - Hochvoltkanäle 187
 - Messaufbau 193
 - Phasengangkorrektur 195
 - Pinbelegung 193
 - Rogowski Spule 189
 - Spannungsmessung 187
 - Strommessung 188
 - Strommessung - Stromzangen 195
 - Stromzangen 188, 195
 - Stromzangen-Kanäle 188
 - Hysterese
 - ENC-4 302
 - HRENC-4 309
 - Hysterese: USV, Übernahmeschwellen 49
- I**
- ICP 196, 199, 259
 - ICP Sensoren
 - LV-16: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP 209
 - LV3-8: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP 212
 - UNI2-8 237
 - ICP-Erweiterungsstecker 260
 - Spannungskanäle 260
 - Technische Daten 480
 - Versorgungsstrom 260
 - ICP-Kanäle: Versorgungsstrom 260
 - ICP-Sensoren 260
 - ISO2-8 203
 - ICPU-16 199
 - ICPU-16: Bandbreite 199
 - ICPU-16: Eingangsimpedanz 199
 - ICPU-16: Spannungsmessung 199
 - ICPU-16: Spannungsquelle mit Massebezug 199
 - ICPU-16: Spannungsquelle ohne Massebezug 199
 - ICPU-16: Technische Daten 390
 - ICPU2-8 196
 - Bandbreite 198
 - Beschaltungen 196
 - Eingangsimpedanz 196
 - Spannungsmessung 196
 - Spannungsquelle mit Massebezug 197
 - Spannungsquelle ohne Massebezug 198
 - Technische Daten 386
 - IEEE 1451 106
 - imc CRONOS-SL

- imc CRONOS-SL
 - Softwareausstattung 338
 - Stromversorgung 338
 - imc Systems 23, 24, 56, 57
 - Formatierung 26, 59
 - imc SENSORS 106
 - imc STUDIO 66
 - Betriebssysteme 66
 - imc-Klemmstecker
 - Aufstartverhalten 269
 - Firmware-Update 269
 - Stecker-Erkennung verifizieren 269
 - Stecker-Erkennung zurücksetzen 269
 - Impulszeitpunkt 146
 - IN: EtherCAT 77
 - Indexkanal
 - ENC-4 301
 - HRENC-4 308
 - Index-Kanal 143
 - Injektor 42
 - Inkrementalgeber
 - Abtastrate 137
 - Flanke 145
 - INK-kanäle 141
 - Kombinierte Erfassung 147
 - Komparator 142
 - maximale Pulse pro Umdr. 144
 - Messbereich 141
 - Skalierung 141
 - Startflanke 145
 - Stoppflanke 145
 - Zeitmessung 145
 - Inkrementalgeber (DIOENC) 288
 - Indexkanal 288
 - Nullimpuls 288
 - Sensoren 288
 - Spur (X,Y) 288
 - Versorgungsspannung 288
 - Zweissignalgeber 288
 - Inkrementalgeber (ENC-4) 301
 - Inkrementalgeber Kanäle 442
 - Inkrementalgeberkanäle und TEDS/imc SENSORS 106
 - Installation
 - imc STUDIO 66
 - Interne Speichermedien 20, 53
 - IP65 Schutzart 113
 - IP-Adresse
 - des Geräts 67
 - des PCs 67
 - konfigurieren 67
 - IRIG-B 110
 - Technische Daten 486
 - ISO2-8
 - Anschluss 205
 - Bandbreite 205
 - Beschreibung 200
 - Eingangsimpedanz 201
 - ICP-Sensoren 203
 - Pt100 (RTD) - Messung 202
 - Spannungsmessung 201
 - Strommessung 204
 - Temperaturmessung 202
 - Thermoelementmessung 202
 - ISO2-8(-16)/-2T Isoliert: Spannung, Strom (20 mA), Temperatur, IEPE/ICP
 - Technische Daten 392
 - ISO9000 106
 - ISO-9001 6
 - ISOF-8
 - Beschreibung 205
 - Eingangsimpedanz 205
 - ICP-Sensoren 207
 - PT100 (RTD) - Messung 206
 - Spannungsmessung 205
 - Strommessung 207
 - Temperaturmessung 206
 - Thermoelementmessung 206
 - Isolation 30
 - isolierter Versorgungs-Eingang 31
 - Isoliertes Thermoelement
 - UNI2-8 231, 233
 - IU-Stecker
 - ENC-4 306
- J**
- Justage 6
- K**
- Kabel 8
 - Kabelkompensation
 - UNI2-8 226
 - Kalibriersprung
 - DCB-8 160
 - UNI2-8 226
 - Kalibrierung 6
 - Kanal
 - Abtastrate 96
 - Kanalzuordnung
 - ENC-4 304
 - HRENC-4 311
 - Kennlinien
 - Benutzerdefiniert 237
 - Verrechnung 318

