

AMK
RACING KIT
4-Rad Antrieb
"Formula Student Electric"

Version: 2017/02

Teile-Nr.: 205481

"Original Dokumentation"

AMK

Impressum

Name: PDK_205481_KW26-S5-FSE-4Q

Version:

Version: 2017/02		
Kapitel / Topic	Änderung	Kurzzeichen
Anschlusstechnik	Motorleitung	KoJ

Bisherige Version: 2016/31

Produktstand:

Produkt (AMK Teile-Nr.)	Firmware Version (AMK Teile-Nr.)	Hardware Version (AMK Teile-Nr.)
RACING KIT 1 (E1208) RACING KIT 2 (E1209)	Firmware Wechselrichter FSE 1.08 2014/47 (205492)	-

Schutzvermerk: © AMK Arnold Müller GmbH & Co. KG
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlagen, Verwertung und Mitteilung ihres Inhalts wird nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zum Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmustereintragung vorbehalten.

Vorbehalt: Änderungen im Inhalt der Dokumentation und Liefermöglichkeit der Produkte sind vorbehalten.

Herausgeber: AMK Arnold Müller GmbH & Co. KG
Gaußstraße 37-39
D-73230 Kirchheim/Teck
Deutschland
Tel.: +49 7021/50 05-0
Fax: +49 7021/50 05-176
E-Mail: info@amk-group.com
Persönlich haftende Gesellschafterin: AMK Verwaltungsgesellschaft mbH, Kirchheim/Teck
Registergericht: Stuttgart HRB 231283; HRA 230681
Ust.-Id.-Nr.: DE 145912804

Service: Tel.: +49 7021/50 05-190, Fax -193
Zur schnellen und zuverlässigen Behebung der Störung tragen Sie bei, wenn Sie unseren Service informieren über:

- die Typenschildangaben der Geräte
- die Softwareversion
- die Gerätekonstellation und die Applikation
- die Art der Störung, vermutete Ausfallursache
- die Diagnosemeldungen (Fehlernummern)

E-Mail: service@amk-antriebe.de

Internetadresse: www.amk-group.com

Inhalt

Impressum	2
1 Zu diesem Dokument	6
1.1 Dokumentstruktur	6
1.2 Aufbewahrung	6
1.3 Zielgruppe	6
1.4 Zweck	7
1.5 Weiterführende Dokumente	7
1.6 Darstellungskonventionen	7
2 Zu Ihrer Sicherheit	9
2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung	9
2.2 Grundlegende Hinweise	9
2.3 Sicherheitsregeln für den Umgang mit elektrischen Systemen	9
2.4 Darstellung der Sicherheitshinweise	10
2.5 Gefahrenklassen	10
2.6 Anforderungen an Personal und dessen Qualifikation	10
2.7 Gewährleistung	10
3 Produktübersicht	11
3.1 Produktbezeichnung und Bestelldaten	11
3.2 Produktbeschreibung	11
3.2.1 Übersicht Wechselrichter	11
3.2.2 Übersicht Servomotor	11
3.2.3 AMK Software AIPEX PRO	12
3.2.4 Produktschulung AMK RACING KIT	12
3.2.5 Begrenzter Support	12
3.3 Produktansicht Wechselrichter	12
3.4 Produktansicht Motor	14
3.5 Systemübersicht (Schema)	14
4 Technische Daten	15
4.1 Technische Daten Wechselrichter	15
4.2 Technische Daten Motor	16
5 Maßzeichnung	17
5.1 Maßzeichnungen - Wechselrichter	17
5.1.1 Draufsicht	17
5.1.2 Seitenansicht	17
5.2 Maßzeichnungen - Motor	18
5.2.1 Seitenansicht	18
5.2.2 Front- und Rückansicht	18
6 Projektierung	19
6.1 Mechanik	19
6.1.1 Montagemöglichkeiten Motor	20
6.1.2 Steckverzahnung Übersicht	21
6.1.3 Steckverzahnung (Maßzeichnung)	21
6.2 Flüssigkeitskühlung	22
6.2.1 Kühlkreislauf Antriebssystem	22
6.2.2 Flüssigkeitskühlung Motor	23
6.2.3 Flüssigkeitskühlung Wechselrichter	24
6.2.4 Kühlflüssigkeit	26
6.2.5 Kühlkreislauf	26
6.2.6 Vorkehrungen zum Schutz des Kühlkreislaufs	26
6.2.7 Taupunktabelle	27
6.3 Elektrik	29

6.3.1	Laden und Entladen der HV Zwischenkreiskondensatoren	29
6.3.1.1	Rechenbeispiel Ladeschaltung	29
6.3.1.2	Rechenbeispiel Entladeschaltung	30
6.3.2	Masseanschluss PE - Übersicht	31
6.3.2.1	GND und PE Anschluss Netzteil- und Logikplatine	33
6.4	Parametrierung	33
6.4.1	Motorparameter	34
6.4.2	Kommunikationsparameter CAN Bus	34
6.4.3	Parameter FSE	35
6.4.4	Standard Parameter	37
6.4.5	Drehrichtung Motorwelle	37
6.5	Synchron-Servomotor mit und ohne Feldschwächung	38
6.5.1	Synchron-Servomotor ohne Feldschwächung	38
6.5.2	Synchron-Servomotor mit Feldschwächung	38
6.5.3	Kennlinien Motorleistung und Motormoment	39
6.5.4	Vorgabe Drehmomentsollwert in Feldschwächung	40
7	Anschlussstechnik	41
7.1	Schnittstellenübersicht und Anschlüsse - Wechselrichter	41
7.1.1	Litzen - CAN	43
7.1.2	Litzen - HV+ und HV-	43
7.1.3	Litzen - Motortemperaturfühler	44
7.1.4	Litzen - Motorphasen U, V, W	44
7.1.5	[X08] / [X09] Versorgungsspannung 24 VDC (Bordnetz) und Weiterschleifung	45
7.1.6	[X12] Motorkaltleiter zur Temperaturüberwachung	47
7.1.7	[X15] Endstufenfreigabe (2-kanalig)	49
7.1.8	[X85] Echtzeit Ethernet (EtherCAT)	50
7.1.9	[X131] Motorgeber	51
7.1.10	[X140] Binäre Eingänge und Ausgänge	53
7.1.11	[X235] USB	54
7.2	Schnittstellenübersicht und Anschlussstechnik - Motor	55
7.2.1	M12 Motorstecker (Gebersignale und Temperaturüberwachung)	55
7.2.2	Motorleitung	56
7.2.3	PE-Verbindung	58
8	Funktionalität	59
8.1	CAN Bus	59
8.1.1	Verdrahtung (CAN) Feldbusleitung	59
8.1.2	Verdrahtung bei einer CAN BUS Leitung	59
8.1.3	Datentelegramme	61
8.1.4	Diagnosemeldung 3586 (CAN Fehler)	63
8.2	Funktionsbeschreibung FSE Firmware	64
8.2.1	Reglerstruktur	64
8.2.2	Fahrzustände	65
8.2.3	Diagnosemeldung FSE	66
8.2.4	Einheiten	66
8.2.5	Antriebsverhalten im Fehlerfall	67
8.2.6	Diagramm im Fehlerfall	69
8.2.7	Diagramm 'Fehler löschen'	69
8.2.8	Momentbegrenzung	70
8.2.9	Batterieschutz	71
8.3	Motorgeber	71
9	Inbetriebnahme	73
9.1	Verdrahtung Motor- und Versorgungsleitungen	73
9.2	Verdrahtung Schnittstellen- und Steuerleitungen	74
9.3	Inbetriebnahme mit AIPEX PRO	74

9.4 Ein- und Ausschaltprogramm	76
9.5 Optimierung Stromregler	77
9.6 Drehzahlregler	77
9.6.1 Theoretische Grundlage	78
9.6.2 AIPEX PRO Einstellungen	81
9.6.3 Optimierung des Drehzahlreglers	85
9.7 Diagnose mit AIPEX PRO	86
10 Zertifikate	88
Glossar	89
Ihre Meinung zählt!	91

1 Zu diesem Dokument

1.1 Dokumentstruktur

Thema	Kapitel	Kapitelnummer
Gültigkeit, Verwendung und Zielsetzung des Dokuments	Impressum	-
	Zu diesem Dokument	1
Zentrale Sicherheitsaspekte	Zu Ihrer Sicherheit	2
Informationen für Planungs- und Projektierungspersonal	Produktübersicht	3
	Technische Daten	4
	Maßzeichnungen	5
	Projektierung <ul style="list-style-type: none"> • Mechanik • Flüssigkeitskühlung • Elektrik • Parametrierung 	6
Praxisinformationen für Inbetriebnahme-, Bedien- und Wartungspersonal	Anschlussstechnik	7
	Funktionalität	8
	Inbetriebnahme <ul style="list-style-type: none"> • Verdrahtung Motor- und Versorgungsleitungen • Verdrahtung Schnittstellen- und Steuerleitungen • Inbetriebnahme mit AIPEX PRO • Optimierung 	9
Verweis auf Zertifikate z. B. CSA, CE oder TÜV	Zertifikate	10
Abkürzungen und Begriffserklärungen	Glossar	-

1.2 Aufbewahrung

Dieses Dokument muss ständig dort verfügbar und einsehbar sein, wo das Produkt im Einsatz ist. Wird das Produkt an einem anderen Ort eingesetzt oder wechselt den Besitzer, muss das Dokument mitgegeben werden.

1.3 Zielgruppe

Dieses Dokument muss von jeder Person gelesen, verstanden und beachtet werden, die berechtigt ist und beabsichtigt, eine der folgenden Arbeiten auszuführen.

- Transportieren und Lagern
- Auspacken und Montieren
- Projektieren
- Anschließen
- Parametrieren
- Inbetriebnehmen
- Prüfung und Wartung
- Service und Störungsbeseitigung
- Austausch

1.4 Zweck

Dieses Dokument richtet sich an alle Personen, die mit dem Produkt umgehen, und informiert zu folgenden Themen:

- Sicherheitshinweise, die beim Umgang mit dem Produkt unbedingt beachtet werden müssen
- Produktkennung und Identifikation
- Projektierung, Planung und Auslegung der Anwendung
- Umgebungsbedingungen für Lagerung, Transport und den Betrieb
- Montage
- Elektrische Anschlüsse
- Inbetriebnahme und Betrieb
- Wartung
- Austausch
- Diagnose
- Technische Daten

1.5 Weiterführende Dokumente



Die weiterführenden Dokumente beschreiben die Produkte im industriellen Einsatz. Dennoch können sie größtenteils auch für das AMK RACING KIT verwendet werden.

Grundlegende Unterschiede sind in der vorliegenden Dokumentation beschrieben.

Gerätebeschreibungen

AMK Teile-Nr.	Titel
202276	Motoren DD / DT / DTG / DTK / DP
27859	Motorgeber
204260	Motor Controller Electronic MCE
	Motordatenblätter

Funktionale Beschreibungen

AMK Teile-Nr.	Titel
202234	Softwarebeschreibung AIPEX PRO (PC Software zur Inbetriebnahme und Parametrierung)
203771	Softwarebeschreibung ATF - AMK Tool Flasher
203704	Parameterbeschreibung KW-R06 / -R16 / -R07 / -R17 / -R27
25786	Diagnosemeldungen

1.6 Darstellungskonventionen

Darstellung	Bedeutung
	Diese Textstelle verdient Ihre besondere Aufmerksamkeit!
	Das Symbol Hand zeigt in den Beispielen, auf welche Menüpunkte oder Tasten in einer Software geklickt werden muss.
RMT	Klicken Sie mit der 'Rechten Maus Taste'
0x	0x gefolgt von einer Hexadezimalzahl, z. B. 0x500A

Darstellung	Bedeutung
'Namen'	z. B.: Die Funktion 'PLC Programm löschen' aufrufen. Parameter Namen, z. B. ID2 'SERCOS-Zykluszeit' Variablennamen, z. B. Die Variable 'udAccel' beschreibt den Wert der Beschleunigung Diagnosemeldungen, z. B. 1042 'Phasenausfall' Sichere Parameter, z. B. Prm67 'Sichere Maximaldrehzahl SMS'
'Text'	Menüpunkte und Tasten in einer Software oder Bedieneinheit, z. B.: Bestätigen Sie mit ' OK ' im Menü ' Optionen ', um die Funktion 'PLC Programm löschen' aufzurufen
→	Ablauf einer Eingabe- / Bedienfolge z. B. ' Start ' → ' Alle Programme ' → ' Zubehör ' → ' Editor ' z. B. 0 → 1 Flanke
<u>Siehe 'Kapitelname' auf Seite x</u>	Ausführbarer Querverweis in elektronischen Ausgabemedien
IDxxxxx - x	Listenparameter mit Elementnummer z. B. ID32798 - 1

2 Zu Ihrer Sicherheit

2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das AMK AMK RACING KIT ist für den Einbau in ein Formula Student Electric Car bestimmt und darf nur innerhalb der angegebenen Grenzen (Kennlinie Motordatenblatt, Motortypenschild) betrieben werden.

Für den bestimmungsgemäßen Betrieb müssen die Motoren an den im RACING KIT enthaltenen Wechselrichter angeschlossen werden. Ein direkter Anschluss der Motoren an das Versorgungsnetz ist verboten und führt zu Sachschäden!

Das RACING KIT darf nur auf einer abgesperrten Rennstrecke betrieben werden und ist für den öffentlichen Straßenverkehr nicht zugelassen.

Untersagt sind Anwendungen in folgenden Bereichen:

- Explosionsgefährdete Umgebung
- Umgebung mit Ölen, Säuren, Gasen, Dämpfen, Stäuben, Strahlungen...
- Umgebungen, die nicht den in dieser Dokumentation geforderten klimatischen Bedingungen entsprechen

2.2 Grundlegende Hinweise

- Bei elektrischen Antriebssystemen treten prinzipbedingt Gefahren auf, die Tod oder schwere Körperverletzungen verursachen können:
 - Elektrische Gefährdung (z. B. Stromschlag durch Berühren elektrischer Anschlüsse)
 - Mechanische Gefährdung (z. B. Quetschen, Einziehen durch die Rotation der Motorwelle)
 - Thermische Gefährdung (z. B. Verbrennungen beim Berühren heißer Oberflächen)
- Die Gefahren treten insbesondere bei der Inbetriebnahme, während des Betriebes und im Service- oder Wartungsfall auf.
- Sicherheitshinweise in der Dokumentation und auf dem Produkt warnen vor den Gefahren.
- Die Sicherheitshinweise müssen vor der Installation und Produktverwendung gelesen und verstanden worden sein. In den produktbegleitenden Dokumenten weisen handlungsbezogene Warnhinweise auf direkt bevorstehende Gefahren hin und müssen unmittelbaren Einfluss auf die Handlung des Anwenders haben.
- AMK Produkte müssen im Originalzustand belassen werden, d.h. an der Hardware darf keine bauliche Veränderung vorgenommen werden und Software darf nicht dekompiiliert und der Quellcode geändert werden.
- Beschädigte oder fehlerhafte Produkte dürfen nicht eingebaut oder in Betrieb genommen werden.
- Anlagen, in die AMK Produkte eingebaut werden, dürfen erst in Betrieb genommen werden (Aufnahme der bestimmungsgemäßen Verwendung), wenn festgestellt ist, dass alle dafür relevanten Normen, Gesetze und Richtlinien eingehalten sind, z. B. Niederspannungsrichtlinie, EMV-Richtlinie und Maschinenrichtlinie und möglicherweise weitere Produktnormen. Die Verantwortung dabei hat der Anlagenbauer.
- Die Geräte müssen wie in den Gerätebeschreibungen beschrieben montiert, angeschlossen und betrieben werden. Die technischen Daten und die geforderten Umgebungsbedingungen sind zu jeder Zeit einzuhalten.

2.3 Sicherheitsregeln für den Umgang mit elektrischen Systemen

Vor allen Arbeiten an elektrischen Baugruppen müssen die sicherheitsrelevanten Hinweise und die folgenden fünf Sicherheitsregeln in der genannten Reihenfolge eingehalten werden:

1. Stromkreise freischalten (auch Elektronik- und Hilfsstromkreise)
2. Gegen Wiedereinschalten sichern
3. Spannungsfreiheit feststellen
4. Erden und kurzschließen
5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Heben Sie die getroffenen Maßnahmen nach abgeschlossener Arbeit in umgekehrter Reihenfolge wieder auf.

2.4 Darstellung der Sicherheitshinweise

Alle Sicherheitshinweise sind wie folgt aufgebaut:

 SIGNALWORT	
 Symbol	<p>Art und Quelle der Gefahr Folge(n) bei Nichtbeachtung</p> <p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ...

2.5 Gefahrenklassen

Sicherheits- und Warnhinweise sind in verschiedene Gefahrenklassen (nach ANSI Z535) abgestuft. Die Gefahrenklasse definiert das Risiko bei Nichtbeachten des Sicherheitshinweises und ist durch das Signalwort festgelegt. Das Signalwort wird von einem Warnsymbol (ISO 3864, DIN EN ISO 7010) begleitet. In Übereinstimmung mit ANSI Z535 werden folgende Signalworte zur Einstufung der Gefahrenklasse verwendet:

Warnsymbol und Signalwort	Gefahrenklasse und Bedeutung
 GEFAHR	GEFAHR kennzeichnet eine Gefährdung, die Tod oder schwere Körperverletzungen zur Folge hat , wenn der Sicherheitshinweis nicht beachtet wird.
 WARNUNG	WARNUNG kennzeichnet eine Gefährdung, die Tod oder schwere Körperverletzungen zur Folge haben kann , wenn der Sicherheitshinweis nicht beachtet wird.
 VORSICHT	VORSICHT kennzeichnet eine Gefährdung, die leichte oder mittlere Körperverletzungen zur Folge haben kann, wenn der Sicherheitshinweis nicht beachtet wird.
HINWEIS	HINWEIS kennzeichnet mögliche Sachschäden, wenn der Hinweis nicht beachtet wird.

2.6 Anforderungen an Personal und dessen Qualifikation

An und mit den AMK Antriebssystemen darf ausschließlich autorisiertes und qualifiziertes Fachpersonal arbeiten.

Fachpersonal muss:

- Mechanische und elektrische Arbeiten durchführen, die in der vorliegenden Dokumentation beschrieben sind, beispielsweise beim Montieren und Anschließen
- Alle Hinweise der produktbegleitenden Dokumentation beachten, um sicher und fehlerfrei mit dem Produkt zu arbeiten
- Gefahren verstehen und kennen, die beim Umgang mit dem Produkt auftreten
- Zusammenhänge und Funktionsweise der Anlage kennen
- Mit dem Steuerungskonzept vertraut sein, um das Antriebssystem in Betrieb zu nehmen
- Berechtigt sein, Stromkreise und Geräte ein- und auszuschalten, zu erden und zu kennzeichnen
- Lokale spezifische Sicherheitsanforderungen beachten

2.7 Gewährleistung

- Für einen sicheren und störungsfreien Betrieb müssen alle Hinweise in den produktbegleitenden Dokumentationen eingehalten werden.
- Werden die Hinweise in den produktbegleitenden Dokumentationen nicht vollständig eingehalten, können keine Gewährleistungsansprüche geltend gemacht werden.
- Änderungen an der Hardware oder Firmware dürfen nur durch von AMK autorisiertes Personal und nach Rücksprache mit AMK durchgeführt werden.
- Für Schäden durch nicht bestimmungsgemäßen Einsatz, fehlerhafte Installation oder Bedienung, Überschreitung der Bemessungsdaten und Nichtbeachtung der Umgebungsbedingungen übernimmt die Firma AMK Arnold Müller GmbH & Co. KG keine Haftung.

3 Produktübersicht

3.1 Produktbezeichnung und Bestelldaten

Produktbezeichnung	Bestellnummer
AMK RACING KIT 1 ¹⁾	E1208
AMK RACING KIT 2 ²⁾	E1209

Das AMK RACING KIT besteht aus folgenden Komponenten:

Produktbezeichnung	Menge	Bestellnummer
¹⁾ DYNASYN Synchron-Servomotor DD5-14-10-POW-18600-B5	4 Stück	A2370DD
²⁾ DYNASYN Synchron-Servomotor DT5-14-10-POW-14000-B5	4 Stück	A2371ED
AMKASYN Wechselrichter KW26-S5-FSE-4Q	1 Stück	47541
AMK Inbetriebnahmesoftware AIPEX PRO V3	1 Stück	O907
Kabel USB mit Ferrit 3m	1 Stück	47058
Produktschulung AMK RACING KIT	1 Stück	N308
FSE-Doku-CD	1 Stück	tbd
Begrenzter Support	1 Stück	N307

3.2 Produktbeschreibung

Das AMK RACING KIT besteht aus einem 4-fach Wechselrichter mit integrierten Antriebsreglern und 4 Synchron-Servomotoren. Für die Inbetriebnahme enthält das Kit die AMK Software AIPEX PRO V3 und ein USB Kabel.

Abhängig vom Sollwert (Gaspedalstellung) wird das Drehmoment am Servomotor gesteuert. Die Sollwertvorgabe für die Wechselrichter erfolgt über eine übergeordnete CAN Steuerung. Die Wechselrichter betreiben die Servomotoren in der Betriebsart Drehzahlregelung. Gegenüber der Betriebsart Momentsteuerung hat das den Vorteil, dass zusätzlich zur Momentbegrenzung die Drehzahl des Motors dynamisch beschränkt werden kann.

Die Wechselrichter werden mit der AMK Firmware 'Formula Student Electric' betrieben. 'Formula Student Electric' wird nachfolgend in der Dokumentation mit 'FSE' abgekürzt.

Die Kommunikation zwischen den Wechselrichtern und der übergeordneten Steuerung wird über einen CAN Bus 2.0 B realisiert. Für den Nachrichtenaustausch wurden fest definierte CAN Nachrichten implementiert.

Die Servomotoren können motorisch und generatorisch (rekuperativ) betrieben werden.

3.2.1 Übersicht Wechselrichter

- Feldorientierte Regelung von permanenterregten Synchron-Servomotoren
- Drehzahlregelung mit Momentbegrenzung für den motorischen und rekuperativen Betrieb
- Temperaturüberwachung Motor und Wechselrichter
- Momentbegrenzung bei Überlast und Übertemperatur
- Momentbegrenzung bei Unter- bzw. Überspannung im HV-Kreis
- CAN Bus 2.0 B Schnittstelle nach ISO 11898
- E/A-Schnittstelle (Hardwarefreigabe Motorregelung und Motormoment)
- Serviceschnittstelle EtherCAT (SoE), USB (AMK Software AIPEX PRO)
- Montiert auf flüssigkeitsgekühlter Kühlplatte

3.2.2 Übersicht Servomotor

- Permanenterregte Synchron-Servomotoren
- $M_{max}/M_N = 2,1$
- Betrieb in Feldschwächung möglich, Drehzahlen bis 20.000 1/min
- Digitaler EnDat-Geber (AMK Typenbezeichnung P)
- KTY Temperaturfühler
- Geschirmtes Leistungskabel
- M12 Stecker für Gebersignale und Temperaturüberwachung

- Motorgehäuse aus Alu 3.4365 / EN AW-7075
- Welle mit Steckverzahnung nach DIN 5480
- Hinterwand- oder Vorderwandmontage
- Flüssigkeitskühlung muss anwenderseitig konstruiert werden

3.2.3 AMK Software AIPEX PRO

- Parametrierung
- Inbetriebnahme, Optimierung (Testgenerator und Oszilloskop)
- Diagnose
- Schnittstelle zum Wechselrichter: EtherCAT oder USB

3.2.4 Produktschulung AMK RACING KIT

Im Paketpreis ist eine 2 Tagesschulung für 2 Teilnehmer bei AMK in Kirchheim/Teck enthalten.

