

# WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> 6-Komponenten-Messrad

Handbuch

Edition 7 - 11.07.2024



---

## 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

© 2024 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

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 Allgemeine Einführung .....</b>              | <b>6</b>  |
| 1.1 Technischer Support .....                     | 6         |
| 1.2 Service und Wartung .....                     | 6         |
| 1.3 Rechtliche Hinweise .....                     | 7         |
| 1.4 Symbol-Erklärungen .....                      | 10        |
| <b>2 Sicherheit .....</b>                         | <b>12</b> |
| <b>3 Lieferung und Gebrauch .....</b>             | <b>15</b> |
| 3.1 Nach dem Auspacken .....                      | 15        |
| 3.2 Vor der Inbetriebnahme .....                  | 15        |
| 3.3 Hinweise zum Anschluss .....                  | 17        |
| <b>4 Wartung und Instandhaltung .....</b>         | <b>19</b> |
| 4.1 Wartungs- und Servicehinweis .....            | 19        |
| 4.2 Kalibrierung .....                            | 19        |
| 4.3 Lagerung .....                                | 19        |
| 4.4 Transport .....                               | 19        |
| <b>5 WFT - 6-Komponenten-Messrad .....</b>        | <b>20</b> |
| 5.1 Einführung .....                              | 20        |
| 5.2 Verwendung .....                              | 20        |
| <b>6 Grundlagen .....</b>                         | <b>21</b> |
| 6.1 Kräfte und Momente .....                      | 22        |
| 6.2 Koordinatentransformation der Messwerte ..... | 24        |
| 6.3 Radialer Versatz .....                        | 25        |
| 6.4 Axialer Versatz: Offset a .....               | 25        |
| 6.5 Abtastrate .....                              | 27        |
| 6.6 Nullabgleich .....                            | 27        |
| <b>7 Technische Komponenten .....</b>             | <b>28</b> |
| 7.1 Sensor mit integrierter Elektronik .....      | 28        |
| 7.2 WFT-Adapter für stationäre Anwendungen .....  | 28        |
| 7.3 Nabenadapter, modifizierte Felgen .....       | 29        |
| 7.4 WFT-Interface (CRFX/WFT-2) .....              | 30        |
| 7.5 CRFX/2000GP-WFT .....                         | 31        |
| 7.6 CRFX/2000GP-WFT-UPS .....                     | 32        |
| <b>8 Installation und Konfiguration .....</b>     | <b>33</b> |
| 8.1 Installation des Sensors .....                | 33        |
| 8.2 CRFX/WFT-2 Hardware Setup .....               | 45        |
| 8.3 Konfiguration mit imc STUDIO .....            | 45        |
| 8.4 imc WFT Assistent .....                       | 60        |
| <b>9 Technische Daten .....</b>                   | <b>67</b> |
| 9.1 WFT Sensoren .....                            | 67        |

9.2 CRFX Modul (CRFX/WFT-2) ..... 68

**Index ..... 69**

# 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](mailto: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.
- Zum Support sowie zur Beratung benötigten wir Informationen wie das Gewicht der zu testenden Fahrzeuge, Geschwindigkeit und Maximalwerte von einwirkenden Kräften und Drehmomenten. Diese Informationen werden selbstverständlich vertraulich behandelt.

### 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:

E-Mail: [service@imc-tm.de](mailto: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



Management  
System  
ISO 9001:2015  
ISO 14001:2015  
  
www.tuv.com  
ID 0910085152

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 Handbuches sowie der Ersten Schritte
- Nichtbestimmungsgemäßer Verwendung.

Beachten Sie, dass sich alle beschriebenen Eigenschaften auf ein geschlossenes Messgerät beziehen und nicht auf dessen Einzelkomponenten.

### Wichtige Information für die Selbstanfertigung von Adaptern für Sensoren

imc fertigt für die Sensoren entgeltlich auch kundenspezifische Adapter an, damit die Sensoren fachgerecht beim Kunden eingebaut und vertragsgemäß genutzt werden können.

Soweit Kunden die Adapter auf eigenen Wunsch selbst anfertigen, weist imc hierzu vorsorglich auf folgendes hin:

- Die vertragsgemäße Nutzbarkeit von imc-Sensoren setzt voraus, dass diese mit spezifisch angefertigten Adaptern fachgerecht eingebaut werden. Andernfalls kann die vertragsgemäße Nutzbarkeit und insbesondere die Einhaltung der für die imc-Sensoren angegebenen Spezifikationen nicht gewährleistet werden.
- Die Mängelansprüche des Kunden gegen imc erstrecken sich bei vom Kunden selbst angefertigten Adaptern ausschließlich auf die imc-Sensoren und nicht auf die Adapter. imc übernimmt insbesondere keine Mängelhaftung dafür, dass die imc-Sensoren mit den vom Kunden selbst angefertigten Adaptern vertragsgemäß genutzt werden können, insbesondere dass die für die imc-Sensoren angegebenen Spezifikationen eingehalten werden. Soweit der Kunde die Adapter selbst anfertigt, ist die Mängelhaftung von imc daher ausgeschlossen. Dies gilt nicht, wenn der Kunde nachweist, dass die eigene Anfertigung für den Mangel nicht ursächlich ist.
- Weiterhin gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen der imc Test & Measurement GmbH

## Kundeneigene Kabelanfertigung

Zur Einhaltung der Grenzwerte für Geräte der Klasse B gemäß Teil 15 der FCC-Bestimmungen müssen alle am Messgerät 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). Eigenständig durchgeführte Modifikationen an Kabeln führt zum Erlöschen der Funktionsgarantie des Herstellers.

## 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

**WFT-C<sup>x</sup> und WFT-C<sup>xs</sup> Sensoren 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 WFT-C<sup>x</sup> oder WFT-C<sup>xs</sup> Sensoren 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.

## 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](#) .



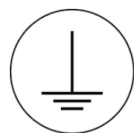
### Potentialausgleich

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](#)<sup>7</sup>). 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)

## 2 Sicherheit

Die folgenden Sicherheitsaspekte gewährleisten einen optimalen Schutz des Bedienpersonals sowie einen störungsfreien Betrieb. Bei Nichtbeachtung der aufgeführten Handlungsanweisungen und Sicherheitshinweise entstehen Gefahren.

### Verantwortung des Betreibers

imc WFT 6-Komponenten-Messräder werden im gewerblichen Bereich eingesetzt. Der Betreiber der Sensoren 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 dem imc WFT 6-Komponenten-Messrad 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.

## Unfallschutz

Hiermit bestätigt imc, dass das WFT 6-Komponenten-Messrad in allen Produktoptionen gemäß dieser Beschreibung den Bestimmungen der Unfallverhütungsvorschrift "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" (DGUV Vorschrift 3)\* beschaffen ist. Diese Bestätigung betrifft ausschließlich das imc WFT Messrad, 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.

\* 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 Lieferung und Gebrauch

### 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 mitgelieferte Zubehör auf Vollständigkeit gemäß Lieferumfang.



#### Hinweis

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

### 3.2 Vor der Inbetriebnahme

Vor Verwendung des WFT-C<sup>x</sup> oder des -C<sup>xs</sup> muss der Nutzer das Handbuch gelesen und verstanden haben, besonders die Hinweise zur Installation und Benutzung. Von besonderer Wichtigkeit sind dabei die Naben- und Felgenadapter, die gemäß den Anweisungen dieses Handbuchs inspiziert und gewartet werden müssen – vor und nach jeder Testfahrt.

Die verwendeten Schrauben müssen gemäß der Spezifikation festgezogen werden. Nach starker Krafteinwirkung oder langen Testfahrten muss die Festigkeit aller Radmutter und Adapterschrauben kontrolliert werden, um sichere und verlässlichen Betrieb sicherzustellen. Lose Befestigungsteile können die Systemkomponenten beschädigen.

Felgen, die extremen Härtetests auf der Teststrecke ausgesetzt waren, dürfen für weitere Fahrversuche nicht mehr verwendet werden.

Vor Verwendung des WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> muss der Nutzer das Handbuch gelesen und verstanden haben, besonders die Hinweise zur Installation und Benutzung. Voraussetzung für sicheres Arbeiten ist die Einhaltung aller angegebenen Sicherheitshinweise und Handlungsanweisungen. Von besonderer Wichtigkeit sind dabei die Naben- und Felgenadapter, die gemäß den Anweisungen dieses Handbuchs inspiziert und gewartet werden müssen – vor und nach jeder Testfahrt.

Die verwendeten Schrauben müssen gemäß der Spezifikation festgezogen werden. Nach starker Krafteinwirkung oder langen Testfahrten muss die Festigkeit aller Radmutter und Adapterschrauben kontrolliert werden, um sicheren und verlässlichen Betrieb sicherzustellen. Lose Befestigungsteile können die Systemkomponenten beschädigen.

Felgen, die extremen Härtetests auf der Teststrecke ausgesetzt waren, dürfen für Tests im Straßenverkehr nicht mehr verwendet werden. Die Nutzung des WFT-Sensors im öffentlichen Straßenverkehr geschieht auf eigene Verantwortung.



### Warnung

#### WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> Messrädern auf öffentlichen Straßen

**Mit WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> Messrädern auf öffentlichen Straßen zu fahren ist das ausschließliche Risiko des Anwenders/Käufers und muss von diesem verantwortet werden.**

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der bestimmungsgemäße Gebrauch von 6-Komponenten-Radsensoren im Normalfall kurzzeitige Fahrdynamik- und Festigkeitsuntersuchungen auf speziell dafür ausgelegten Teststrecken umfasst. Die daraus gewonnenen Messdaten werden meist zur Gewinnung von Belastungsprofilen und -spektren zur Übertragung auf Prüfstände zur Dauerfestigkeit genutzt (Reifentests, Felgentests, Fahrprofil-Simulationen).

Fahrttests zur Nachstellung von Fehlgebrauch wie Randstein-Kollisionen, das Überfahren offener Gullis und Fahrten unter extrem harten Straßenbedingungen können die Lebensdauer Ihres WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> erheblich verringern. Begrenzen Sie deshalb diese Art von Tests, um die Belastung der Sensorkomponenten so niedrig wie möglich zu halten.

Das WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> darf nur zur Erstellung einer Prüfstandsroutine für die Dauerfestigkeitsuntersuchungen oder Reifentests eingesetzt werden. Sobald das gewünschte Belastungsprofil programmiert ist, muss das WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> vom Prüfstand entfernt werden. Unter keinen Umständen darf der Sensor für längere Zeiträume als Sensor für die Regelschleife des Prüfstands eingesetzt werden!

Ebenso ist das WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> nicht ausgelegt für die Durchführung von Dauerversuchen auf der Teststrecke mit dutzenden/hundert von Umläufen, wie beispielsweise beim Dauertest von Lagern und Reifen. Diese Tests dürfen nur mit Serienrädern, wie von der Entwicklung von WFTs und Simulatoren üblich, durchgeführt werden.

Das WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> ist wasserdicht nach IP67. Um die Elektronik vor eindringendem Wasser zu schützen, müssen die Sensoren direkt nach Versuchen im Regen, bei Sprühwasser oder nach kurzem Untertauchen gereinigt und wieder in trockene Umgebung gebracht werden. Bewahren Sie die Sensoren nicht in feuchter Umgebung auf.

**Lagern Sie das WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> nie in feuchter Umgebung!**

## 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 Mess-Systems zur Folge haben. Besonders gewarnt wird vor Manipulationen am Mess-System. Diese sind besonders gefährlich, weil andere Personen von diesem Eingriff nichts wissen und somit der Genauigkeit und der Sicherheit des Mess-Systems 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,

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

1. Beachten Sie die Angaben in den jeweiligen Kapiteln "Technische Daten", 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 Schutzerde ("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. Länger andauernde direkte Sonneneinstrahlung ist zu vermeiden.

### 3.3.2 Wichtige Sicherheitsvorschriften

**Die Sicherheit** aller am Fahrzeugtest beteiligten Personen steht bei der Benutzung des WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> an **erster Stelle**. Bitte beachten Sie deshalb folgende Sicherheitshinweise:

- Erstellen und nutzen Sie zur Überprüfung vor und nach der Durchführung Ihrer Messung eine Checkliste der zu überprüfenden Bauteile und Schritte.
- **Einbau und Installation sind von einer qualifizierten Person durchzuführen.**  
Es wird empfohlen, den Einbau dann von einer weiteren qualifizierten Person überprüfen und testen zu lassen, um den bestimmungsgemäßen Einbau sicherzustellen.
- Im Testfahrzeug ersetzen die WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> die Räder des Fahrzeugs.



#### Vorsicht

Die sachgemäße Installation, das Anziehen aller Befestigungen und die kontinuierliche Überprüfung der Festigkeit für die Sicherheit aller Beteiligten von extremer Bedeutung.

- Folgende **Komponenten müssen sachgemäß festgezogen sowie regelmäßig geprüft werden:**  
Radschrauben und Radmutter, Befestigungsschrauben des Felgenadapters, Befestigungsschrauben des Nabenadapters, Befestigungsschrauben der Statoreinheit, Befestigung des Sensorkabels.
- **Nach Beendigung des Tests** sollte das verbleibende Anzugsmoment der Befestigungen überprüft werden. Die Benutzung des WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> mit loser Befestigung stellt ein Sicherheitsrisiko dar und führt zu ungenauen Messergebnissen.



#### Verweis

Beachten Sie bitte die Informationen für die Selbstanfertigung von Adaptern für die Sensoren.

## 4 Wartung und Instandhaltung

### 4.1 Wartungs- und Servicehinweis

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.

### 4.2 Kalibrierung

Der Hersteller empfiehlt die jährliche Kalibrierung der WFT-C<sup>x</sup> oder der -C<sup>xs</sup> Sensoren!



#### Verweis

#### Kalibrierung

Für weitere Informationen zur Kalibrierung kontaktieren Sie imc direkt oder Ihren zuständigen Distributor.

### 4.3 Lagerung

Wenn Sie den WFT-C<sup>x</sup> oder den -C<sup>xs</sup> Sensor lagern, müssen Sie ihn zwingend schützen gegen:

- Elektrostatische Aufladung (kann zur Zerstörung elektronischer Bauteile führen)
- Feuchtigkeit (führt zu Korrosion)

Die empfohlene **Lagertemperatur** liegt zwischen -10...40 °C



#### Hinweis

#### Lagerung

Die zum Betrieb der WFT-C<sup>x</sup> oder der -C<sup>xs</sup> Sensoren benötigten Kabel sollten ohne Knoten gelagert werden. Bitte beachten Sie beim Lagern, dass die mechanischen Komponenten nicht beschädigt werden. Verwenden Sie möglichst die mitgelieferten Koffer zur Lagerung!

### 4.4 Transport

Transportieren Sie das Gerät nur in der **Originalverpackung** oder in einer geeigneten Verpackung, die Schutz gegen Schlag und Stoß gewährt. Bei Beschädigungen informieren Sie bitte umgehend den Kundendienst. Transportschäden sind vom Garantieanspruch ausgeschlossen.

## 5 WFT - 6-Komponenten-Messrad

Bei der Entwicklung von Kraftfahrzeugen werden 6-Komponenten-Messräder (WFTs) eingesetzt, um bei realen Testfahrten die an den Rädern auftretenden Lasten 3 Kräfte ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ) und 3 Drehmomente ( $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ ) zu ermitteln und aufzuzeichnen.

Diese Messergebnisse bilden u.a. die Grundlage von Simulationsrechnungen oder können als Eingabeparameter für Prüfstandsfahrten dienen. Die WFT-C<sup>x</sup> und die WFT-C<sup>xs</sup> sind nicht nur wasserdicht, sondern gewährleisten darüber hinaus eine höhere mechanische und thermische Belastbarkeit, um auch extreme Geländefahrten bei jeder Witterung durchführen zu können.

Die gesamte Signalaufbereitung ist gekennzeichnet durch extrem kurze Kabelwege. Jedes DMS Brückensignal wird einzeln digitalisiert, alle Kanäle werden simultan erfasst. Die Messräder können vom Kleinwagen (minimale Felgengröße: 14 Zoll) bis hin zur großen Limousine, aber speziell auch an SUVs und Kleinlastern (maximaler Nabendurchmesser: 5,5 Zoll) eingesetzt werden.

### 5.1 Einführung

30 Jahre Erfahrung im Support von Radsensoren auf DMS-Basis zusammen mit unserer Expertise bei Software und Elektronik haben zur Entwicklung von völlig neuartigen 6-Komponenten-Radsensoren WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> geführt.

Nun steht Ihnen eines der modernsten und leistungsfähigsten Systeme zur Messung von Kräften und Momenten im Fahrversuch, z.B. zur Erstellung von Lastkollektiven, zur Verfügung.

Durch die einfache und komfortable Bedienung des Systems verkürzen sich die Rüstzeiten signifikant, die Messwerte stehen Ihnen bereits während Ihres Versuchs in Echtzeit zur Verfügung.

Ihr System setzt sich aus der robusten Sensoreinheit mit integrierter Elektronik zur Signalverarbeitung, Digitalisierung sowie digitalem Datentransfer sowie dem Steuergerät zur Aufnahme und Umrechnung der Sensordaten zusammen.

#### Die Vorteile auf einen Blick

- Wasserdichter Sensor (IP66, IP67) ermöglicht Testfahrten bei jedem Wetter
- Sensor mit hoher Linearität und extrem niedrigem thermischen Drift
- Statorelektronik abnehmbar zum bequemen Zugang zu den Radmuttern und zum komfortablen Wuchten
- Digitale Datenübertragung von der Rotor- zur Statoreinheit
- Integration in imc CRONOSflex und imc STUDIO
- Integriert in imc STUDIO zur schnellen Konfiguration, Messdatenaufzeichnung, Datenauswertung und Reporterstellung
- System ist innerhalb einiger Minuten messbereit (inkl. Offsetkompensation des rotierenden Systems)
- Kalibrierdaten sind nichtflüchtig im Sensor abgelegt
- Das imc CRONOSflex (CRFX) System kann mit beliebigen weiteren Verstärker- und/oder CAN-Karten zur synchronen Erfassung aller Signale aufgerüstet werden

### 5.2 Verwendung

Bei der Entwicklung von Kraftfahrzeugen werden 6-Komponenten-Messräder (WFTs) eingesetzt, um bei realen Testfahrten die an den Rädern auftretenden Lasten – 3 Kräfte ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ) und 3 Drehmomente ( $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ ) – zu ermitteln und aufzuzeichnen. Diese Messergebnisse bilden u.a. die Grundlage von Simulationsrechnungen oder können als Eingabeparameter für Prüfstandsfahrten dienen.

## 6 Grundlagen

Das ringförmige Rad mit der Sensorik wird mittels einer Adapterscheibe zwischen Radaufnahme des Fahrzeugs (z.B. 5 Bolzen, an der Radnabe) und die Felge montiert und liegt damit im direkten Pfad der mechanischen Kraftübertragung. Innenring und Außenring des Messradkörpers sind innen mit starren Stegen verbunden, die sich durch die Kraftübertragung verwinden, was mit DMS-Sensorik erfasst wird.