- Kennlinienkorrektur 319
 - Kennlinien-Korrektur 319
 - Klemmstellen Kompensation 128
 - Kombinierte Erfassung 139
 - Komparator
 - ENC-4 302
 - HRENC-4 309
 - Inkrementalgeber 142
 - Konditionierung
 - ENC-4 302
 - HRENC-4 309
 - Kundendienst
 - Technischer Support 6
 - Kurz-Einführung 73
- L**
- Ladung: USV-Akku 49
 - Längenänderung 130
 - LEDs 104
 - Leitungen 8
 - Leitungsbruch
 - UNI2-8 237
 - LEMO.1B.307
 - Pinbelegung 504
 - LEMO.1P (5-polig)
 - HISO-8-L 506
 - Pinbelegung 506
 - LEMO.1S
 - ACI-8 505
 - Pinbelegung 505
 - LEMO.2P (2-polig)
 - HISO-8-T-8L 506
 - Pinbelegung 506
 - LEMO.2P (8-polig)
 - HISO-8-T-2L 506
 - Pinbelegung 506
 - Li-Ion Akku 50
 - LIMIT 35
 - LIN-Bus
 - Verkabelung 122
 - LIN-Bus Interface
 - Technische Daten 462
 - LIN-Bus: Pinbelegung 508
 - Linearisierung 318
 - Logbuch
 - Firmware-Update 72
 - Logik-Pegel
 - DO-16 293
 - LV_16
 - Anschluss 209
 - Bandbreite 209
 - Beschreibung 209
 - ICP Sensoren 209
 - Shunt 209
 - Spannungsmessung 209
 - Strommessung 209
 - LV-16: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP
 - Technische Daten 407
 - LV2-8
 - Anschluss 212
 - Bandbreite 212
 - Beschreibung 210
 - ICP Sensoren 212
 - Spannungsmessung 210
 - Spannungsmessung geerdet 210
 - Spannungsmessung mit Gleichtaktspannung 211
 - Spannungsmessung mit Tarierung 211
 - Spannungsmessung ohne Massebezug 211
 - Strommessung 212
 - LVDT 137
 - LWL, Fibre Optic 102
- M**
- Messarten
 - Temperatur 127
 - Messarten: ICP 259
 - Messarten: Stromgespeiste Sensoren 259
 - Messgerät
 - anschießen 67
 - hinzufügen 69
 - Messinsel 78
 - Messung vorbereiten
 - Fehlermeldung 96
 - MMI-TEDS 104
 - Moduladresse (CRFX) 76
 - Modularität
 - CRC 43
 - CRSL 43
 - Modultausch
 - CRC 43
 - Modus: Digitale Hochstromausgänge (Treiberkonfiguration) 297
 - MVB-Bus
 - DSUB-Stecker EMD 513
 - DSUB-Stecker ESD 514
 - EMD Anschluss 513
 - EMD Verkabelung 124
 - ESD Anschluss 514
 - ESD Verkabelung 125
 - Verkabelung 124
 - Verkabelung EMD 124
 - Verkabelung ESD 125

N

Netzadapter 48 V DC 18
Netzwerk-Kabel 76, 79
NMEA 107
NMEA Talker IDs
GA, GB, GI, GL 109
GN, GP, GQ 109
Normale Gebrauchslage
CRC 331
imc CRONOS-SL 338
Nullimpuls 143
ENC-4 301
HRENC-4 308
Nyquist-Frequenz 97

O

ohne
Filter-Typ 97
Open-Collector Sensor
ENC-4 305
Open-Drain
DO-16 293
OSC-16 Anschluss 215
OSC-16 Beschreibung 213
OSC-16 PT100 (RTD) - Messung 215
OSC-16 Spannungsmessung 213
OSC-16 Strommessung 214
OSC-16 Temperaturmessung 214
OSC-16 Thermoelementmessung 214
OSC-16: Isoliert: Spannung, Strom (20 mA), Temperatur
Technische Daten 415
OUT: EtherCAT 77