Schulungsinhalt:

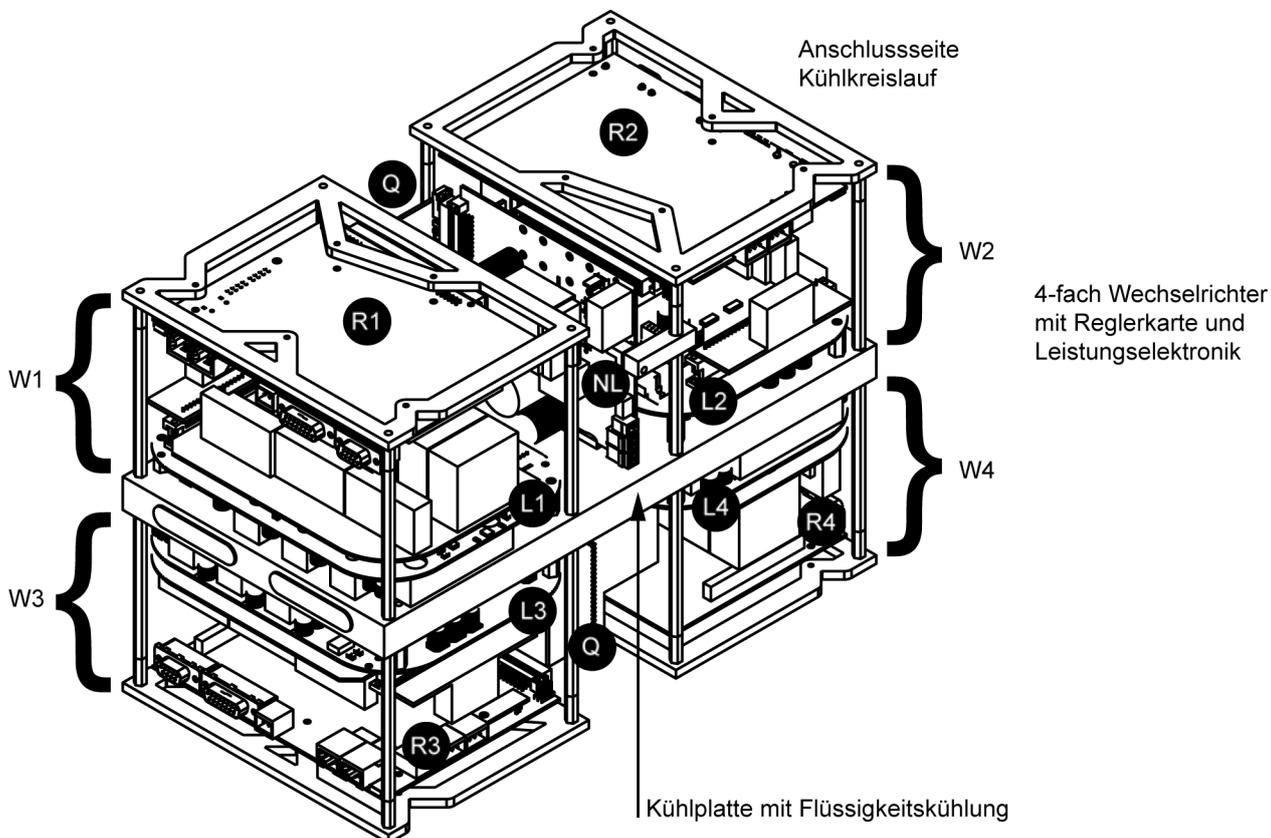
- Geräteübersicht
- Anschlusstechnik
- CAN Schnittstelle
- Umgang mit der AMK Inbetriebnahme Software AIPEX PRO
- Parametrierung und Inbetriebnahme
- Frage - Antwortrunde mit AMK Mitarbeitern aus den Entwicklungsabteilungen Leistungselektronik und Motorenbau

Die anfallenden Hotel- und Reisekosten gehen zu Ihren Lasten!

3.2.5 Begrenzter Support

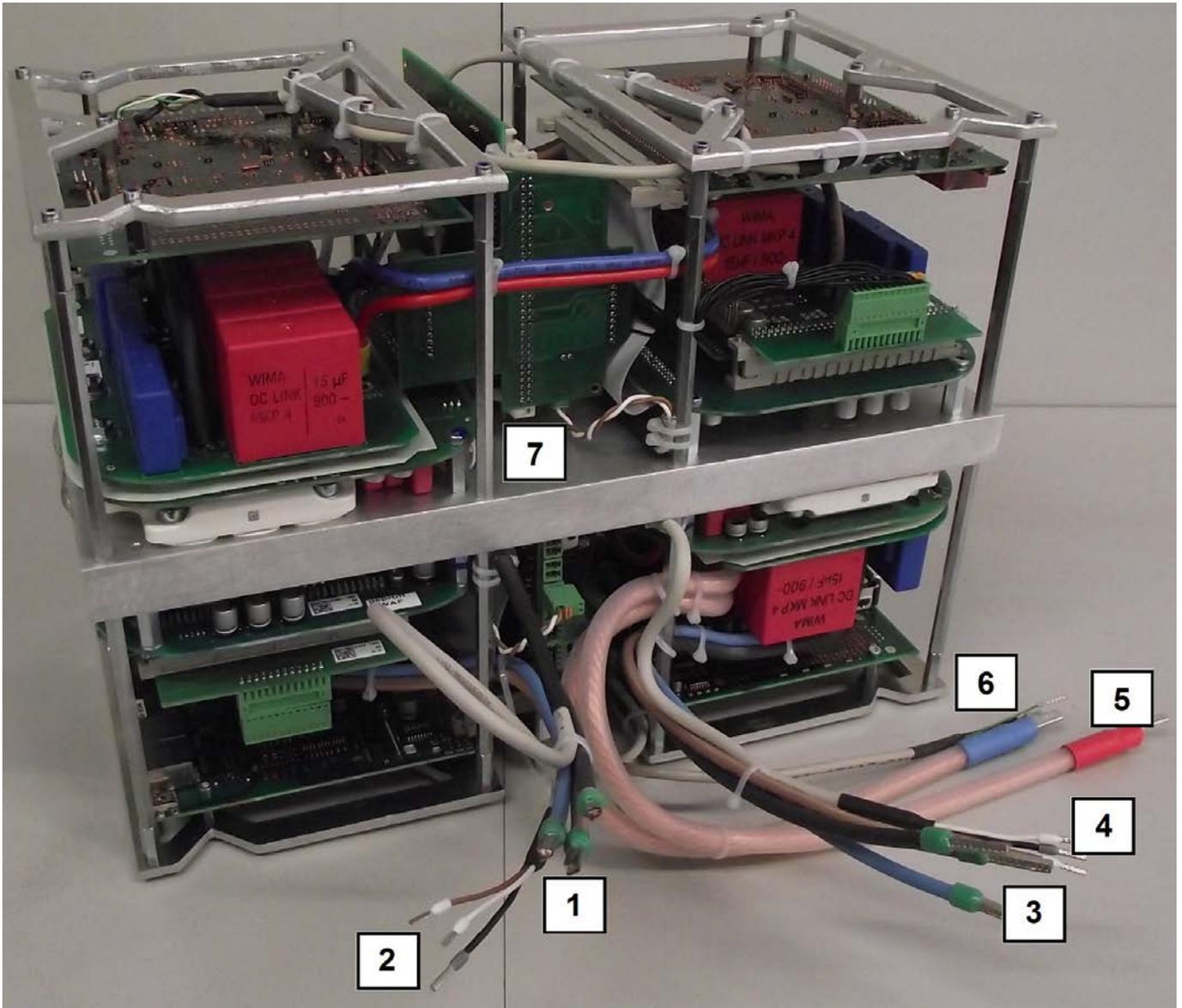
Im Paketpreis sind 10 Stunden Telefon- bzw. Email-Support durch AMK enthalten.

3.3 Produktansicht Wechselrichter



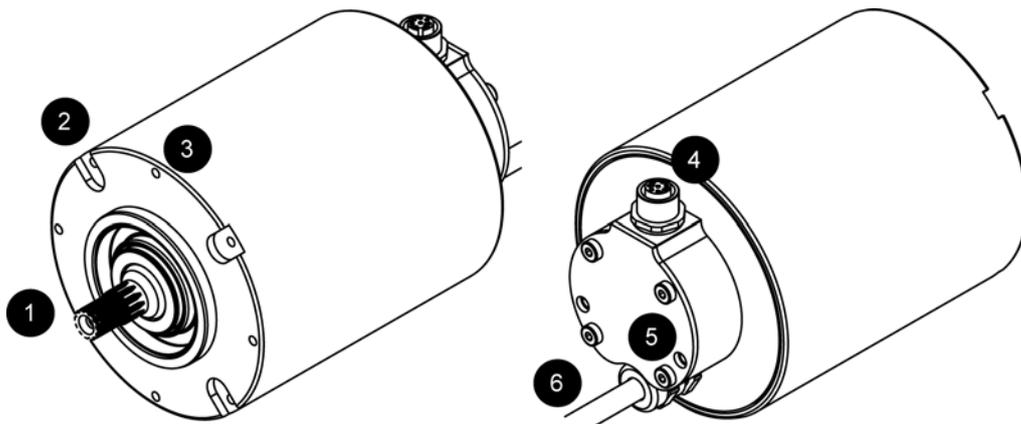
Achten Sie bei der Darstellung der Abbildungen in der Dokumentation auf den Kommentar 'Anschlussseite Kühlkreislauf'.

- W1 - Wechselrichter (enthält eine Leistungselektronik und eine Reglerkarte für einen Motor)
- L1 - Leistungselektronik Wechselrichter W1
- R1 - Reglerkarte Wechselrichter W1
- NL - Netzteil- und Logikplatine für W1 und W2, bzw. W3 und W4
- Q - Querplatine, verbindet W1 mit W2, bzw. W3 mit W4



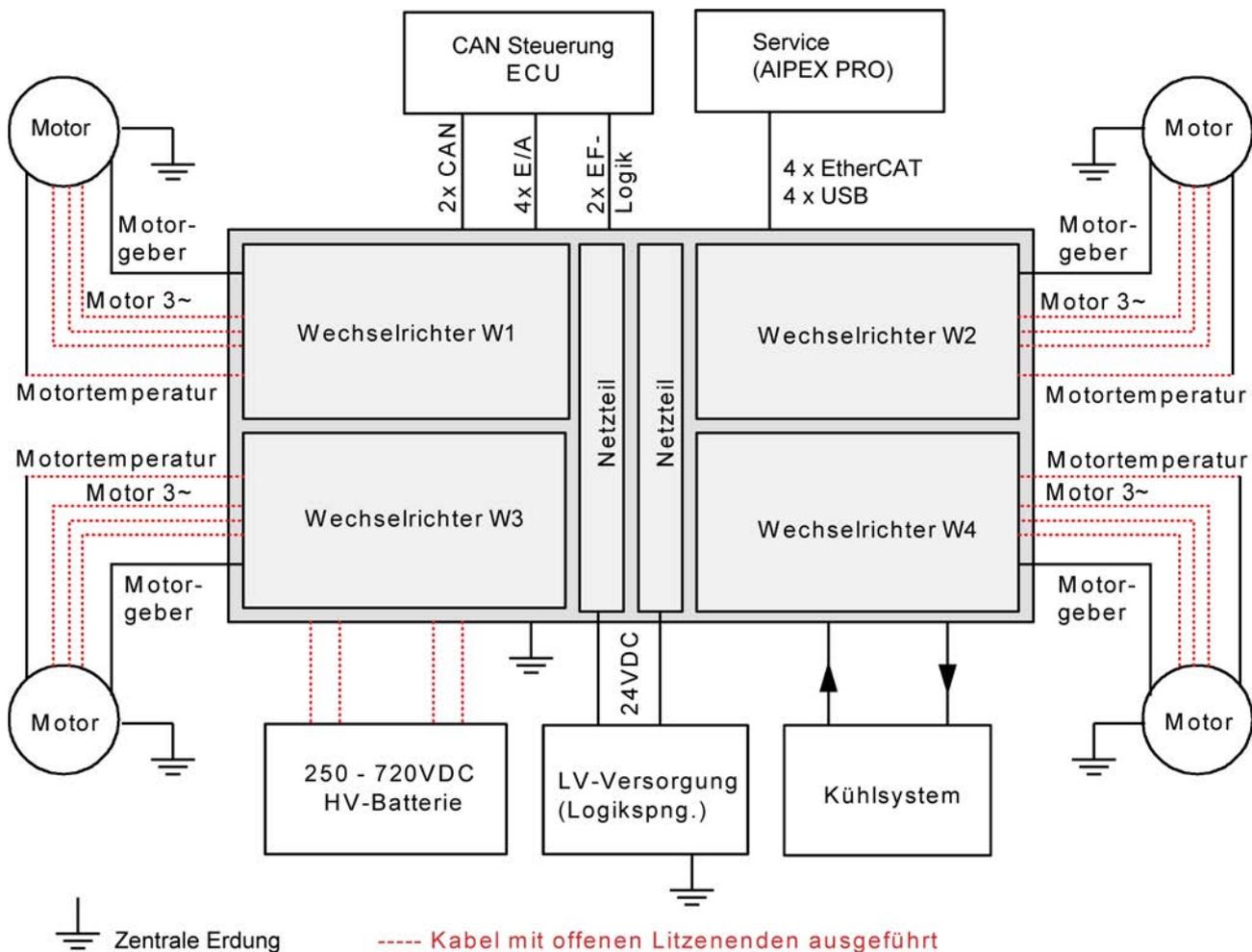
Nummer	Anschlusslitzen
1	Motor W3
2	Motortemperaturfühler W3
3	Motor W4
4	Motortemperaturfühler W4
5	HV Spannung
6	CAN
7	Motortemperaturfühler W1

3.4 Produktansicht Motor



- 1 - Motorwelle mit Steckverzahnung
- 2 - Aussparung für Montageplatte
- 3 - Montagegewinde
- 4 - Motorstecker (Gebersignale und Temperatursensor)
- 5 - PE Anschluss (2 x)
- 6 Motorleitung (Phasen U, V, W)

3.5 Systemübersicht (Schema)



4 Technische Daten

4.1 Technische Daten Wechselrichter

	Klemme / Anschlusslitze	KW26-S5-FSE-4Q (Daten pro Wechselrichter)
Eingangsbemessungsspannung HV+, HV- Leistungsversorgung	HV+, HV-	540 VDC
Eingangsspannungsbereich		250 VDC - 720 VDC
Eingangsstrom Leistungsversorgung bei HV = 540 VDC		48 A
Zwischenkreiskapazität		75 μ F
Versorgungsspannung Logikversorgung LV	X08 (X09)	24 VDC \pm 15 %, Das 0 V-Potential ist mit der Fahrzeugmasse (Fahrzeugchassis) zu verbinden.
Eingangsstrom Logikversorgung LV		\leq 500 mA
Kapazität am Eingang des internen Schaltnetzteils		1500 μ F
Wirkungsgrad		ca. 98 %
Bezugspotential		Fahrzeugmasse (Fahrzeugchassis) bzw. Masseband Schaltungs-GND der Logikspannung ist intern mit dem Gestell des Wechselrichters verbunden
Steuerverfahren Schaltfrequenz		PWM 8 kHz
Ausgangsfrequenz ¹⁾	U, V, W	0 - 1200 Hz
Ausgangsspannung (HV = 540 VDC)		350 VAC (sinusförmiger Ausgangsstrom)
Ausgangsspannungsbereich (HV = 250 - 720 VDC)		160 - 490 VAC
Ausgangsbemessungsleistung		26 KVA
Ausgangsbemessungsstrom I_N		43 A
Spitzenausgangsstrom I_{max}		105 A
Max. Dauer Spitzenausgangsstrom I_{max}		
Ausgangsfrequenz $f_{OUT} > 1$ Hz		10 s
Ausgangsfrequenz $f_{OUT} \leq 1$ Hz		1 s
Auswertung Temperaturfühler		X12
Schutz- / Überwachungsfunktion	Kurzschluss / Erdschluss Zwischenkreisüberspannung Übertemperatur Motor / Kühlkörper, Stromüberlast nach I^2t	
Kühlung	Flüssigkeitskühlung	
Durchflussmenge	1,5 bar / 10 l/min	
Max. Kühlplatten- und Umgebungstemperatur	40 °C	
Schutzart	IP00	

	Klemme / Anschlusslitze	KW26-S5-FSE-4Q (Daten pro Wechselrichter)
Abmessungen (4-fach Wechselrichter)	241 x 339 x 183 mm	
Gewicht für 4-fach Wechselrichter einschließlich Kühlkörper	ca. 11 kg	

1) Drehzahlsollwertvorgaben sind begrenzt auf 30000 U/min

4.2 Technische Daten Motor

Die technischen Daten des Motors sind aus dem Motordatenblatt zu entnehmen.



Beim ersten Systemhochlauf werden die Motorparameter automatisch aus der Geberdatenbank in den Wechselrichter übertragen.

Die Funktion wird nicht ausgeführt, wenn bereits manuelle Eingaben der Motorparameter erfolgt sind. Mit der AIPEX PRO Funktion 'Umladen' im Direktmode kann der AMK Auslieferungszustand wieder hergestellt werden.

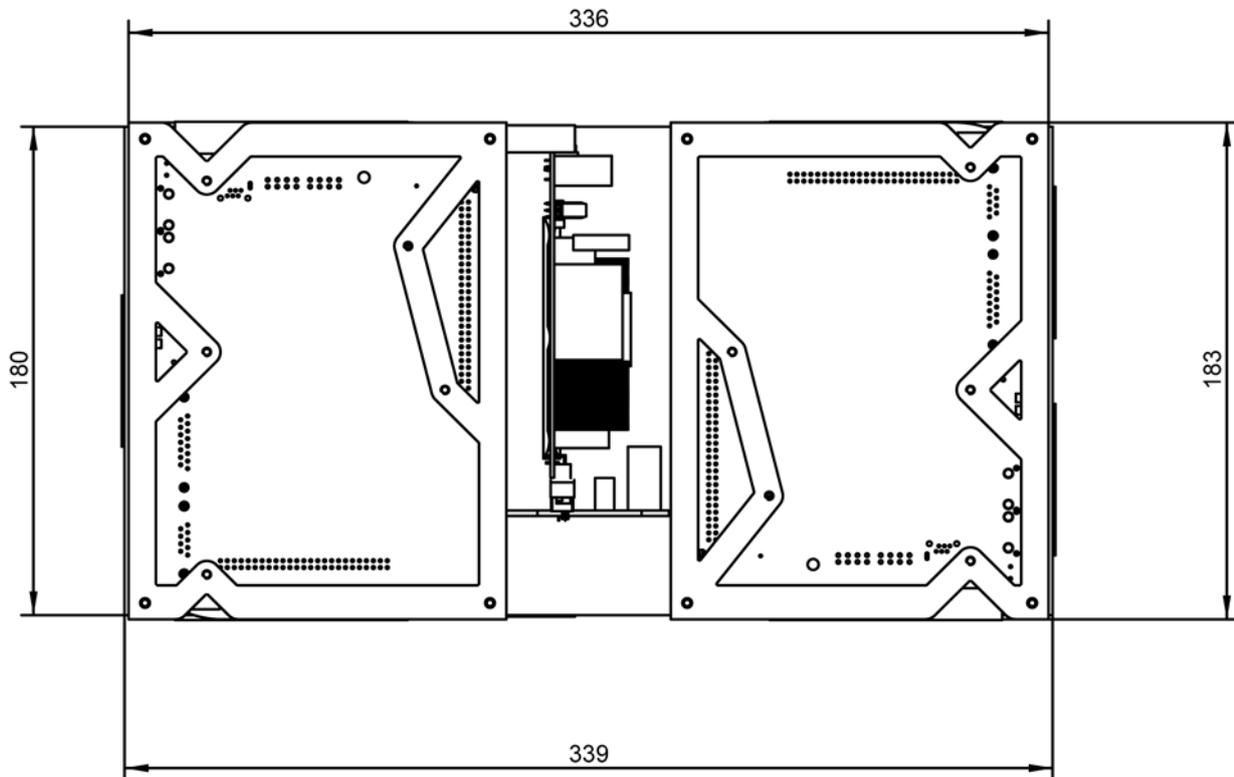
Voraussetzung für die automatische Übertragung der Daten aus der Geberdatenbank:

- Geberkabel angeschlossen
- Motorparameter sind noch nicht manuell geändert worden
- Werkseitig sind die Daten im Geber gespeichert worden