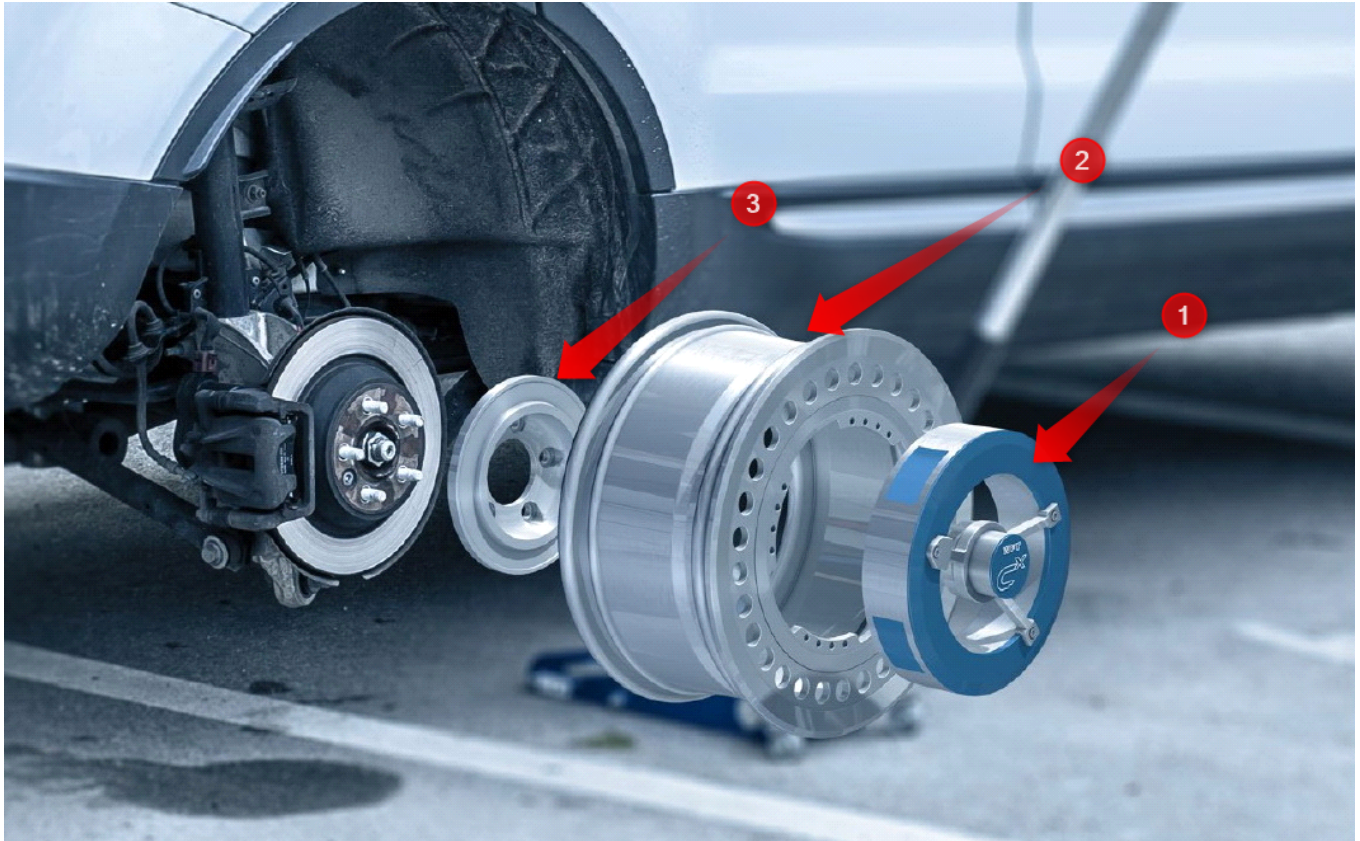


Abb. 1: WFT Komponenten: 1 = WFT; 2 = modifizierte Felge; 3 = Nabenadapter

Der Rand des Messrads ist über einen mitrotierenden Y-Steg mit dem innenliegenden Rotor verbunden, in dem der Stator gelagert ist. Dieser Stator wiederum wird über ein Haltegestänge mittels Saugnäpfen an der Außenkarosserie des Fahrzeugs (Kotflügel) befestigt. Der Stator enthält neben der induktiven Leistungsübertragung und berührungslosen Datenübertragung auch die Winkelinformation. Er besitzt eine LEMO-Anschlussbuchse, über welche die Empfangseinheit CRFX/WFT-2 angeschlossen wird.

## 6.1 Kräfte und Momente

Das WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> misst die Kraft und das Drehmoment auf die Fahrzeugräder in allen drei Raumrichtungen. Die maximalen Kräfte und Drehmomente entnehmen Sie dem Datenblatt Ihres Sensors. Die Bezeichnungen der Raumrichtungen für ein sich vorwärts bewegendes Fahrzeug entnehmen Sie bitte den folgenden Abb. 2 bis Abb. 4.

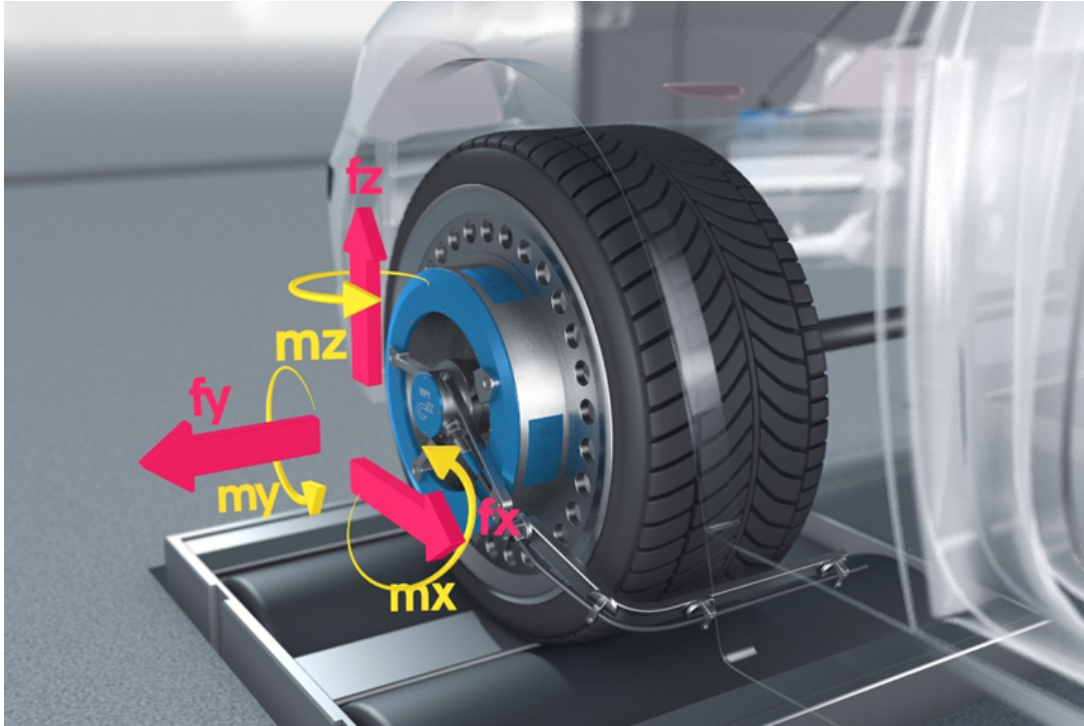


Abb. 2: Kräfte und Momente im Radkoordinatensystem am linken Rad

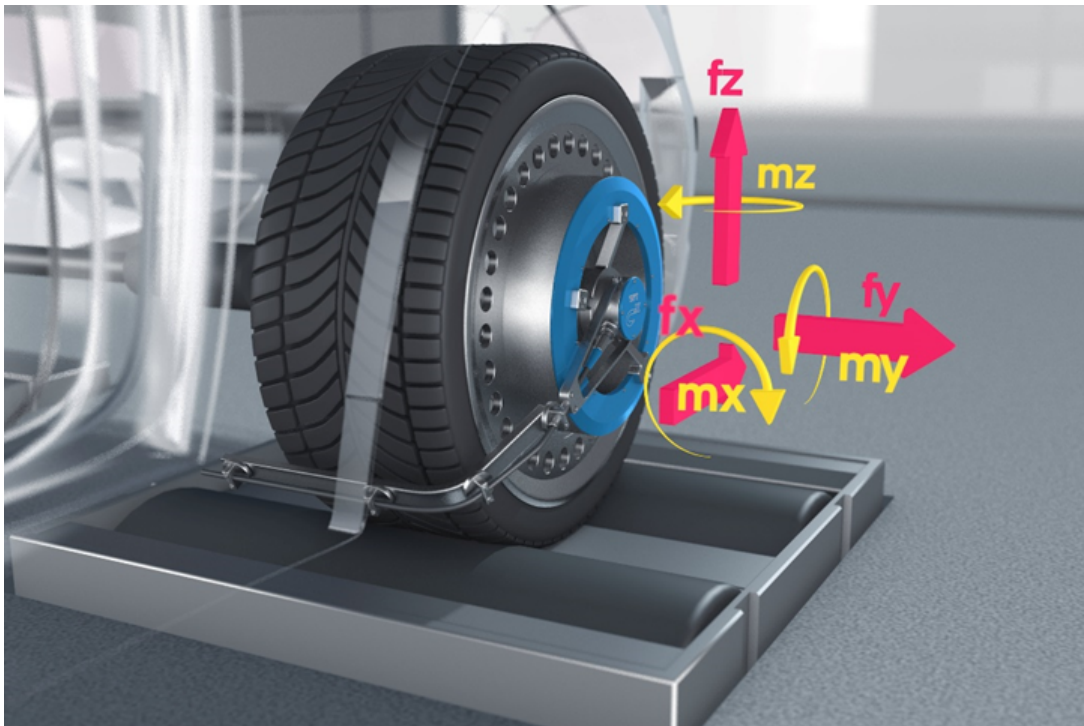


Abb. 3: Kräfte und Momente im Radkoordinatensystem am rechten Rad

Die im Sensor aufgenommenen Messwerte werden in der Empfangseinheit vom rotierenden in das Fahrzeug-Koordinatensystem umgerechnet (siehe [Koordinatentransformation der Messwerte](#)<sup>24</sup>).

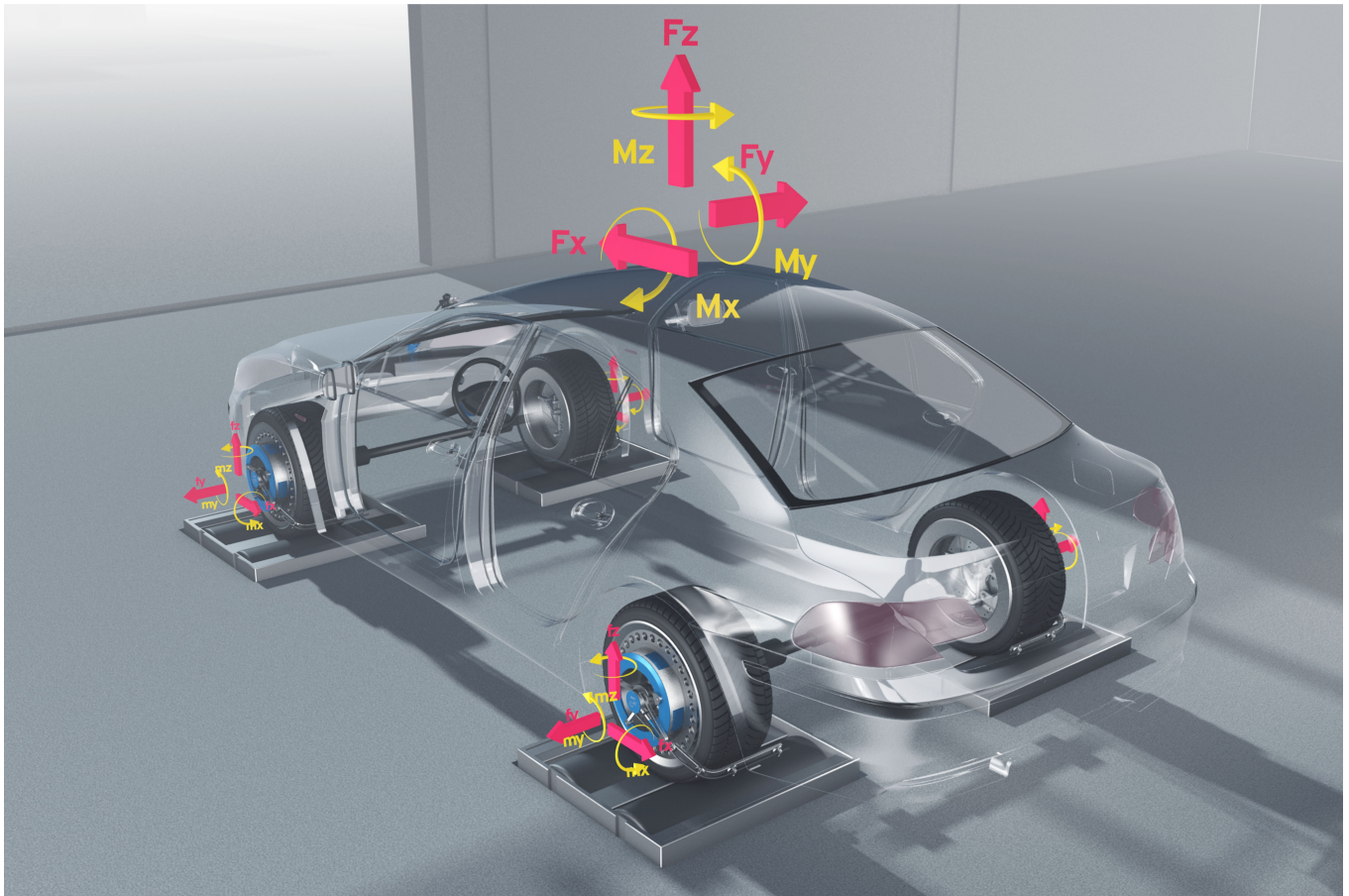


Abb. 4: Kräfte und Momente im Fahrzeugkoordinatensystem

## 6.2 Koordinatentransformation der Messwerte

Die während der Messfahrt auf das WFT-C<sup>x</sup> bzw. das -C<sup>xs</sup> wirkenden Kräfte und Momente werden von einem rotierenden Körper aufgenommen. Für die weitere Analyse werden jedoch die Kräfte und Momente im nicht-rotierenden Fahrzeug-Koordinatensystem benötigt.

Die folgenden Signale werden zum Steuergerät übertragen:

- $f_x, f_y, f_z$ , rotierend
- $m_x, m_y, m_z$ , rotierend
- $\sin \varphi, \cos \varphi$  des Drehwinkels
- $Temp$  Temperatur
- $Aux$  Zusatzeingang

Das CRFX/WFT-2 Modul rechnet die Ausgabesignale des WFT vom rotierenden Koordinatensystem in das feste Koordinatensystem um. Dazu werden folgende Formeln benutzt:

- $F_{x'}$  linke Fahrzeugseite =  $-1 \cdot (f_x \cos \phi - f_z \sin \phi)$
- $F_{x'}$  rechte Fahrzeugseite =  $f_x \cos \phi - f_z \sin \phi$
- $F_{y'}$  linke Fahrzeugseite =  $-f_y$ , rotierend
- $F_{y'}$  rechte Fahrzeugseite =  $f_y$ , rotierend
- $F_{z'}$  rechte und linke Fahrzeugseite =  $f_z \cos \phi + f_x \sin \phi$
- $M_{x'}$  linke Fahrzeugseite =  $-1[(m_x \cos \phi - m_z \sin \phi) - a(f_z \cos \phi + f_x \sin \phi) + (f_y \cdot r)]$
- $M_{x'}$  rechte Fahrzeugseite =  $(m_x \cos \phi - m_z \sin \phi) - a(f_z \cos \phi + f_x \sin \phi) + (f_y \cdot r)$
- $M_{y'}$  linke Fahrzeugseite =  $m_y$ , rotierend
- $M_{y'}$  rechte Fahrzeugseite =  $-m_y$ , rotierend
- $M_{z'}$  rechte und linke Fahrzeugseite =  $(m_z \cos \phi + m_x \sin \phi) + a(f_x \cos \phi - f_z \sin \phi)$
- Anzahl der Umdrehungen
- Winkel
- Winkelgeschwindigkeit  
mit

$r$  = Radialer Versatz in mm.

Setzen Sie  $r = 0$ , um  $M_x$  von der Straßenebene zum Nabenmittelpunkt zu transformieren.

$a$  = axialer Versatz, d.h. Abweichung zwischen Radachse und Einbauachse des WFT-C<sup>x</sup> bzw. des -C<sup>xs</sup> (in mm).



### Hinweis

Die Berücksichtigung des axialen Versatzes ist für die Genauigkeit von  $M_x$  und  $M_z$  maßgeblich (siehe [Kompensation "Axialer Versatz"](#)<sup>[59]</sup>).

## 6.3 Radialer Versatz

Diesen Parameter, den radialen Versatz  $r$ , bitte nur einstellen, wenn Sie das Koordinatensystem vom

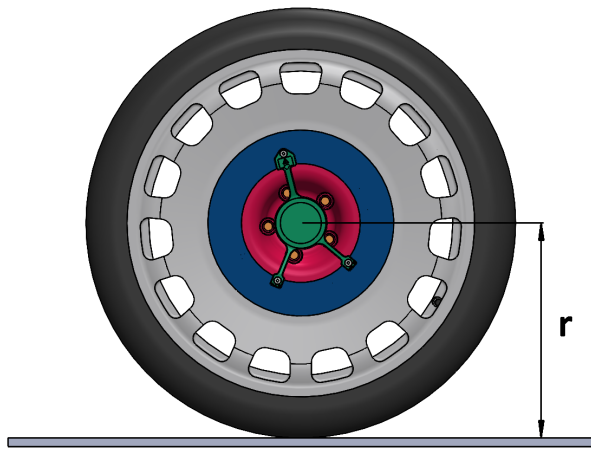


Abb. 5: Radialer Versatz  $r$  zur Straße

Radmittelpunkt z.B. auf die Straße legen wollen. Das zusätzliche Drehmoment, das durch die  $F_y$ -Kräfte erzeugt wird, wird herausgerechnet. Vgl. die [Formeln für  \$M\_x\$  auf Seite 17](#)<sup>[24]</sup> und: [Kompensation des radialen Versatzes](#)<sup>[59]</sup>.



Durch Eingabe des radialen Versatzes  $r$  wird die Bezugsebene von  $M_x$  festgelegt. Normalerweise können Sie  $r = 0$  belassen. Wollen Sie den Nullpunkt des Koordinatensystems auf die Straße legen, wählen Sie  $r$  wie in Abb. 5. Vgl. die [Formeln auf S. 17](#)<sup>[24]</sup>, auch für alle anderen Fälle.

## 6.4 Axialer Versatz: Offset $a$

Das WFT- $C^x$  und - $C^{xs}$  sowie oft auch der Nabenadapter sind axial nicht in der Mitte des Rades angebracht, und so entsteht entlang der Achse des Rades ein Versatz, der sogenannte Offset  $a$ . Da auf diese Achse Kräfte orthogonal einwirken, entstehen in Abhängigkeit von der Größe des Offsets  $a$  Drehmomente, die auf die  $x$ - und  $z$ -Ebene einwirken – Crosstalk entsteht. Diese Fehler können aber von der Software herausgerechnet werden. Dazu muss in das Programm der Offset  $a$  eingegeben werden.

Der Offset  $a$  verschiebt dabei die Bezugsebene für  $M_x$  und  $M_z$ .

### Verweis

Siehe hierzu [Kompensation des axialen Versatzes](#)<sup>[59]</sup>

**Um den Offset  $a$  zu bestimmen**, definieren wir folgende Größen (siehe [Abb. 6](#)<sup>[26]</sup>):

**ET:** Die Einpresstiefe (auch "Radoffset") in mm. Sie ist der Abstand vom Radmittelpunkt bis zur inneren Flanschfläche des Nabenadapters. Liegt die innere Flanschfläche des Nabenadapters axial auf der Innenseite des Rades (also liegt die Flanschfläche so, dass sie, vom WFT aus betrachtet, über die Mitte des Rades hinüberreicht), wird das Vorzeichen der Einpresstiefe negativ. In Abb. 6 ist die Einpresstiefe positiv, da vom Radmittelpunkt aus gesehen das WFT und die innere Flanschfläche auf derselben Seite liegen.