P

Partition 26, 59
PCB 260
Phasenmatching 99
PIEZOTRON 199, 259
Pinbelegung
AUDIO2-4-MIC 150
Display 515
DSUB-26 501
LEMO.1B.304 506
LEMO.1B.307 504
LEMO.1P (5-polig) 506
LEMO.1S 505
LEMO.2P (2-polig) 506
Scanner SC2-32 (2 x DSUB-37) 503
Spezial-Stecker 499
Standard-Stecker 497

TEDS Stecker 500
Pinbelegung:
Scanner SC2-32 (8 x DSUB-15) 502
Pinbelegung: ARINC-Bus 511
Pinbelegung: CAN-Bus 508
Pinbelegung: FlexRay 509
Pinbelegung: LIN-Bus 508
Pinbelegung: PROFIBUS 512
Pinbelegung: PROFINET 512
Pinbelegung: Versorgungsstecker (LEMO) 44
PoE Injektor 42
PoEC 40
Poisson-Halbbrücke 133
Vollbrücke aus zwei diagonalen Poisson-Halbbrücken
136
Potentialtrennung
DO-16 293
Potential-Trennung 30
Potentialtrennung: Versorgungs-Eingang 45
Power Handle 30
Ausgangs-Versorgungsbuchse 35
Remote 35
RJ45 35
POWER LED 35
Power over EtherCAT 40
Power via CAN 508
Power-Handle
Anschlüsse 38
Aufladen 38
power-up
DO-16 293
POWER-X 82
Probleme
Speichermedium 29, 62
PROFIBUS
Verkabelung 123
PROFIBUS Interface
Technische Daten 463
PROFIBUS Pinbelegung 512
Profinet
LEDs 123
Technische Daten 464
Verkabelung 123
PROFINET Pinbelegung 512
Prozessvektor-Variablen
GPS 107
PT100 128
C-8 180
UNI2-8 235
Pt100 (RTD) - Messung
ISO2-8 202

PT100 (RTD) - Messung OSC-16 215
PT100 in 2 Leiter-Schaltung
UNI2-8 236
PT100 in 3 Leiter-Schaltung
UNI2-8 236
PT100 in 4 Leiter-Schaltung
UNI2-8 235
Pufferdauer: maximale (USV) 48
Puffer-Zeitkonstante (USV) 48
Pulsanzahl maximal 144
PWM Modus (INC4) 146

Q

QI-4 151
Rücksetzen der Ladung 151
Spannungsmessung 152
stromgespeiste Sensoren 153
Technische Daten 347
Qualitätsmanagement 6
Querdehnzahl 130

R

Regeln zur Konfiguration 33
Remote 20
Pinbelegung 47
Reparatur 6
Restriction of Hazardous Substances 8
RJ45 41
Rogowski Spule
HV-2U2I, HV-4U 189
RoHS 8
RPM 147
RS232 Einstellungen
GPS 108
RS422
ENC-4 306
RTD
UNI2-8 235
RVDT 137

S

Sampling
Verfahren 97
SC2-32 216
Eingangsimpedanz 216
Sensorversorgung 217
Spannungsmessung 216
Steckerbelegung und Verkabelung 217
Strommessung 216
Technische Daten 419
Versorgungsspannung 217

Scanner
SC2-32 216
Schaltbild
imc Thermostecker 129
T4 Stecker 129
Schirmung 46
Schmitt-Trigger
ENC-4 302
HRENC-4 309
Schrimung
ENC-4 306
Schwelle
ENC-4 302
HRENC-4 309
Selbstentladung: USV-Akku 49
SEN/DSUB9-xxR
Pinbelegung 470
SENSE
DCB-8 160
UNI2-8 226
Sensoren
ENC-4 301
HRENC-4 308
Sensoren mit Stromsignalen
ENC-4 306
Sensorversorgung 274
DCB-8 167
SC2-32 217
UNI2-8 237
Sensorverwaltung per Datenbank 106
Service
Technischer Support 6
Service und Wartung 6
Service-Check 6
Serviceformular 64
Serviehinweise 64
Shell extension 23, 56
Shunt-Stecker OSC-16 214
Sicherung
HRENC-4 308
Sicherung: ext. Versorgung
ENC-4 301
Sicherungen: Übersicht 17
Signalleitung Schirmung 46
Sinus-Signalgeber
HRENC-4 312
Skalierung
Inkrementalgeber-Kanäle 141
SL2 94
SL-2 94
SL4 94