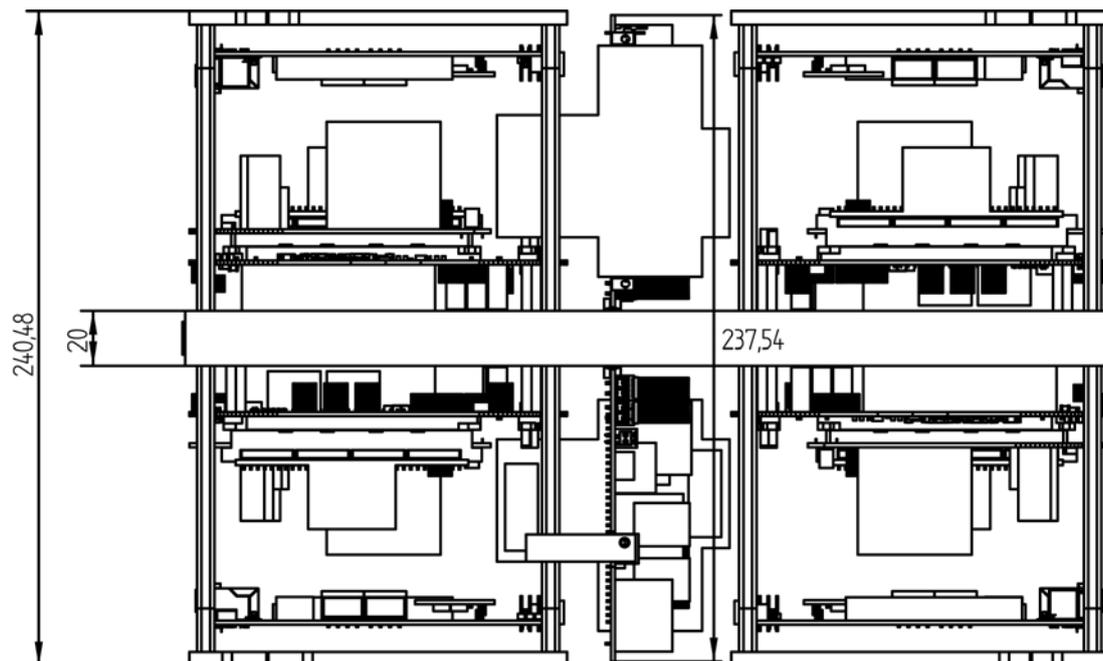
5 Maßzeichnung

5.1 Maßzeichnungen - Wechselrichter

5.1.1 Draufsicht

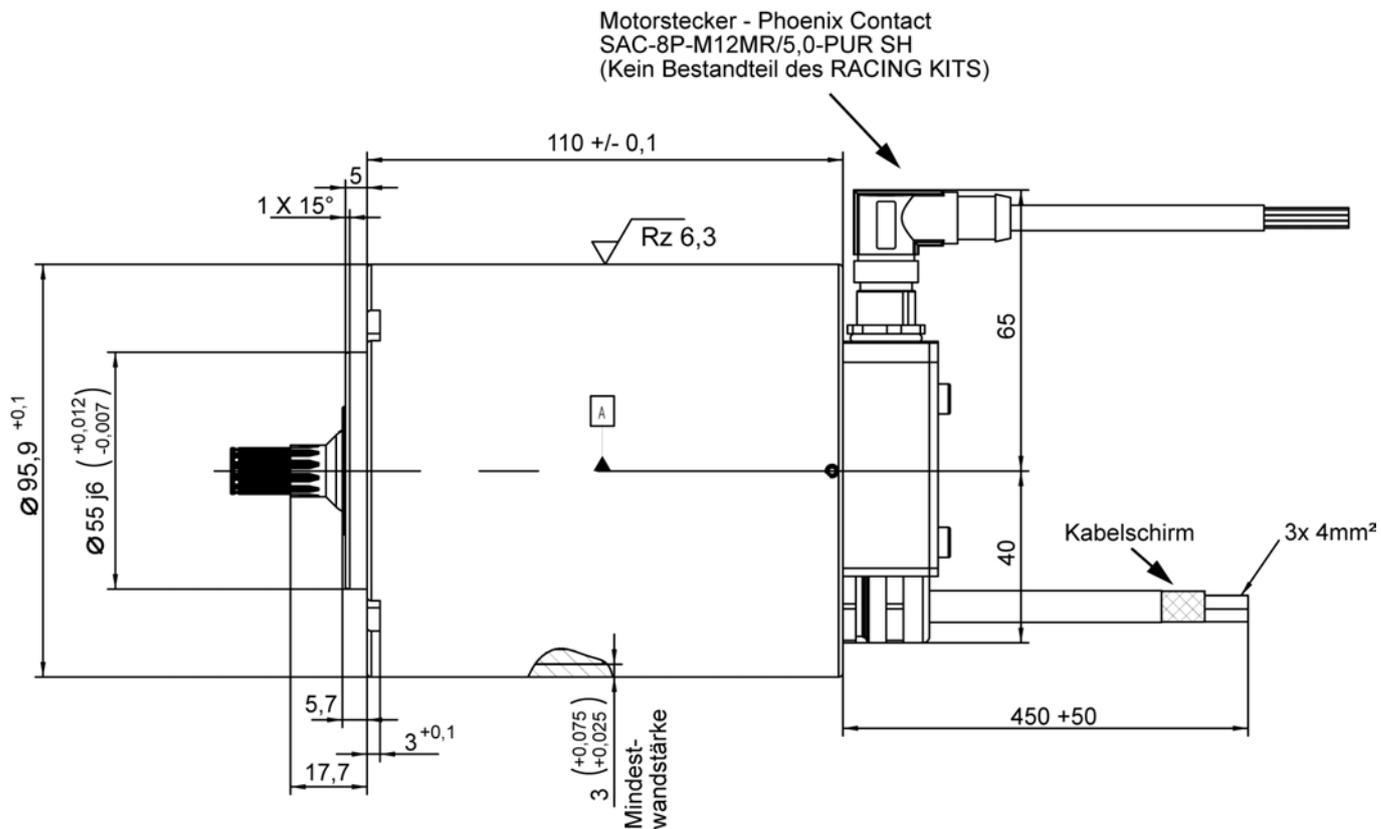


5.1.2 Seitenansicht

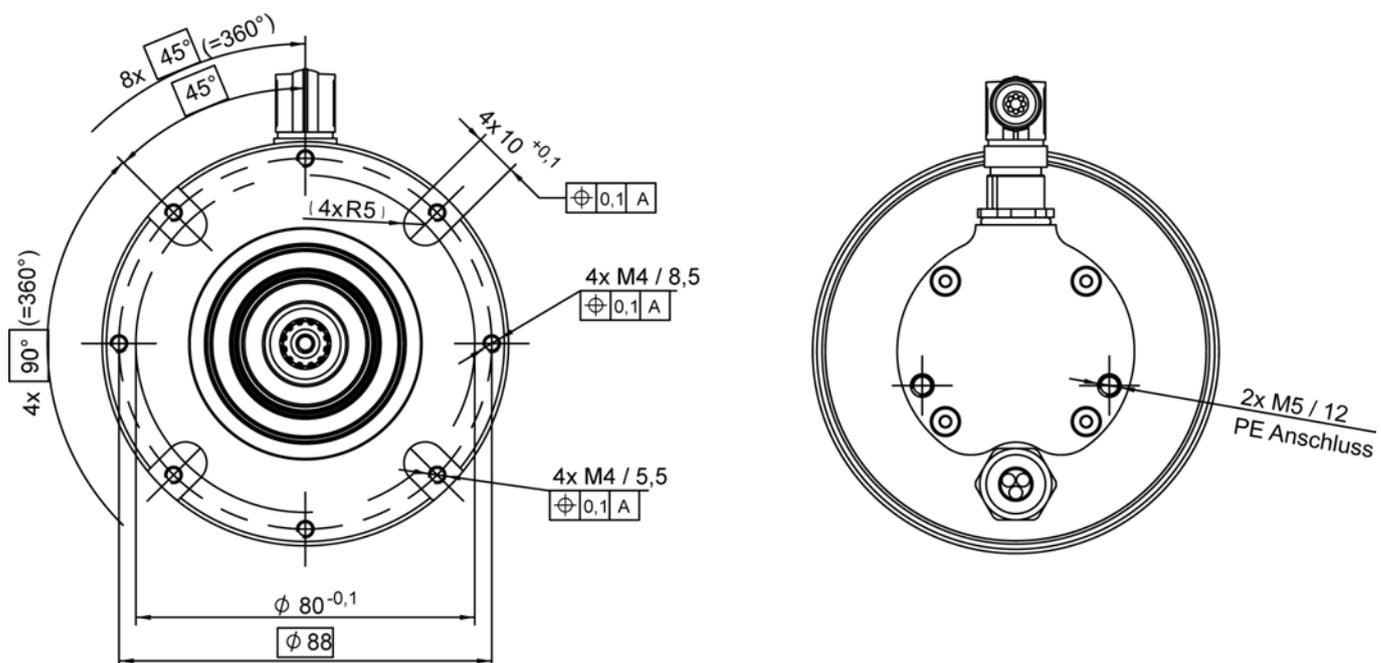


5.2 Maßzeichnungen - Motor

5.2.1 Seitenansicht



5.2.2 Front- und Rückansicht



Maßzeichnung Steckverzahnung: [Siehe 'Steckverzahnung \(Maßzeichnung\)' auf Seite 21.](#)

6 Projektierung

6.1 Mechanik

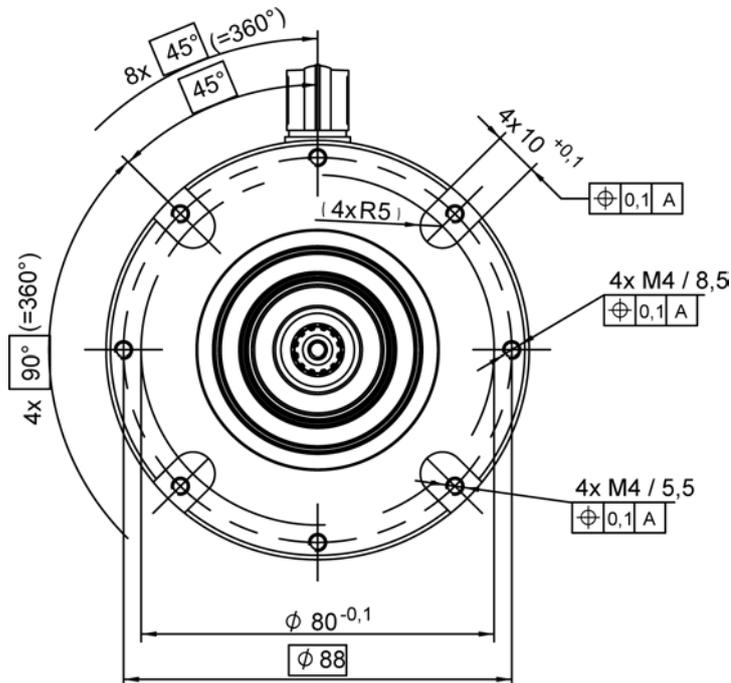
HINWEIS	
Sachschaden!	<p>Mechanische Beschädigung durch Druck auf die Motorwelle</p> <p>Durch Druck auf die Motorwelle können die Motorlager beschädigt und die Motorwelle aus der Fixierung in das Motorgehäuse geschoben werden.</p> <p>Gegenmaßnahmen:</p> <p>Anbauteile wie z. B. Zahnräder oder Wellen dürfen nur kraftfrei aufgesteckt werden (nicht verpressen) und müssen anschließend mit einer Schraube oder einem Sicherungsring fixiert werden.</p>

HINWEIS	
Sachschaden!	<p>Mechanische Beschädigung durch Druck auf das B-Lagerschild</p> <p>Durch Druck auf das B-Lagerschild können die Gehäuseschrauben ausbrechen. Das Motorgehäuse wird dadurch beschädigt und das B-Lagerschild in das Motorgehäuse gedrückt.</p> <p>Gegenmaßnahmen:</p> <p>Motorgehäuse mechanisch abstützen (Bild Pos. 1+2), damit bei der Montage von Anbauteilen z. B. der externen Flüssigkeitskühlung kein Druck auf das B-Lagerschild ausgeübt wird.</p>



6.1.1 Montagemöglichkeiten Motor

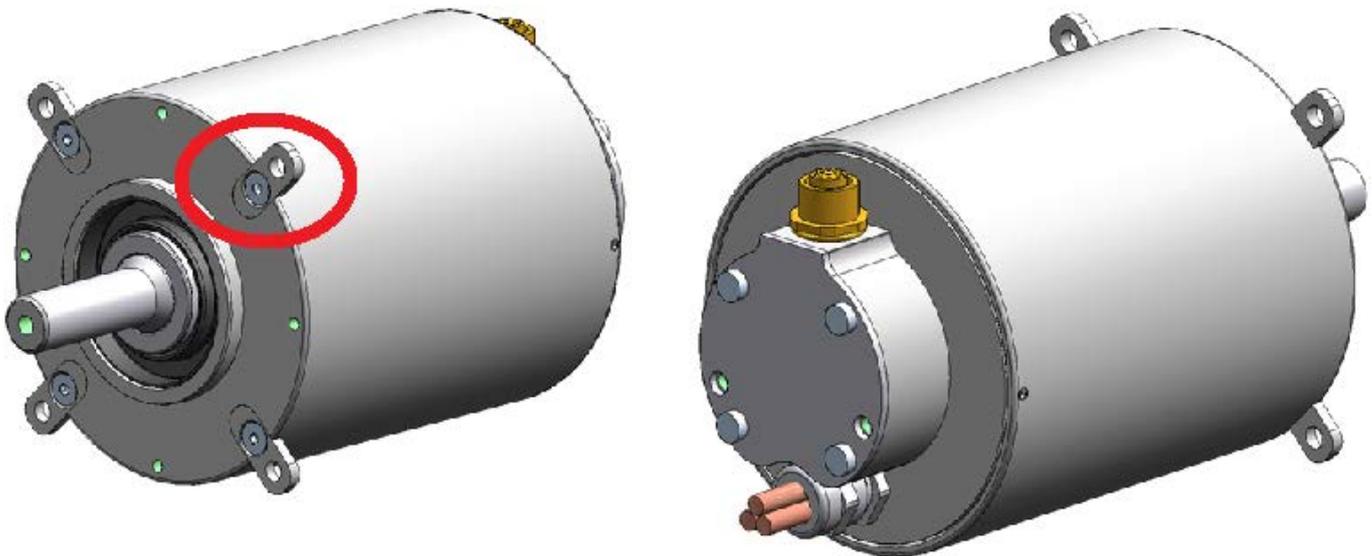
Die Montage des Motors kann als Hinterwandmontage über die 8 x M4 Gewinde oder als Vorderwandmontage realisiert werden.



Vorderwandmontage

Für die Vorderwandmontage werden die in der Zeichnung markierten Montageplatten benötigt. Die Montageplatten gehören nicht zum Lieferumfang und müssen anwenderseitig angefertigt werden.

Die Montageplatten können an den 4 x 10 mm breiten Aussparungen in der Stirnseite des Motors befestigt werden.



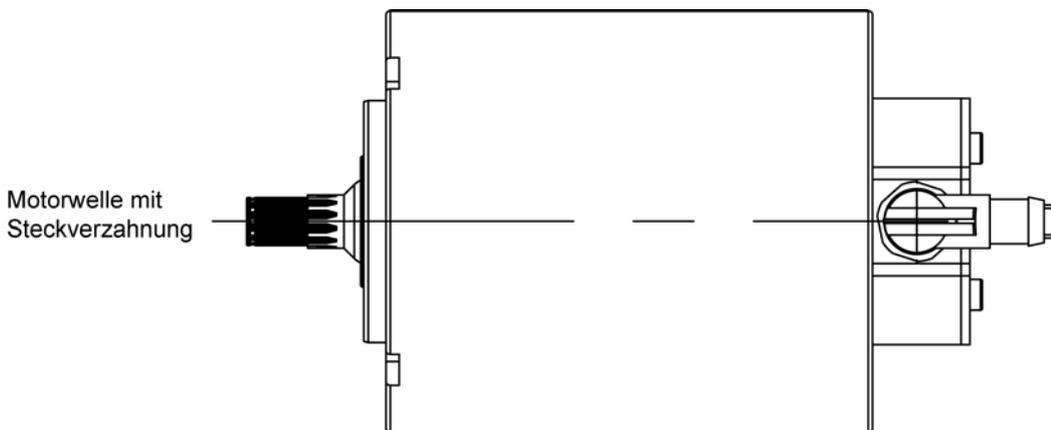
Hinterwandmontage

Befestigung über 8 x M4 Gewinde.

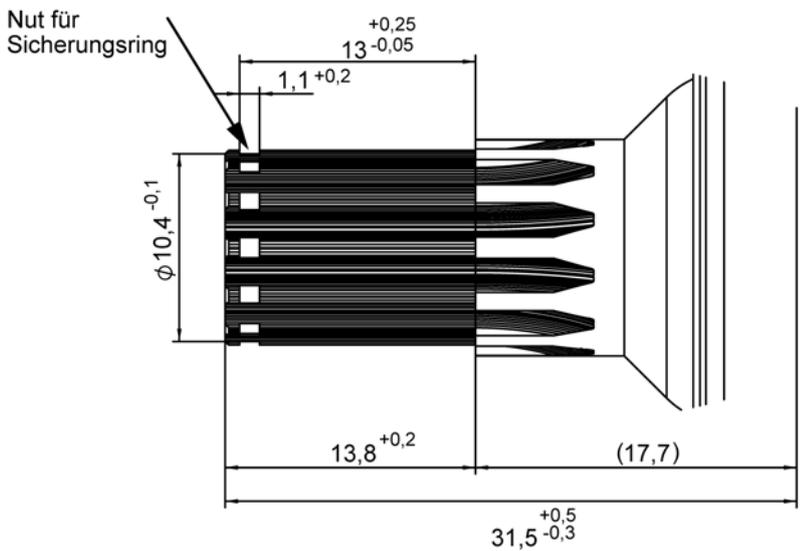
6.1.2 Steckverzahnung Übersicht

HINWEIS	
Sachschaden!	<p>Mechanische Beschädigung durch Druck auf die Motorwelle Durch Druck auf die Motorwelle können die Motorlager beschädigt und die Motorwelle aus der Fixierung in das Motorgehäuse geschoben werden.</p> <p>Gegenmaßnahmen: Anbauteile wie z. B. Zahnräder oder Wellen dürfen nur kraftfrei aufgesteckt werden (nicht verpressen) und müssen anschließend mit einer Schraube oder einem Sicherungsring fixiert werden.</p>

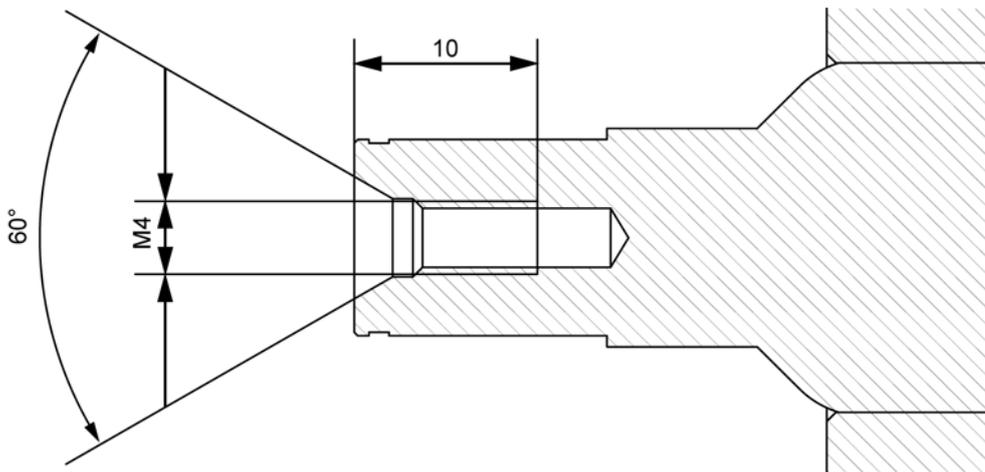
Auf der Motorwelle befindet sich eine Steckverzahnung nach: DIN 5480 - W11 x 0,8 x 30° x 12 x 7h



6.1.3 Steckverzahnung (Maßzeichnung)



Steckverzahnung: DIN 5480 - W11x0,8x30°x12x7h



6.2 Flüssigkeitskühlung

6.2.1 Kühlkreislauf Antriebssystem

HINWEIS

Sachschaden!	<p>Sachschaden durch Überhitzung!</p> <p>Das Antriebssystem ist ausschließlich für den Betrieb im geschlossenen Kühlkreislauf mit Rückkühlaggregat bestimmt. Der Betrieb ohne vorgeschriebene Kühlung ist nicht zulässig. Das Antriebssystem überhitzt und wird dadurch zerstört.</p>
	<p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Betreiben Sie das Antriebssystem nur mit vorgeschriebener Kühlung • Schließen Sie den Kaltleiter des Servomotors zur Temperaturüberwachung an • Aktivieren Sie die I²t Überwachung des Servomotors in ID32773 'Antriebsspezifischer Service-Schalter', Bit 14

⚠️ WARNUNG

	<p>Warnung vor unter Druck stehenden Leitungen!</p> <p>Geschlossene Kühlkreisläufe stehen unter hohem Druck. Das Öffnen des Kreislaufes unter Überdruck kann zu Verletzungen durch austretende Kühlflüssigkeit führen. Leitungen können sich durch die plötzliche Druckänderung losreißen oder unkontrolliert bewegen.</p>
	<p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Öffnen Sie nie ein unter Überdruck stehendes Leitungssystem! • Lassen Sie das Kühlmittel an der dafür vorgesehenen Stelle ab, z. B. Ablasthahn. Beachten Sie dazu die Hinweise des Kühlgeräte-Herstellers. • Fangen Sie dabei die Kühlflüssigkeit in geeigneten Behältern auf und lagern oder entsorgen Sie sie gemäß den örtlichen Vorschriften. • Tragen Sie geeignete Schutzkleidung, z. B. Schutzbrille, Handschuhe, Sicherheitsschuhe.

Wechselrichter:

Die Wechselrichter sind auf einer Aluminiumkühlplatte mit Flüssigkeitskühlung montiert. Die maximal zulässige Oberflächentemperatur der Kühlplatte beträgt 40 °C. Die Kühlplatte kann direkt mit einem Kühlkreislauf verbunden werden.

Randbedingungen Kühlplatte Wechselrichter:

- Die maximal zulässige Oberflächentemperatur der Kühlplatte beträgt 40 °C
- Die Durchflussmenge muss ca. 10 l/min betragen
- Die Kühlflüssigkeit muss am Zulauf eine Temperatur < 30 °C haben

Motoren:

Die anfallende Verlustwärme im Motor entsteht durch die Verlustleistung P_V , die abgeführt werden muss. Der Kühlmantel für den Motor muss anwenderseitig ausgelegt und konstruiert werden.

Randbedingungen Motor:

- Die Kühlmitteltemperatur darf die maximale zulässige Eintrittstemperatur von 40 °C nicht übersteigen
- Die minimale Durchflussmenge muss 2 l/min betragen
- Die maximale Temperaturerhöhung des Kühlmittels muss < 5 K betragen



Die Kühlmitteltemperatur muss unter Beachtung der Taupunkttafel an die Umgebung angepasst werden. Eine Betauung der Motorenoberfläche oder der Kühlplatte ist nicht zulässig!



Die Anforderung an den Kühlkreislauf und an die Qualität der Kühlflüssigkeit müssen eingehalten werden.

6.2.2 Flüssigkeitskühlung Motor

Flüssigkeitsgekühlte Motoren sind ausschließlich für den Betrieb im geschlossenen Kühlkreislauf mit Rückkühlaggregat bestimmt. Als Kühlmedium ist ausschließlich deionisiertes Wasser zu verwenden. Um Algenwachstum zu verhindern, können Additive beigemischt werden und es müssen lichtundurchlässige Komponenten verwendet werden. Bei Frostgefahr sind Frostschutzmaßnahmen (Frostschutzmittel) nötig.

Bei Transport und Lagerung muss der Kühlkreislauf entleert sein und mit Luft ausgeblasen werden.

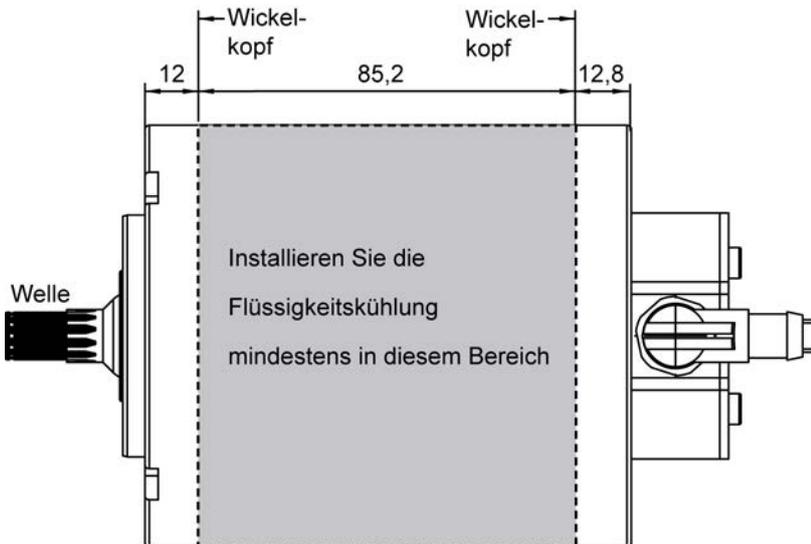
Für die Anschlüsse und Leitungen kann Edelstahl oder lichtundurchlässiger Kunststoff eingesetzt werden. Kommen unterschiedliche Materialien in direkten oder indirekten Kontakt, muss die Spannungsreihe der Materialien beachtet werden. Im Kühlkreislauf darf deshalb kein Zink verwendet werden.

Kühlbereich Motor

Die Flüssigkeitskühlung muss anwenderseitig konstruiert werden.



Ein Betrieb des Motors ohne vorgeschriebene Flüssigkeitskühlung ist nicht zulässig. Der Motor überhitzt und wird dadurch zerstört.



Verlustwärme Motor

Die Verlustleistung P_V errechnet sich:

$$P_V [W] = M [Nm] \times n [1/min] \times \frac{\pi}{30} \times \left[\frac{1}{\eta} - 1 \right]$$

M Moment

n Drehzahl
 η Wirkungsgrad



Moment, Drehzahl und Wirkungsgrad können aus der Effizienzkennlinie des Motordatenblatts entnommen werden.

Bei flüssigkeitsgekühlten Motoren ist die abführbare Verlustleistung proportional zur Durchflussmenge der Kühlflüssigkeit. Die minimale Durchflussmenge an Kühlflüssigkeit pro Zeit errechnet sich:

$$Q \left[\frac{l}{min} \right] = \frac{P_v [W] \times 60}{\Delta T [^{\circ}C] \times C}$$

ΔT : Zulässige Temperaturerhöhung der Kühlflüssigkeit zwischen Vorlauf und Rücklauf $\Delta T < 5 \text{ }^{\circ}K$

C: Spezifische Wärmekapazität des Kühlmediums z. B. Wasser: 4187 J/(kg·K)

6.2.3 Flüssigkeitskühlung Wechselrichter

Mit der flüssigkeitsgekühlten Kühlplatte wird die Verlustleistung der Leistungselektronik der Wechselrichter abgeführt. Die Kühlplatte besteht aus einem Kühlkörper aus einer Aluminiumlegierung AlMgSi 0,5 mit integriertem Kühlkanal. Die Wärme wird über das Wasser abgeführt, das durch die Kühlplatte geleitet wird.