**NO:** Der Nabenoffset in mm. Er ist gleich der Höhe des Nabenadapters in axialer Richtung, oder anders formuliert, der Abstand von der inneren Flanschfläche, die mit der Radnabe verbunden wird, zur äußeren Flanschfläche, an die das WFT befestigt wird.

**FO:** Der Felgenoffset in mm. Er gibt die Distanz an vom Radmittelpunkt bis zur äußeren Flanschfläche des Nabenadapters und errechnet sich aus  $ET + NO$ .

Beim **WFT- $C^x$** : 28 mm. Der Offset vom Mittelpunkt des WFT- $C^x$  bis zur Flanschfläche, an der das WFT- $C^x$  an den Nabenadapter befestigt wird.

Beim **WFT- $C^{xs}$** : 23,5 mm. Der Offset vom Mittelpunkt des WFT- $C^{xs}$  bis zur Flanschfläche, an der das WFT- $C^{xs}$  an den Nabenadapter befestigt wird.

## Axialer Versatz

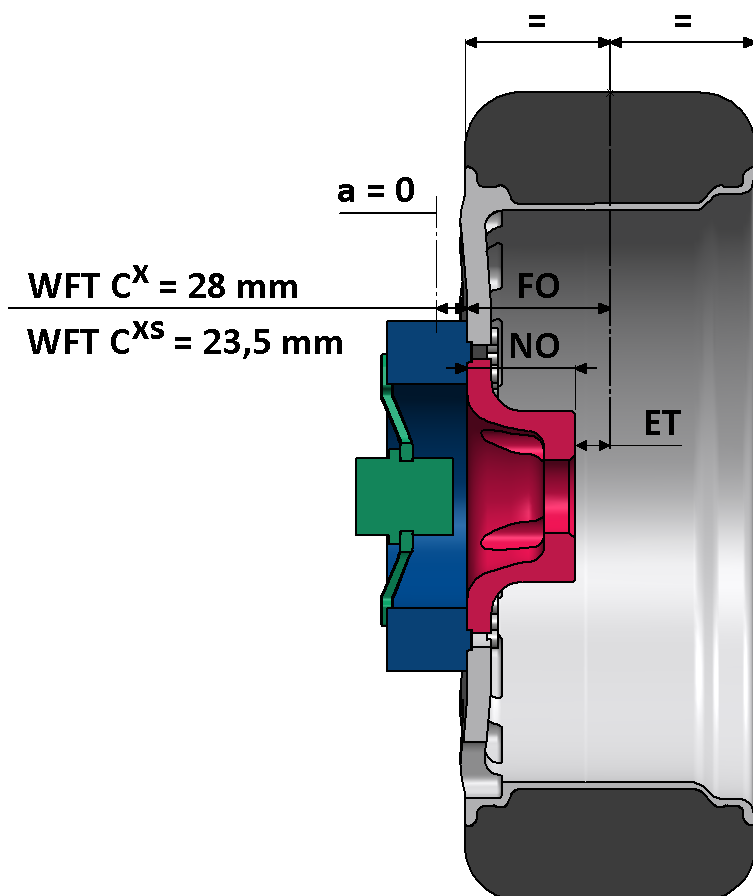


Abb. 6: Axialer Versatz: Offset a

Übersicht axialer Offset beim WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup>: ET = Einpresstiefe, NO = Nabenoffset, FO = Felgenoffset.  
Modifizierte Felge (grau), Nabenadapter (rot), WFT-C<sup>x</sup> (blau), Drehübertrager ("Y", grün)

### Bezugspunkt = Radmittelpunkt:

$$a = 28 \text{ mm} + \text{NO} + \text{ET} = 28 \text{ mm} + \text{FO}$$

### Bezugspunkt = Radnabe:

$$a = 28 \text{ mm} + \text{NO}$$

### Bezugspunkt = Radmittelpunkt:

$$a = 23,5 \text{ mm} + \text{NO} + \text{ET} = 23,5 \text{ mm} + \text{FO}$$

### Bezugspunkt = Radnabe:

$$a = 23,5 \text{ mm} + \text{NO}$$

Bitte setzen Sie sich mit imc für weitere Informationen bzw. für individuelle Konfigurationen in Verbindung.

## 6.5 Abtastrate

Mit dem WFT-C<sup>x</sup> und dem -C<sup>xs</sup> sind Abtastraten von bis zu 10 kHz pro Kanal mit dem [CRFX/WFT-2 Modul](#) <sup>30</sup> möglich. Abtastrate und Filtereinstellungen gelten für alle Kanäle eines Anschlusses.



### Verweis

### Konfiguration in imc STUDIO

Die Abtastrate für die WFT-Daten werden über die Setup-Seiten von imc STUDIO eingestellt, siehe [Konfiguration imc STUDIO](#) <sup>45</sup>.

## 6.6 Nullabgleich

Für das WFT-C<sup>x</sup> und das -C<sup>xs</sup> stehen je nach Anforderung drei unterschiedliche Methoden zum Nullabgleich zur Verfügung:

- [Betriebsmode "mobil \(rotierend\)"](#) <sup>56</sup>
- [Betriebsmode: "mobil \(stationär\)"](#) <sup>57</sup>
- [Betriebsmode: "stationär"](#) <sup>58</sup>

Die Abgleichwerte werden permanent in der WFT-C<sup>x</sup> und der -C<sup>xs</sup> Elektronik gespeichert.



### Hinweis

### Offsetfehler

Ein genauer Nullabgleich ist entscheidend für präzise WFT-Messergebnisse, da jeder Fehler beim Nullabgleich einen systematischen Fehler in den Messdaten generiert. Nach der Koordinatentransformation vom rotierenden in das stationäre Koordinatensystem erscheint der Offsetfehler als periodisches Störsignal.

## 7 Technische Komponenten

### 7.1 Sensor mit integrierter Elektronik

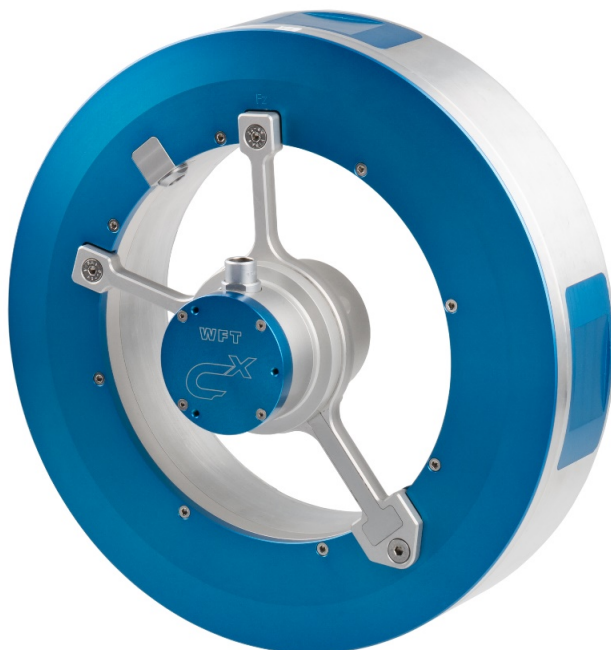


Abb. 7: WFT-C<sup>x</sup> Messrad mit Stator für mobile Anwendungen



Verweis

Technische Daten, siehe [hier](#) <sup>67</sup>

### 7.2 WFT-Adapter für stationäre Anwendungen

Für Prüfstandsanwendungen kann der dreibeinige Stator am Messrad durch Öffnen der Schrauben durch dem WFT-Adapter ersetzt werden.



Abb. 8: WFT-C<sup>x</sup> Adapter für Prüfstandsanwendungen

## 7.3 Nabenadapter, modifizierte Felgen



*Abb. 9: WFT-Nabenadapter (links) und modifizierte Felge (rechts)*

Die Nabenadapter und modifizierten Felgen werden kundenspezifisch nach Ihren Spezifikationen gefertigt. Für weitere Informationen, die Ihre Applikation betreffen, setzen Sie sich bitte mit Ihrem zuständigen imc Vertreter in Verbindung.

## 7.4 WFT-Interface (CRFX/WFT-2)

Das WFT-2 ist ein imc CRONOSflex Modul zur Erfassung von zwei WFT Sensorsystemen. WFT Sensorsysteme werden bei der Entwicklung von Kraftfahrzeugen eingesetzt, um bei realen Testfahrten die an den Rädern auftretenden Kräfte und Drehmomente zu ermitteln und aufzuzeichnen. Diese Messergebnisse bilden u.a. die Grundlage von Simulationsrechnungen oder können als Eingabeparameter für Prüfstandsfahrten dienen.

### Besonderheiten

- Versorgung der Sensorsysteme
- grafischer Assistent zur Aufzeichnung der Messergebnisse



Abb. 10: CRFX/WFT-2  
Frontseite

### imc CRONOSflex - Maximal flexibles Baukastensystem

imc CRONOSflex Module können mittels des robusten imc Klick Mechanismus auf einfache Weise mechanisch fest verbunden und gleichzeitig elektrisch an Bussystem und Versorgung angeschlossen werden.

Die Systeme verwenden den EtherCAT Standard als "internen" System-Bus zur Verbindung der Module mit der zentralen Basis-Einheit (CRFX-400 / CRFX-2000G). Mit dem System-Bus ist die Synchronisation aller imc CRONOSflex Module untereinander garantiert. Das ermöglicht es, die Module sowohl in einem zentralen Block zusammenzufassen, als auch über Standard Netzwerk Kabel zu einem räumlich verteilten System zusammenzuschalten.

Das so gebildete Mess-System wiederum ist über eine gewöhnliche Ethernet Verbindung (LAN / WLAN) mit einem PC zu steuern, der als Konfigurator und Messdatensenke fungiert.



Abb. 11: imc Klick  
Mechanismus



Abb. 12: imc CRONOSflex verteiltes  
System

## 7.5 CRFX/2000GP-WFT



Abb. 13 (v.l.n.r): CRFX/HANDLE-POWER, CRFX/2000GP-WFT-UPS, HANDLE-R, CRFX/WFT-REMOTE

Das CRFX-2000GP-WFT basiert auf der CRFX-2000GP Basiseinheit. Grundsätzlich gilt das Handbuch der imc CRONOS Gerätefamilie, sowie das Datenblatt der CRFX Basiseinheit.

Die CRFX-2000GP-WFT Basiseinheit ist mit einem modifizierten, digitalen Multiboard ausgestattet. Die WFT Remote Buchse, Typ LEMO.1B (7-polig) ersetzt DI9..16 (DSUB-15). Über diesen LEMO Anschluss wird die Fernbedienung (CRFX/WFT-REMOTE) angeschlossen, siehe Abbildung 0.

Die vier LEDs auf der Fernbedienung WFT-REMOTE werden über die folgenden digitalen Bits gesteuert:

- DO Bit 5 = LED vorne links (vl)
- DO Bit 6 = LED vorne rechts (vr)
- DO Bit 7 = LED hinten links (hl)
- DO Bit 8 = LED hinten rechts (hr)

Der Action Button steuert das DI Bit 16.

### Verweis

Das mitgelieferte Zubehör und aktuelle Informationen über das aktuelle Paket (Verkaufs-Artikel), Artikel-Nr. 11900197 entnehmen Sie bitte einem [separaten Dokument](#).

## 7.6 CRFX/2000GP-WFT-UPS

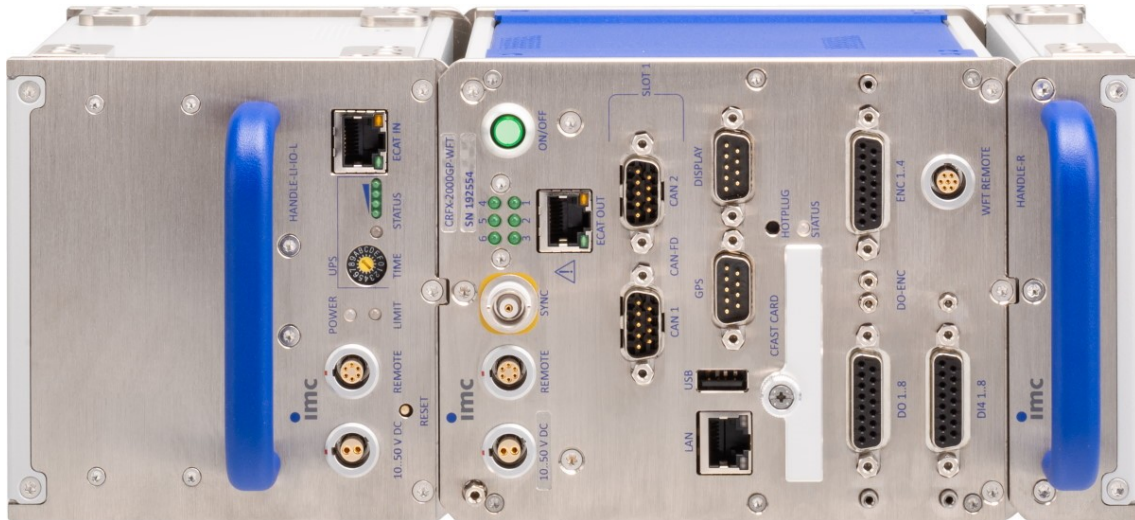


Abb. 14 (v.l.n.r): CRFX/HANDLE-LI-IO-L, CRFX/2000GP-WFT-UPS, HANDLE-R

### Verweis

Das mitgelieferte Zubehör und aktuelle Informationen über das aktuelle Paket (Verkaufs-Artikel), Artikel-Nr. 11900197 entnehmen Sie bitte einem [separaten Dokument](#).

## 8 Installation und Konfiguration

### 8.1 Installation des Sensors

#### 8.1.1 Überblick

Das ringförmige Messrad (WFT) mit der Sensorik wird mittels eines Nabenadapters zwischen Radnabe und modifizierter Felge montiert und liegt damit im direkten Pfad der mechanischen Kraftübertragung. Innenring und Außenring des Messradkörpers sind innen mit Biegebalken verbunden, die sich durch die Kraftübertragung verformen. Diese Verformung wird mit DMS-Sensorik erfasst.

Der Nabenadapter wird auch als Innenadapter bezeichnet, die modifizierte Felge als Außenadapter.



Verweis

Auf der [imc Webseite](#) zeigt ein kurzer Film die WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup>-Montage.

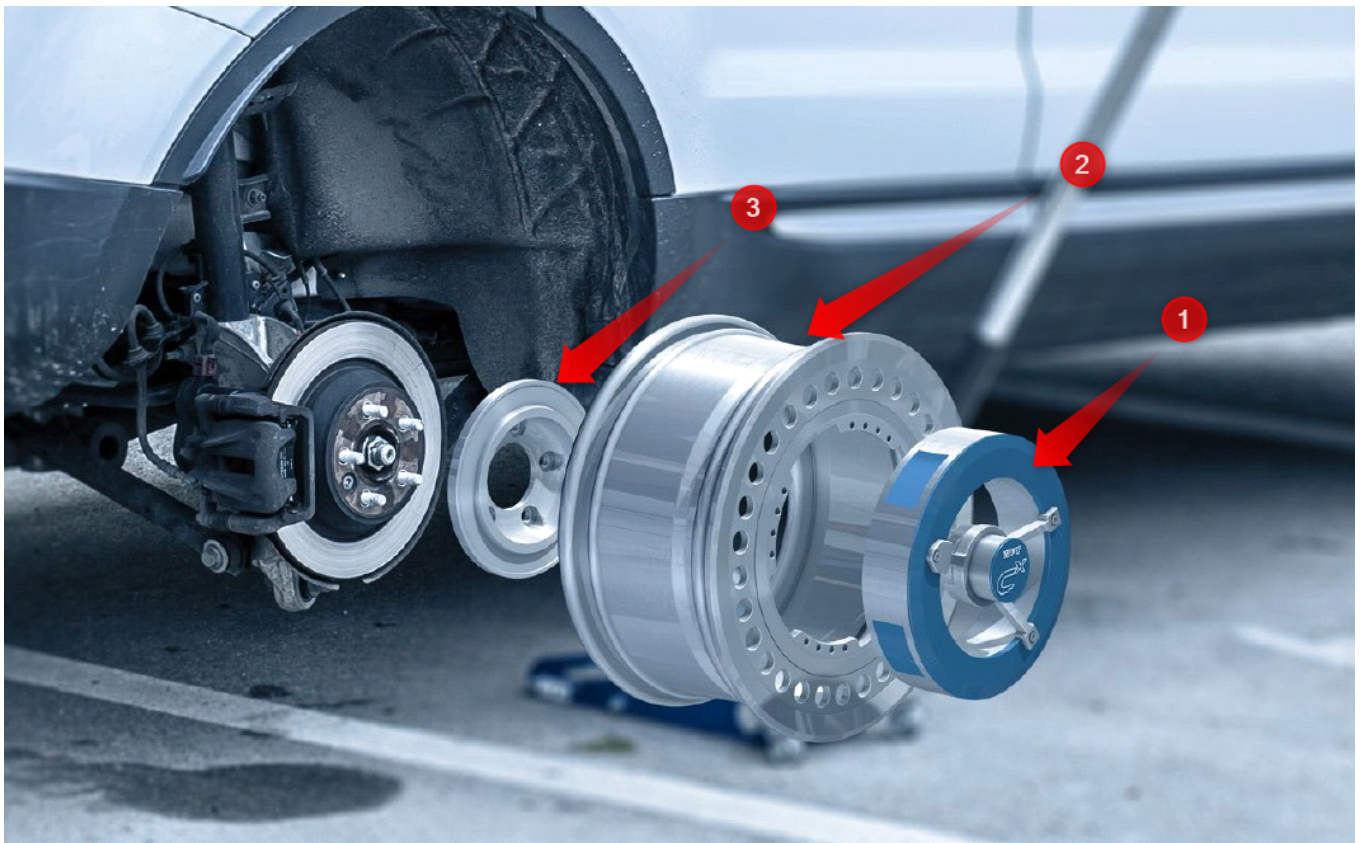


Abb. 15: WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> - Montageschema

Legende zur Abb. 15:

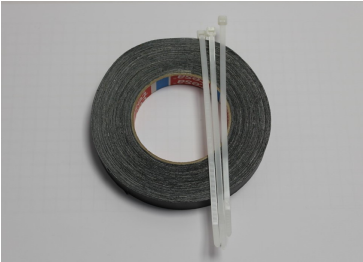
- 1 WFT-C<sup>x</sup>
- 2 modifizierte Felge
- 3 Nabenadapter

### 8.1.2 Checkliste WFT-Installation

Benötigte Materialien und Hilfsmittel (Kopiervorlage)

| Bauteil                                                                | Beispielfoto                                                                        | vorhanden                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| WFT-C <sup>x</sup> oder -C <sup>xs</sup>                               |    | Linkes Vorderrad: SN:<br>Rechtes Vorderrad: SN:<br>Linkes Hinterrad: SN:<br>Rechtes Hinterrad: SN:     |
| Drehübertrager ("Y")                                                   |    | Linkes Vorderrad: SN:<br>Rechtes Vorderrad: SN:<br>Linkes Hinterrad: SN:<br>Rechtes Hinterrad: SN:     |
| Radnabenadapter                                                        |   | Linkes Vorderrad: Typ:<br>Rechtes Vorderrad: Typ:<br>Linkes Hinterrad: Typ:<br>Rechtes Hinterrad: Typ: |
| Speziell angefertigte Felge, auf die der Reifen bereits aufgezogen ist |  | Linkes Vorderrad: Typ:<br>Rechtes Vorderrad: Typ:<br>Linkes Hinterrad: Typ:<br>Rechtes Hinterrad: Typ: |
| Passende Drehmomentstützen Vorderrad (Beispielbild)                    |  | Linkes Vorderrad:<br>Rechtes Vorderrad:                                                                |
| Passende Drehmomentstützen Hinterrad (Beispielbild)                    |  | Linkes Hinterrad:<br>Rechtes Hinterrad:                                                                |

Benötigte Materialien und Hilfsmittel (Kopiervorlage)

| Bauteil                                                                 | Beispielfoto                                                                        | vorhanden                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Drehmomentschlüssel<br>(bis 80 Nm)<br>mit Verlängerung<br>und 16er Nuss |    |                                                                                                    |
| Schrauben<br>(nach Verschraubungs-<br>vorschrift)                       |    | Linkes Vorderrad: SN:<br>Rechtes Vorderrad: SN:<br>Linkes Hinterrad: SN:<br>Rechtes Hinterrad: SN: |
| Verschraubungsvorschrift<br>in der aktuellen Version                    |   |                                                                                                    |
| Kabelbinder<br>Klebeband                                                |  |                                                                                                    |

## 8.1.3 Montage

### Verschrauben von Außenadapter und WFT

Verschrauben Sie die modifizierte Felge (= Außenadapter) mit dem WFT. Beachten Sie dabei unbedingt die aktuelle Verschraubungsvorschrift. Der Reifen muss bereits auf der Felge montiert sein.