- SL-4 94
- Software Einstellungen
 - HRENC-4 314
- Software Installation 66
- Spannungskanäle: nicht isoliert 199
- Spannungsmessung
 - C-8 179
 - DCB-8 161
 - HV-2U2I, HV-4U 187
 - ICPU2-8 196
 - ISO2-8 201
 - ISOF-8 205
 - LV-16: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP 209
 - LV3-8: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP 210
 - SC2-32 216
 - UNI2-8 218
- Spannungsmessung geerdet
 - LV3-8: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP 210
- Spannungsmessung mit Gleichttaktspannung
 - LV3-8: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP 211
- Spannungsmessung mit Tarierung
 - LV3-8: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP 211
- Spannungsmessung ohne Massebezug
 - LV3-8: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP 211
- Spannungsmessung OSC-16 213
- Spannungsmessung: ICPU-16 199
- Spannungsquelle mit Massebezug
 - ICPU2-8 197
- Speicherkarte 20, 53
- Speicherkarten 95
- Speichermedien 20, 53
 - USB 115
- Speichermedium
 - CFast 22, 55
 - CF-Karte 21, 54
 - Compact Flash 21, 54
 - Dateigröße (maximal) 26, 59
 - Dateisystem 26, 59
 - Datentransfer 23, 56
 - Einschränkungen 29, 62
 - ExpressCard 22, 55
 - FAT16/FAT32 26, 59
 - Hot-Plug 21, 54
 - Probleme 29, 62
 - SSD 22, 55
 - USB 22, 55
- Speisestrom (ein/aus)
 - ACI-8 155
- Spezial-Stecker
 - DO8-HC 499
 - ICP2 499
 - ICP4 499
 - Pinbelegung 499
 - SYNTH4 499
 - T4 499
- Spur (X,Y)
 - ENC-4 301, 302, 305
 - HRENC-4 308, 309
- SSD Speichermedium 22, 55
- Stabilisierte Geräteversorgung 30
- Standard Stecker
 - B2 497
 - Pinbelegung 497
 - U4 497
- Startflanke (Inkrementalgeber) 145
- Status LED 77
- Status-LED
 - CRFX/SEN-SUPLY-4 273
- Stecker Übersicht 496
- Steckerbelegung und Verkabelung
 - SC2-32 217
- Steckerbelegung: Versorgungsstecker (LEMO) 44
- Steckererkennung mit TEDS 267
- Stecker-Typ 18
- Steuerungsfunktionen
 - DO-16 293
- Stoppflanke (Inkrementalgeber) 145
- Stromgespeiste Sensoren 259
 - QI-4 153
- Strommessung
 - HV-2U2I, HV-4U 188
 - ISO2-8 204
 - ISOF-8 207
 - LV-16: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP 209
 - LV3-8: Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP 212
 - SC2-32 216
 - UNI2-8 229
- Strommessung (differentiel)
 - UNI2-8 227
- Strommessung (massebezogen)
 - UNI2-8 228
- Strommessung OSC-16 214
- Stromversorgung
 - Pinbelegung 18
- Stromversorgungsmöglichkeiten 32
- Stromzangen
 - HV-2U2I, HV-4U 188
- Stromzangen-Kanäle
 - HV-2U2I, HV-4U 188
- Stützstellen 318
- Summenabtastrate 96
- Summer 104