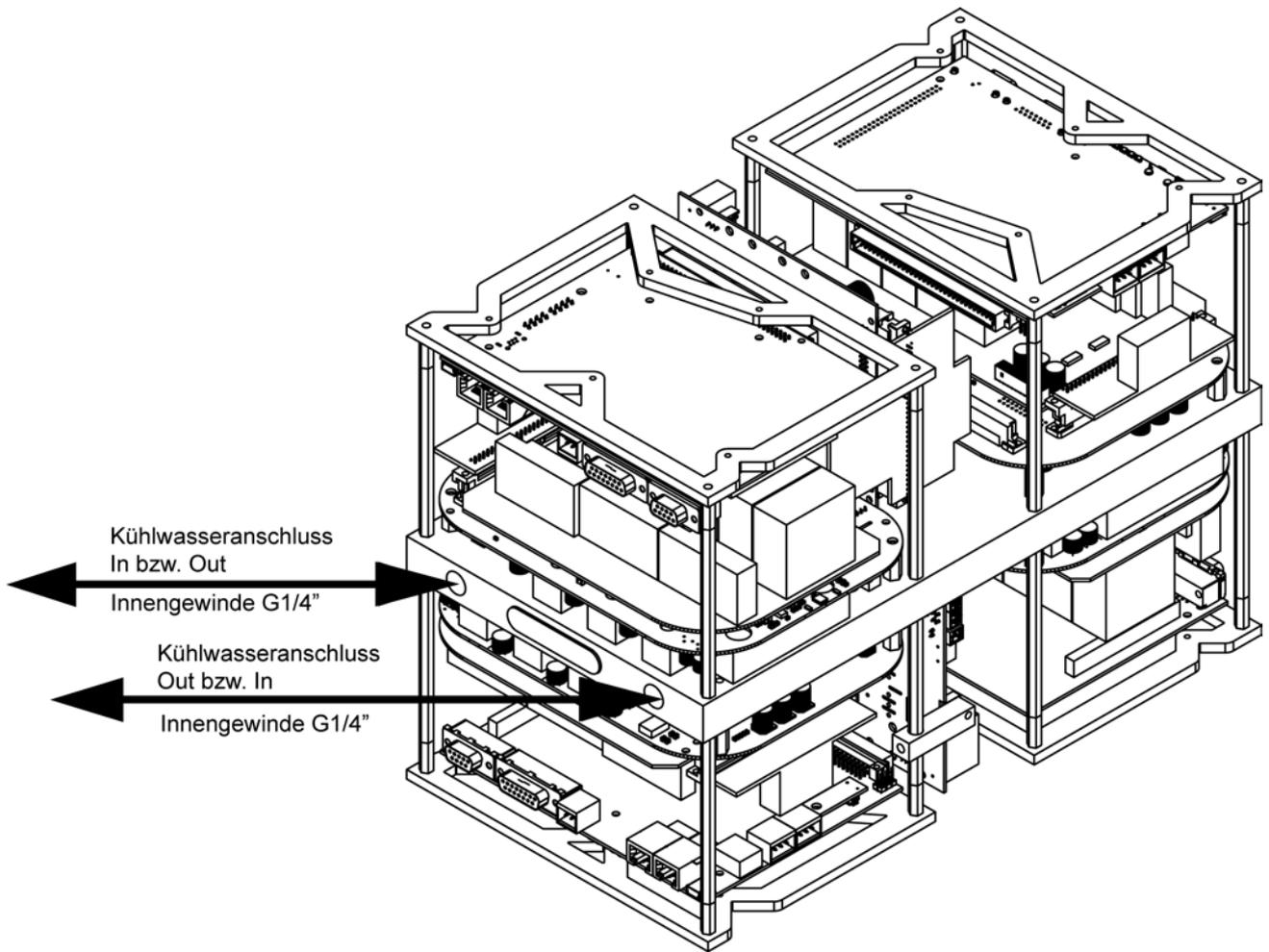


Die Verlustleistung der Steuerelektronik wird nicht über die Kühlplatte abgeführt. Die dadurch entstehende Wärme muss separat entzogen werden.

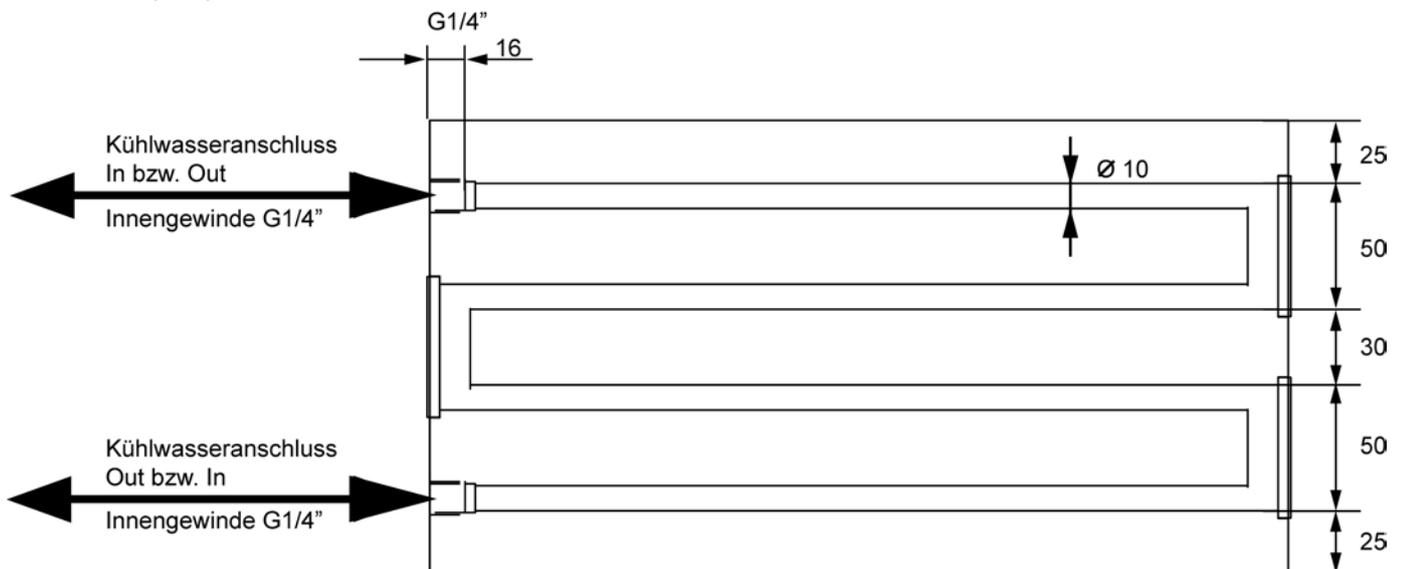
Technische Daten der FSE Kühlplatte:

Maximal abführbare Leistung ¹⁾	2000 Watt
Wasserdurchfluss	1,5 bar; 10 l/min
Umgebungstemperatur im Betrieb	+5 °C bis +40 °C
Relative Luftfeuchte	5 % bis 85 %, nicht kondensierend
Material des Kühlmittelrohres	AlMgSi 0,5
Abmessungen	339 x 180 mm
Kühlmittelanschluss	Innengewinde G 1/4 "

1) Bei 25 °C und 10 l/min



Die Abbildung zeigt den Kühlkanal in der Kühlplatte.



Installation des Kühlkreislaufes

Der Kühlmittelanschluss erfolgt von der Seite über zwei Innengewinde G 1/4" und die passenden Schlauchverschraubungen.
Anzugsdrehmoment für G 1/4": max. 20 Nm

6.2.4 Kühlflüssigkeit

Anforderungen an die Wasserqualität als Kühlflüssigkeit

Bestandteile	Mengen
Chlorid-Ionen	< 40 ppm ¹⁾
Sulfat-Ionen	< 50 ppm
Nitrat-Ionen	< 50 ppm
pH-Wert	6...12
Elektrische Leitfähigkeit	< 500 µS/cm
Gesamthärte	< 170 ppm

1) 1 mmol/l (Erdalkali-Ionen) = 100 ppm (part per million)

1 °dH = 17,8 ppm

Trinkwasser kann einen Chlorid-Ionen Anteil von bis zu 2500 ppm haben. Mischen Sie deionisiertes Wasser mit reduzierter Leitfähigkeit (5...10 µS/cm) bei. Fragen Sie bei Ihrem Wasserversorger nach der Zusammensetzung Ihres Trinkwassers.

Anforderungen an die Kühlflüssigkeit

Bestandteile	Mengen
Frost- und Korrosionsschutz	Bei Bedarf 20-30% z.B. Antifrogen N (Hersteller: Clariant) oder Tyfocor L (Hersteller: Tyfocorp) ¹⁾
Gelöste Stoffe	< 340 ppm
Korngröße mitgeführter Teile	< 100 µm

1) Der Frostschutzanteil muss < 30 % sein, ansonsten ist ein Derating erforderlich. Sprechen Sie mit dem AMK-Kundenservice.

6.2.5 Kühlkreislauf

Anforderungen an den Kühlkreislauf

HINWEIS	
Sachschaden!	<p>Beschädigung der Kühlplatte durch Elektrolyse</p> <p>Die Kühlplatte ist aus einer Aluminium-Legierung AlMgSi 0,5 hergestellt. Werden innerhalb des Kühlkreislaufes Komponenten, z. B. Zuleitungsrohre, Wärmetauscher, aus edleren Metallen (z. B. Kupfer) eingesetzt, kann die Kühlplatte aus Aluminium-Legierung durch elektrolytische Vorgänge angegriffen und beschädigt werden.</p> <p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verwenden Sie innerhalb des Kühlkreislaufes nur Komponenten aus der gleichen oder einer vergleichbaren Aluminium-Legierung

Empfohlen wird die Installation eines geschlossenen Kühlkreislaufes mit folgenden Eigenschaften:

- Keine ständige Frischwasserzufuhr, dadurch kontrollierbare und gleichbleibende Wasserqualität
- Lichtdichtes Kühlsystem, um Algenwachstum zu verhindern
- Vernachlässigbare Verdunstungsverluste

Bei kritischen Wasserverhältnissen sollte ein sachverständiges Institut für eine Wasseranalyse zugezogen werden.

6.2.6 Vorkehrungen zum Schutz des Kühlkreislaufs

In Kühlkreisläufen mit Wasser müssen Vorkehrungen durch Zusätze¹⁾ gegen folgende Themen getroffen werden:

1) Die Dosierung und weitere Daten zur Wasserqualität sind den Produktdatenblättern des Lieferanten des Inhibitors zu entnehmen. Generell gelten vorrangig die Vorschriften des Wärmetauscher-Herstellers.

Korrosion

Es muss ein Korrosionsschutz für den kompletten Kühlkreislauf bei Verwendung von Mischmaterial sichergestellt werden. Das Material kann nach Anordnung (Aluminium, Stahl, Kupfer, Messing, Kunststoff,...), und nach deren Zusammensetzung der gewählten Kühlkomponenten (Herstellereangaben beachten) variieren.

Bei Verwendung von Aluminium im Kühlkreislauf muss gewährleistet sein, dass kein direkter Kontakt des Aluminiums mit Kupferteilen zustande kommt. Um Lochfraßkorrosion zu vermeiden muss die eventuell anfallende Kupferverunreinigung durch kundenseitige Bearbeitung oder durch sonstige Modifikationen sorgfältig entfernt werden (z. B. durch Ausspülen des Kühlkanals).

Steinbildung

Zur Vermeidung von z. B. Kalksteinbildung sollte der Härtegrad des Wassers begrenzt sein, bzw. kann der Einsatz von Härtestabilisatoren zweckmäßig sein.

Algenwachstum

In geschlossenen Systemen ohne Sauerstoffzufuhr bzw. bei lichtdichten Installationen unkritisch, ansonsten muss mit geeigneten Bioziden gearbeitet werden.

Biologischer Befall, Schleimbakterienbildung

Ein Befall, beziehungsweise die ständige Zufuhr von Bakterienwuchs fördernden Nährstoffen muss vermieden werden.

Frost

Bei möglichen Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes (Transport, Lagerung....) müssen Vorkehrungen gegen Frostschäden getroffen werden.

Umweltverträglichkeit

Auf Umweltverträglichkeit der verwendeten Schutzmittel ist besonderen Wert zu legen.

6.2.7 Taupunkttafel

HINWEIS	
Sachschaden!	<p>Sachschaden durch Tauwasserbildung! Tauwasser verursacht elektrische Kurzschlüsse und muss verhindert werden.</p> <p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beachten Sie die Taupunkttafel! • Schalten Sie den Kühlkreislauf bei spannungslosen Anlagen ab! • Überprüfen Sie die Kühlwassertemperatur nach längerem Stillstand! • Bei hoher Luftfeuchtigkeit wird empfohlen, einen Luftentfeuchter zu verwenden!

Die Taupunkttafel gibt an, bei welcher Oberflächentemperatur Tauwasserbildung auftritt. Dies ist abhängig von der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit.

Beispiel: Umgebungstemperatur Luft: 32 °C, Luftfeuchtigkeit: 60%
 Die Temperatur des Kühlkreislaufs darf nicht kleiner als 23 °C sein, sonst findet eine Betauung statt!

Umgebungs- temperatur Luft in °C	Taupunkt in °C bei einer relativen Luftfeuchte von										
	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
2	-7,70	-6,26	-5,43	-4,40	-3,16	-2,48	-1,77	-0,98	-0,26	0,47	1,20
4	-6,11	-4,88	-3,69	-2,61	-1,79	-0,88	-0,09	0,78	1,62	2,44	3,20
6	-4,49	-3,07	-2,10	-1,05	-0,08	0,85	1,86	2,72	3,62	4,48	5,38
8	-2,69	-1,61	-0,44	0,67	1,80	2,83	3,82	4,77	5,66	6,48	7,32
10	-1,26	0,02	1,31	2,53	3,74	4,79	5,82	6,79	7,65	8,45	9,31
12	0,35	1,84	3,19	4,46	5,63	6,74	7,75	8,69	9,60	10,48	11,33
14	2,20	3,76	5,10	6,40	7,58	8,67	9,70	10,71	11,64	12,55	13,36
15	3,12	4,65	6,07	7,36	8,52	9,63	10,70	11,69	12,62	13,52	14,42
16	4,07	5,59	6,98	8,29	9,47	10,61	11,68	12,66	13,63	14,58	15,54
17	5,00	6,48	7,62	9,18	10,39	11,48	12,54	13,57	14,50	15,36	16,19
18	5,90	7,43	8,83	10,12	11,33	12,44	13,48	14,56	15,41	16,31	17,25
19	6,80	8,33	9,75	11,09	12,26	13,37	14,49	15,47	16,40	17,37	18,22
20	7,73	9,30	10,72	12,00	13,22	14,40	15,48	16,46	17,44	18,36	19,18
21	8,60	10,22	11,59	12,92	14,21	15,36	16,40	17,44	18,41	19,27	20,19
22	9,54	11,16	12,52	13,89	15,19	16,27	17,41	18,42	19,39	20,28	21,22
23	10,44	12,02	13,47	14,87	16,04	17,29	18,37	19,37	20,37	21,34	22,23
24	11,34	12,93	14,44	15,73	17,06	18,21	19,22	20,33	21,37	22,32	23,18
25	12,20	13,83	15,37	16,69	17,99	19,11	20,24	21,35	22,27	23,30	24,22
26	13,15	14,84	16,26	17,67	18,90	20,09	21,29	22,32	23,32	24,31	25,16
27	14,08	15,68	17,24	18,57	19,83	21,11	22,23	23,31	24,32	25,22	26,10
28	14,96	16,61	18,14	19,38	20,86	22,07	23,18	24,28	25,25	26,20	27,18
29	15,85	17,58	19,04	20,48	21,83	22,97	24,20	25,23	26,21	27,26	28,18
30	16,79	18,44	19,96	21,44	23,71	23,94	25,11	26,10	27,21	28,19	29,09
32	18,62	20,28	21,90	23,26	24,65	25,79	27,08	28,24	29,23	30,16	31,17
34	20,42	22,19	23,77	25,19	26,54	27,85	28,94	30,09	31,19	32,13	33,11
36	22,23	24,08	25,50	27,00	28,41	29,65	30,88	31,97	33,05	34,23	35,06
38	23,97	25,74	27,44	28,87	30,31	31,62	32,78	33,96	35,01	36,05	37,03
40	25,79	27,66	29,22	30,81	32,16	33,48	34,69	35,86,	36,98	38,05	39,11
45	30,29	32,17	33,86	35,38	36,85	38,24	39,54	40,74	41,87	42,91	44,03
50	34,76	36,63	38,46	40,09	41,58	42,99	44,33	45,55	46,75	47,90	48,98

6.3 Elektrik

6.3.1 Laden und Entladen der HV Zwischenkreiskondensatoren

Die Zwischenkreiskondensatoren in den Wechselrichtern müssen über eine externe Lade- und Entladeeinrichtung geladen und entladen werden.

Die Zwischenkreiskapazität beträgt insgesamt 300 μF (pro Wechselrichter 75 μF).

Die Lade- und Entladeeinrichtung ist kein Bestandteil des RACING KITS und muss anwenderseitig konstruiert werden.

⚠ GEFAHR	
 	<p>Lebensgefahr durch Stromschlag!</p> <p>Nach Abschalten des HV-Kreises können die Pufferkondensatoren für den Zwischenkreis noch Ladung enthalten und lebensgefährliche Gleichspannung führen, sofern sie nicht über eine externe Beschaltung entladen werden.</p> <p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vor sämtlichen Arbeiten am Gerät ist die HV-Einspeisung über den Hauptschalter aufzutrennen und gegen Wiedereinschalten zu sichern. • Nach dem Abschalten ist eine Entladezeit von mindestens 30 Minuten abzuwarten. • Messen Sie die Klemmenspannung z. B. im HV-Zwischenkreis zwischen den Klemmen HV+ und HV-, um sicherzustellen, dass die Klemme spannungsfrei ist. • Achtung: Ein spannungsfreier Zustand wird nicht signalisiert! • Entladeschaltung verwenden. Siehe 'Rechenbeispiel Entladeschaltung' auf Seite 30.

6.3.1.1 Rechenbeispiel Ladeschaltung

Pro Wechselrichter sind 5 Kondensatoren (je 15 μF) parallel geschaltet.

Maximale Impulsbelastung pro Kondensator: 240 A

Effektivstrom pro Kondensator (bei 10 kHz): 10,5 A

Rechenbeispiel:

$$U_0 = 500 \text{ V}$$

$$t = 0,2 \text{ s}$$

$$R = 100 \text{ Ohm}$$

$$C = 300 \text{ } \mu\text{F}$$

$$T = R \times C \text{ (} T = 0,03 \text{ s)}$$

$$U_0 = \text{HV Batteriespannung (Zwischenkreisspannung)}$$

$$t = \text{Ladezeit über Ladewiderstand (vorgegeben)}$$

$$R = \text{Ladewiderstand (vorgegeben)}$$

$$C = \text{Zwischenkreiskapazität (} 5 \times 15 \text{ } \mu\text{F} \times 4 \text{ Wechselrichter)}$$

$$T = \text{Zeitkonstante}$$

$$U_c = U_0 \times \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right)$$

$$U_c = 499,364 \text{ V}$$

Kondensatorspannung

$$U_r = U_0 - U_c$$

$$U_r = 0,636 \text{ V}$$

Spannung am Ladewiderstand

$$U_r = U_0 \times e^{-\frac{t}{T}}$$

$$U_r = 0,636 \text{ V}$$

Spannung am Ladewiderstand

$$i = \left(\frac{U_0}{R}\right) \times e^{-\frac{t}{T}}$$

$$i = 6,363 \times 10^{-3} \text{ A}$$

Ladestrom effektiv

$$E_r = \int_0^t \left(\frac{U_0}{R}\right) \times e^{-\frac{t}{T}} \times U_0 \times \left(e^{-\frac{t}{T}}\right) \times dt$$

$$E_r = 37,5 \text{ J}$$

Ladeenergie

$$E_c = \int_0^t \left(\frac{U_o}{R} \right) \times e^{-\frac{t}{\tau}} \times U_o \times \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \times dt \quad E_c = 37,405 \text{ J} \quad \text{Ladeenergie}$$

$$P_r = \frac{E_r}{t} \quad P_r = 187,5 \text{ W} \quad \text{Peakleistung}$$

$$f = 0,1 \text{ Hz} ; T = 10 \text{ s}$$

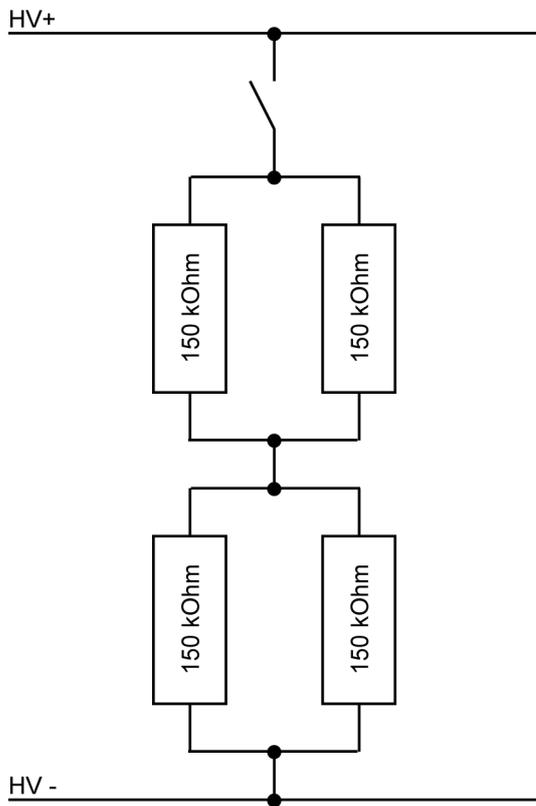
$$P_{rm} = E_r \times f \quad P_{rm} = 3,75 \text{ W} \quad \text{Mittlere Leistung}$$

Bei $T = 5$ ($5 T = 5 \times 0,03 \text{ s} = 0,15 \text{ s}$) sind die Kondensatoren um 99,33% von U_o geladen. 0,05 s Reserve sind vorhanden. Der gewählte 100 Ohm Widerstand muss für eine mittlere Leistung von 3,75 Watt und eine Peakleistung von 187,5 Watt ausgelegt werden.

6.3.1.2 Rechenbeispiel Entladeschaltung

Berechnung einer aktiven Entladung für den 4-fach Wechselrichter über 3 Watt Leistungswiderstände. Pro Umrichter sind 5 Kondensatoren (je 15 μF) parallel geschaltet.

Die Entladeschaltung sollte mit einem Schließer aktiviert werden, wenn der HV-Kreis oder die Batterie getrennt ist.



Rechenbeispiel:

$$U_o = 600 \text{ V}$$

$$R_1, R_2, R_3, R_4 = 150 \text{ kOhm}$$

$$C = 300 \mu\text{F}$$

$$U_o = \text{HV Batteriespannung (Zwischenkreisspannung)}$$

$$R = \text{Entladewiderstand (vorgegeben)}$$

$$C = \text{Zwischenkreiskapazität (5 x 15 } \mu\text{F x 4 Wechselrichter)}$$

$$R_{ges} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4} \quad R_{ges} = 1,5 \times 10^5 \Omega \quad \text{Gesamtwiderstand}$$

$$I = \frac{U_o}{R_{ges}} \quad I = 4 \times 10^{-3} \text{ A} \quad \text{Entladestrom}$$

$$P_v = \frac{U_0^2}{R_{ges}}$$

$$P_v = 2,4 \text{ W}$$

Maximale Verlustleistung über alle Widerstände

$$P_{v,R} = \frac{P_v}{4}$$

$$P_{v,R} = 0,6 \text{ W}$$

Maximale Verlustleistung pro Widerstand

$$\tau = R_{ges} \times C$$

$$\tau = 45 \text{ s}$$

Zeitkonstante

Entladezeit für bestimmte Restspannung U_c

$$U_c = 50 \text{ V}$$

U_c = Restspannung am Kondensator

\ln = Logarithmus naturalis

$$t = \tau \times \ln \left(\frac{U_0}{U_c} \right)$$

$$t = 111,821 \text{ s}$$

Entladezeit in Sekunden bis Restspannung U_c erreicht ist

$$t_{\text{Min}} = \frac{t}{60 \text{ s}}$$

$$t_{\text{Min}} = 1,86 \text{ min}$$

Entladezeit in Minuten bis Restspannung U_c erreicht ist

Ergebnis:

Bei aktiver Entladung gemäß der Beispielrechnung wird eine Entladezeit von 111,821 s (1,86 min) benötigt, um auf eine Restspannung von 50 VDC zu entladen.