**Vorsicht****Verschraubungsvorschrift beachten**

Schrauben unbedingt **nach aktueller Verschraubungsvorschrift** anbringen.

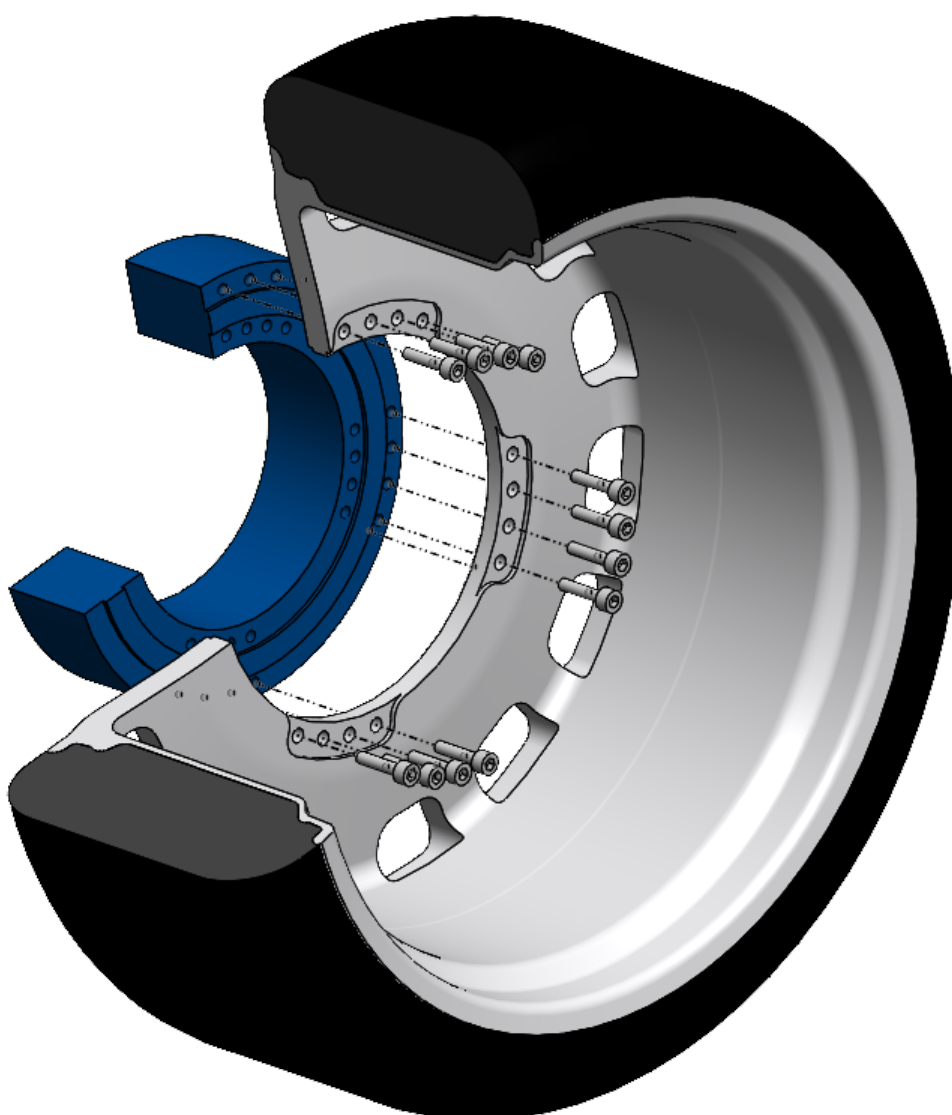


Abb. 16: Die modifizierte Felge (= Außenadapter) mit dem WFT (blau) verschrauben.

### Verschrauben von Innenadapter und WFT

Verschrauben Sie nun den Nabenadapter (= Innenadapter) mit dem WFT. Beachten Sie dabei unbedingt die aktuelle Verschraubungsvorschrift.



Vorsicht

Verschraubungsvorschrift beachten

Schrauben unbedingt **nach aktueller Verschraubungsvorschrift** anbringen.

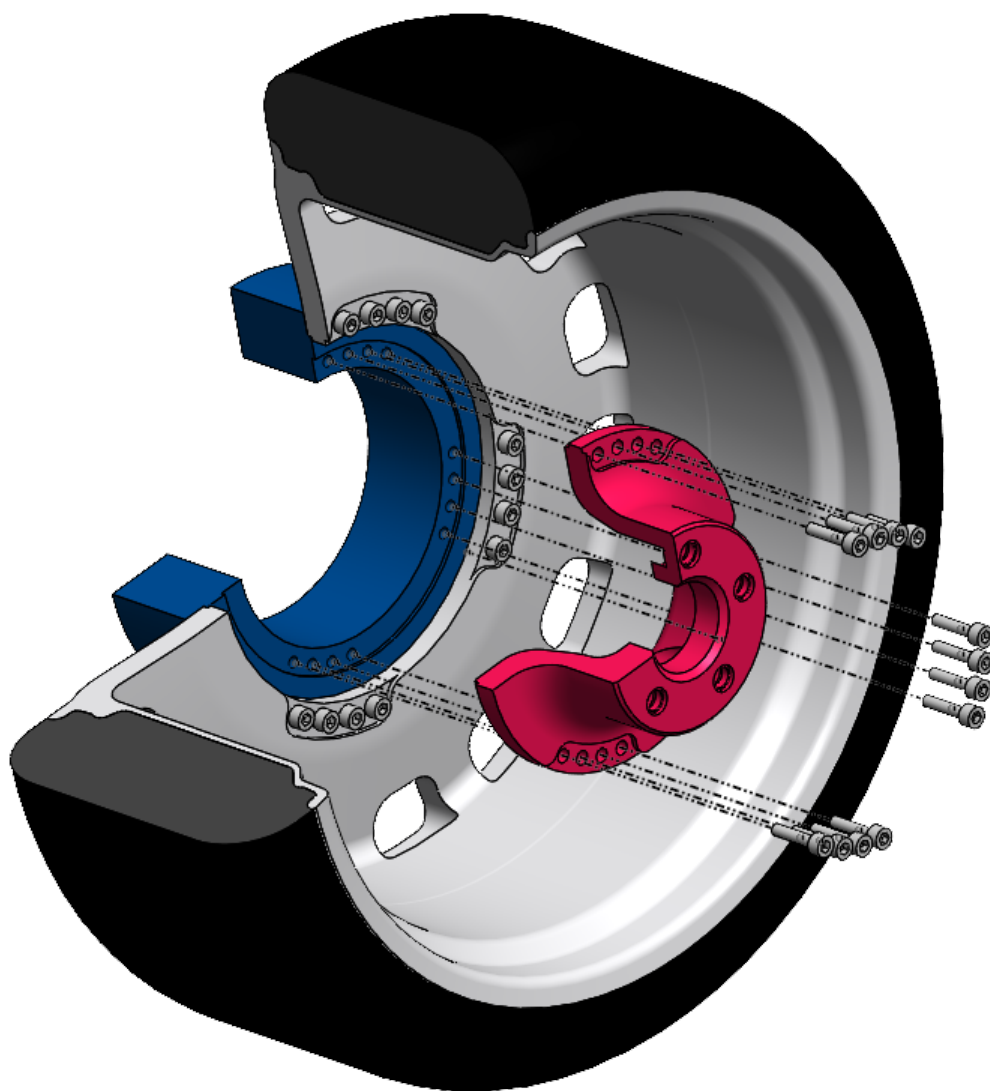


Abb. 17: Den Nabenadapter (= Innenadapter; rot) mit dem WFT (blau) verschrauben.

## Rad wuchten

Wuchten Sie nun das Rad. Prüfen Sie vorher, ob die Wuchtmaschine für die Radadaption geeignet ist. Eventuell sind zusätzliche Adapter notwendig. Für weitere Fragen stehen Ihnen die imc Mitarbeiter gerne zur Verfügung ([hotline@imc-tm.de](mailto:hotline@imc-tm.de)).

## Alle gewünschten Räder vorbereiten

Bereiten Sie alle Räder, die Sie mit einem WFT-C<sup>x</sup> oder -C<sup>xs</sup> ausstatten wollen, gemäß den bisher gezeigten Punkten vor.

## Radwechsel

Die Messräder können nun auf das Fahrzeug montiert werden.



**Vorsicht**

**Sicherheitshinweis: Anzugsmoment und Schraubentyp**

Das Anzugsmoment und der Schraubentyp müssen die Herstellerspezifikationen erfüllen.

## Montage des Drehübertragers ("Y") an das WFT

Montieren Sie nun den Drehübertrager ("Y") an das WFT



Vorsicht

Drehmoment

### Achtung:

Verwenden Sie bei der Montage des Drehübertragers ("Y") an das WFT ein Drehmoment von 5 Nm.



Warnhinweis

Drehübertrager

Das WFT ist nur mit verschraubtem Drehübertrager und eingelegtem O-Ring dicht.

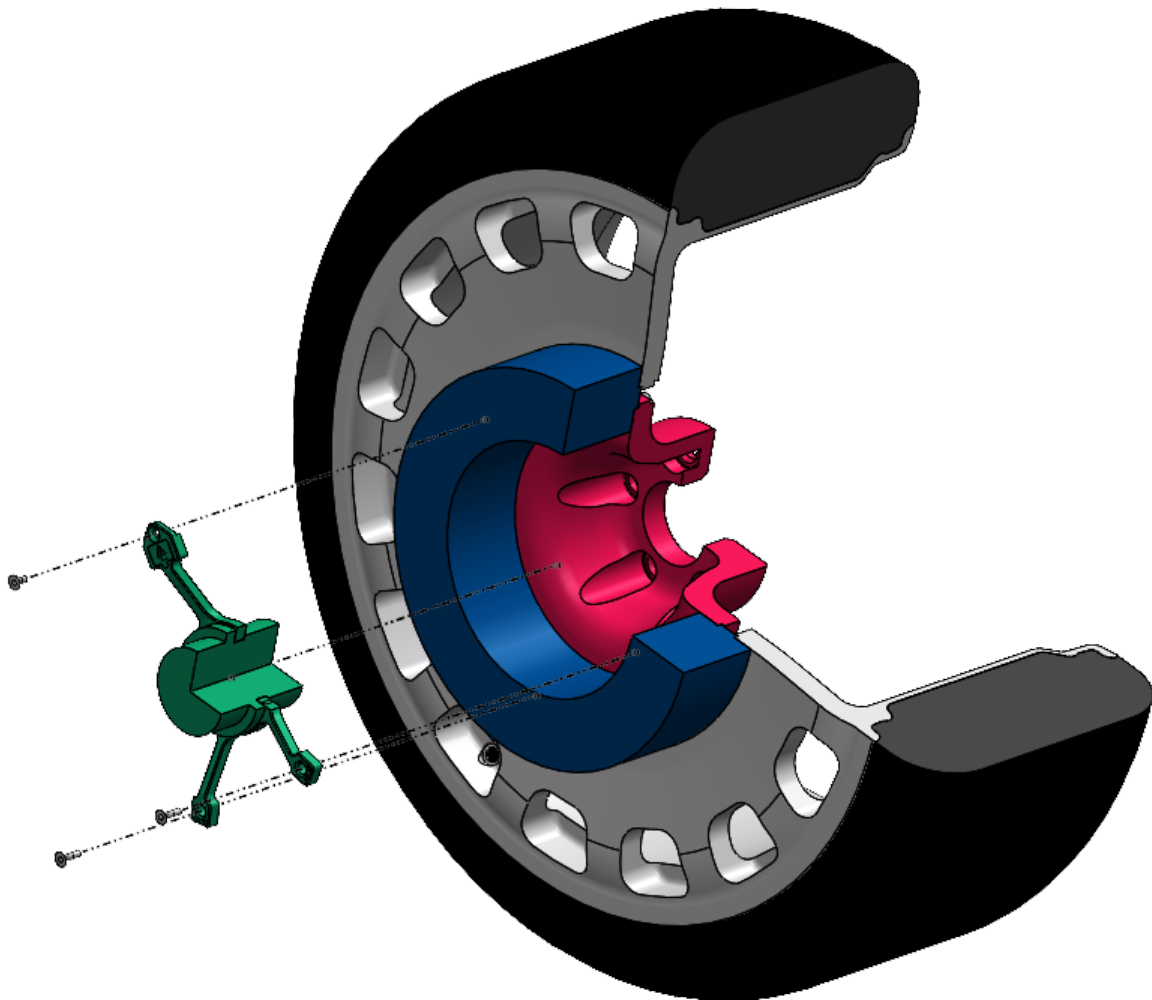


Abb. 18: Den Drehübertrager ("Y", grün) mit dem WFT (blau) verschrauben.



Vorsicht

Drehmoment

**Achtung:**

Verwenden Sie bei der Montage des Drehübertragers ("Y") an das WFT ein Drehmoment von 5 Nm.

**Warnhinweis****Drehübertrager**

Das WFT ist nur mit verschraubtem Drehübertrager und eingelegtem O-Ring dicht.

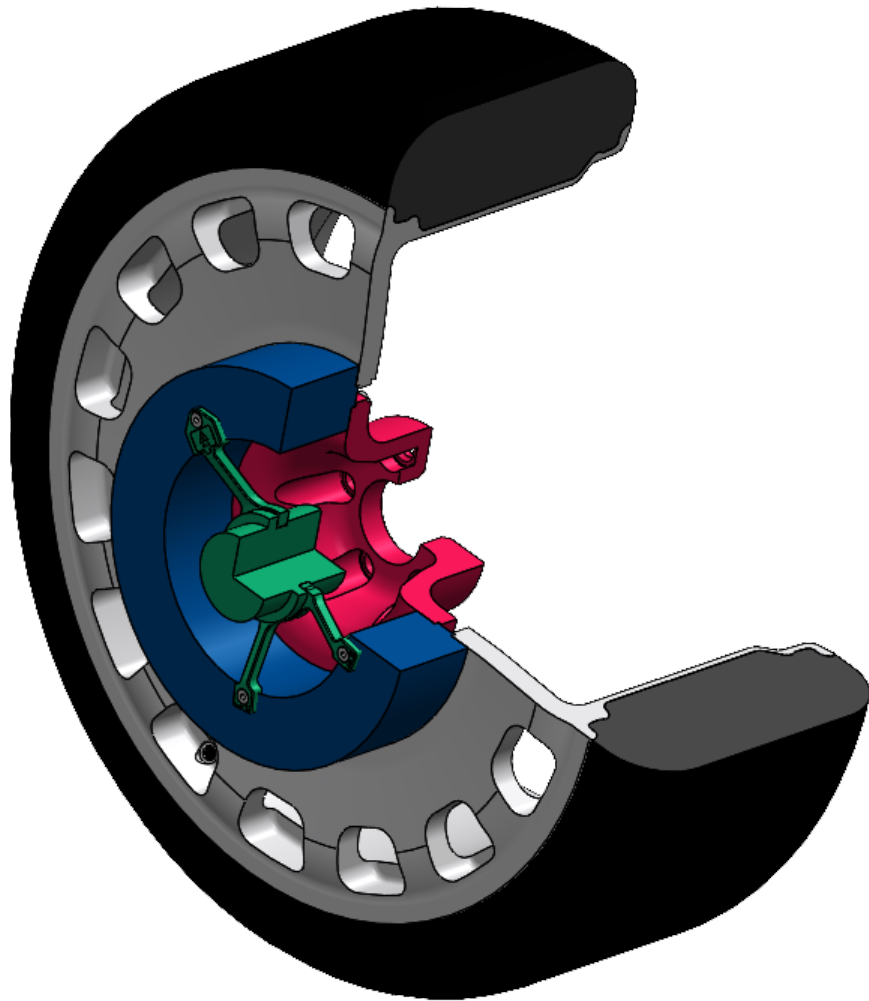


Abb. 19: Das montierte WFT (blau) mit Nabenadapter (rot), Drehübertrager ("Y", grün) und modifizierter Felge.

**Statoranbindung anbringen**

Bringen Sie die Gabel an und montieren Sie die Drehmomentstütze bspw. mit Saugnäpfen (diese sind bei imc erhältlich). Dabei die Drehmomentstütze parallel zum Federweg ausrichten.

Für individuelle Statoranbindungen, insbesondere für Vorderräder, nehmen Sie bei Bedarf gerne Kontakt mit imc auf ([hotline@imc-tm.de](mailto:hotline@imc-tm.de)).

**Warnung****Stabilität der Statoranbringung**

Die Stabilität der Statoranbindung ist maßgeblich für die Genauigkeit der Winkelmessung und für die Gesamtgenauigkeit der Messdaten verantwortlich!



Abb. 20: Statoranbindung an das WFT, Hinterrad (Beispielfoto)

**Warnung****Stabilität der Statoranbringung**

Die Stabilität der Statoranbindung ist maßgeblich für die Genauigkeit der Winkelmessung und für die Gesamtgenauigkeit der Messdaten verantwortlich!



Abb. 21: Statoranbindung an das WFT, Vorderrad (Beispielfoto)

## WFT-Anschlusskabel anschließen und verlegen

Schließen Sie das WFT-Anschlusskabel an und verlegen Sie es entlang der Drehmomentstütze. Lassen Sie dem Kabel genug Spielraum, um den Federweg zu kompensieren.



### Warnung

### An- oder Abstecken des Sensordatenkabels

Beim An- oder Abstecken des Sensordatenkabels ist dringend zu beachten, dass keinerlei Feuchtigkeit oder Schmutz auf die LEMO-Stecker einwirken kann.



### Hinweis

### Dichtigkeit

Die Stecker sind nur in gestecktem Zustand wasserdicht.



Abb. 22: i8 mit montierten WFT-C<sup>x</sup> an Vorder- und Hinterrad

## Auf Freigang prüfen

Schätzen Sie den Federweg ab und prüfen Sie die Drehmomentstütze auf Freigang zum Sensor und zu Fahrzeugteilen. Achten Sie bitte grundsätzlich darauf, dass später bei allen Fahrmanövern kein Zug auf das Kabel einwirkt – eingeschlossen bei allen Auf-/Ab- und Seitenbewegungen.