- Summierende Messverfahren 141
SUPPLY: Technische Daten 469
Symbole 9
Sync 101
 Technische Daten 341
SYNC Buchse 101
SYNC-FIBRE: Technische Daten 485
Synchronisation 99, 101
 ENC-4 301
 HRENC-4 308
Synchronisierung 17
Synchronität 99
SYNTH-8 317
 Technische Daten 457
Synthesizer 317
Systembus (CRFX) 76
Systemvoraussetzungen 66
- T**
- Tarierung 256
Tarierung bei eingestellten Offset 257
Technische Daten
 ACC/DSUB(M)-ESD 483
 ACC/DSUB-ENC4-IU 484
 ACI-8 352
 ARINC-Bus Interface 467
 AUDIO2-4 343
 AUDIO2-4-MIC 343
 BR2-4 356
 CAN FD-Bus Interface 443, 461
 CAN-Bus Interface 460
 CRFX/DI-16-HV 456
 CRFX/HANDLE-LI-IO-L 477
 CRFX/HANDLE-UPS-NiMH-L 476
 CRFX/SEN-SUPPLY-4 470
 EtherCAT Interface 462
 FlexRay Interface 463
 HISO-8 374
 HV2-4U 384
 ICPU2-8 386
 IRIG-B 486
 ISO2-8(-16)/-2T Isoliert: Spannung, Strom (20 mA),
 Temperatur, IEPE/ICP 392
 LIN-Bus Interface 462
 LV3-8 Spannung, Strom (20 mA), IEPE/ICP 409
 Power Handle 475
 PROFIBUS Interface 463
 Profinet 464
 QI-4 347
 QI-4-1UC 347
 SC2-32 419
 Sync 341
 SYNTH-8 457
 XCPoE Master 465
Technische Daten - CRC/CRSL/DAC-8: Technische Daten
438
Technische Daten Display 474
Technische Daten: Basis-Einheit 321
Technische Daten: C-8 371
Technische Daten: DI2-16: Digitale Eingänge 439
Technische Daten: DO-16 446
Technische Daten: DO-HC-16 447
Technische Daten: ENC-4 448
Technische Daten: HRENC-4 452
Technische Daten: ICP-16 390
Technische Daten: SUPPLY 469
Technische Daten: SYNC-FIBRE 485
Technische Daten: Technische Daten - CRC/CRSL/DAC-8
438
Technische Daten: WLAN 487
Technischer Support 6
TEDS 104
 Anwendungen 106
 Vorteile 106
TEDS Stecker
 B2 500
 I2 500
 I4 500
 Pinbelegung 500
 T4 500
 U4 500
 UNI2 500
TEDS-Stecker
 I2 499
 I4 499
 T4 499
 UNI2 499
Telefonnummer
 Technischer Support 6
Temperaturkennlinie
 Wo erfolgt die Auswahl? 127
Temperaturmessung
 C-8 180
 ISO2-8 202
 ISOF-8 206
 UNI2-8 230
Temperaturmessung OSC-16 214
Temperaturskala 127
Thermoelemente
 Normung und Farbkennzeichnung 127
Thermoelementmessung
 ISO2-8 202
 ISOF-8 206

- Thermoelementmessung
 - UNI2-8 230
 - Thermoelementmessung OSC-16 214
 - Thermostecker 128
 - Schaltbild 129
 - Tiefpass
 - Filter-Typ 97
 - Tischnetzteil 44, 45
 - Totem-Pole
 - DO-16 293
 - Trägerfrequenzverstärker 177
 - Treiberkonfiguration
 - DO-16 293
- U**
- Übersicht 148
 - Übersicht Stromversorgungsmöglichkeiten 32
 - Übersteuerung eines Messbereichs 258
 - Unfallschutz 13
 - Unfallverhütungsvorschriften 13
 - UNI2-8
 - Abgleich 226
 - Anfangsvertrimmung 226
 - Anschluss 238
 - Bandbreite 238
 - Beschreibung 218
 - Brückenmessung: SENSE 226
 - Fühlerbruchererkennung 237
 - Halbbrücke 224
 - ICP Sensoren 237
 - ICP und Thermoelement 233
 - Isoliertes Thermoelement 231, 233
 - Kabelkompensation 226
 - Kalibriersprung 226
 - Leitungsbruch 237
 - PT100 (RTD) - Messung 235
 - PT100 (RTD) - Messung in 2 Leiter-Schaltung 236
 - PT100 (RTD) - Messung in 3 Leiter-Schaltung 236
 - PT100 (RTD) - Messung in 4 Leiter-Schaltung 235
 - SENSE 226
 - Sensorversorgung 237
 - Spannungsmessung 218
 - Spannungsquelle auf anderem festen Potential 221
 - Spannungsquelle mit Massebezug 219
 - Spannungsquelle ohne Massebezug 220
 - Strommessung (2-Leiter mit Stromsignal und var. Versorgung) 229
 - Strommessung (differentiel) 227
 - Strommessung (massebezogen) 228
 - Temperaturmessung 230
 - Thermoelement mit Massebezug montiert 231
 - Thermoelement ohne Massebezug montiert 233
 - Thermoelementmessung 230
 - Viertelbrücke 225
 - Vollbrücke 223
 - UNI-4 239
 - Unterbrechungsfreie Stromversorgung
 - USV 48
 - USB 20, 53
 - Versorgung von Speichermedien 22, 55
 - USB Speichermedium 22, 55
 - USV 30
 - Unterbrechungsfreie Stromversorgung 48
 - USV Batterien (CRC) 333, 339
- V**
- Verbindung über LAN 67
 - Verbindungs-Mechanismus 87
 - Verkabelung
 - XCPOE 122
 - Verkabelung Feldbus 121
 - Versorgung 44
 - Versorgung mehrerer Blöcke 33
 - Versorgungs-Eingang 45
 - Versorgungsspannung 293
 - DO-16 293
 - ENC-4 301
 - HRENC-4 308
 - SC2-32 217
 - Versorgungsspannung für ICP Stecker 274
 - Versorgungsspannung: Gerät 44
 - Versorgungsspannung: interne, Fernbedienungsstecker 20
 - Versorgungsstrom: ICP-Kanäle 260
 - Verstärker (Abgleich etc...) 256
 - Verteilte Messinseln 78
 - verteiltes Messsystem 78
 - Verzögerung 100
 - Viertelbrücke
 - DCB-8 159
 - intern ergänzt 132
 - temperaturkompensiert 133
 - UNI2-8 225
 - Viertelbrücke UNI-4 246
 - Vollbrücke
 - Allgemein 136
 - Biegung 135
 - DCB-8 157
 - DMS einseitig appliziert 135
 - LVDT 137
 - Poisson-Halbbrücke 136
 - UNI2-8 223