Restspannung nach bestimmter Entladezeit t

$$t = 300 \text{ s}$$

t = Entladezeit

$$U_c = U_0 \times e^{-\frac{t}{\tau}}$$

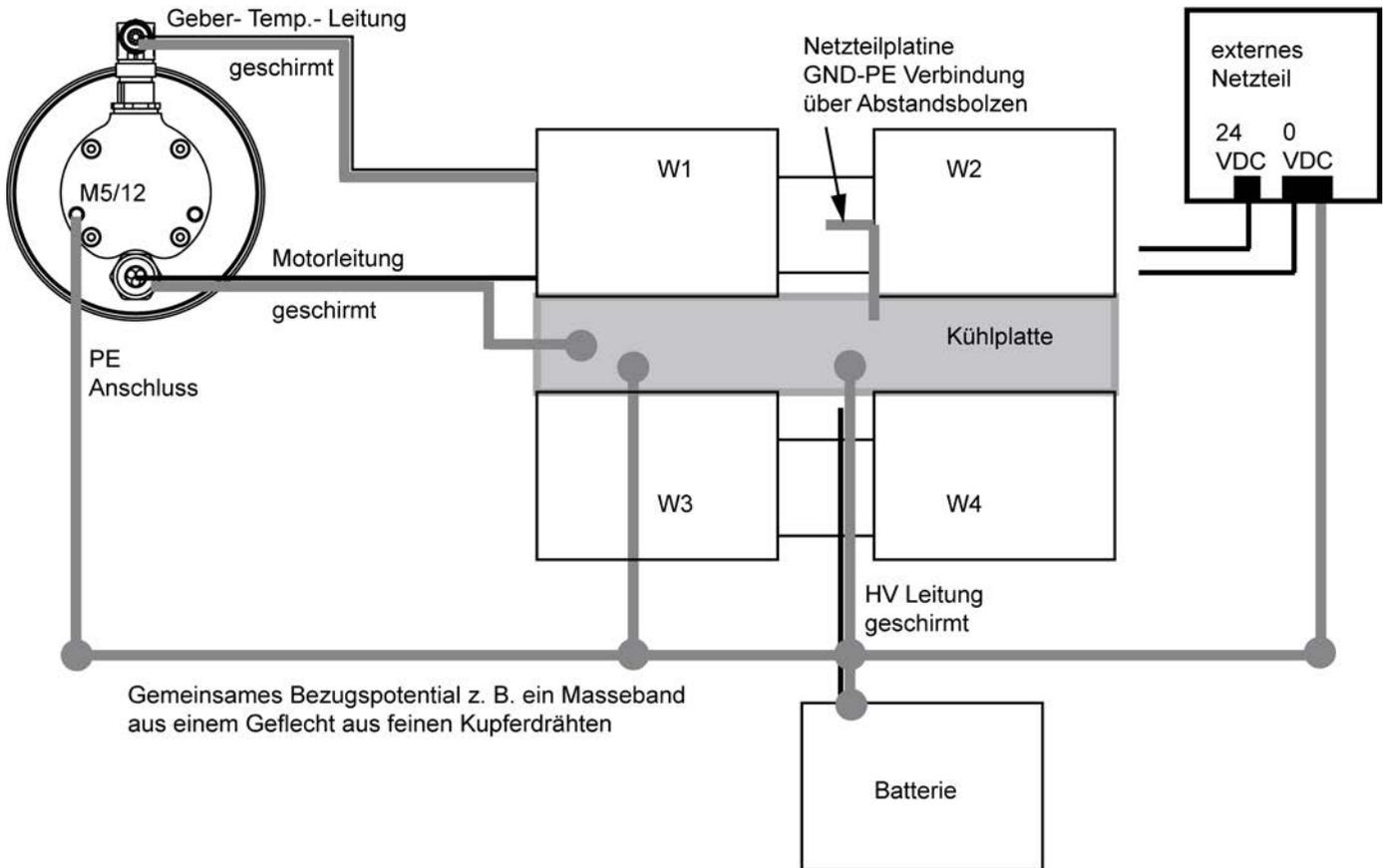
$$U_c = 1 \text{ V}$$

Ergebnis:

Nach 300 s Entladezeit beträgt die Restspannung 1 Volt.

6.3.2 Masseanschluss PE - Übersicht

Als Masseanschluss muss im Fahrzeug eine sehr gut leitende Verbindung eingesetzt werden. Diese wird als 0 VDC Bezugspotential für alle Signal- und Betriebsspannungen verwendet. Bei Fahrzeugen ohne Metallrahmen kann ein Masseband aus einem Geflecht aus feinen Kupferdrähten eingesetzt werden.



Motorleitung

Die Motorleitung muss als abgeschirmtes Kabel mit verzinnem Kupfergeflecht ausgeführt sein. Der Schirm der Motorleitung muss großflächig mit dem Schirm des Kabelschwanzes vom Motor verbunden werden. Verwenden Sie dazu einen nichtklebenden Schrumpfschlauch. Pressen Sie die zwei Schirmstücke fest aneinander.

Am Wechselrichter muss der Schirm großflächig auf die Kühlplatte gelegt werden. Achten Sie hierbei auf einen sehr guten Kontakt zur Kühlplatte.



Der Schirm des Motorleitungskabel kann den Großteil der Störeinflüsse verhindern. (Großer Durchmesser → Skin Effekt)

HV Leitung

Die HV Leitung muss ab 1 m Leitungslänge mit einem Kupferschirm ausgeführt werden.

Das Schirmende muss auf der Kühlplatte und auf der Batterieseite mit der dafür vorgesehenen Masse des Gehäuses verbunden werden.



Das Schirmende darf NICHT an den Minuspol (-) der HV Batterie angeschlossen werden.

Geber- Temp.- Leitung

Der Schirm des Geberkabels muss beidseitig geerdet werden.

Über das Rundsteckergehäuse am Motor und über das metallisierte D-SUB-Gehäuse am Wechselrichter (Anschluss X131).

Netzteileplatte

Der GND der Netzteileplatte ist über die Abstandsbolzen mit der Kühlplatte verbunden.

Kühlplatte

Die Kühlplatte muss mit dem gemeinsamen Bezugspotenzial des Fahrzeugs verbunden werden.

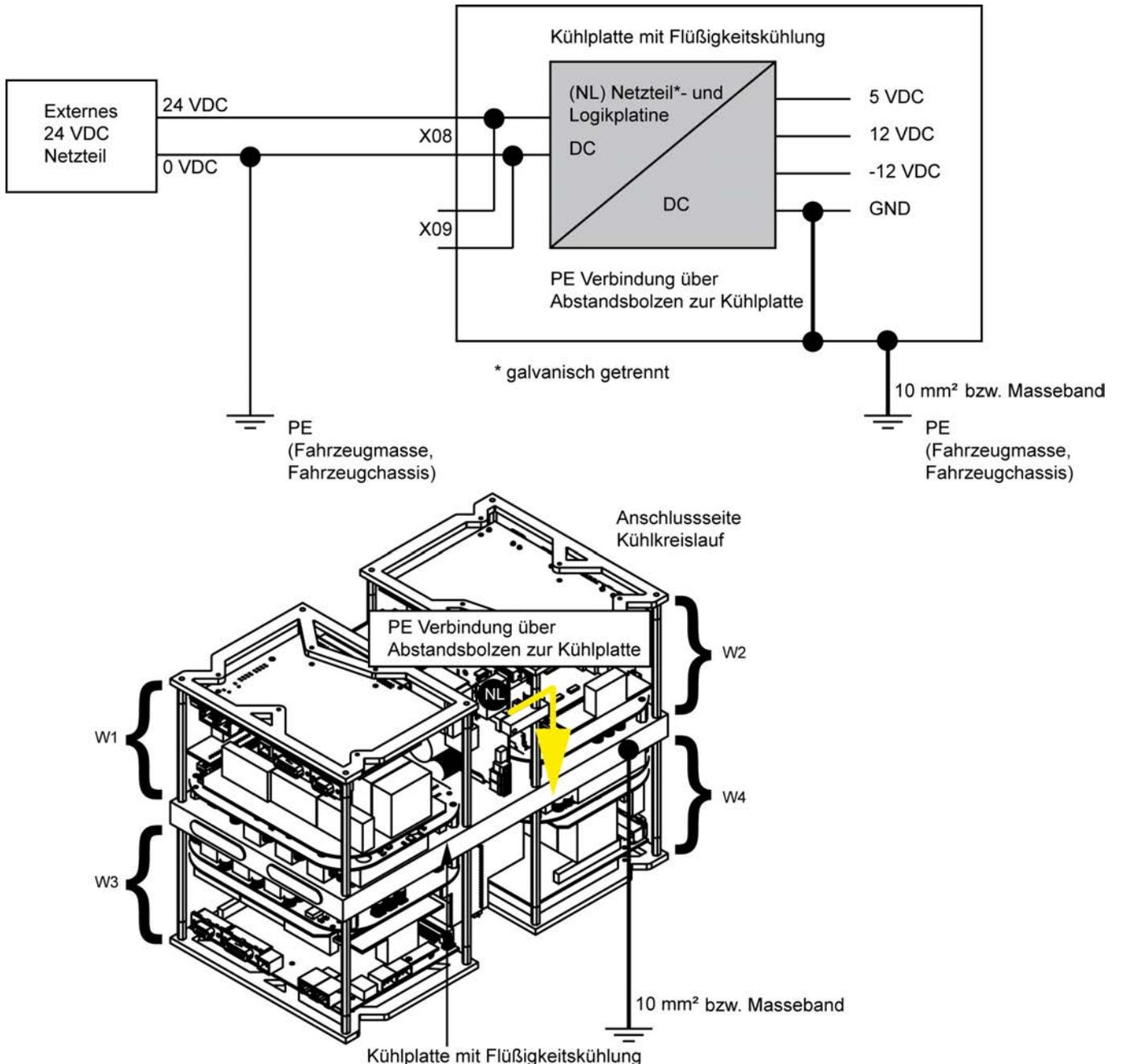
Externes Netzteil

Der 0 VDC Anschluss muss mit dem gemeinsamen Bezugspotenzial des Fahrzeugs verbunden werden.

6.3.2.1 GND und PE Anschluss Netzteil- und Logikplatine

Die Kühlplatte ist das PE Bezugspotenzial der Wechselrichter. Die Kühlplatte muss anwenderseitig mit einer Kabellitze / Masseband (10 mm²) mit dem Fahrzeug PE verbunden werden. Der PE Anschlusspunkt muss anwenderseitig auf der Kühlplatte hergestellt werden. Der Anschlusspunkt kann zwischen dem Kühlkanal frei gewählt werden. Beim Vorbohren der Anschlussschraube für den PE Anschluss darf der Kühlkanal nicht beschädigt werden. [Siehe 'Flüssigkeitskühlung Wechselrichter' auf Seite 24.](#)

Der 0 VDC Anschluss eines externen 24 VDC Netzteils muss ebenfalls anwenderseitig mit dem Fahrzeug PE verbunden werden.



Die PE Verbindung ist für W1 + W2 sowie für W3 + W4 (in der Abbildung auf der Geräterückseite) gleich aufgebaut.

6.4 Parametrierung

Alle AMK Parameter orientieren sich am SERCOS® Standard und werden als Identnummern (ID) bezeichnet. Sie sind in der Parameterbeschreibung KW-R06 / -R16 / -R07 / -R17 / -R27 beschrieben.

Die Parametrierung der Wechselrichter wird mit der AMK Inbetriebnahmesoftware AIPEX PRO durchgeführt.



Die FSE Funktionalität ist eine Sonderfirmware in der die Funktionalität und Einstellmöglichkeiten der Parameter teilweise von der Standardparameterbeschreibung und den Auswahlmöglichkeiten in AIPEX PRO abweicht.

Für die FSE Funktionalität relevanten Einstellungen sind den nachfolgenden Kapiteln zu entnehmen.

6.4.1 Motorparameter



Beim ersten Systemhochlauf werden die Motorparameter automatisch aus der Geberdatenbank in den Wechselrichter übertragen.

Die Funktion wird nicht ausgeführt, wenn bereits manuelle Eingaben der Motorparameter erfolgt sind. Mit der AIPEX PRO Funktion 'Urladen' im Direktmode kann der AMK Auslieferungszustand wieder hergestellt werden.

Voraussetzung für die automatische Übertragung der Daten aus der Geberdatenbank:

- Geberkabel angeschlossen
- Motorparameter sind noch nicht manuell geändert worden
- Werkseitig sind die Daten im Geber gespeichert worden

6.4.2 Kommunikationsparameter CAN Bus

In der Gruppe 'Kommunikationsparameter' (Instanz 0) werden die CAN Bus spezifischen Werte eingegeben. Die Parametrierung muss für jeden Wechselrichter separat durchgeführt werden.

ID34023 'BUS Teilnehmer Adresse'

Knotennummer des Wechselrichters im CAN Bus. Defaultwert: 1

ID34024 'BUS Übertragungsrate'

Die Bus Übertragungsrate muss für alle Teilnehmer eines Feldbussystems gleich eingestellt sein!

Defaultwert: 0 (Vorgabe in kbaud)

Eingabewert: Anwendungsspezifisch

ID34025 'BUS Modus'

Der 'BUS Modus' definiert die feldbusspezifisch unterstützte Funktionalität.

Defaultwert: 0x2

Eingabewert: 0x4 (Bedeutung kundenspezifischer CAN)



Die Eingabe ID34025 'BUS Modus' muss mit dem AIPEX PRO 'Direktmode' erfolgen.

Führen Sie anschließend die Funktion AIPEX PRO Menü 'Online' → 'Parameter in das Projekt übernehmen' → 'vom aktuellen Gerät' aus.

ID34028 'BUS Ausgaberate'

Defaultwert: 0x0

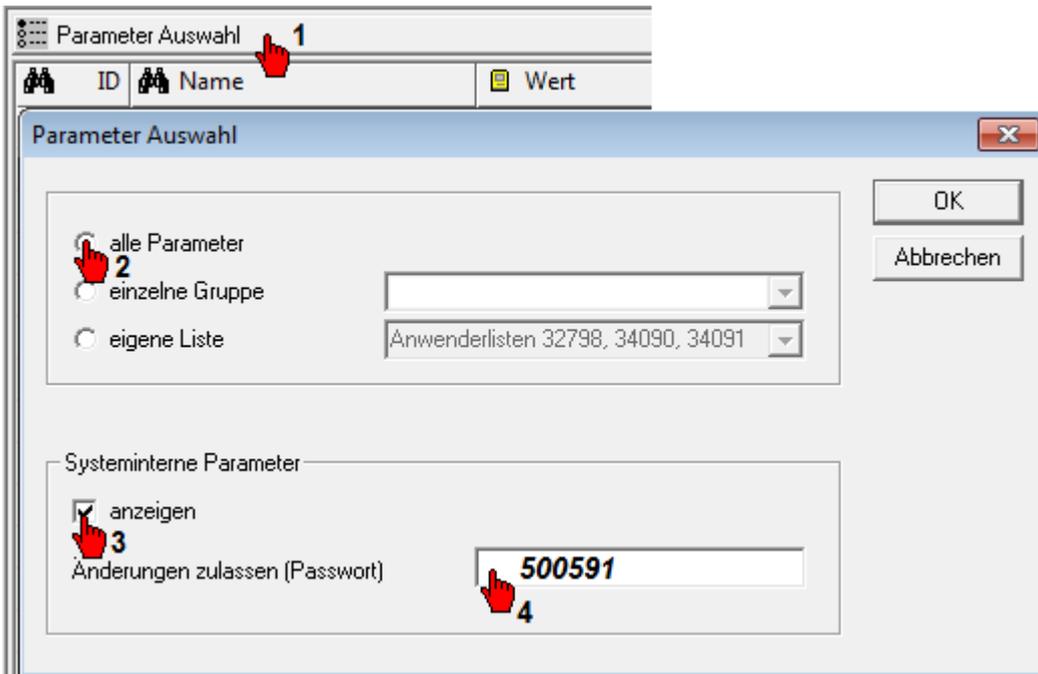
Eingabewert: 0x105 hex (Bedeutung: 01 → zyklische Ausgabe, 05 → Ausgaberate in ms)



Bei ID34028 'BUS Ausgaberate' handelt es sich um einen 'Systeminternen Parameter'.

Über das Dialogfenster 'Parameter Auswahl' können 'Systeminternen Parameter' angezeigt und die Bearbeitung freigeschaltet werden.

Passwort: 500591



6.4.3 Parameter FSE

ID32798 'Anwenderliste 1'



Mit ID32798 'Anwenderliste 1' wird die Momentbegrenzung im Grenzbetrieb parametrieret.
Funktionsbeschreibung:

[Siehe 'Momentbegrenzung' auf Seite 70.](#)

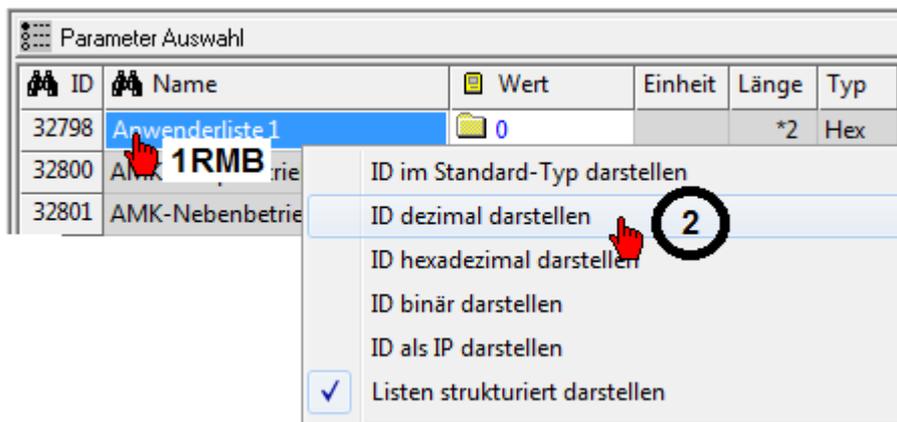
Die Anwenderliste muss zu einem Teil anwenderspezifisch ¹⁾ zum anderen Teil gerätespezifisch ²⁾ parametrieret werden.

ID-Element	Wert 'dec'	Name	Skalierung	Bedeutung
32798 - 2	1 ²⁾	BA	-	Betriebsart (FSE = 1)
32798 - 3	720 ^{1,2)}	DC Max	V	Maximale Batteriespannung (Ladeschlussspannung) (Anwenderspezifischer Wert, maximal 720 VDC)
32798 - 4	250 ^{1,2)}	DC Min	V	Minimale Batteriespannung (Tiefentladung) (Anwenderspezifischer Wert, minimal 250 VDC)  Der Wert in der ID32837 'Überwachung Zwischenkreisspannung' muss auf die ID32798 - 4 'Minimale Batteriespannung' angepasst werden.
32798 - 5	500 ²⁾	InvMaxTemp	0,1 °C	Umrichtertertemperatur bis zu der volles Moment zur Verfügung steht
32798 - 6	600 ²⁾	InvMinTemp	0,1 °C	Umrichtertertemperatur bei der kein Moment zur Verfügung steht
32798 - 7	670 ^{1,2)}	DC Max First	V	Beginn der Reduzierung bei Ladeschlussspannung (Anwenderspezifischer Wert, mindestens 5 % unter der maximalen Batteriespannung (ID32798 - 3). Tritt ein schwingendes Verhalten auf, muss ein Wert > 5 % gewählt werden)
32798 - 8	1150 ²⁾	IGBTMaxTemp	0,1 °C	Leistungsteiltemperatur bis zu der volles Moment zur Verfügung steht
32798 - 9	1250 ²⁾	IGBTMinTemp	0,1 °C	Leistungsteiltemperatur bei der kein Moment zur Verfügung steht

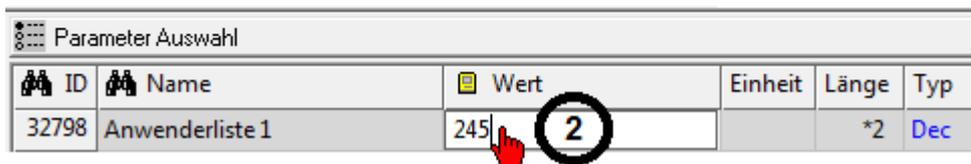
ID-Element	Wert 'dec'	Name	Skalierung	Bedeutung
32798 - 10	300 ^{1,2)}	DC Min First	V	Beginn der Reduzierung bei Tiefentladungsschutz (Anwenderspezifischer Wert, mindestens 20 % höher als die minimale Batteriespannung (ID32798 - 4)).
32798 - 11	1250 ²⁾	MotorMaxTemp	0,1 °C	Motortemperatur bis zu dem volles Moment zur Verfügung steht
32798 - 12	1400 ²⁾	MotorMinTemp	0,1 °C	Motortemperatur bei der kein Moment zur Verfügung steht

Anwenderliste konfigurieren

Stellen Sie den Typ der Anwenderliste von hexadezimale 'Hex' auf dezimale 'Dec' Darstellung um.

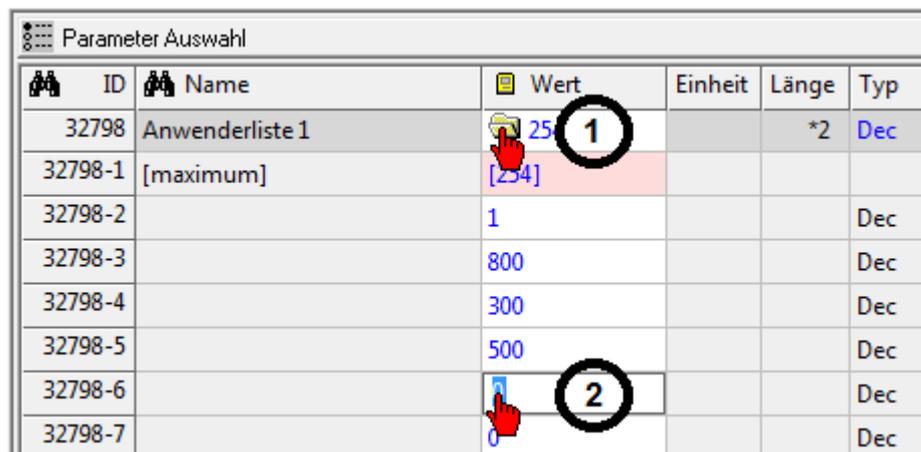


Geben Sie die Listenlänge ein (maximale Listenlänge 245).



Klicken Sie auf das Icon 'Ordner' um die Liste zu öffnen.

Anschließend können Sie die vorgegebenen Werte in die Listenelemente eingeben.



6.4.4 Standard Parameter

In der Gruppe 'Betriebsartenparameter' wird die Hauptbetriebsart eingestellt

ID32800 'AMK-Hauptbetriebsart'

Defaultwert: 0x3C0043

Eingabewert: 0x480003 (Bedeutung: Drehzahlregelung mit Momentbegrenzung nach ID82/83, Sollwertquelle 0x48)

In der Gruppe 'Systemparameter' wird die Hardware Quelle RF Reglerfreigabe eingestellt

ID32796 'Quelle Reglerfreigabe'

Defaultwert: 0 dec

Eingabewert: 5 dec (Bedeutung: RF über Feldbus)



Zur Aktivierung der Motorregelung benötigen Sie immer das Hardwaresignal RF (X140 BE1) und die CAN Signale AMK_bEnable und AMK_bInverterOn.

In der Gruppe 'Systemparameter' wird die Sonderfunktionalität FSE aktiviert

ID32901 'Globaler Service-Schalter'

Defaultwert: 0x240

Eingabewert: 0x10240 (Bedeutung: Sonderfunktionalität FSE aktiv)

In der Gruppe 'Allgemeine Parameter' wird die i²t Überwachung Motor aktiviert.

ID32773 'Antriebsspezifischer Service-Schalter'

Defaultwert: 0000 0000 0000 0000 0001 0000 0000 0101 (0x1005)

Eingabewert: 0000 0000 0000 0000 0101 0000 0000 0101 (0x5005) (Setzen Sie zusätzlich zum Standard Bit14 i²t 'Überwachung Motor aktiv')

In der Gruppe 'Motorparameter' wird die Maximaldrehzahl eingegeben.

ID113 'Maximaldrehzahl'

Defaultwert: 6000

Eingabewert: Anwendungsspezifisch



Steigt der Drehzahlwert auf den Wert in ID113 x 1,25, wird automatisch die Endstufe intern gesperrt und der Motor trudelt aus. Den Wert für ID113 muss der Anwender prozessabhängig festlegen, ohne dass dabei die Maximaldrehzahl des Motors überschritten wird.

In der Gruppe 'Drehzahlregler Parameter' wird die Grenzdrehzahl eingegeben.