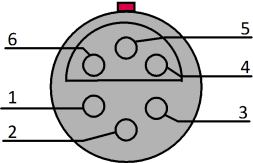
## 8.2 CRFX/WFT-2 Hardware Setup

1. Verbinden Sie das Sensorkabel des WFT-C<sup>x</sup> oder des -C<sup>xs</sup> mit dem passenden CRFX/WFT-2 TTI Eingang.

| Sensorkabel (Verbindungskabel) |                                                                                       | Artikel Nr. |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| H-CAB-LEM-WFT-6m               | Verbindungskabel zwischen dem 6-Komponenten-Messrad WFT und Messgerät, Kabellänge 6 m | 13700012    |
| H-CAB-LEM-WFT-12m              | Verbindungskabel zwischen dem 6-Komponenten-Messrad WFT und Messgerät, Kabellänge 12m | 13700013    |

LEMO Pinbelegung (H-CAB-LEM-WFT-6m, H-CAB-LEM-WFT-12m):

| Pin  | Signal            |
|------|-------------------|
| 1    | Command OUT       |
| 2    | 12 V POWER        |
| 3    | Data OUT (normal) |
| 4    | Data OUT (invers) |
| 5, 6 | GND               |



Sicht auf den Stecker

An ein CRFX/WFT-2 Modul können bis zu zwei WFT-C<sup>x</sup> oder -C<sup>xs</sup> Sensoren angeschlossen werden. Verbinden Sie das auf der linken Fahrzeugseite montierte Messrad an den Eingang WFT-In1 (left) und das auf der rechten Fahrzeugseite montierte Messrad an den Eingang WFT-In2 (right) Eingang. Die WFT-C<sup>x</sup> bzw. die -C<sup>xs</sup> Messräder werden über das Sensorkabel versorgt.

2. Verbinden Sie das imc CRONOS*flex* (CRFX) und den imc STUDIO PC mit einem Ethernetkabel.
3. Vergewissern Sie sich, dass alle Komponenten eingeschaltet sind und drehen Sie jedes WFT-C<sup>x</sup> bzw. -C<sup>xs</sup> Messrad mindestens eine volle Umdrehung, um die Referenzmarke des inkrementalen Winkelencoders zu durchlaufen (nur bei mobilen Messungen).

## 8.3 Konfiguration mit imc STUDIO

- Stellen Sie sicher, dass die [Installation des Sensors](#)<sup>33</sup> korrekt durchgeführt wurde.
- Verbinden Sie das Messrad mit dem [WFT-Interface \(CRFX/WFT-2\)](#)<sup>45</sup> und stellen Sie sicher, dass alle Komponenten eingeschaltet sind.

### Parameter vom Sensor auslesen

Durch das erste Verbinden mit dem Sensor werden alle relevanten Einstellungen aus dem Sensor gelesen. Z.B. werden die Messbereiche passend gesetzt, so dass sie nicht mehr angepasst werden müssen. Wird eine Änderung am Sensor festgestellt (Seriennummer ändert sich), werden beim Verbinden erneut die Parameter ausgelesen. Die aktuelle Konfiguration wird überschrieben.

### Abhängigkeiten

Abtastrate und Filtereinstellungen gelten für alle Kanäle eines Anschlusses.

### 8.3.1 Kanäle und Parameter

Kanäle, die vom Sensor gesendet werden (jeweils für das linke und rechte Rad). Die Signale werden als analoge Kanäle verwaltet und sind bei der maximalen Anzahl pro Gerät berücksichtigt.

| Kanäle                                        | Einheit | zugehörige Parameter                                                                                          |
|-----------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Status_*                                      |         | Status; <a href="#">Status-Flags</a> <sup>47)</sup>                                                           |
| Fx_*                                          | kN      | Messbereich Fx/Fz                                                                                             |
| Mx_*                                          | Nm      | Messbereich Mx/Mz                                                                                             |
| Fy_*                                          | kN      | Messbereich Fy                                                                                                |
|                                               |         | Offset von "TTI" bei Abgleich ermittelt                                                                       |
| My_*                                          | Nm      | Messbereich My                                                                                                |
|                                               |         | Offset von "TTI" bei Abgleich ermittelt                                                                       |
| Fz_*                                          | kN      | Messbereich Fx/Fz                                                                                             |
| Mz_*                                          | Nm      | Messbereich Mx/Mz                                                                                             |
| Umdr_* (Umdrehungen)                          |         | Messbereich: [-32768; 32737]; Anzahl der Umdrehungen des WFTs                                                 |
| Drehz_* (Drehzahl)                            | RPM     | Messbereich: [-3061.224; 3061.131]; aktuelle Drehzahl des WFTs; ergibt sich aus internen Berechnungen der TTI |
| Temp_* (Temperatur)                           | °C      | Messbereich: [-128.0000; 127.9961]; Temperatur des WFTs                                                       |
| Aux_* (Auxiliary - Zusatzeingang)             | mV/V    | Messbereich Aux                                                                                               |
|                                               |         | Offset: von "TTI" bei Abgleich ermittelt                                                                      |
| rot_fx_*; Fx (rotierendes Koordinatensystem)  | kN      | Messbereich Fx/Fz                                                                                             |
|                                               |         | Offset: von "TTI" bei Abgleich ermittelt                                                                      |
| rot_mx_*; Mx (rotierendes Koordinatensystem): | Nm      | Messbereich Mx/Mz                                                                                             |
|                                               |         | Offset: von "TTI" bei Abgleich ermittelt                                                                      |
| rot_fz_*; Fz (rotierendes Koordinatensystem)  | kN      | Messbereich Fx/Fz                                                                                             |
|                                               |         | Offset: von "TTI" bei Abgleich ermittelt                                                                      |
| rot_mz_*; Mz (rotierendes Koordinatensystem)  | Nm      | Messbereich Mx/Mz                                                                                             |
|                                               |         | Offset: von "TTI" bei Abgleich ermittelt                                                                      |
| Winkel_*                                      | °       | Messbereich: [-180.0000°; 179.9945° ]. Standard Wasserwaage= 0°                                               |
|                                               |         | Winkelfehler                                                                                                  |
| Sin_* (Winkel, Sinus)                         |         | Messbereich: [-1.000000; 0.999969 ]; Standard= 0                                                              |
| Cos_* (Winkel, Cosinus)                       |         | Messbereich: [-1.000000; 0.999969 ]; Standard= 0.999969                                                       |

## Status-Flags

| Bit      | Status-Code | Beschreibung (Bit gesetzt /nicht gesetzt) |
|----------|-------------|-------------------------------------------|
| $2^0$    | 1           | WFT erkannt/WFT nicht erkannt             |
| $2^1$    | 2           | noch nicht aktiviert; immer 1             |
| $2^2$    | 4           | Offset Abgleich läuft/läuft nicht         |
| $2^3$    | 8           | Shunt aktiv/passiv                        |
| $2^4$    | 16          | Remote aktiv/passiv                       |
| $2^5$    | 32          | Wasserwaagenmodus aktiv / passiv          |
| $2^{15}$ | 32768       | Fehler/kein Fehler                        |

Der Statuskanal kann im STUDIO-Panel mit einem DIO Widget dargestellt werden. Damit lassen sich die Zustände der einzelnen Bits direkt ablesen.

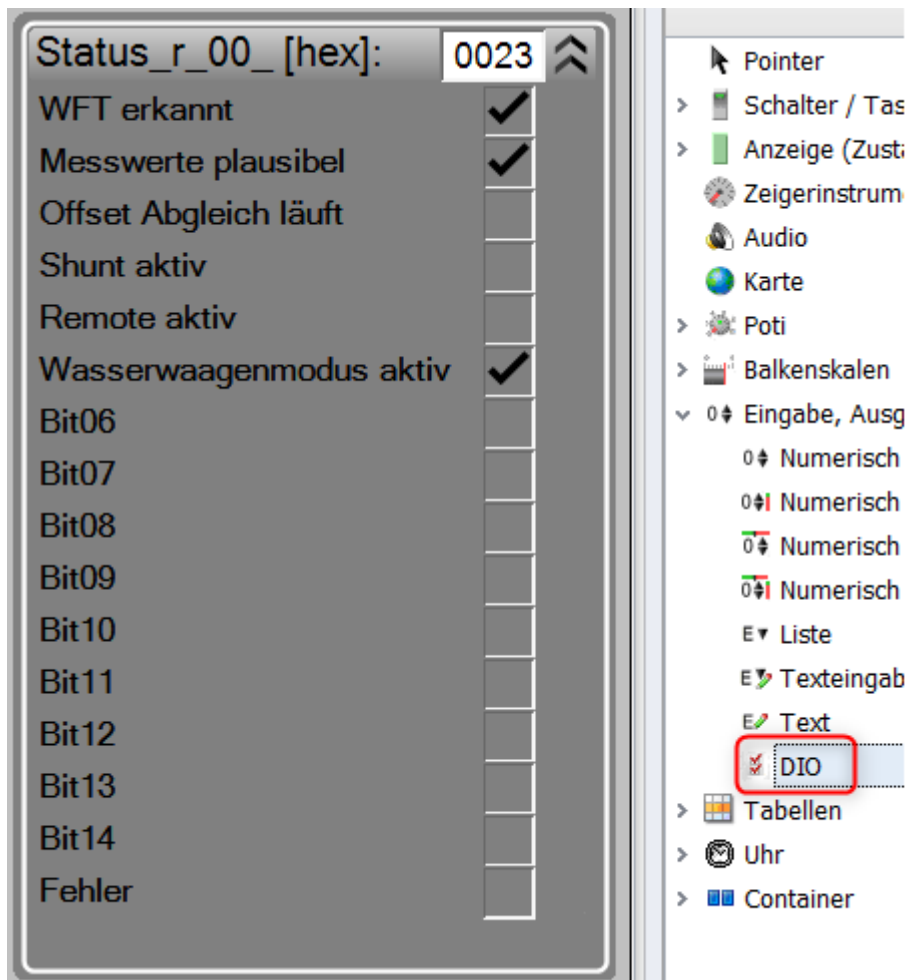


Abb. 23: Statuskanal in imc STUDIO

## LED-Status

### Aktive Kanäle

| LED-Anzeige         | Status-Code |           | Beschreibung                                                 |
|---------------------|-------------|-----------|--------------------------------------------------------------|
| rot kontinuierlich  | 0           |           | WFT nicht erkannt                                            |
| grün kontinuierlich | 3           | (=1+2)    | WFT erkannt / Messwerte plausibel                            |
| grün 5 Hz           | 5           | (=1+4)    | Nullabgleich läuft                                           |
| grün 0,5 Hz         | 35          | (=1+2+32) | Wasserwaagenmodus aktiv<br>WFT erkannt / Messwerte plausibel |
| rot/grün 1 Hz       | 1           |           | WFT erkannt / Messwerte nicht plausibel                      |
| rot 5 Hz            | 32768       |           | Fehler                                                       |

### Passive Kanäle

| LED-Anzeige         | Status-Code |        | Beschreibung      |
|---------------------|-------------|--------|-------------------|
| aus                 | 0           |        | WFT nicht erkannt |
| gelb kontinuierlich | 2           | (=1+2) | WFT erkannt       |
| rot 5 Hz            | 32768       | (=1+4) | Fehler            |

## 8.3.2 Messung vorbereiten und durchführen

Die Messbereiche sind fest und ändern sich höchstens bei Wechsel des Messrad-Typs. Das Rad teilt seine Bereiche und Skalierungen selbst mit.

Zur Vorbereitung der Messung werden nacheinander folgende Schritte durchgeführt:

- [Einlesen der Messradinformationen](#) <sup>50</sup>
- [Winkelabgleich](#) <sup>50</sup>
- [Nullabgleich](#) <sup>54</sup>
- Kompensation des [axialen](#) <sup>59</sup> und [radialen Versatzes](#) <sup>59</sup>

### 8.3.2.1 Einlesen der Messradinformationen

Alle Daten, die das Messrad auszeichnet inklusive der Kanalinformationen werden zunächst ausgelesen.

Dazu wechseln Sie zur Seite *Analoge Kanäle* und betätigen die Schaltfläche "Informationen aus dem Sensor lesen".

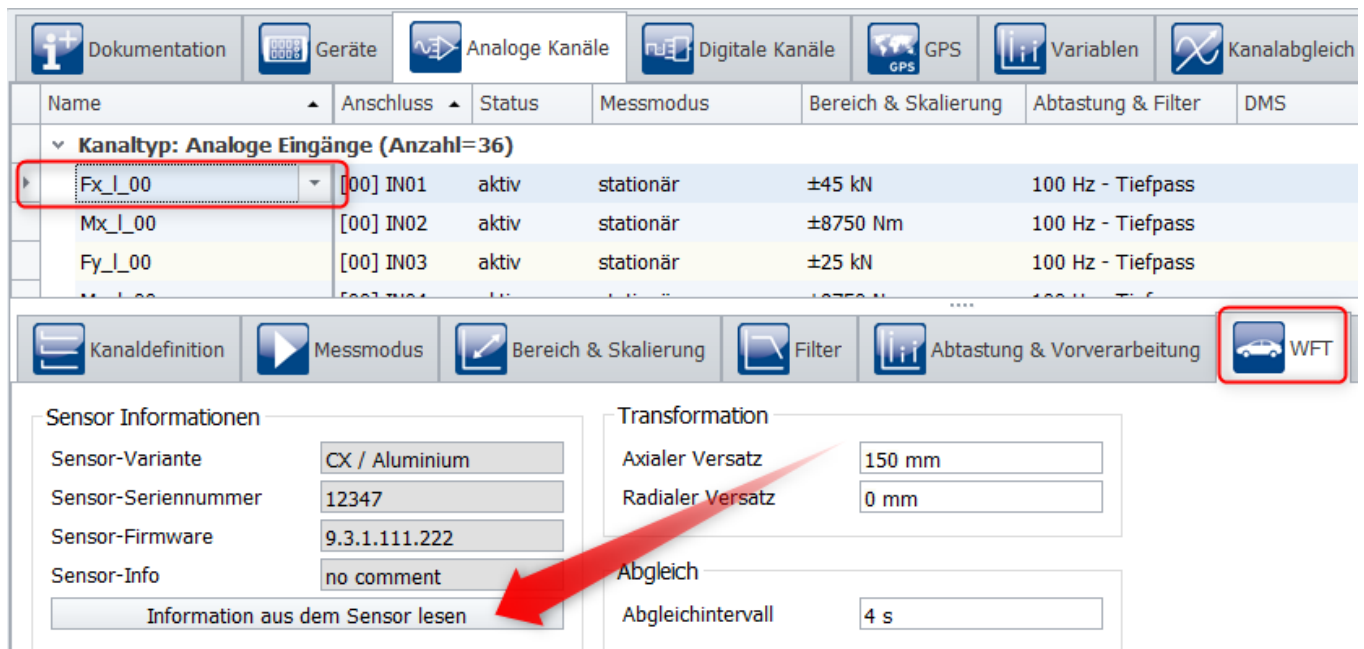


Abb. 24: Informationen aus dem Messrad einlesen

Es werden **alle Informationen eines Messrades** eingelesen. Es ist nicht nötig, die Kanäle einzeln auszuwählen.

### 8.3.3 Winkelabgleich

Nach der Installation des WFT-C<sup>x</sup> bzw. -C<sup>xs</sup> Messrades muss der Winkel bei jedem WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> Sensor abgeglichen werden. Für diese Prozedur muss das Fahrzeug auf eine ebene horizontale Fläche mit sauberer Oberfläche gestellt werden. Sollte eine Hebebühne verwendet werden, ist zu beachten, dass das Fahrzeug um die Längs- und Querachse ausgerichtet ist.

! Hinweis

Valides Winkelsignal

Bevor die Abgleichprozedur gestartet wird, muss jedes WFT-C<sup>x</sup> und -C<sup>xs</sup> mindestens eine Umdrehung gedreht werden, um die Referenzmarke des inkrementalen Winkelencoders zu durchlaufen. Es besteht sonst die Gefahr, dass kein valides Winkelsignal möglich ist.

#### 8.3.3.1 Automatischer Winkelabgleich (Wasserwaage)

! Hinweis

Diese Funktion ist nur im Messmodus [mobil \(rotierend\)](#) <sup>56</sup> oder [mobil \(stationär\)](#) <sup>57</sup> möglich. Der Winkelabgleich wird am stehenden Fahrzeug durchgeführt.

- Drehen Sie jedes WFT-C<sup>x</sup> bzw. -C<sup>xs</sup> Messrad mindestens eine Umdrehung, um die Referenzmarke des inkrementalen Winkelencoders zu durchlaufen. Es besteht sonst die Gefahr, dass ein valides Winkelsignal nicht möglich ist.
- Das Fahrzeug muss auf eine ebene horizontale Fläche mit sauberer Oberfläche gestellt werden. Stellen Sie sicher, dass keine störenden Kräfte auf den Sensor während der Abgleichprozedur einwirken. Achten Sie beim Test des Messrades ohne Fahrzeug darauf, dass das Messrad in aufrechter Position, als wäre es am Fahrzeug befestigt, abgeglichen wird.
- Öffnen Sie den Winkelkanal des gewünschten WFT-C<sup>x</sup> bzw. -C<sup>xs</sup> im Setup auf der Seite *Analoge Kanäle*. Wählen Sie z.B. den Kanal Winkel\_r\_xx von dem Messrad, welches mit dem TTI Eingang WFT-In2 (right) CRFX/WFT-2 verbunden ist.
- Stellen Sie die *Kopplung* des Winkelkanals auf *Wasserwaage*.

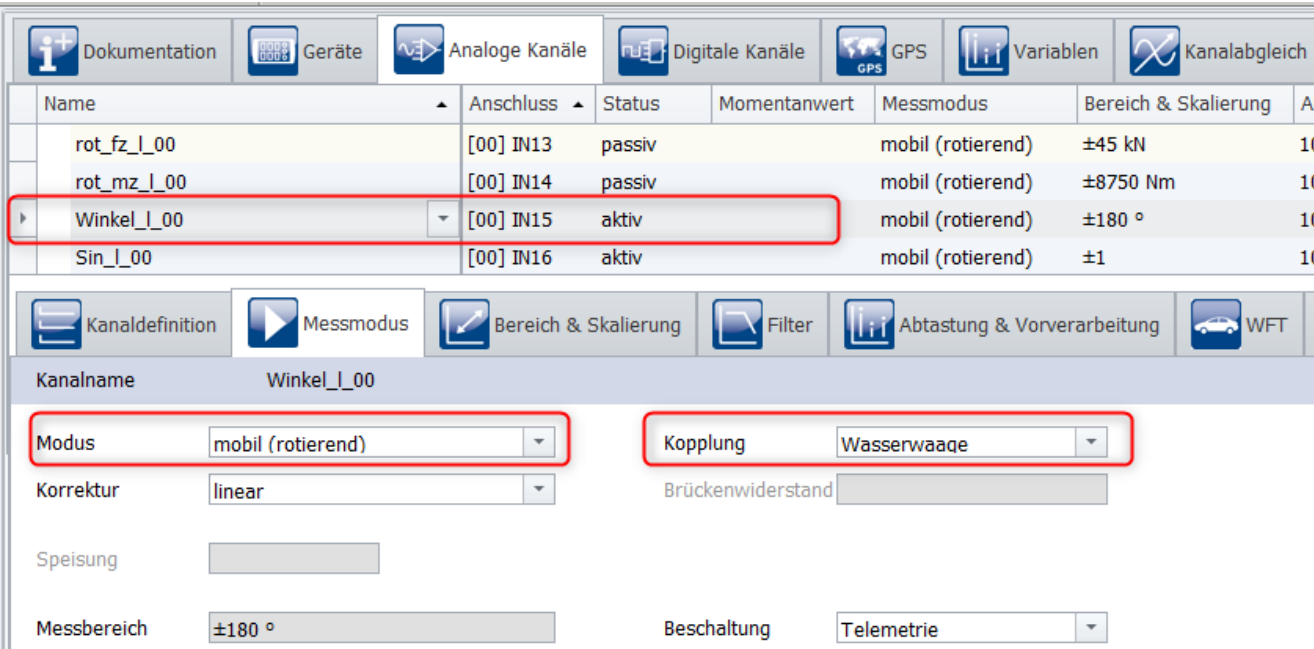
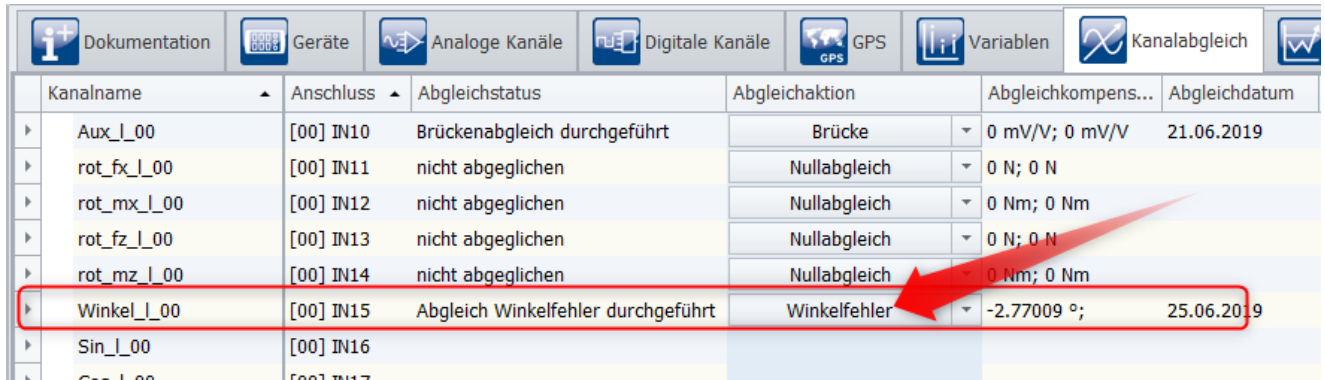


Abb. 25: Automatischer Winkelabgleich: Kopplung auf Wasserwaage

- Wechseln Sie auf die Seite *Kanalabgleich* und betätigen Sie die Schaltfläche "Winkelfehler". Die Abweichung wird erfasst und im Modul hinterlegt.