- Vollbrücke aus zwei diagonalen Poisson-Halbbrücken -
einseitig appliziert 135 HRENC-4 308, 309
- Vollbrücke aus zwei diagonalen Poisson-Halbbrücken (Zug,
Druck) - zweiseitig appliziert 136
- Vollbrücke mit vier aktiven DMS in uniaxialer Richtung
(Biegebalken) 135
- Vorsichtsmaßnahmen 12

W

- Wartung 6, 64
- Waste on Electric and Electronic Equipment 8
- Wechseln des Datenträgers 21, 54
- WEEE 8
- Weg (differenziell, abs, sum) 144
- Wegmessung
 - Inkrementalgeber 144
- WFT
 - LEMO Pinbelegung 505
- WFT-2 473
- Widerstand des DMS 130
- Widerstandsänderung 130
- Widerstandsthermometer
 - UNI2-8 235
- Windows
 - Explorer Erweiterung 23, 56
 - Shell extension 23, 56
- Winkel (differenziell, abs, sum) 144
- Winkelmessung
 - Inkrementalgeber 144
- Wipp-Taster 46
- WLAN 112
- WLAN: Technische Daten 487

X

- XCPE Master
 - Technische Daten 465

Z

- Zähler 137
- Zähler (ENC-4) 301
- Zeitgeber
 - GPS 107
- Zeitmessung 139, 145
- Zertifikate 6
- Zugriff auf den Datenträger
 - Fehler 29, 62
- Zuleitung Schirmung 46
- Zuleitung: Spannungsversorgung 44
- Zwangs-Erdung über PE des AC/DC-Adapters 31
- Zweissignalgeber 143
 - ENC-4 301, 302



An Axiometrix Solutions Brand

Kontaktaufnahme mit imc

Adresse

imc Test & Measurement GmbH
Voltastraße 5
13355 Berlin

Telefon: +49 30 467090-0
E-Mail: info@imc-tm.de
Internet: <https://www.imc-tm.de>

Technischer Support

Zur technischen Unterstützung steht Ihnen unser technischer Support zur Verfügung:

Telefon: +49 30 467090-26
E-Mail: hotline@imc-tm.de
Internet: <https://www.imc-tm.de/service-training/>

Service und Wartung

Für Service- und Wartungsanfragen steht Ihnen unser Serviceteam zur Verfügung:

Telefon: +49 30 629396-333
E-Mail: service@imc-tm.de
Internet: <https://www.imc-tm.de/service>

imc ACADEMY - Trainingscenter

Der sichere Umgang mit Messgeräten erfordert gute Systemkenntnisse. In unserem Trainingscenter werden diese von erfahrenen Messtechnik Spezialisten vermittelt.

E-Mail: schulung@imc-tm.de
Internet: <https://www.imc-tm.de/service-training/imc-academy>

Internationale Vertriebspartner

Den für Sie zuständigen Ansprechpartner, finden Sie in unserer Übersichtsliste der imc Partner:

Internet: <https://www.imc-tm.de/imc-weltweit/>

imc @ Social Media

<https://www.facebook.com/imcTestMeasurement>

<https://www.youtube.com/c/imcTestMeasurementGmbH>

https://x.com/imc_de

<https://www.linkedin.com/company/imc-test-&-measurement-gmbh>