ID38 'Grenzdrehzahl positiv'

ID39 'Grenzdrehzahl negativ'

Defaultwert: +(-) 5000

Eingabewert: Anwendungsspezifisch (Bedeutung: ID38 / ID39 begrenzt den Drehzahlsollwert)

In der Gruppe 'Wechselrichterparameter' minimale zulässige Batteriespannung

ID32837 'Überwachung Zwischenkreisspannung'

Defaultwert: 0 (Gerätespezifischer Wert)

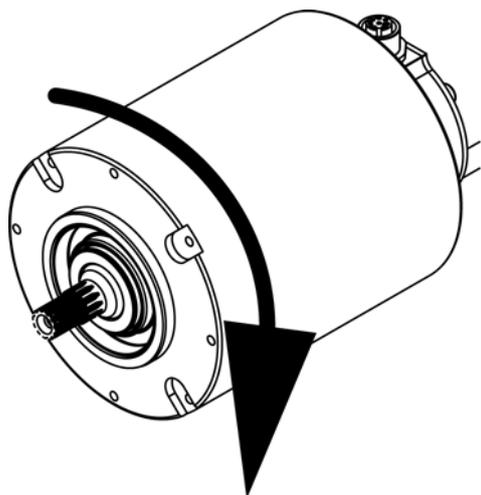
Eingabewert: ID32798 - 4 'Minimale Batteriespannung'

Überschreitet die HV Spannung den Wert in der ID32798 - 4 wird das interne AMK Signal 'QUE' gesetzt und die Motorregelung kann aktiviert werden.

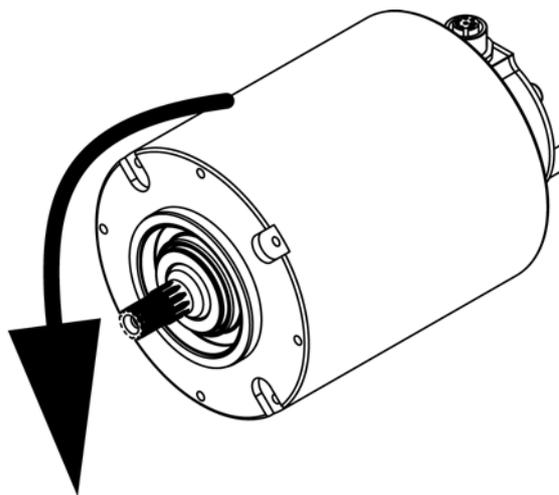
6.4.5 Drehrichtung Motorwelle

Bei positivem Sollwert dreht der Motor mit Blick auf die Motorwelle (A-lagerseitig) im Uhrzeigersinn (Defaulteinstellung).

Um die Drehrichtung zu invertieren, ohne die Koordinatendarstellung von Soll- und Istwerten ändern zu müssen, wird die Polarität der Soll- und Istwerte durch das Setzen von ID32773 'Antriebsspezifischer Service-Schalter' Bit 16 = 1 invertiert.



ID32773 Bit16 = 0

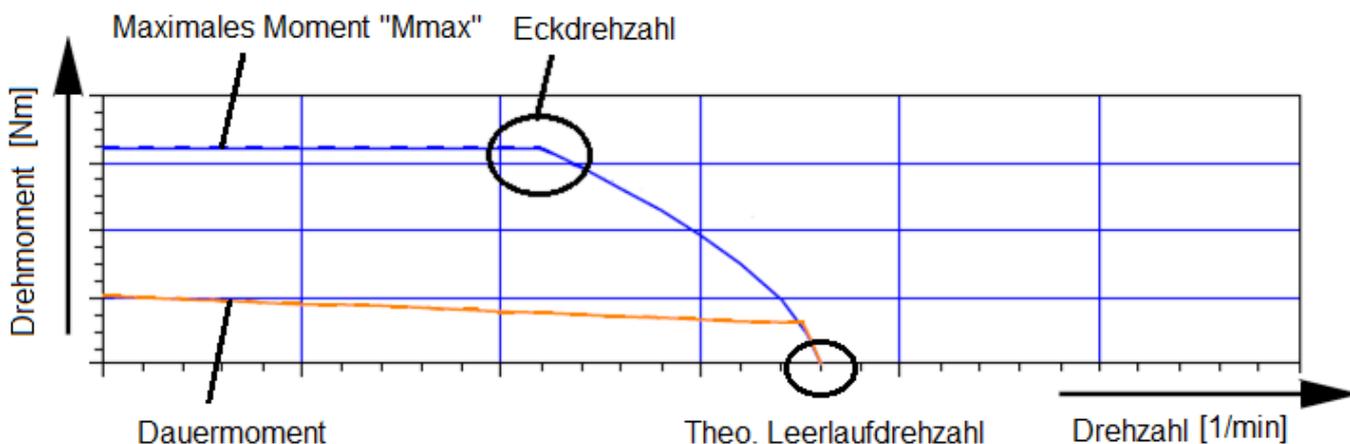


ID32773 Bit16 = 1

6.5 Synchron-Servomotor mit und ohne Feldschwächung

6.5.1 Synchron-Servomotor ohne Feldschwächung

Bei einem Synchron-Servomotor steht bis zu der sogenannten 'Eckdrehzahl' das maximale Motormoment zu Verfügung. Nach der 'Eckdrehzahl' verringert sich mit ansteigender Drehzahl das maximale Motormoment. Beim Erreichen der Leerlaufdrehzahl beträgt das Motormoment 0 Nm.



Ursache dafür ist die mit der Drehzahl steigende induzierte Gegenspannung des Motors. Beim Annähern der induzierten Gegenspannung an die maximale Ausgangsspannung des Wechselrichters reduziert sich der momentbildende Strom I_q , das Motormoment sinkt.

Die maximale Ausgangsspannung des Wechselrichters ist durch die HV Spannung begrenzt. Bei Betriebspunkten an der Eckdrehzahl ist die Regelreserve für den Stromregler stark eingeschränkt.

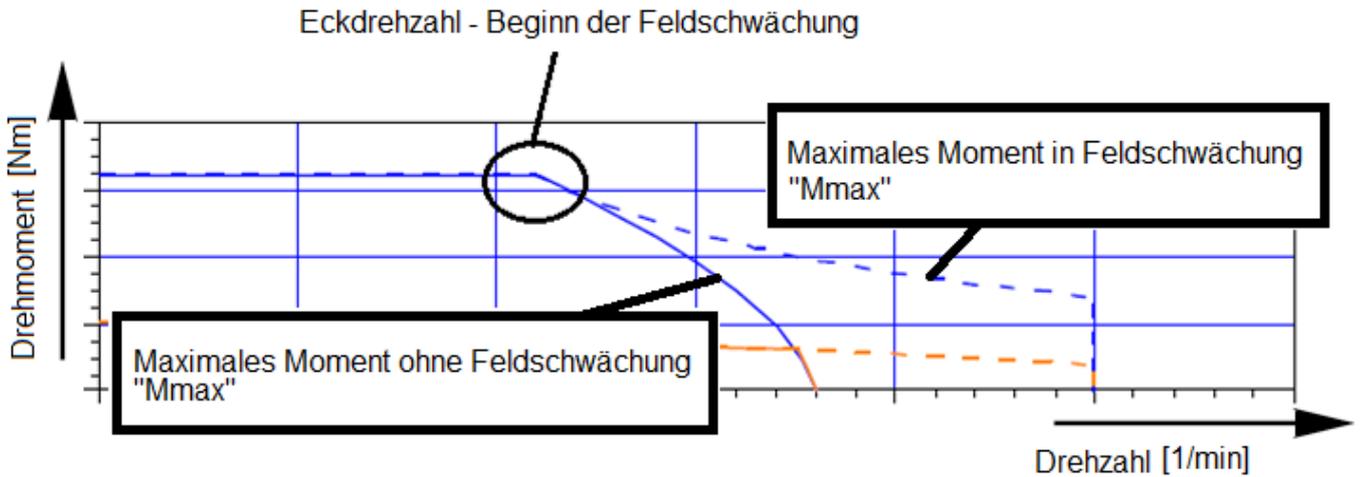
Bei Verwendung einer Batterie kann die Zwischenkreisspannung durch Leistungsentnahme bzw. durch rekuperieren schwanken. Die Zwischenkreisspannung hat direkt Einfluss auf die Eckdrehzahl.

Die induzierte Gegenspannung kann mit folgender Formel berechnet werden.

$$\text{Gegenspannung} = \frac{\text{ID34234 'Spannungskonstante } K_e' \times \text{Drehzahlwert} \times \sqrt{2}}{1000}$$

6.5.2 Synchron-Servomotor mit Feldschwächung

Ein Synchron-Servomotor mit Feldschwächung kann höhere Drehzahlen, mit einem gleichzeitig, sich nur langsam reduzierenden Motormoment erreichen. Zusätzlich werden Regelreserven im Bereich der Eckdrehzahl erreicht.



Beim Übergang in die Feldschwächung prägt der Wechselrichter einen negativen Magnetisierungsstrom I_d in die Wicklung ein. Dadurch wird das Feld der Permanentmagneten geschwächt. Die 'Spannungskonstante K_e ' sinkt, was wiederum die induzierte Spannung reduziert. Ein momentbildender Strom I_q kann fließen.



Der Magnetisierungsstrom I_d verursacht Verluste. Der Motor Maximalstrom ' I_{max} ' darf nicht überschritten werden.

$$I_{max} \geq \sqrt{I_q^2 + I_d^2}$$

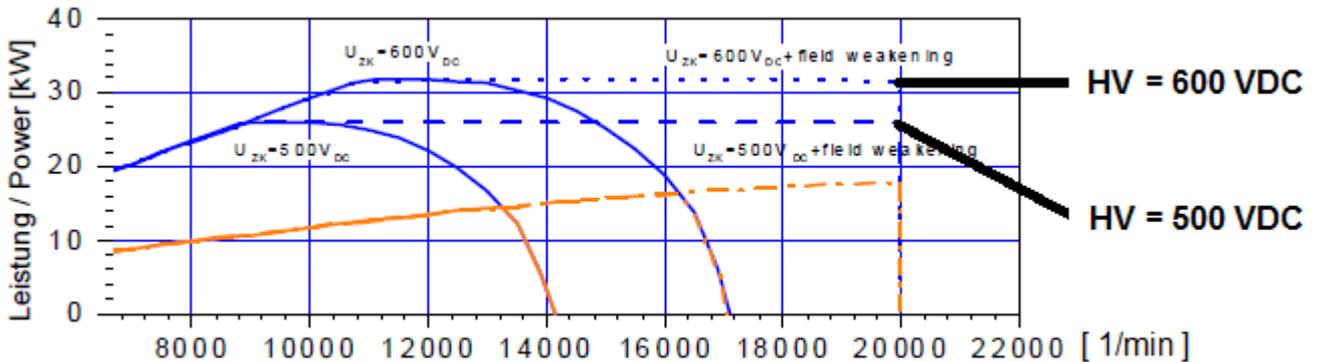
6.5.3 Kennlinien Motorleistung und Motormoment



Bei den folgenden Abbildungen handelt es sich um exemplarische Kennlinien.

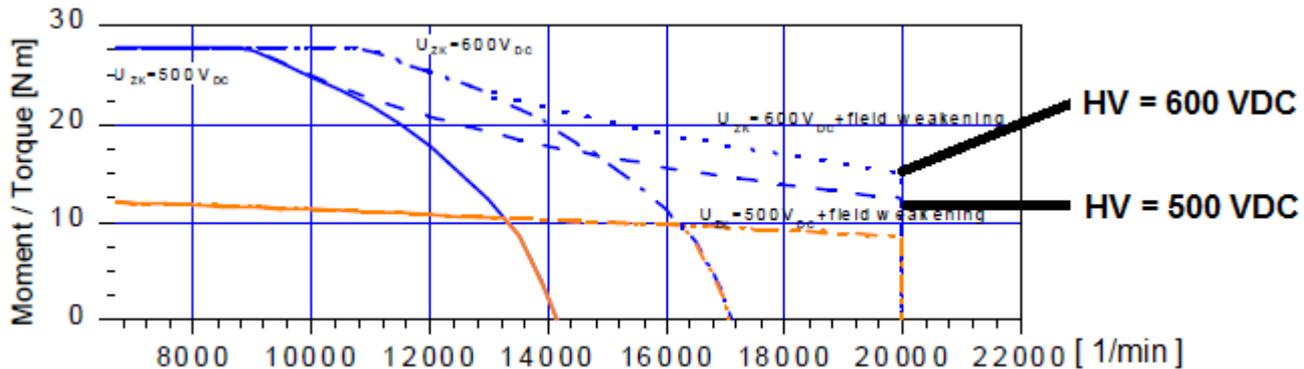
Die maximale Motorleistung ist abhängig von der zu Verfügung stehenden HV Spannung.

Beispiel: Motorleistung bei 600 VDC und 500 VDC / - - - Feldschwächbereich



Der Übergang in die Feldschwächung (Eckdrehzahl) setzt bei reduzierter HV Spannung früher ein. Das maximale Motormoment sinkt generell in Feldschwächung und nimmt bei reduzierter HV Spannung zusätzlich ab.

Beispiel: Motormoment bei 600 VDC und 500 VDC / - - - Feldschwächbereich



6.5.4 Vorgabe Drehmomentsollwert in Feldschwächung

WARNUNG	
	<p>Gefahr durch instabiles Reglerverhalten</p> <p>Der vorgegebene Drehmomentsollwert darf zu keinem Zeitpunkt höher sein, als das Maximalmoment das vom Motor im aktuellen Betriebspunkt zu Verfügung gestellt werden kann.</p> <p>Mögliche Folgen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überstrom Ausgangsklemmen (Diagnose-Nr. 2334), Antrieb trudelt aus • Antrieb trudelt aus (Induzierte Spannung > HV Spannung = Gleichstrombremsung) <p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maximaler Drehmomentsollwert online berechnen und limitieren

Das maximale Motormoment in der Feldschwächung ist abhängig von der HV Spannung. Änderungen der HV Spannung speziell beim Beschleunigen müssen anwenderseitig berücksichtigt werden.

Nachfolgend finden Sie ein Beispiel wie Sie die maximal zulässigen Drehmomentsollwerte berechnen können. Die maximal zulässige Drehmomentsollwertvorgabe [$M_{sollmax}$] in Abhängigkeit vom Drehzahlwert und der zu Verfügung stehenden Motorleistung. Die Motorleistung ist abhängig von der HV Spannung.

$$M_{soll\ max} = \frac{P [W]}{2 \times \pi \times \frac{N_{ist} [1/min]}{60}}$$

Ermitteln Sie auf einem Prüfstand die maximale Motorleistung. Beginnen Sie die Messreihe mit einer reduzierten Motorleistung.

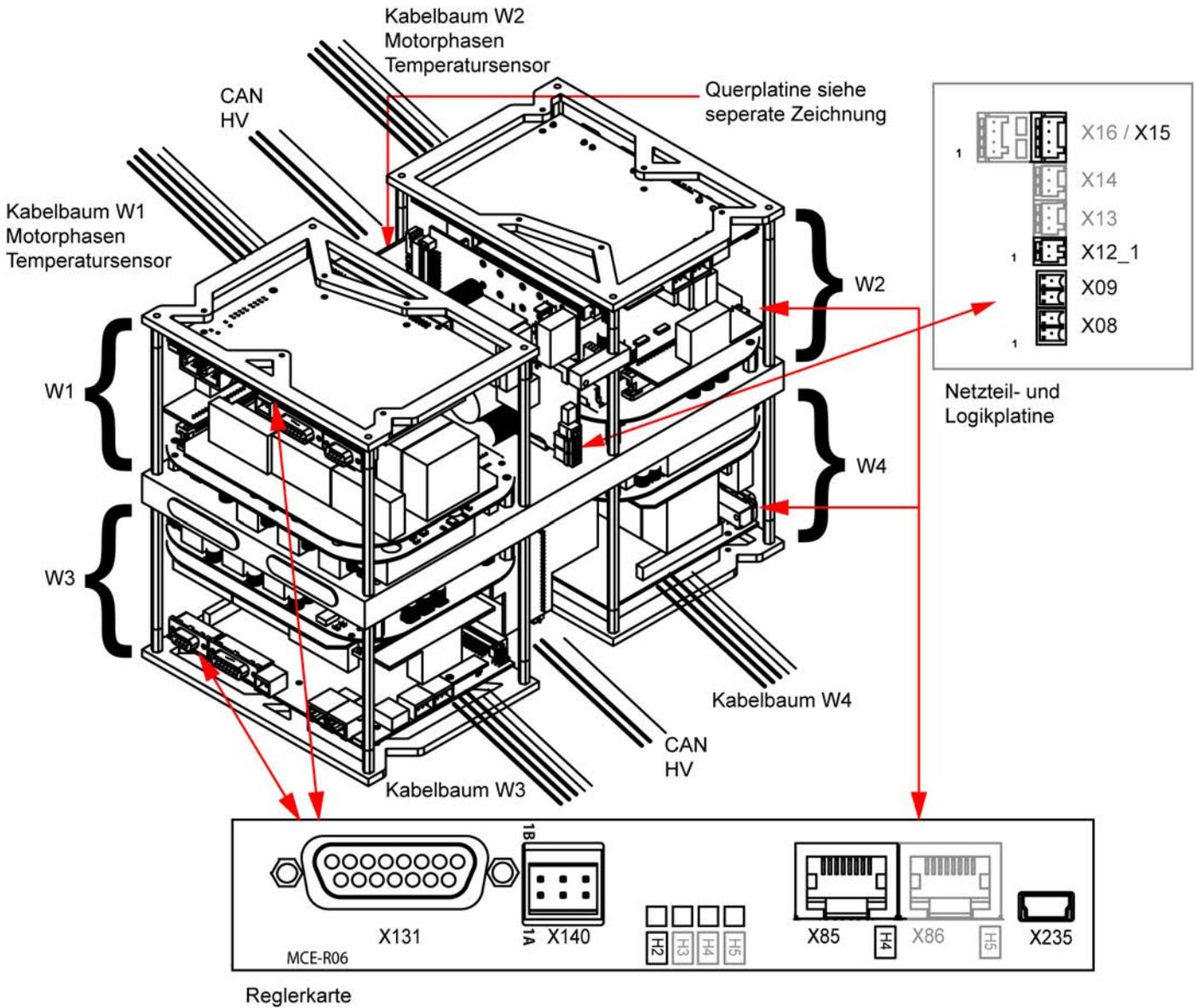
Bestimmung Feldschwächbetrieb
Der Motor befindet sich in Feldschwächung, wenn

$$M_{soll\ max} < M_{max}$$

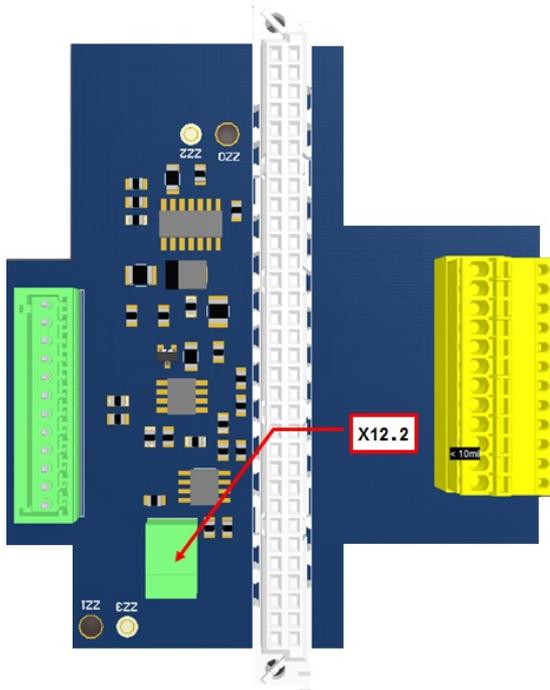
Bei der Drehmomentsollwertvorgabe (in Feldschwächung) durch die CAN Variable 'AMK_TorqueLimitPositiv' muss folgendes eingehalten werden: $M_{soll} < M_{sollmax} < M_{max}$. Für die negative Momentengrenze 'AMK_TorqueLimitNegativ' gilt das Gleiche.

7 Anschlussstechnik

7.1 Schnittstellenübersicht und Anschlüsse - Wechselrichter



Querplatine Klemme X12_2



Übersicht Anschlussklemmen

Schnittstellen	Anzahl	Funktion
X08 / X09	2	Eingang externe Versorgung 24 VDC (Bordnetz) / Weiterleitung 24 VDC ¹⁾
X12	4	Temperaturüberwachung Motor
X13	2	Reserviert
X14	2	Reserviert
X15	2	Endstufenfreigabe ¹⁾
X16	2	Reserviert
X85	4	Echtzeit Ethernet IN (EtherCAT) (Verbindung zum PC für AMK Software AIPEX PRO (Inbetriebnahme, Diagnose und Konfiguration) und ATF (Firmware-Update))
X86	4	Reserviert
X131	4	Motorgeber Eingang P-Geber, EnDat 2.1 (digital)
X140	4	Binäre Eingänge
X235	4	USB (Verbindung zum PC für AMK Software AIPEX PRO (Inbetriebnahme, Diagnose und Konfiguration) und ATF (Firmware-Update))

1) Gemeinsamer Anschluss für W1 + W2 und W3 + W4

Übersicht Kabelbaum / Offene Litzenzenden

Schnittstellen	Anzahl	Funktion
HV+	2	Batterieanschluss + ¹⁾
HV-	2	Batterieanschluss - ¹⁾
U	4	Motorphase U
V	4	Motorphase V
W	4	Motorphase W
T-Mot	4	Temperaturüberwachung Motor
CAN Bus	2	CAN Spezifikation 2.0 B nach ISO 11898 ¹⁾

1) Gemeinsamer Anschluss für W1 + W2 und W3 + W4

Status LED H2

Klasse	Zustand	Bemerkung
Antriebsstatus	Grün	System Bereit (SBM)
	Grün blinkend	Antrieb in Regelung (SBM und QRF Quittierung Reglerfreigabe)
	Orange blinkend	Warnung tritt bei aktiver Reglerfreigabe auf
	Orange	Warnung tritt bei inaktiver Reglerfreigabe auf / Flash-Modus
	Rot	Fehler mit Reaktion abhängig von der Fehlernummer

7.1.1 Litzen - CAN

Beschreibung:

Die Kommunikation zwischen den Wechselrichtern und der übergeordneten Steuerung wird über einen CAN Bus realisiert. Für den Nachrichtenaustausch wurden fest definierte CAN Nachrichten implementiert.

Siehe 'Datentelegramme' auf Seite 61.

Technische Daten:

- CAN Spezifikation 2.0 B nach ISO 11898

Ausführung:

Typ	Pole	Länge	Art	Hersteller	Bezeichnung
Einzeladern 0,14 mm ² , verschraubt	3 x 1	ca. 30 cm	Kabel geschirmt	Unitron	LiYCY (geschirmt)

Belegung:

Signal	Kennzeichnung	Beschreibung
CAN High	Weiß	CAN Datenleitung +
CAN Low	Braun	CAN Datenleitung -
CAN GND	Grün	GND
-	Schwarz	Kabelschirm

7.1.2 Litzen - HV+ und HV-

⚠ GEFAHR

 	<p>Lebensgefahr durch Stromschlag!</p> <p>Nach Abschalten des HV-Kreises können die Pufferkondensatoren für den Zwischenkreis noch Ladung enthalten und lebensgefährliche Gleichspannung führen, sofern sie nicht über eine externe Beschaltung entladen werden.</p> <p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vor sämtlichen Arbeiten am Gerät ist die HV-Einspeisung über den Hauptschalter aufzutrennen und gegen Wiedereinschalten zu sichern. • Nach dem Abschalten ist eine Entladezeit von mindestens 30 Minuten abzuwarten. • Messen Sie die Klemmenspannung z. B. im HV-Zwischenkreis zwischen den Klemmen HV+ und HV-, um sicherzustellen, dass die Klemme spannungsfrei ist. • Achtung: Ein spannungsfreier Zustand wird nicht signalisiert! • Entladeschaltung verwenden. Siehe 'Rechenbeispiel Entladeschaltung' auf Seite 30.
--	--

Beschreibung:

Versorgungsspannung aus der Hochvolt-Batterie für den HV-Zwischenkreis

HV +: Anschluss HV Spannung +

HV -: Anschluss HV Spannung -

Technische Daten:

- [Siehe 'Technische Daten Wechselrichter' auf Seite 15.](#), HV-Spannung, Gleichspannungszwischenkreis

Ausführung:

Typ	Pole	Länge	Art	Hersteller
Einzeladern 10 mm ² , verschraubt	2 x 1	ca. 30 cm	Silikonlitze	Multi Contact

Belegung:

Signal	Kennzeichnung	Beschreibung
HV +	Rot	HV Spannung +
HV -	Blau	HV Spannung -

Anschluss:

Kabel	2 Einzeladern, Kupferschirm anbringen
Schirmanschluss	Schirm beidseitig auflegen: <ul style="list-style-type: none"> • Kühlplatte • Schirmende auf der Batterieseite mit der dafür vorgesehenen Masse des Gehäuses verbinden.