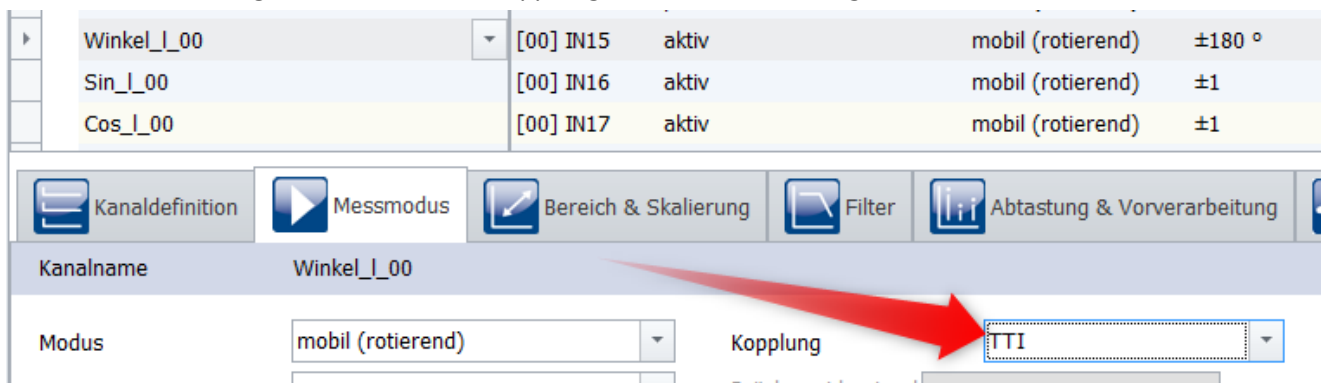


| Kanalname   | Anschluss | Abgleichstatus                     | Abgleichaktion | Abgleichkompens... | Abgleichdatum |
|-------------|-----------|------------------------------------|----------------|--------------------|---------------|
| Aux_I_00    | [00] IN10 | Brückenabgleich durchgeführt       | Brücke         | 0 mV/V; 0 mV/V     | 21.06.2019    |
| rot_fx_I_00 | [00] IN11 | nicht abgeglichen                  | Nullabgleich   | 0 N; 0 N           |               |
| rot_mx_I_00 | [00] IN12 | nicht abgeglichen                  | Nullabgleich   | 0 Nm; 0 Nm         |               |
| rot_fz_I_00 | [00] IN13 | nicht abgeglichen                  | Nullabgleich   | 0 N; 0 N           |               |
| rot_mz_I_00 | [00] IN14 | nicht abgeglichen                  | Nullabgleich   | 0 Nm; 0 Nm         |               |
| Winkel_I_00 | [00] IN15 | Abgleich Winkelfehler durchgeführt | Winkelfehler   | -2.77009 °;        | 25.06.2019    |
| Sin_I_00    | [00] IN16 |                                    |                |                    |               |
| Cos_I_00    | [00] IN17 |                                    |                |                    |               |

Abb. 26: Wnkelabgleich durchführen

### Wichtig:

Stellen Sie für die folgenden Schritte die *Kopplung* auf der Seite "Analoge Kanäle" wieder auf *TTI*.



| Kanalname   | Anschluss | Status | Modus             | Skalierung |
|-------------|-----------|--------|-------------------|------------|
| Winkel_I_00 | [00] IN15 | aktiv  | mobil (rotierend) | ±180 °     |
| Sin_I_00    | [00] IN16 | aktiv  | mobil (rotierend) | ±1         |
| Cos_I_00    | [00] IN17 | aktiv  | mobil (rotierend) | ±1         |

| Kanalname | Winkel_I_00       |
|-----------|-------------------|
| Modus     | mobil (rotierend) |
| Kopplung  | TTI               |

Abb. 27: Anschließend Kopplung wieder auf TTI stellen

### 8.3.3.2 Winkelabgleich per Hand mit der Wasserwaage

- Drehen Sie den WFT-C<sup>x</sup> bzw. -C<sup>xs</sup> Sensor auf die 0° Position (Fz Marke schaut nach oben).
- Wählen Sie den Winkelkanal des entsprechenden WFT-C<sup>x</sup> bzw. -C<sup>xs</sup> Messrades im Dialog *Kanalabgleich*.
- Kontrollieren Sie die 0° Position am WFT-C<sup>x</sup> bzw. -C<sup>xs</sup> Sensor mit der Wasserwaage.



Abb. 28: Messen mit der Wasserwaage

#### ! Hinweis

Der Winkelabgleich wird am stehenden Fahrzeug durchgeführt.

- Nach dem Vorbereiten erscheint in der Momentanwertspalte der erfasste Winkelwert. Alternativ starten Sie die Messung und ein Kurvenfenster für den Winkelkanal mit einem Doppelklick am Zeilenanfang. Schalten Sie das Fenster auf "Letzter Wert als Zahl" und konfigurieren Sie die berechnete Anzeige mit einem Doppelklick auf die Zahl mit *Mittelwert aus letzten Werten* über z.B. 1000 Werte.



Abb. 29: Manueller Winkelabgleich: Istwert erfassen

- Tragen Sie den Wert manuell in die Spalte *Abgleichkompensation* ein:

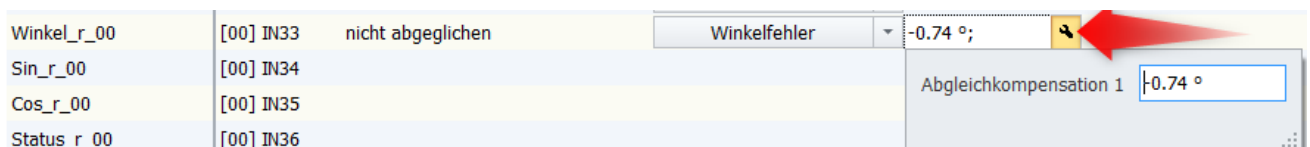


Abb. 30: Manueller Winkelabgleich: Versatz eintragen

**Hinweis****Abgleichstatus: nicht abgeglichen**

Der angezeigte "*Abgleichstatus*" bleibt auf "*nicht abgeglichen*", da kein automatischer Abgleich durchgeführt wurde. Der manuell eingegebene Wert wird jedoch verwendet.

## 8.3.4 Nullabgleich

Nach der Koordinatentransformation vom rotierenden auf das stationäre Koordinatensystem erscheinen Offsetfehler als ein periodisches Störsignal. Es ist daher notwendig, alle Nulloffsets auf ein Minimum zu reduzieren. Der Nulloffset wird nichtflüchtig in der WFT-C<sup>x</sup> bzw. -C<sup>xs</sup> Elektronik gespeichert.

Vor dem Nullabgleich muss ein Winkelabgleich für alle rotierenden Applikationen durchgeführt werden:

- [Automatischer Winkelabgleich \(Wasserwaage\)](#) <sup>50</sup>
- [Winkelabgleich per Hand mit der Wasserwaage](#) <sup>52</sup>

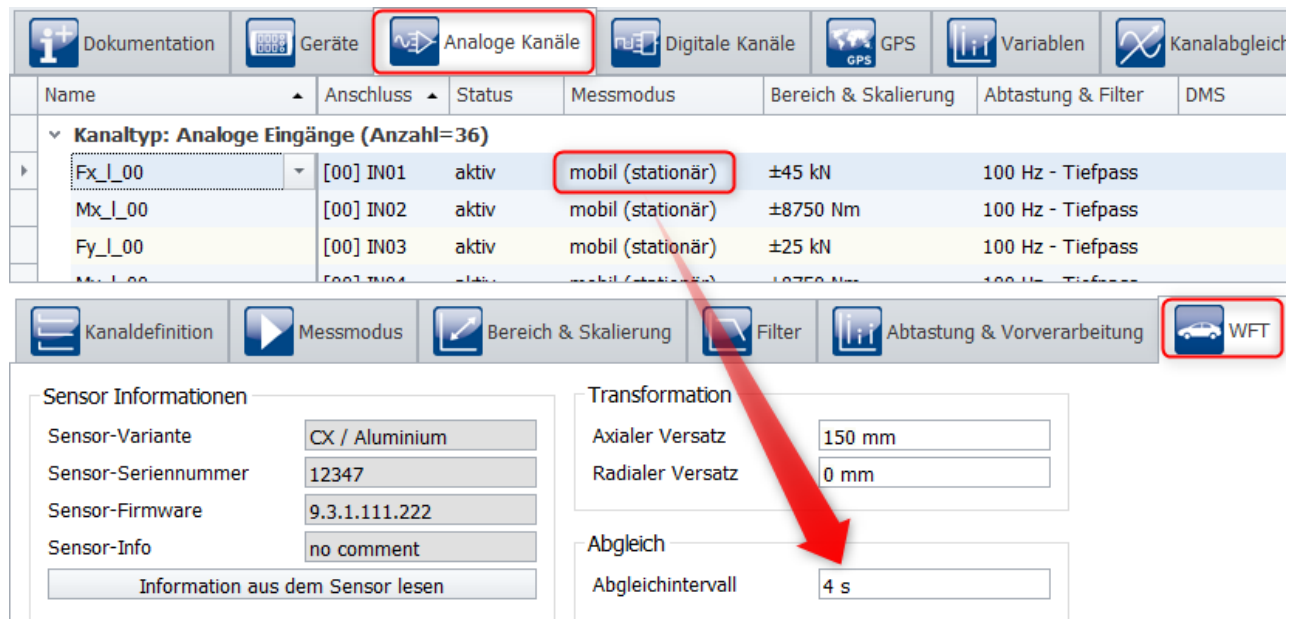
### Hinweis

Ein guter Nullabgleich ist die Voraussetzung für präzise Messergebnisse mit dem WFT-C<sup>x</sup> und dem -C<sup>xs</sup> Sensor. Jeder Fehler beim Nullabgleich führt zu einem systematischen Fehler in den Messdaten.

### Abgleichintervall/-dauer

Das Abgleichintervall wird verwendet als:

- **Mittelungsdauer** beim [stationären Nullabgleich](#) <sup>57</sup>, wobei die gesamte Dauer bis der Abgleichwert übernommen wird, mehr als das dreifache in Anspruch nimmt. Die **Dauer** des Abgleiches ist für alle Kanäle gleich und wird auf der Karte "WFT" unter *Analoge Kanäle* festgelegt. Dazu muss ein abgleichbarer Kanal ausgewählt sein.



| Name                                          | Anschluss | Status | Messmodus                | Bereich & Skalierung | Abtastung & Filter | DMS |
|-----------------------------------------------|-----------|--------|--------------------------|----------------------|--------------------|-----|
| <b>Kanaltyp: Analoge Eingänge (Anzahl=36)</b> |           |        |                          |                      |                    |     |
| Fx_I_00                                       | [00] IN01 | aktiv  | <b>mobil (stationär)</b> | ±45 kN               | 100 Hz - Tiefpass  |     |
| Mx_I_00                                       | [00] IN02 | aktiv  | mobil (stationär)        | ±8750 Nm             | 100 Hz - Tiefpass  |     |
| Fy_I_00                                       | [00] IN03 | aktiv  | mobil (stationär)        | ±25 kN               | 100 Hz - Tiefpass  |     |
| Mx_I_00                                       | [00] IN04 | aktiv  | mobil (stationär)        | ±8750 Nm             | 100 Hz - Tiefpass  |     |

| Sensor Informationen                             |                | Transformation         |        |
|--------------------------------------------------|----------------|------------------------|--------|
| Sensor-Variante                                  | CX / Aluminium | Axialer Versatz        | 150 mm |
| Sensor-Seriennummer                              | 12347          | Radialer Versatz       | 0 mm   |
| Sensor-Firmware                                  | 9.3.1.111.222  |                        |        |
| Sensor-Info                                      | no comment     |                        |        |
| <a href="#">Information aus dem Sensor lesen</a> |                |                        |        |
|                                                  |                | <b>Abgleich</b>        |        |
|                                                  |                | Abgleichintervall: 4 s |        |

Abb. 31: Abgleichdauer für stationären Nullabgleich

- **Anzahl** der Umdrehungen beim rotierenden Nullabgleich<sup>56</sup>. Für den kompletten Abgleich wird die eingetragene Umdrehungsanzahl 3x durchlaufen.

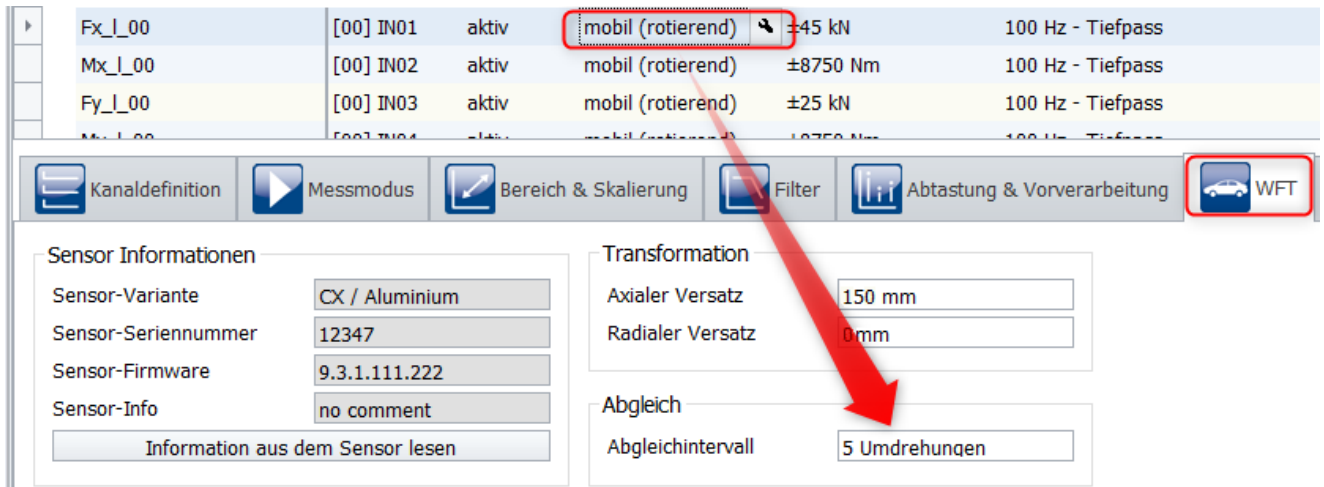


Abb. 32: Umdrehungen für den rotierenden Abgleich

### 8.3.4.1 Betriebsmode "mobil (rotierend)"

Mit dem Nullabgleich-Mode werden Kräfte und Momente über die Anzahl "x" der Umdrehungen gemittelt. Das Fahrzeuggewicht  $g_0$  bleibt als Komponente von  $F_z$  erhalten, beim Winkelabgleich hat  $g_0$  keinen Einfluss auf  $F_x$  und  $F_z$ . Unabhängig von der Auswahl werden immer alle Kanäle einer Gruppe des selektierten Kanals abgeglichen.

Für diese Art des Nullabgleichs ist eine glatte und schmutzfreie Straßenoberfläche erforderlich.

- Wählen Sie eine Kraft oder ein Moment (im Fahrzeugkoordinatensystem) des entsprechenden WFT-C<sup>x</sup> bzw. -C<sup>xs</sup> Senors auf der Seite "Analoge Kanäle", z.B. den Kanal  $F_x\_I\_xx$  des Messrades, der mit dem TTI Eingang "WFT-In1 (left)" am CRFX/WFT-2 verbunden ist.
- Wählen Sie den Messmodus "mobil, rotierend" und Kopplung "TTI".

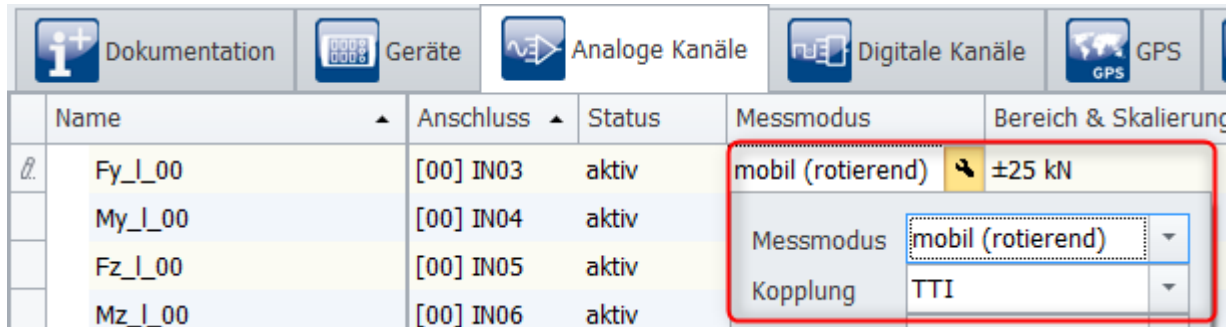


Abb. 33: Messmodus "mobil (rotierend)"

- Setzen Sie das Fahrzeug in Bewegung. Während der Nullabgleich läuft, sollte das Fahrzeug ausrollen.  
Beim Ausrollen auf folgendes achten:
  - kein Bremspedal betätigen
  - kein Gas geben
  - Automatik auf "Neutral" stellen
  - in gerader Linie fahren
  - auf einer waagerechten und glatten Ebene fahren.

Die Anzahl der Umdrehungen legen Sie hier fest: [Abgleichintervall/-dauer](#) <sup>54</sup>

- Um die Offsetabgleichroutine zu starten, betätigen Sie auf der Karte "Kanalabgleich" den Button "Nullabgleich".