7.1.3 Litzen - Motortemperaturfühler

Die Litzen sind an die Klemme X12 angeschlossen.

[Siehe '\[X12\] Motorkaltleiter zur Temperaturüberwachung' auf Seite 47.](#)

Ausführung:

Typ	Pole	Länge	Art	Hersteller	Bezeichnung
Einzeladern 0,34 mm ² , verschraubt	2 x 1	ca. 30 cm	Kabel geschirmt	Unitron	LiYCY (geschirmt)

Belegung:

Signal	Kennzeichnung	Beschreibung
RT1(+)	Braun	KTY + Anschluss
RT2(-)	Weiß	KTY - Anschluss
-	Schwarz	Kabelschirm

7.1.4 Litzen - Motorphasen U, V, W

⚠ GEFAHR



Lebensgefahr durch Stromschlag beim Berühren elektrischer Anschlüsse!

Die Permanentmagnete des Rotors einer Synchronmaschine induzieren gefährliche Spannungen an den Motoranschlüssen, wenn die Achse sich dreht, auch wenn der Motor elektrisch nicht angeschlossen ist.

Ist der Motor an einem Wechselrichter angeschlossen, liegt die durch den Motor induzierte Spannung an den HV-Anschlussklemmen an.

Gegenmaßnahmen:

- Stellen Sie sicher, dass die Motorwelle nicht rotiert.
- Sorgen Sie für einen Berührschutz der Motoranschlüsse.
- Überprüfen Sie die HV-Anschlussklemmen auf Spannungsfreiheit.

⚠️ WARNUNG	
	<p>Gefahr durch unkontrollierte Bewegungen der Motorwelle!</p> <p>Falsche Phasenfolge beim Motoranschluss kann nach dem Einschalten zu unkontrollierten Drehungen der Motorwelle führen.</p> <p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stellen Sie sicher, dass die Motorphasen korrekt angeschlossen sind.

Beschreibung:

Anschluss der Phasen U, V, W des Motors

Technische Daten:

- [Siehe 'Technische Daten Wechselrichter' auf Seite 15.](#)

Ausführung:

Typ	Pole	Länge	Art	Hersteller	Bezeichnung
Einzeladern 6 mm ² , eingelötet	3 x 1	ca. 30 cm	Litze	RADOX®	Schaltlitze 155

Belegung:

Signal	Kennzeichnung	Beschreibung
U	Braun	Motorspannung Phase U
V	Blau	Motorspannung Phase V
W	Schwarz	Motorspannung Phase W

Anschluss:

Kabel	3 Einzeladern, geschirmt
Schirmanschluss	Schirm beidseitig auflegen: <ul style="list-style-type: none"> • Kühlplatte • Schirmende auf der Motorseite durch AMK aufgelegt

7.1.5 [X08] / [X09] Versorgungsspannung 24 VDC (Bordnetz) und Weiterschleifung

HINWEIS	
Sachschaden!	<p>Überlastung der Klemme und der internen Platine!</p> <p>Die Anschlussleistung der Anschlüsse X08 und X09 ist begrenzt. Sie sind für einen Strom von max. 8 A ausgelegt.</p> <p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eine Weiterschleifung der 24 VDC Versorgungsspannung ist für insgesamt maximal 5 Module zulässig! • Werden mehr als 5 Geräte installiert, muss jede 5-er Gruppe separat mit 24 VDC versorgt werden.

HINWEIS	
Sachschaden!	<p>Sachschaden durch falsche Handhabung!</p> <p>Mechanische Beschädigung der Klemmen. Unterbrochene Signalleitungen.</p> <p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Steckverbinder sind teilweise codiert. Drücken Sie sie nicht mit Gewalt ein! • Ziehen Sie die Steckverbinder nicht am Kabel, sondern immer am Steckergehäuse ab. • Verwenden Sie den Prüfabgriff für Servicezwecke

Beschreibung:

Zur Versorgung des internen Schaltnetzteils
 X08: Anschluss 24 VDC Versorgungsspannung
 X09: Weiterschleifung der Spannung

Technische Daten:

- 24 VDC $\pm 15\%$
- Welligkeit max. 5 % mit integrierter Einschaltstrombegrenzung
- Das 0V-Potential des Netzteils ist am zentralen PE zu erden

Ausführung:

Typ	Pole	Art
Steckverbinder mit Zugfederanschluss	2	1reihige Stiftleiste

Belegung:

[X08] / [X09]	Anschluss	Signal	Beschreibung
Frontansicht geräteseitig X09 PIN 2  X09 PIN 1  X08 PIN 2  X08 PIN 1 	1	0 VDC	Anschluss 0 VDC Logikversorgung
	2	24 VDC	Anschluss 24 VDC Logikversorgung

Anschluss:

Empfohlener Kabeltyp	2-adrig, ungeschirmt
Kabelkonfektion	Flexible Leitung oder Aderendhülse ohne Kunststoffhülse
Querschnitt min./max.	0,25 mm ² / 1,5 mm ² AWG 24 / AWG 16
Empfohlener Leitungsquerschnitt	0,75 mm ² AWG 18
Abisolierlänge	9 mm
Klemme	FK-MCP 1,5/2-ST-3,80
Bemerkung	Ein Ausfall der 24 VDC Versorgung > 10 ms erzeugt eine Störung

7.1.6 [X12] Motorkaltleiter zur Temperaturüberwachung

HINWEIS	
Sachschaden!	<p>Sachschaden durch Überhitzung!</p> <p>AMK Servomotoren sind mit Temperatursensoren zur Temperaturüberwachung ausgestattet. Bei Motoren ohne bzw. mit überbrücktem Motorkaltleiteranschluss kann der angeschlossene Motor überhitzen und dadurch zerstört werden.</p> <p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schließen Sie den Kaltleiter im Servomotor zur Temperaturüberwachung an. • Aktivieren Sie die I²t Überwachung des Servomotors in ID32773 'Antriebsspezifischer Service-Schalter', Bit 14.
HINWEIS	
Sachschaden!	<p>Sachschaden durch falsche Handhabung!</p> <p>Mechanische Beschädigung der Klemmen. Unterbrochene Signalleitungen.</p> <p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Steckverbinder sind teilweise codiert. Drücken Sie sie nicht mit Gewalt ein! • Ziehen Sie die Steckverbinder nicht am Kabel, sondern immer am Steckergehäuse ab. • Verwenden Sie den Prüfabgriff für Servicezwecke

Beschreibung:

Anschluss zur Temperaturüberwachung eines Servomotors (parametrierbar über ID34166 'Temperatur Sensor Motor'). Die Klemme X12 ist mit zwei Anschlusslitzen vorverdrahtet. [Siehe 'Litzen - Motortemperaturfühler' auf Seite 44.](#)

Zuordnung:

Wechselrichter W2 bzw. Wechselrichter W4: Klemme X12_1
 Wechselrichter W1 bzw. Wechselrichter W3: Klemme X12_2

Technische Daten:

- Temperaturfühler (KTY)

Ausführung:

Typ	Pole
Steckverbinder mit Zugfederanschluss	2

[X12]	Anschluss	Signal	Beschreibung
Frontansicht geräteseitig PIN 2  PIN 1 	1	RT1 (+)	Anschluss Temperatursensor, Polung bei KTY beachten!
	2	RT2 (-)	Anschluss Temperatursensor, Polung bei KTY beachten!

Anschluss:

Empfohlener Kabeltyp	2-adrig, geschirmt
Kabelkonfektion	Flexible Leitung oder Aderendhülse ohne Kunststoffhülse
Schirmanschluss	Einseitig am Modulgehäuse auflegen

Querschnitt min./max.	0,25 mm ² / 0,5 mm ² AWG 24 / AWG 20
Empfohlener Leitungsquerschnitt	0,5 mm ² AWG 20
Abisolierlänge	8 mm
Klemme	FK-MC 0,5/2-ST-2,5

7.1.7 [X15] Endstufenfreigabe (2-kanalig)

HINWEIS	
Sachschaden!	<p>Sachschaden durch falsche Handhabung! Mechanische Beschädigung der Klemmen. Unterbrochene Signalleitungen.</p> <p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Steckverbinder sind teilweise codiert. Drücken Sie sie nicht mit Gewalt ein! • Ziehen Sie die Steckverbinder nicht am Kabel, sondern immer am Steckergehäuse ab. • Verwenden Sie den Prüfabgriff für Servicezwecke

Beschreibung:

Im Normalbetrieb müssen die Eingänge 'EF' und 'EF2' gleichzeitig gesetzt werden. Dadurch wird die Leistungsendstufe freigegeben.

Eine Unterbrechung von 'EF' und 'EF2' führt zu einer sofortigen und sicheren Sperrung der Taktimpulse für die Leistungsendstufe, bei gesetzter Reglerfreigabe (RF) wird eine Fehlermeldung generiert und die Leistungsendstufe gesperrt. [Siehe 'Antriebsverhalten im Fehlerfall' auf Seite 67.](#)

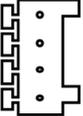
Technische Daten:

- Potentialgetrennt über Optokoppler
- Bemessungsspannung Eingänge: +24 VDC ext.
- Codierung Pin 3

Ausführung:

Typ	Pole
Steckverbinder mit Zugfederanschluss	4

Belegung:

[X15]	Anschluss	Signal	Beschreibung
Frontansicht geräteseitig 	1	EF2	Endstufenfreigabe EF2
	2, 4	EF	Endstufenfreigabe EF
	3	WEF	Bezugspotential 0 VDC ext. für die Eingangsspannung an EF / EF2

Anschluss:

Empfohlener Kabeltyp	4-adrig, ungeschirmt
Kabelkonfektion	Flexible Leitung oder Aderendhülse ohne Kunststoffhülse
Empfohlener Leitungsquerschnitt	0,5 mm ² AWG 20
Abisolierlänge	8 mm
Klemme	FK-MC 0,5/4-ST-2,5

7.1.8 [X85] Echtzeit Ethernet (EtherCAT)

Beschreibung:

Die Schnittstelle ist als Echtzeit Ethernet Schnittstelle ausgeführt und unterstützt das EtherCAT SoE-Protokoll (Servo Drive Profile over EtherCAT (SoE) nach IEC 61800-7-300).

Über die EtherCAT Schnittstelle kann die Reglerkarte mit einem PC und der darauf installierten AMK Software AIPEX PRO zur Inbetriebnahme und Diagnose verbunden werden.

X85: Anschluss PC

X86: Reserviert

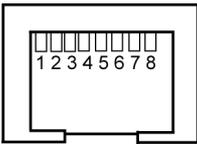
Technische Daten:

- 100BASE-T 100 Mbit/s Ethernet Standard
- Datenframe und Belegung der RJ45 Buchse nach IEEE802.3
- Maximale Länge 50 m (Industrienumgebung)

Ausführung:

Typ	Pole	Art
RJ45	8	Buchse

Belegung:

[X85]	Anschluss	Signal	Beschreibung
Frontansicht geräteseitig 	1	Tx+	Transmit Data +
	2	Tx-	Transmit Data -
	3	Rx+	Receive data +
	4	-	Reserviert
	5	-	Reserviert
	6	Rx-	Receive data -
	7	-	Reserviert
	8	-	Reserviert

Anschluss:

Kabelart	Patchkabel der Kategorie CAT5e, geschirmt
Querschnitt min-max	0,32 mm ² / AWG 22
Schirmanschluss	Beidseitig
Kabelkonfektion	RJ45-Stecker
Bemerkung	-

7.1.9 [X131] Motorgeber

HINWEIS	
Sachschaden!	<p>Zerstörung von Bauteilen durch statische Entladung!</p> <p>Elektrische Anschlüsse und Kontakte, z. B. bei Leistungs- und Signalleitungen, dürfen nicht berührt werden, da ansonsten Bauteile beim Berühren durch statische Entladung zerstört werden können.</p> <p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berühren Sie keine Anschlüsse und Kontakte • Berühren Sie PE, um eine statische Entladung zu bewirken, solange Sie mit gefährdeten Bauteilen umgehen • Beachten Sie die EGB / ESD-Hinweise (Elektrostatische Entladung)

Beschreibung

Im RACING KIT sind Motorgeber des AMK Typs P verbaut. Weitere Informationen: [Siehe 'Motorgeber' auf Seite 71.](#)

Technische Daten

- Eingangssignale nach RS485 Spezifikation
- Geberleitungslängen:

Geberbezeichnung	ECI 1118
AMK Geberbezeichnung	P
max. Geberleitungslänge [m]	100



Die genannten Leitungslängen gelten mit den angegebenen Spannungsbereichen und den von AMK empfohlenen Kabelquerschnitten.

Ausführung

Typ	Pole	Art
D-SUB	15	Buchse

Belegung

[X131]	Anschluss	P-Geber
Frontansicht geräteseitig 	1	-
	2	-
	3	-
	4	-
	5	-
	6	-
	7	5 VDC ¹⁾
	8	GND
	9	-EN_DAT
	10	+EN_DAT
	11	-EN_CLK
	12	+EN_CLK
	13	5 VDC ¹⁾
	14	GND
	15	-

1) 5 VDC ±5 % max. 350 mA

Anschluss

	P
Kabel	4 x 2 x 0,25 mm ² paarverseilt, + 4 x 0,5 mm ² geschirmt
Schirmanschluss	Beidseitig auflegen
Kabelkonfektion	D-SUB Stecker 15-polig; mit metallisiertem Gehäuse
Bemerkung	Auf der Motorseite ist der Schirm des Kabels über die Verschraubung im Steckergehäuse geerdet.



Empfohlener Kabeltyp:

M12 Stecker, 8 polig, Anzugsmoment 0,4 Nm

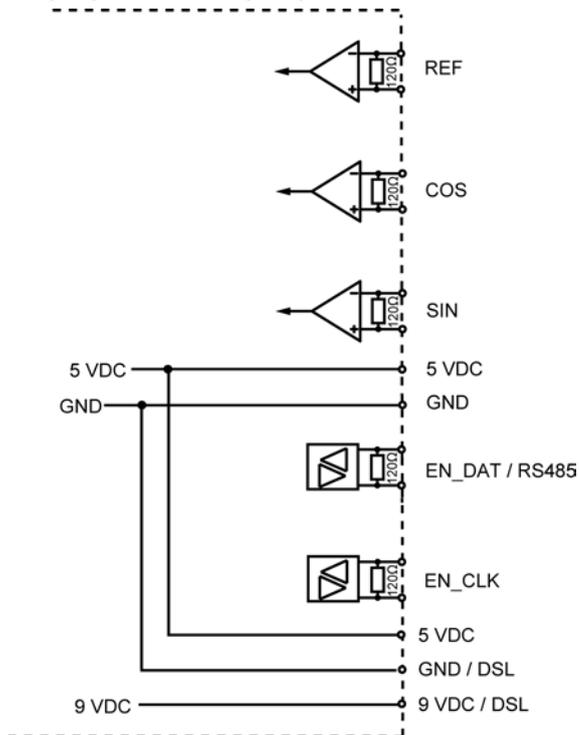
Mindestquerschnitt 0,25 mm², geschirmt

Die Anschlussleitung mit abgewinkelt Stecker und Datenleitungen ist bestellbar bei:

Phoenix Contact, Bezeichnung: SAC-8P-M12MR/5,0-PUR SH

(Kein Bestandteil des AMK RACING KITS)

Eingangsbeschaltung Regler



Gebersignalauswertung

In ID32953 'Gebertyp' wird festgelegt, wie die eingehenden Gebersignale ausgewertet werden.

7.1.10 [X140] Binäre Eingänge und Ausgänge

HINWEIS	
Sachschaden!	<p>Zerstörung von Bauteilen durch statische Entladung!</p> <p>Elektrische Anschlüsse und Kontakte, z. B. bei Leistungs- und Signalleitungen, dürfen nicht berührt werden, da ansonsten Bauteile beim Berühren durch statische Entladung zerstört werden können.</p> <p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berühren Sie keine Anschlüsse und Kontakte • Berühren Sie PE, um eine statische Entladung zu bewirken, solange Sie mit gefährdeten Bauteilen umgehen • Beachten Sie die EGB / ESD-Hinweise (Elektrostatistische Entladung)

Beschreibung

Die Reglerkarte hat auf der Klemme X140 2 binäre Eingänge und 1 binären Ausgänge. Die FSE Firmware nutzt die 2 binären Eingänge.

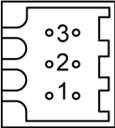
Technische Daten

- Norm IEC 61131-2 Typ 3 Binäreingänge:
Eingangs-Bemessungsspannung 0-30 VDC, max. Eingangsstrom bei 30 VDC = 15 mA
Pegel 0-5 VDC: low, 11-30 VDC: high
Elektrische Verzögerungszeit von T_{on} = 3-8 μ s und T_{off} = 48-57 μ s
- Norm IEC 61131-2 Binärausgänge:
Ausgangs-Bemessungsspannung 24 VDC, Ausgangsbemessungsstrom maximal 0,5 A, kurzschlussfest, potentialgetrennt, elektrische Verzögerungszeit von T_{on} 8-20 μ s, T_{off} = 50-55 μ s bei 200 mA Last

Ausführung

Typ	Pole	Art
Steckverbinder mit Zugfederanschluss	6	2-reihige Stiftleiste

Belegung:

[X140]	Anschluss	Signal	Beschreibung
Frontansicht geräteseitig BA 	1A	BA3	Binärausgang 3, 24 VDC, 2,5 A ¹⁾ , potentialgetrennt, dauerkurzschlussfest
	1B	BGND	Bezugspotential 0 V für die Versorgung der Binäreingänge und Binärausgänge
	2A	BGND	Bezugspotential 0 V für die Versorgung der Binäreingänge und Binärausgänge
	2B	BE2	Binäreingang 2, 24 VDC \pm 15 %, max. 10 mA, potentialgetrennt, z. B. Messeingang, Nocken
	3A	BVCC	Versorgung Binärausgänge 24 VDC \pm 15 %
	3B	BE1	Binäreingang 1, 24 VDC \pm 15 %, max. 10 mA, potentialgetrennt, z. B. RF

FSE Funktionalität Binäreingang BE1

Zur Aktivierung der Reglerfreigabe muss zusätzlich zu den CAN Signalen ('AMK_bInverterOn' und 'AMK_bEnable') der Hardwareeingang BE1 gesetzt werden. BE1 ist vergleichbar mit der Klemmenbezeichnung X15 (Zündschlüssel) im Automotivbereich.

- BE1 = 1 : Reglerfreigabe RF möglich
- BE1 = 0 : Reglerfreigabe RF gesperrt

FSE Funktionalität Binäreingang BE2

Zur Aktivierung der vorgegebenen Momentgrenzen muss der Hardwareeingang BE2 gesetzt werden.

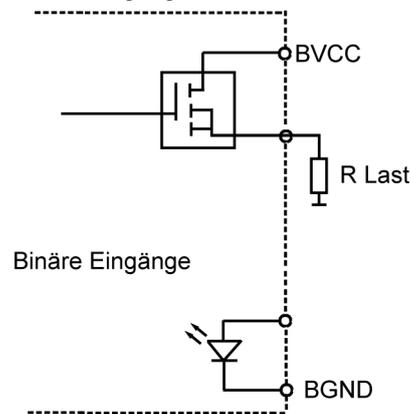
- BE2 = 1 : Momentgrenzen aktiv
- BE2 = 0 : Momentgrenzen deaktiviert, Motor momentlos

Anschluss

Kabel	6 x 0,8 mm ² (max.)/ AWG 18, geschirmt
Schirmanschluss	Einseitig auf dem Modulgehäuse aufliegen
Kabelkonfektion	Weidmüller Buchenstecker, 6-polig AMK Teile-Nr. 202700

Schaltungsprinzip

Binäre Ausgänge



7.1.11 [X235] USB

Beschreibung:

Die Wechselrichter verfügen über eine Mini-USB Schnittstelle, über die der Wechselrichter mit einem PC und der Software AIPEX PRO zur Inbetriebnahme und Diagnose verbunden werden kann.

Technische Daten:

USB V1.1 Slave

Ausführung:

Typ	Pole	Art
USB V1.1 Typ A nach Mini-USB Typ B	5	Buchse

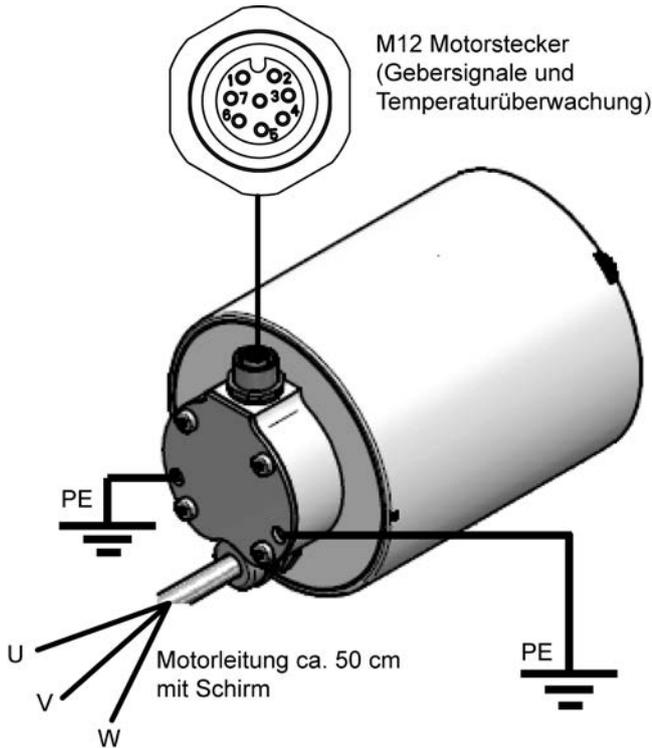
Belegung:

[X235]	Anschluss	Signal	Beschreibung
	1	5 VDC Eingang	Externe 5 VDC Versorgung vom USB Master, Stromaufnahme max. 50 mA
	2	D-	Data -
	3	D+	Data +
	4	5 VDC	Reserviert für AMK
	5	GND	Bezugspotential

Anschluss:

Kabelart	Data+ und Data- paarverseilt, geschirmt
Querschnitt min-max	0,08 mm ² / AWG 28
Schirmanschluss	Beidseitig aufliegen
Kabelkonfektion	Vorkonfektionierte Kabel
Bemerkung	Maximal 3 m Länge für USB Kabel zulässig! Mit aktivem USB-Repeater sind größere Leitungslängen möglich.

7.2 Schnittstellenübersicht und Anschlussstechnik - Motor



Kennzeichnung Motorphasen

DD5

- U - Schwarz
- V - Blau
- W - Braun

DT5 bis 2016 ab 2017

- U - Braun 1
- V - Blau 2
- W - Schwarz 3

7.2.1 M12 Motorstecker (Gebersignale und Temperaturüberwachung)

HINWEIS	
Sachschaden!	<p>Zerstörung von Bauteilen durch statische Entladung! Elektrische Anschlüsse und Kontakte, z. B. bei Leistungs- und Signalleitungen, dürfen nicht berührt werden, da ansonsten Bauteile beim Berühren durch statische Entladung zerstört werden können.</p> <p>Gegenmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Berühren Sie keine Anschlüsse und Kontakte Berühren Sie PE, um eine statische Entladung zu bewirken, solange Sie mit gefährdeten Bauteilen umgehen Beachten Sie die EGB / ESD-Hinweise (Elektrostatische Entladung)

Beschreibung

Anschlussbuchse für Gebersignale und Temperaturüberwachung

Technische Daten

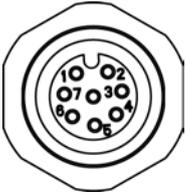
Motorgeber AMK Typs P, EnDat 2.2 light (digital) ¹⁾

Temperatursensor Typ KTY

- 1) EnDat 2.2 light bedeutet, dass es sich um einen EnDat 2.2 Geber handelt, der mit dem Befehlssatz von EnDat 2.1 am AMK Regler betrieben wird.