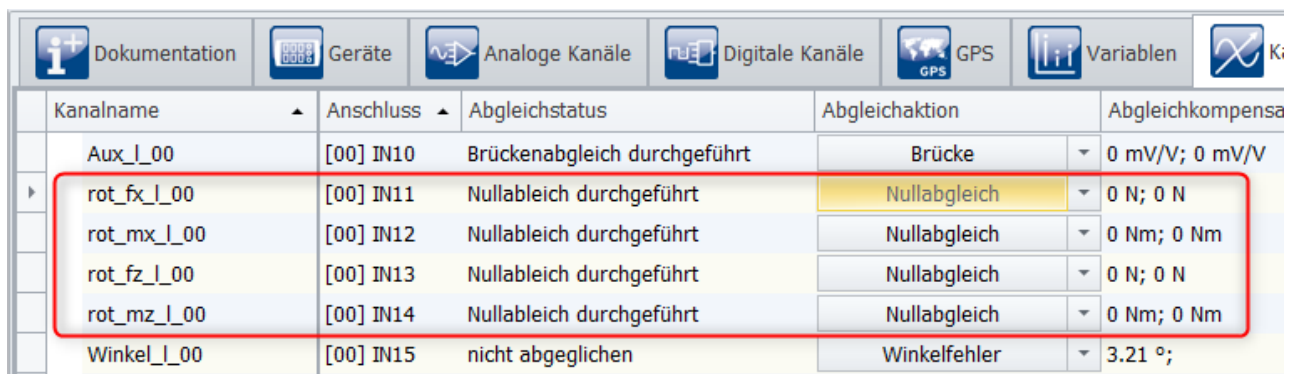


Abb. 34: Messmodus "mobil (rotierend)": Nullabgleich durchführen

### 8.3.4.2 Betriebsmode: "mobil (stationär)"

Für einen rotierenden Nullabgleich benötigen Sie eine ebene Straße ausreichender Länge. Ist diese nicht vorhanden, kann der rotierende Nullabgleich nicht in der gewünschten Genauigkeit durchgeführt werden. In diesem Fall kann ein stationärer Nullabgleich in zwei Winkelpositionen durchgeführt werden.

Das Fahrzeuggewicht  $g_0$  als eine Komponente von  $F_z$  bleibt erhalten.

Beim Winkelabgleich hat  $g_0$  keinen Einfluss auf  $F_x$  und  $F_y$ .

- Drehen Sie den WFT-C<sup>x</sup> bzw. -C<sup>xs</sup> Sensor in die 0° Position. Hier ist die  $F_z$  Marke zu sehen. Prüfen Sie die 0° Position mit einer Wasserwaage. Die Abweichung ist  $< \pm 5^\circ$ .
- Wählen Sie den  $F_x$  Kanal auf der Seite "Analoge Kanäle", z.B.  $Fx\_I\_xx$  für den  $F_x$  Kanal des Messrades, der mit dem TTI Eingang "WFT-In1 (left)" am CRFX/WFT-2 verbunden ist.
- Wählen Sie als Messmodus "mobil, stationär" ein.

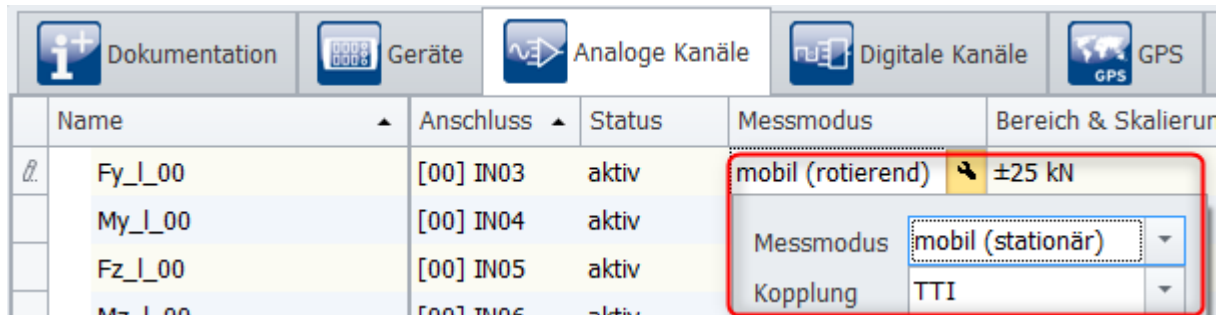


Abb. 35: Messmodus "mobil (stationär)"

- Stellen Sie sicher, dass das Fahrzeug steht und dass keine externen Kräfte/Momente während des Nullabgleichs auf das Fahrzeug einwirken.
- Um die Offsetabgleichroutine zu starten, wechseln Sie zur Seite *Kanalabgleich* und betätigen Sie den Button: "Nullabgleich". Die Dauer legen Sie hier fest: [Abgleichintervall/-dauer](#) <sup>54</sup>

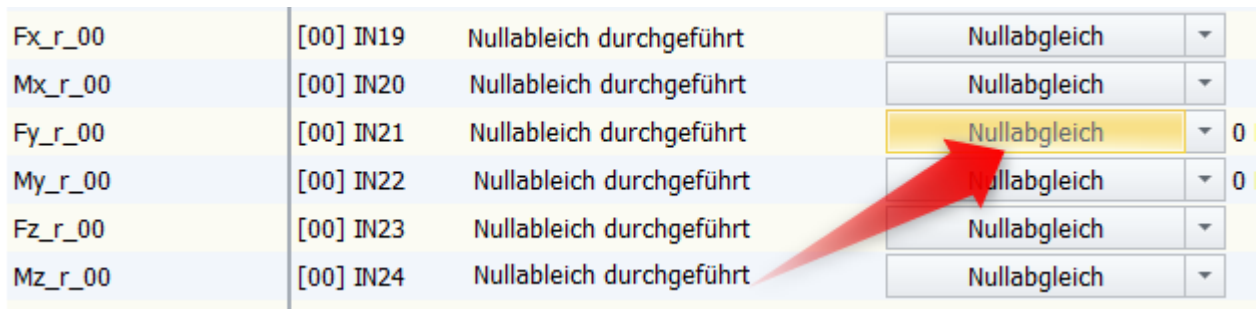


Abb. 36: Betriebsmodus "mobil (stationär)": Nullabgleich durchführen

- Drehen Sie den WFT-C<sup>x</sup> bzw. -C<sup>xs</sup> Sensor in die 90° Position. In dieser Position zeigt die  $F_z$  Marke zurück, entgegengesetzt der Fahrtrichtung. Überprüfen Sie die 90° Position mit der Wasserwaage. Die Abweichung ist  $< \pm 5^\circ$ .
- Stellen Sie sicher, dass das Fahrzeug steht und dass keine externen Kräfte/Momente während des Nullabgleichs auf das Fahrzeug einwirken.
- Um die Offsetabgleichroutine zu starten, wechseln Sie zur Seite *Kanalabgleich* und betätigen Sie den Button "Nullabgleich".

### 8.3.4.3 Betriebsmode: "stationär"

Mit dieser Nullabgleichroutine werden alle Kräfte und Momente am WFT-C<sup>x</sup> bzw. -C<sup>xs</sup> Sensor auf Null abgeglichen. Dies enthält auch das gemittelte Fahrzeuggewicht  $g_0$ .

- Wählen Sie eine Kraft oder ein Moment (im Fahrzeugkoordinatensystem) des entsprechenden WFT-C<sup>x</sup> bzw. -C<sup>xs</sup> Sensors auf der Seite "*Analoge Kanäle*", z.B. den Kanal  $Fx\_l\_xx$  des Messrades, der mit dem TTI Eingang "*WFT-In1 (left)*" am CRFX/WFT-2 verbunden ist.
- Wählen Sie den *Messmodus* "*stationär*".
- Stellen Sie sicher, dass das Fahrzeug steht und dass keine externen Kräfte/Momente während des Nullabgleichs auf das Fahrzeug einwirken.
- Um die Offsetabgleichroutine zu starten, wechseln Sie zur Seite *Kanalabgleich* und betätigen Sie den Button "*Nullabgleich*".

### 8.3.5 Kompensation "Axialer/Radialer Versatz"

#### Axialer Versatz

- Öffnen Sie den  $F_x$  Kanal des entsprechenden WFT- $C^x$  bzw. - $C^{xs}$  Sensors auf der Seite "Analoge Kanäle", z.B. den Kanal  $Fx\_I\_xx$  des Messrades, der mit dem TTI Eingang "WFT-In1 (left)" am [CRFX/WFT-2](#)<sup>30</sup> verbunden ist.
- Wählen Sie die Karte WFT aus und tragen Sie den **axialen Versatz** in mm in das Eingabefeld (1) ein:

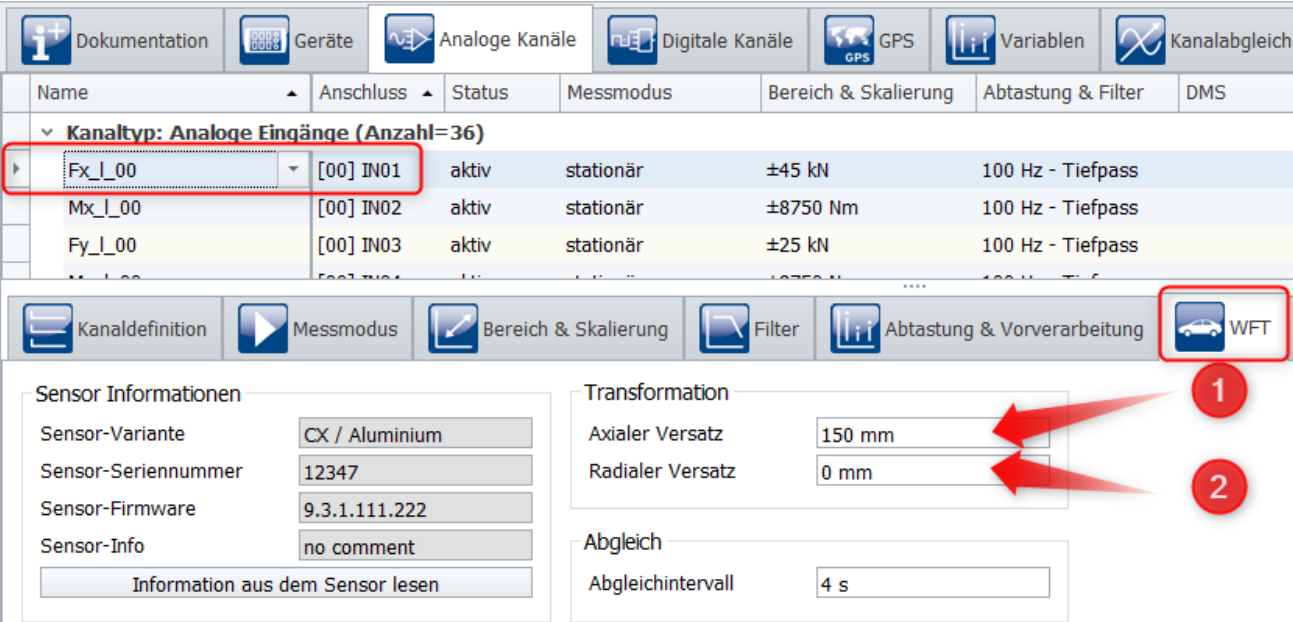


Abb. 37: Eintrag von: Axialer und Radialer Versatz

Verweis

Weitere Informationen zu "[Axialer Versatz](#)"<sup>25</sup>

#### Radialer Versatz

- Öffnen Sie eine Kraft oder ein Moment (im Fahrzeugkoordinatensystem) des entsprechenden WFT- $C^x$  bzw. des - $C^{xs}$  Sensors auf der Seite "Analoge Kanäle", z.B. den Kanal  $Fx\_I\_xx$  des Messrades, der mit dem TTI Eingang "WFT-In1 (left)" am [CRFX/WFT-2](#) verbunden ist.
- Wählen Sie die Karte WFT aus und tragen Sie den **radialen Versatz** in mm in das Eingabefeld (2) ein.

Verweis

Weitere Information zu "[Radialer Versatz](#)"<sup>25</sup>

# 8.4 imc WFT Assistent

Das WFT-Plug-in bietet einen komfortablen Assistenten zur Konfiguration der Messräder sowie vorbereitete Panel-Seiten zur optimalen Darstellung der Messergebnisse.

**Voraussetzungen:**

- Gerätesoftware: imc STUDIO 5.2 R25 und ab imc STUDIO 2024 R2
- Der "imc WFT Assistent" ist im "Produktkonfigurator" aktiviert.
- Es darf nur ein Gerät zur Messung ausgewählt sein.
- Unterstützt wird die **CRFX-2000GP** Basiseinheit (**empfohlen: CRFX-2000GP-WFT**) mit mindestens einem WFT-2 Modul
- Bei Verwendung einer Fernbedienung:
  - Benötigt wird die **CRFX-2000GP-WFT** Basiseinheit. Diese spezielle Basiseinheit verfügt u.a. über einen Anschluss für die Fernbedienung.
  - Die Fernbedienung benötigt 1 DI-In-Bit und 4 DO-Out-Bits. Dazu werden die letzten Bits des jeweiligen Ports reserviert. Sie dürfen nicht anderweitig verwendet werden.
  - Die Steuerkonstrukte in imc Online FAMOS müssen aktiviert sein
  - Der Timer 8 darf nicht in Verwendung sein.
- Während der Konfiguration muss die Verbindung zum Gerät aktiviert sein, es darf keine Messung laufen.

## Den Assistenten öffnen

Wählen Sie im Menüband den Eintrag "WFT" aus. Der WFT Assistent wird in einem Dialog angezeigt.

| Menüband                                                                                                      | Ansicht  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Start > WFT                | alle     |
| Setup-Konfiguration > WFT  | Complete |

## Menüaktion: WFT laden

- lädt ggf. die vorherige Konfiguration
- prüft, ob WFT-Sensoren angeschlossen sind

Bei mehr als zwei WFT-2 Modulen werden immer die ersten beiden Modul-IDs verwendet.

Der Parameter "Status" listet die jeweiligen Ergebnisse auf.

| Status    | Farbe                                                                               | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aktiv     |  | Sensor wurde erkannt <ul style="list-style-type: none"><li>• alle Kanäle sind aktiv und</li><li>• alle Kanalnamen entsprechen dem <a href="#">Prefix/Postfix-Schema</a> </li></ul>                                                                                                         |
| Verbunden |  | Sensor wurde erkannt <ul style="list-style-type: none"><li>• nicht alle Kanäle sind aktiv oder</li><li>• min. ein Kanalname entspricht nicht dem <a href="#">Prefix/Postfix-Schema</a> </li><li>oder</li><li>• die Seriennummer stimmt nicht mit der zuletzt verbundenen überein</li></ul> |
| Fehlt     |  | Sensor fehlt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Passiv    | transparent                                                                         | kein Sensor erkannt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |



## Hinweis

## Ein anderer WFT-Sensor ist angeschlossen

Stimmt bei einem Anschluss die Seriennummer des WFT-Sensors nicht mit der im Experiment gespeicherten Seriennummer überein, so wird dieser Sensor als "Verbunden" angezeigt. Zusätzlich wird die Seriennummer des zuvor angeschlossenen WFT-Sensors aufgelistet.

Durch das Auslesen der Sensorinformationen wird die Seriennummer im Experiment aktualisiert, so dass ein erneutes Aktualisieren der Konfiguration die geänderte Seriennummer nicht mehr anzeigt!

## Kanäle umbenennen - Prefix/Postfix-Schema

Die Kanäle eines WFT-Sensors können mit einem Prefix vor und einem Postfix nach dem vorgegebenen Mittelteil des Namens umbenannt werden. Leere Elemente sind erlaubt, solange sich alle angeschlossenen WFT-Sensoren im Namen unterscheiden. Änderungen der Kanalnamen werden gelb hervorgehoben.



## Hinweis

## Umbenennen über Kanaltabelle nicht empfohlen

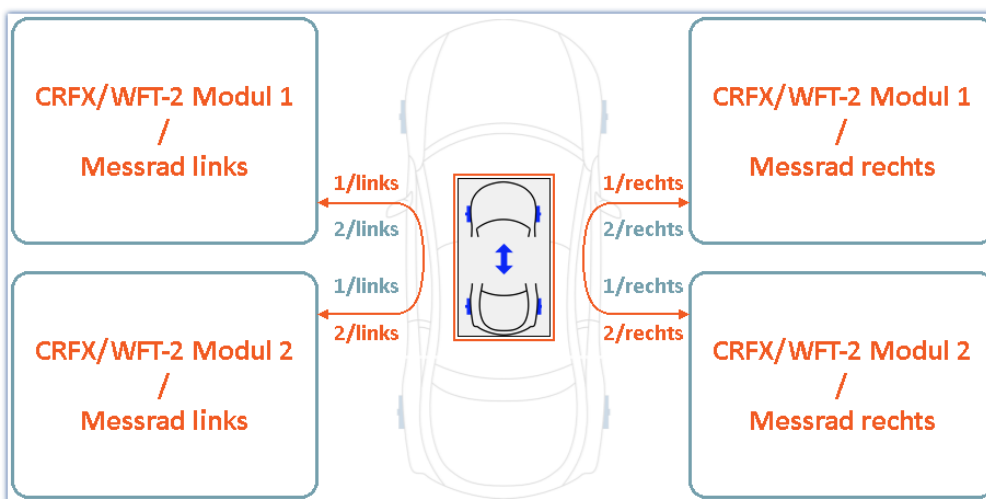
Änderungen der Kanalnamen in der Kanaltabelle werden nicht empfohlen. Sie werden beim nächsten Aufruf des WFT-Assistenten zurückgesetzt. Verwenden Sie idealerweise Prefix und Postfix, um die Kanalnamen zusammengehöriger Kanäle gemeinsam anzupassen.

## Module/Sensoren anordnen und Achsenkonfiguration anpassen

Die Anordnung der WFT-Module und Sensoren erfolgt über die Schaltflächen in der Mitte des Assistenten.

### Zwei WFT-Module

Bei Verwendung von **zwei WFT-Modulen** kann die Zuordnung nur von vorne nach hinten getauscht werden. Ein Modul mit zwei Sensoren wird immer einer Achse zugeordnet.

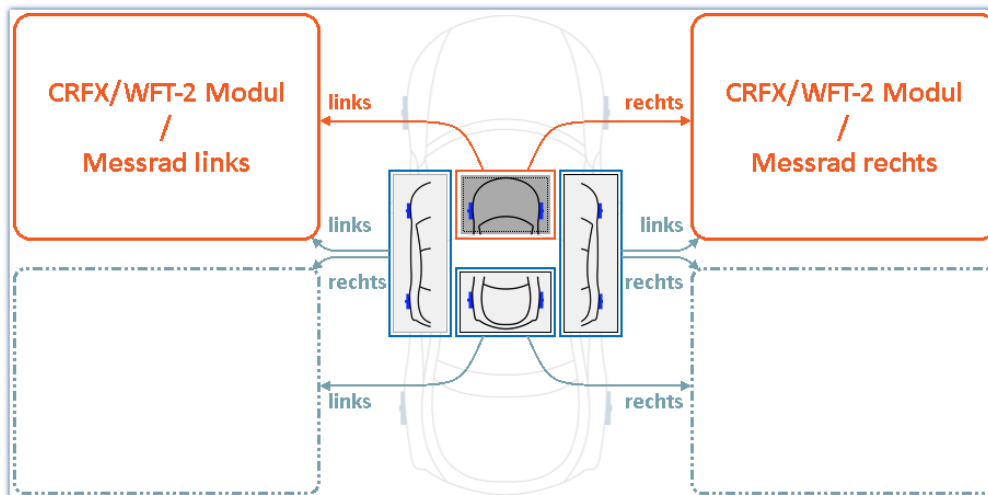


Zwei CRFX/WFT-2 Module mit je zwei Messrädern

## Ein WFT-Modul

Bei Verwendung **eines WFT-Moduls** können die beiden Sensoren vorne, hinten, rechts oder links angeordnet werden.

Bei Verwendung von nur einem CRFX/WFT-2 Modul und einer einseitigen Konfiguration (linke / rechte Fahrzeugseite) erfolgt intern eine Korrektur, um die Umkehrung des WFT-Koordinatensystems auf die neue Radposition anzupassen. Bei einer Konfiguration für die linke Fahrzeugseite wird der rechte Sensor und bei einer Konfiguration für die rechte Fahrzeugseite wird der linke Sensor korrigiert.



Ein CRFX/WFT-2 Modul mit zwei Messrädern

## Korrektur der Namen bei der Anpassung der Achsenzuordnung

Wenn die Achsenzuordnung auf diese Weise geändert wird, werden folgende Aktionen ausgeführt:

- Standard-Postfix-Namen werden automatisch angepasst. Wenn z.B. der Sensor jetzt "hinten links" ist, wird "\_vl" (vorne links) automatisch in "\_hl" geändert.
  - Manuell angepasste Postfix-Namen bleiben unverändert. Die Kanalnamen "wandern" mit der Achsenzuordnung.
- Manuelle Änderungen der Kanalnamen über die Kanaltabelle werden zurückgesetzt (siehe Hinweis zum "[Umbenennen über Kanaltabelle](#)"<sup>61</sup>).
- Fehlende oder falsche Namen werden durch den Standardnamen ersetzt (z.B. "WFT\_", "\_vl").

Menüaktion: Setup speichern

Verschiedene Aktionen werden ausgeführt, wenn die Aktion "Setup speichern" ausgeführt wird. Die Konfiguration wird überprüft und je nach "Status" übernommen. Die Namen der Kanäle werden gesetzt und die Aktionen für den Winkelabgleich werden freigegeben. Die Schließoptionen (Panel/Fernbedienung) können nun ebenfalls aktiviert werden.

| Status    | Aktionen abhängig vom Status                                                                                              | Weitere Aktionen                                                                                                                   |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aktiv     | alle Kanäle des Sensors<br>1. werden umbenannt, so wie per <a href="#">Prefix und Postfix</a> <sup>61</sup> definiert und | 3. Ggf. Anpassen der Vorzeichen bei einseitiger Konfiguration mit nur einem WFT-2 Modul                                            |
| Verbunden | 2. werden aktiviert                                                                                                       | 4. Kanalparameter "Abgleich bei Gerätestart" wird deaktiviert                                                                      |
| Fehlt     | alle Kanäle des Sensors<br>1. werden auf den Default-Namen zurückgesetzt und                                              | 5. imc Online FAMOS Quelltext der Fernbedienung wird entfernt (siehe Erklärung zu <a href="#">imc Online FAMOS</a> <sup>65</sup> ) |
| Passiv    | 2. werden deaktiviert (passiv)                                                                                            | 6. Die verwendeten Digital-In/Out-Bits werden ggf. auf ihre Default-Namen gesetzt                                                  |

 **Hinweis**

Fernbedienung neu aktivieren

Wird die Fernbedienung verwendet, muss diese vor dem Schließen des Assistenten erneut aktiviert werden.

Menüaktion: Winkel anzeigen

- Die Winkel der einzelnen Messräder werden angezeigt. Die Position kann überprüft und gegebenenfalls abgeglichen werden.
- Die Schaltfläche ist aktiv, sobald die aktuelle Konfiguration geladen ist.
  - Angezeigt werden nur WFT-Sensoren mit dem Status "Aktiv". Führen Sie ggf. vorher die Funktion "Setup speichern" aus.

Menüaktion: Winkel-Abgleich

Der Wasserwaagen-Winkel-Abgleich wird gestartet. Der Assistent leitet sie durch die erforderlichen Schritte. Nach erfolgreichem Winkel-Abgleich sollte die Darstellung der Messräder der Ausrichtung der Messräder am Fahrzeug entsprechen.

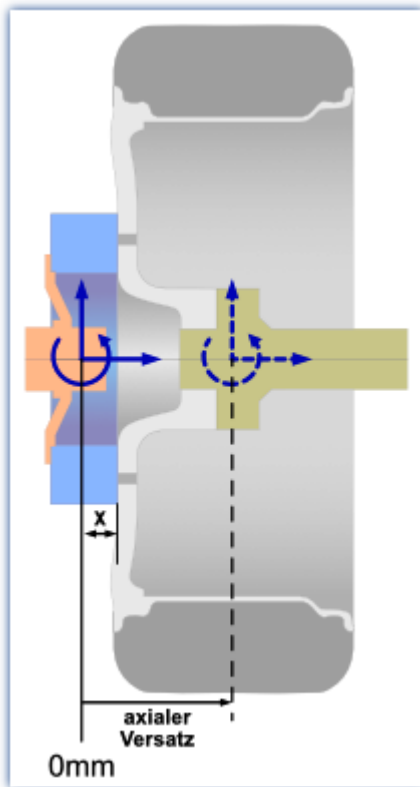
 **Verweis**

Wasserwaagen-Winkel-Abgleich

Weitere Informationen zu dem Wasserwaagen-Winkel-Abgleich finden Sie im WFT-Handbuch.

## Axialer Versatz

Das Messrad ist axial nicht in der Mitte des Rades montiert, wodurch ein Versatz entlang der Radachse entsteht (siehe Grafik zum axialen Versatz). Da die Kräfte orthogonal auf diese Achse wirken, entstehen je nach Größe des Versatzes Drehmomente, die in der x- und z-Ebene wirken. Wenn der Versatz bekannt ist, kann die Software die Abweichung kompensieren.



Axialer Versatz

Um das Koordinatensystem entlang der Achse rechnerisch zu verschieben, folgen Sie den Anweisungen im Dialog für den axialen Versatz.

## Menüaktion: Schließen

Führt abschließende Aktionen aus und beendet den Assistenten. Der Assistent kann mit zwei Optionen beendet werden: "Fernbedienung" und "Panels"

### Mit aktivierter Option "Fernbedienung":

- Aktiviert die Fernbedienung (imc Online FAMOS-Quelltext wird in den vorhandenen Quelltext integriert - siehe Erläuterung zu [imc Online FAMOS](#) <sup>65</sup>).
- Die verwendeten Digital-In/Out-Bits werden aktiviert und umbenannt.
- Der Kanalparameter "Abgleich bei Gerätestart" wird bei den aktiven Sensoren aktiviert.

### Mit aktivierter Option "Panels":

- Die Panel-Seiten werden importiert (und [ggf. überschrieben](#) <sup>65</sup>).
- Die Kanalnamen in den Kurvenfenstern werden an die aktuelle Konfiguration angepasst. Kanäle, die nicht aktiv sind, werden aus dem Kurvenfenster entfernt.  
Kurvenfenster, die nach dem Ersetzen der Kanalnamen keine Kanäle mehr enthalten, werden ausgeblendet. Panel-Seiten, die nach dem Ersetzen der Kanalnamen keine sichtbaren Kurvenfenster mehr haben, werden gelöscht.

## Panel-Seiten

Es gibt vorkonfigurierte Panel-Seiten, die importiert werden, wenn die entsprechende Option beim Beenden des Assistenten aktiviert ist. Diese Panel-Seiten befinden sich im folgenden Verzeichnis:

```
"C:\Users\Public\Documents\imc\imc STUDIO\WFT"
```

Die Seiten sind nach folgendem Schema benannt: "WFT\_WIDGET\_\*.dbv". Existiert dort keine Seite, werden sie vom WFT-Assistenten dort neu angelegt.



### Hinweis

### Seiten mit "WFT\_WIDGET\_" im Namen werden überschreiben

Bei einem Import werden Panel-Seiten, die den gleichen internen "Namen" (nicht den gleichen "Titel") wie eine der zu importierenden Seiten haben, ohne Hinweis gelöscht und durch die neue Seite ersetzt. Sollen die vom WFT-Assistenten erzeugten Seiten nicht gelöscht werden, muss der interne "Name" der Seite geändert werden. Der WFT-Assistent ändert oder löscht keine Seiten, die nicht dem Namensschema entsprechen.

## Ändern der Vorlagen

Die Panel-Seiten-Vorlagen sind anpassbar und können nach eigenen Wünschen verändert werden. Während des Imports werden die Kanäle in den Kurvenfenstern an die aktuellen Namen der Kanäle angepasst. Dazu müssen die vorgegebenen Namen dem folgenden Schema entsprechen:

```
"WFT_WIDGET_*_FL", "WFT_WIDGET_*_FR", "WFT_WIDGET_*_RL", "WFT_WIDGET_*_RR"
```

Der Stern \* steht dabei für die englische Kanalbezeichnung (u.a. "Angle", "RPM", "Revs"). Wichtig! Es werden nur die Kanäle in den **Kurvenfenstern** durch den WFT-Assistenten ersetzt! Andere Widgets bleiben unberücksichtigt.

## Vorlagen entfernen

Einzelne Panel-Dateien können aus dem Verzeichnis entfernt werden. Sie werden dann vom WFT-Assistenten nicht mehr importiert. Erst wenn keine passende Panel-Datei mehr vorhanden ist, legt der WFT-Assistent die Dateien wieder im Verzeichnis ab.

## Vorbelegung der Digital In/Out Bits

Die Fernbedienung benötigt 1 DI-In-Bit und 4 DO-Out-Bits. Dazu werden automatisch die letzten Bits des jeweiligen Ports belegt. Damit die Bits für den WFT-Assistenten erkennbar sind, werden sie entsprechend umbenannt.

## imc Online FAMOS

Einige Funktionen der Fernbedienung erfordern eigenen imc Online FAMOS-Quelltext. Dazu wird der vorhandene imc Online FAMOS-Quelltext modifiziert. Der WFT-Assistent modifiziert nur Bereiche innerhalb der Schlüsselwörter `;WFT_WIDGET` und `;/WFT_WIDGET`. Die restlichen Bereiche bleiben unverändert und können wie gewohnt verwendet werden. Lediglich der "Timer (8)" ist notwendig. Dieser darf nicht für andere Zwecke verwendet werden.

Die Steuerkonstrukte werden verwendet und müssen manuell aktiviert werden. Damit ein Austausch des Quelltextes möglich ist, müssen die Steuerkonstrukte eindeutig identifiziert werden können. Fügen Sie daher bitte keine Kommentare in die Schlüsselwortzeile des Steuerkonstrukts ein. Die Quelltext-Elemente werden vom WFT-Assistenten immer am Anfang eines Steuerkonstrukts eingefügt. Steuerkonstrukte, die noch nicht vorhanden sind, werden am Ende hinzugefügt.

Das Template für den imc Online FAMOS-Quelltext ist im folgenden Verzeichnis abgelegt:

```
"C:\Users\Public\Documents\imc\imc STUDIO\WFT"
```

Das Template darf nicht verändert werden. Wenn die Datei fehlt, wird sie beim nächsten Start des WFT-Assistenten wieder dort abgelegt. Zusätzlich werden dort auch alle temporären Dateien abgelegt, wie z.B. die ausgelesene und nicht modifizierte imc Online FAMOS-Datei.

## 9 Technische Daten

### 9.1 WFT Sensoren

| Parameter                  | Wert                                                              |                                                               |             |                                                             | Bemerkungen                                    |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                            | WFT-C <sup>x</sup>                                                |                                                               |             | WFT-C <sup>xs</sup>                                         |                                                |
| Material                   | Aluminium                                                         | Titan                                                         | Stahl       | Aluminium                                                   |                                                |
| Messprinzip                | temperaturkompensierte DMS-Applikation                            |                                                               |             |                                                             |                                                |
| Messbereich                |                                                                   |                                                               |             |                                                             |                                                |
| Kräfte                     | $F_x, F_z = \pm 45 \text{ kN}$<br>$F_y = \pm 25 \text{ kN}$       | $F_x, F_z = \pm 60 \text{ kN}$<br>$F_y = \pm 30 \text{ kN}$   |             | $F_x, F_z = \pm 25 \text{ kN}$<br>$F_y = \pm 20 \text{ kN}$ |                                                |
| Momente                    | $M_x, M_z = \pm 8,75 \text{ kNm}$<br>$M_y = \pm 8,75 \text{ kNm}$ | $M_x, M_z = \pm 10 \text{ kNm}$<br>$M_y = \pm 10 \text{ kNm}$ |             | $M_x, M_z = \pm 6 \text{ kNm}$<br>$M_y = \pm 6 \text{ kNm}$ |                                                |
| Abtastrate                 | bis 10 kHz                                                        |                                                               |             |                                                             | pro Kanal mit dem CRFX/WFT-2 Modul             |
| Winkelauflösung            | 0,072 °                                                           |                                                               |             |                                                             | 5000 Inkremente                                |
| Genauigkeit                | <0,2 %                                                            |                                                               |             |                                                             | des Messwerts                                  |
| Hysterese                  | <0,2 %                                                            |                                                               |             |                                                             | des Messbereichs                               |
| Übersprechen (Crosstalk)   | <0,2 %                                                            |                                                               |             |                                                             | des Messwerts                                  |
| Temperaturdrift            | 0,005 %/°C                                                        |                                                               |             |                                                             |                                                |
| Tiefpassfilter             | 6-polige Butterworthfilter                                        |                                                               |             |                                                             | Grenzfrequenz: 1200 Hz                         |
| Drehzahl                   | max. 2300 rpm (ca. 278 km/h)                                      |                                                               |             |                                                             |                                                |
| Gewicht                    | ca. 7,5 kg                                                        | ca. 10,5 kg                                                   | ca. 17,5 kg | ca. 5,9 kg                                                  | ohne Adapter                                   |
| Abmessungen (ohne Adapter) | 317,5 mm<br>203,0 mm<br>76,0 mm                                   |                                                               |             |                                                             | Durchmesser außen<br>Durchmesser innen<br>Höhe |
| Felgendurchmesser          | min. 14" (356 mm)                                                 |                                                               |             |                                                             |                                                |
| Nabendurchmesser           | max. 5,5"                                                         |                                                               |             |                                                             | mit Nabenadapter                               |
| Schutzklasse               | IP66, IP67                                                        |                                                               |             |                                                             |                                                |
| Betriebstemperatur         |                                                                   |                                                               |             |                                                             |                                                |
| Sensor                     | -40 °C bis 150 °C                                                 |                                                               |             |                                                             |                                                |
| Elektronik                 | -40 °C bis 105 °C                                                 |                                                               |             |                                                             |                                                |
| Mechanische Belastbarkeit  | Betriebsfestigkeitsnachweis nach BMW QV 36026                     |                                                               |             |                                                             |                                                |
| Beschleunigung             | max. 100 g                                                        |                                                               |             |                                                             |                                                |
| Sicherheit                 | mechanische Sicherung bei Bruch                                   |                                                               |             |                                                             |                                                |
| Befestigungsschrauben      | 32 Stück                                                          |                                                               |             |                                                             |                                                |
| Adaption                   | kundenspezifische Adaption für jedes Fahrzeug möglich             |                                                               |             |                                                             |                                                |

## 9.2 CRFX Modul (CRFX/WFT-2)

| Parameter                              | Wert                                     | Bemerkungen                                                                          |
|----------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Eingänge                               | 2                                        | für zwei WFT Messräder                                                               |
| Anschluss technik<br>Versorgungsbuchse | 2x LEMO.ERA.1E.306<br>1x LEMO.EGE.1B.302 | Messradanschluss<br>multikodiert 2 Nuten, zur optionalen<br>individuellen Versorgung |
| EtherCAT Anschluss                     | 2x RJ45                                  | Systembus für räumlich verteilte<br>imc CRONOSflex Systeme                           |
| Modul-Steckverbinder                   | 2x 20-polig                              | zur direkten Versorgung und Vernetzung<br>(Systembus) ohne weitere Kabel             |

| Parameter                                                     | Wert                                                                                                                                     | Bemerkungen                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kanäle                                                        | 36<br>$F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$<br>Umdr, Drehz, Temp<br>$rot\_f_x, rot\_f_z, rot\_m_x, rot\_m_z$<br>Winkel, sin, cos<br>Status, Aux | 18 analoge Kanäle pro Messrad:<br>Kräfte und Momente<br><br>Umdrehungen, Drehzahl, Temperatur<br>rot. Koordinatensystem<br><br>Winkelgrößen<br>Status, Aux |
| Abtast rate                                                   | ≤10 kHz                                                                                                                                  | Abtast rate und Filtereinstellungen gelten für alle<br>Kanäle eines Anschlusses.                                                                           |
| Filter (digital)<br>Charakteristik<br>Frequenz<br><br>Ordnung | Tiefpass<br>Butterworth, Bessel<br>5 Hz bis 500 Hz<br>5 Hz bis 1 kHz<br>8. Ordnung                                                       | individuell wählbar<br>bei Bessel<br>bei Butterworth                                                                                                       |
| Auflösung                                                     | 16 Bit                                                                                                                                   |                                                                                                                                                            |

### Sensorversorgung für das WFT-C<sup>x</sup> bzw. -C<sup>xs</sup>

| 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 µF                  | pro Kanal                                                         |
| Isolation                                                    | isoliert                 | kanalindividuell gegenüber Gehäuse<br>und Eingang<br>nominal 60 V |
| Kurzschlusschutz                                             | unbegrenzte Dauer        | automatischer Neustart                                            |
| Genauigkeit der<br>Ausgangsspannung<br>Temperaturkoeffizient | ±1 %<br>typ. ±0,02 % / K | an den Anschluss-Steckern, Leerlauf<br>25 °C                      |

| Spannungsversorgung | Wert                  | Bemerkungen |
|---------------------|-----------------------|-------------|
| Versorgung          | 10 V bis 50 V DC      |             |
| Leistungsaufnahme   | 5 W plus 13 W pro WFT |             |

## Index

### A

Abtastrate 27  
Adapter Selbstanfertigung 7  
AGB 7  
Allgemeinen Geschäftsbedingungen 7  
Änderungswünsche 6  
Auspacken 15  
Axialer Versatz 25  
    Kompensation 59

### B

Bedienpersonal 12  
Betaung 15  
Betriebsmode  
    mobil (rotierend) 56  
    mobil (stationär) 57  
    stationär 58

### C

CAEMAX 60  
CE 8  
CE-Konformität 7  
CRFX/2000GP-WFT 31  
CRFX/2000GP-WFT-UPS 32  
CRFX/WFT-2 30  
    Technische Daten 68

### D

DIN-EN-ISO-9001 7  
Drehmomente 22

### E

Elektro- und Elektronikgerätegesetz 8  
Elektro-Altgeräte Register 8  
ElektroG 8  
EMV 8  
Energieträgerkennzeichnung 11

### F

FCC 9  
Fehlermeldungen 6  
Felgen 29

### G

Garantie 8  
Gewährleistung 7  
Grundregeln 17

### H

Haftungsbeschränkung 7  
Hotline  
    Technischer Support 6

### I

imc WFT Assistent 60  
ISO-9001 7

### J

Justage 6

### K

Kalibrierung 6, 19  
Kompensation des radialen Versatzes 25  
Konfiguration imc STUDIO 45  
Koordinatentransformation 24  
Kräfte 22  
Kundendienst  
    Technischer Support 6  
Kundeneigene Kabelanfertigungen 8

### L

Lagerung 19

### N

Nabenadapter 29  
Normen  
    IATA 19  
Nullabgleich 27, 54  
    mobil (rotierend) 56  
    mobil (stationär) 57  
    stationär 58

### Q

Qualitätsmanagement 7

### R

Radialer Versatz 25  
    Kompensation 59  
Reifenprofil  
    axialer Versatz 25  
Reparatur 6  
Restriction of Hazardous Substances 8  
RoHS 8

### S

Sensorinformationen einlesen 49  
Service 19  
    Technischer Support 6  
Service und Wartung 6

Service-Check 6

Symbole 10

### T

Technischer Support 6

Telefonnummer

Technischer Support 6

Transport 19

### U

Unfallschutz 13

Unfallverhütungsvorschriften 13

### V

Vorsichtsmaßnahmen 13

### W

Wartung 6, 19

Wasserwaage 50

Waste on Electric and Electronic Equipment 8

WEEE 8

WFT Assistent 60

WFT-2 68

WFT-Adapter 28

Winkelabgleich

automatisch 50

manuell 52

Winkelfehler 50

### Z

Zertifikate 7



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](mailto: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](mailto: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:

E-Mail: [service@imc-tm.de](mailto: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](mailto: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://twitter.com/imc\\_de](https://twitter.com/imc_de)

<https://www.linkedin.com/company/imc-test-&-measurement-gmbh>