Ausführung

Typ	Pole	Art
M12 Buchse	8	-

	Anschluss	Signal	Anschlussklemme am Wechselrichter	Anschlussbezeichnung am Wechselrichter	Beschreibung
	1	KTY-	X12 (Kabelschwanz vorhanden)	RT2 (-)	Anschluss Temperatursensor, Polung bei KTY beachten!
	2	KTY+		RT1 (+)	Anschluss Temperatursensor, Polung bei KTY beachten!
	3	Data+	X131	+EN_DAT	Digitales Datensignal
	4	Data-		-EN_DAT	Digitales Datensignal (invertiert)
	5	GND		GND	Bezugspotential
	6	Clock-		-EN_CLK	Taktsignal
	7	Clock+		+EN_CLK	Taktsignal invertiert
	8	Up		5 VDC ±5 % max. 350 mA	Spannungsversorgung

Anschluss



Empfohlener Kabeltyp:

M12 Stecker, 8 polig, Anzugsmoment 0,4 Nm
 Mindestquerschnitt 0,25 mm², geschirmt

Die Anschlussleitung mit abgewinkelt Stecker und Datenleitungen ist bestellbar bei:
 Phoenix Contact, Bezeichnung: SAC-8P-M12MR/5,0-PUR SH
 (Kein Bestandteil des AMK RACING KITS)



Schirm großflächig durchverbinden und auf den Anschlussstecker X131 auflegen.

7.2.2 Motorleitung

⚠ GEFAHR



Lebensgefahr durch Stromschlag beim Berühren elektrischer Anschlüsse!

Die Permanentmagnete des Rotors einer Synchronmaschine induzieren gefährliche Spannungen an den Motoranschlüssen, wenn die Achse sich dreht, auch wenn der Motor elektrisch nicht angeschlossen ist.

Ist der Motor an einem Wechselrichter angeschlossen, liegt die durch den Motor induzierte Spannung an den HV-Anschlussklemmen an.

Gegenmaßnahmen:

- Stellen Sie sicher, dass die Motorwelle nicht rotiert.
- Sorgen Sie für einen Berührschutz der Motoranschlüsse.
- Überprüfen Sie die HV-Anschlussklemmen auf Spannungsfreiheit.

Beschreibung:

Anschluss der Phasen U, V, W des Motors

Technische Daten:

- [Siehe 'Technische Daten Wechselrichter' auf Seite 15.](#)

Ausführung:

Typ	Pole	Länge	Art
Einzeladern 4 mm ² , geschirmt	3 x 1	ca. 50 cm	Litzen, geschirmt

Belegung Motor Typ DD5:

Signal	Kennzeichnung	Beschreibung
U	Schwarz	Motorspannung Phase U
V	Blau	Motorspannung Phase V
W	Braun	Motorspannung Phase W

Belegung Motor Typ DT5 (ab 2017):

Signal	Kennzeichnung	Beschreibung
U	1	Motorspannung Phase U
V	2	Motorspannung Phase V
W	3	Motorspannung Phase W

Belegung Motor Typ DT5 (bis 2016):

Signal	Kennzeichnung	Beschreibung
U	Braun	Motorspannung Phase U
V	Blau	Motorspannung Phase V
W	Schwarz	Motorspannung Phase W

Anschluss:

Kabel	3-adrig, Mindestquerschnitt 4 mm ² , geschirmt
Schirmanschluss	Schirm beidseitig auflegen: <ul style="list-style-type: none"> • Kühlplatte • Schirmende auf der Motorseite mit der dafür vorgesehenen Masse des Gehäuses verbinden.



Der Kabelschirm muss zwischen Motor und Wechselrichter durchgängig vorhanden sein und beidseitig aufgelegt werden.

Ungeschirmte Leitungen können mit einem Abschirmgeflecht geschirmt werden. Übergänge großzügig überlappen lassen.

7.2.3 PE-Verbindung

⚠ GEFAHR**Lebensgefahr durch Stromschlag!**

Bei Unterbrechung der PE-Verbindung können lebensgefährliche Spannungen am Gehäuse auftreten.

Gegenmaßnahmen:

- Die PE-Verbindung muss mit mindestens 10 mm² Leitungsquerschnitt ausgeführt werden.
- Die PE-Verbindung wird mit einem Ringkabelschuh und einer M5 Schraube am Motorgehäuse festgeschraubt.

Anschluss:

Empfohlener Kabeltyp	1-adrig mindestens 10 mm ² bzw. Masseband
Kabelkonfektion	Ringkabelschuh
Verbindung	M5 x 12

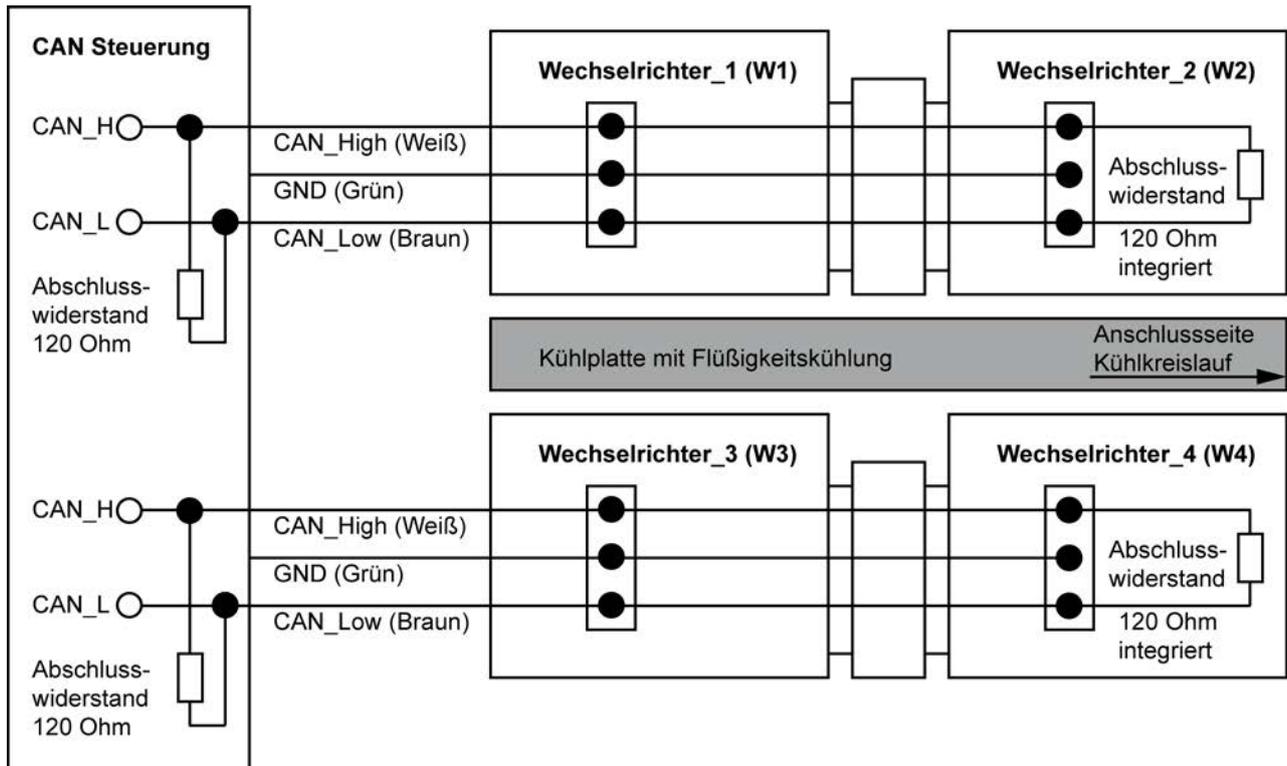
8 Funktionalität

8.1 CAN Bus

8.1.1 Verdrahtung (CAN) Feldbusleitung

Es ist vorgesehen, dass jeweils ein Wechselrichterpaar (W1 + W2, bzw. W3 + W4) an einem gemeinsamen CAN betrieben wird.

In jedem Wechselrichterpaar (W1 + W2, bzw. W3 + W4) ist eine ca. 30 cm lange Feldbusleitung eingelötet. In den Wechselrichtern W2 und W4 ist ein 120 Ohm Busabschlusswiderstand integriert.



8.1.2 Verdrahtung bei einer CAN BUS Leitung

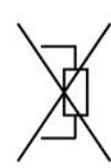


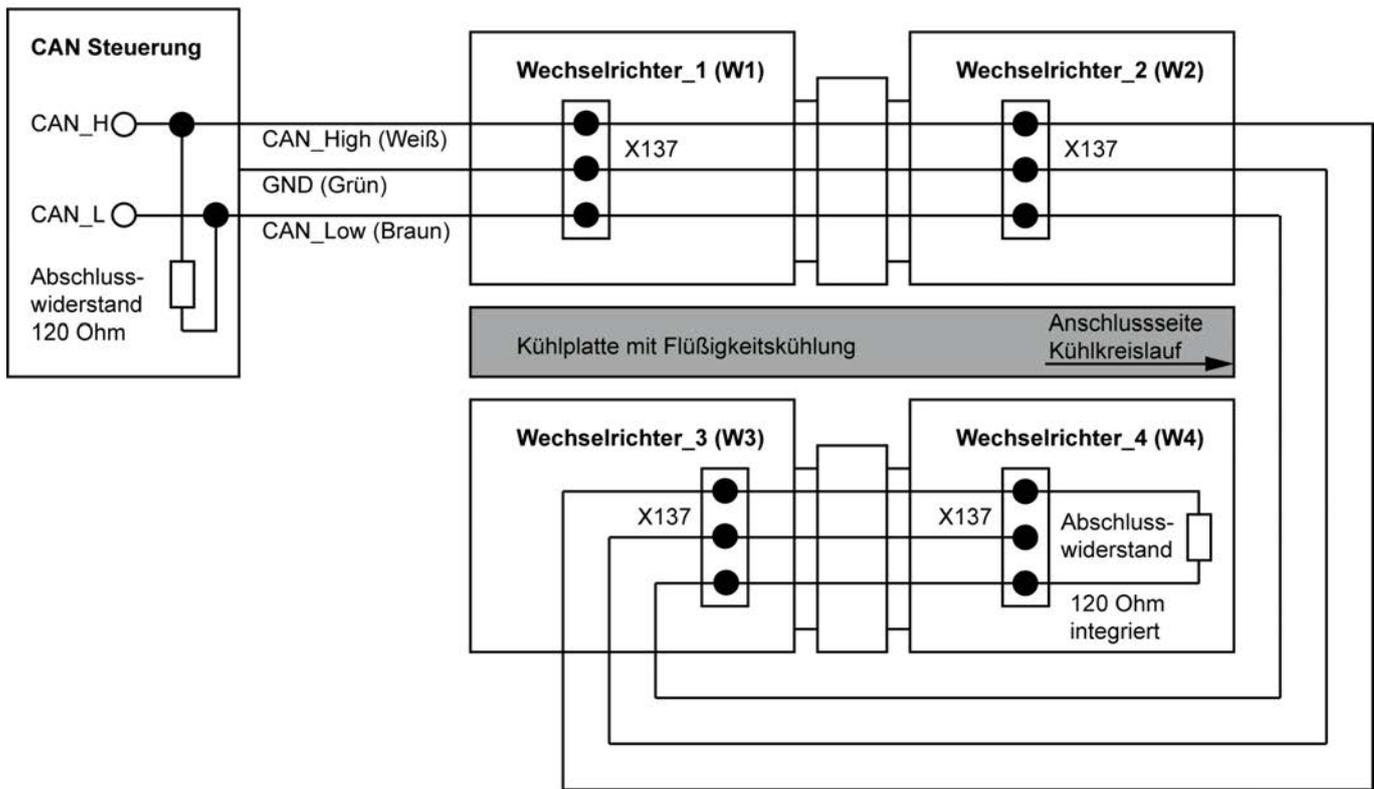
AMK empfiehlt die Verwendung von 2 CAN Bus Leitungen.

Siehe 'Verdrahtung (CAN) Feldbusleitung' auf Seite 59.

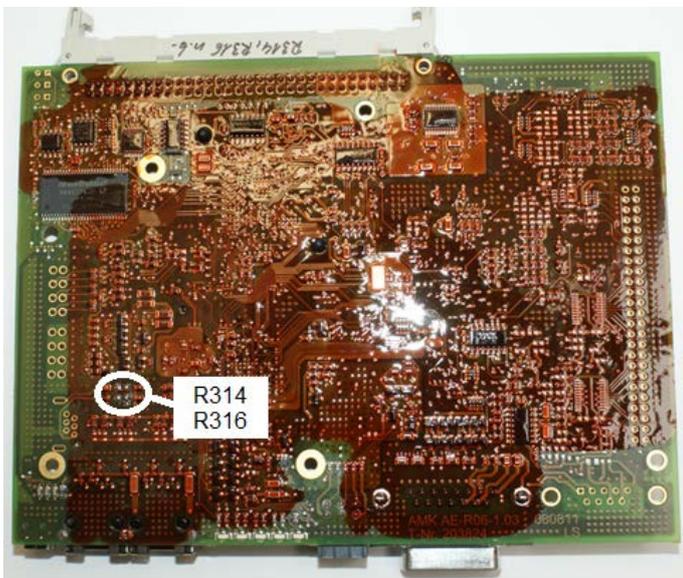
Für eventuelle Schäden die durch den Umbau auf eine CAN Leitung für alle 4 Wechselrichter entstehen, übernimmt die Firma AMK Arnold Müller GmbH & Co. KG keine Haftung.

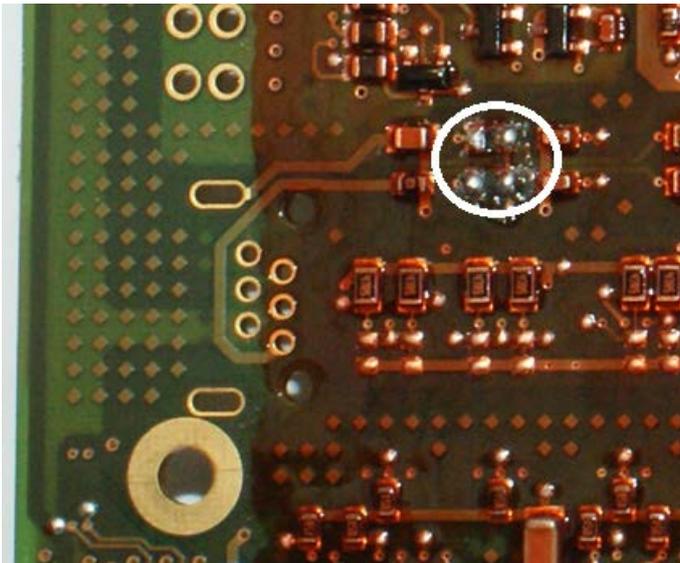
Beim Umbau auf eine CAN Leitung müssen die Abschlusswiderstände (R314 und R316) ausgelötet werden (im Beispiel W2). Verbinden Sie anschließend die CAN Schnittstelle X137 (W2) mit der CAN Schnittstelle des folgenden Wechselrichters (W3).

 Wechselrichter W2
Die Abschluss-
widerstände
R314, R316
müssen ausgelötet
werden

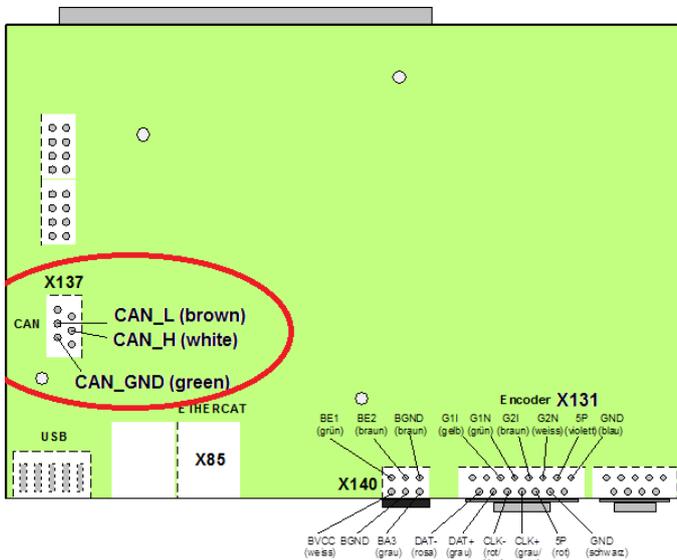


Position der Abschlusswiderstände auf der Reglerkarte.
Die Abschlusswiderstände sind auf dem Bildern ausgelötet.





Position der CAN Schnittstelle X137 auf der Reglerkarte.



8.1.3 Datentelegramme

Die Datentelegramme sind jeweils 8 Byte lang und werden im Intel-Format übertragen.

Nachrichten vom AMK Wechselrichter zur CAN Steuerung werden entsprechend der Zeitvorgabe in der ID34028 'BUS Ausgaberate' gesendet.

Der Defaultwert ist 5 ms. Die 'BUS Ausgaberate' kann in 1 ms Schritten eingestellt werden.

Gesendete Nachrichten von der CAN Steuerung zum AMK Wechselrichter werden vom Wechselrichter im 1 ms Zyklus abgefragt.



Telegrammausfallüberwachung:

Die Telegrammausfallüberwachung wird mit dem ersten empfangenen Datentelegramm aktiviert. Anschließend müssen die Datentelegramme zyklisch gesendet werden.

Die Telegrammausfallüberwachung spricht an, sobald der Wechselrichter mehr als 50 ms keine Telegramme von der CAN Steuerung empfängt.

Der Wechselrichter generiert in diesem Fall eine Fehlermeldung und der Motor trudelt aus (Drehmomentvorgabe 0 %M_N).

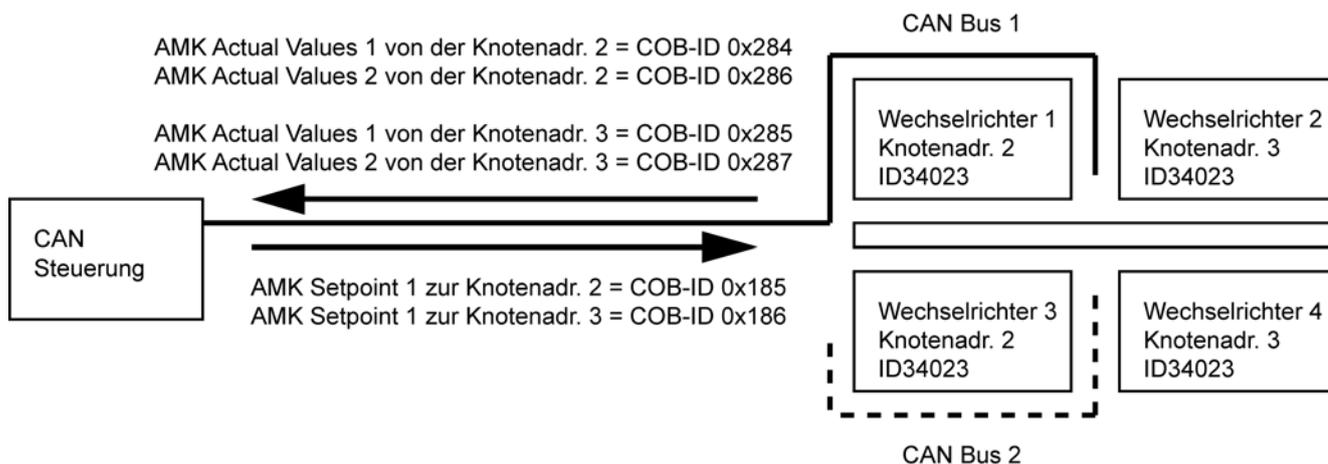
Die unterschiedlichen Wechselrichter (Knotenadressen), werden mit Hilfe der Grundadresse + Offset (jeweilige ID34023 'BUS Teilnehmer Adresse') angesprochen.

Beispiel:

Berechnung des CAN Identifier (COB-ID) für AMK Actual Values 1 vom Wechselrichter mit der Knotenadresse 2
 $0x282$ (AMK Actual Values 1) + $0x2$ (Knotenadresse) = $0x284$ (CAN Identifier)



Die ID34023 'BUS Teilnehmer Adressen' müssen so gewählt werden, dass keine gleichen COB-IDs im selben CAN Bus System mehrfach entstehen können.



CAN Parametrierung Wechselrichter: [Siehe 'Kommunikationsparameter CAN Bus' auf Seite 34.](#)

Beschreibung der Datentelegramme

Für den Datenaustausch zwischen Wechselrichter und CAN Steuerung stehen folgende Datentelegramme zu Verfügung:

Grundadresse	Name	Richtung	Bedeutung
0x282	AMK Actual Values 1	Wechselrichter → CAN Steuerung	Enthält das Statuswort und Istwerte
0x284	AMK Actual Values 2	Wechselrichter → CAN Steuerung	Enthält Istwerte
0x183	AMK Setpoints 1	CAN Steuerung → Wechselrichter	Enthält das Steuerwort und Sollwerte

Inhalt des Datentelegramms 'AMK Actual Values 1':

Name	Offset	Länge in Bit	Wertetyp	Einheit	Bedeutung
AMK_Status	0	16	unsigned	-	Statuswort Siehe nachfolgende Tabelle: Inhalt des Statusworts 'AMK_Status'
AMK_ActualVelocity	16	16	signed	1/min	Drehzahlwert
AMK_TorqueCurrent	32	16	signed	-	Rohdaten zur Berechnung 'Istwert Drehmoment bildender Strom': Siehe 'Einheiten' auf Seite 66.
AMK_MagnetizingCurrent	48	16	signed	-	Rohdaten zur Berechnung 'Istwert Magnetisierungsstrom': Siehe 'Einheiten' auf Seite 66.

Inhalt des Statusworts 'AMK_Status'

Über das Statuswort wird der Systemstatus und die Kommando-Quittierungen angezeigt.

Name	Offset	Länge in Bit	Bedeutung
AMK_bReserve	0	8	Reserviert
AMK_bSystemReady	8	1	System bereit (SBM)
AMK_bError	9	1	Fehler
AMK_bWarn	10	1	Warnung
AMK_bQuitDcOn	11	1	Quittierung HV-Freischaltung
AMK_bDcOn	12	1	Spiegel HV-Freischaltung
AMK_bQuitInverterOn	13	1	Quittierung Reglerfreigabe
AMK_bInverterOn	14	1	Spiegel Reglerfreigabe
AMK_bDerating	15	1	Derating (Momentbegrenzung aktiv)

Inhalt des Datentelegramms 'AMK Actual Values 2':

Name	Offset	Länge in Bit	Werttyp	Einheit	Bedeutung
AMK_TempMotor	0	16	signed	0.1 °C	Motortemperatur
AMK_TempInverter	16	16	signed	0.1 °C	Coldplate-Temperatur
AMK_ErrorInfo	32	16	unsigned	-	Diagnosenummer
AMK_TempIGBT	48	16	signed	0.1 °C	IGBT Temperatur

Inhalt des Datentelegramms 'AMK Setpoints 1':

Name	Offset	Länge in Bit	Werttyp	Einheit	Bedeutung
AMK_Control	0	16	unsigned	-	Steuerwort Siehe nachfolgende Tabelle: Inhalt des Steuerworts 'AMK_Control'
AMK_TargetVelocity	16	16	signed	1/min	Drehzahlsollwert
AMK_TorqueLimitPositiv	32	16	signed	0.1 % M_N	Momentgrenze positiv (Abhängig vom Nennmoment)
AMK_TorqueLimitNegativ	48	16	signed	0.1 % M_N	Momentgrenze negativ (Abhängig vom Nennmoment)

Inhalt des Steuerworts 'AMK_Control'

Über das Steuerwort können im Wechselrichter folgende Kommandos ausgelöst werden:

Name	Offset	Länge in Bit	Bedeutung
AMK_bReserve	0	8	Reserviert
AMK_bInverterOn	8	1	Reglerfreigabe
AMK_bDcOn	9	1	HV-Freischaltung
AMK_bEnable	10	1	Antrieb Freigabe
AMK_bErrorReset	11	1	Fehler löschen *
AMK_bReserve	12	4	Reserviert

*Sollwerte müssen den Wert 0 haben, sonst wird 'Fehler löschen' nicht ausgeführt.

8.1.4 Diagnosemeldung 3586 (CAN Fehler)



Die AMK Software AIPEX PRO zeigt die Zusatzinformationen (Info1 und Info2) dezimal an.

Eine Zusatzinformation kann mehrere Diagnosemeldungen enthalten. Zur Auswertung muss dieser Wert in einen binären Wert umgerechnet werden.

Beispiel:

AIPEX PRO Diagnose in 'dez' Info 1 = 12

Umgerechnet in 'bin': Info 1 = 01100

Entspricht der Meldung: Ungültiger Wert für Bus Ausgaberate und Ungültiger Wert für Bus Übertragungsrate

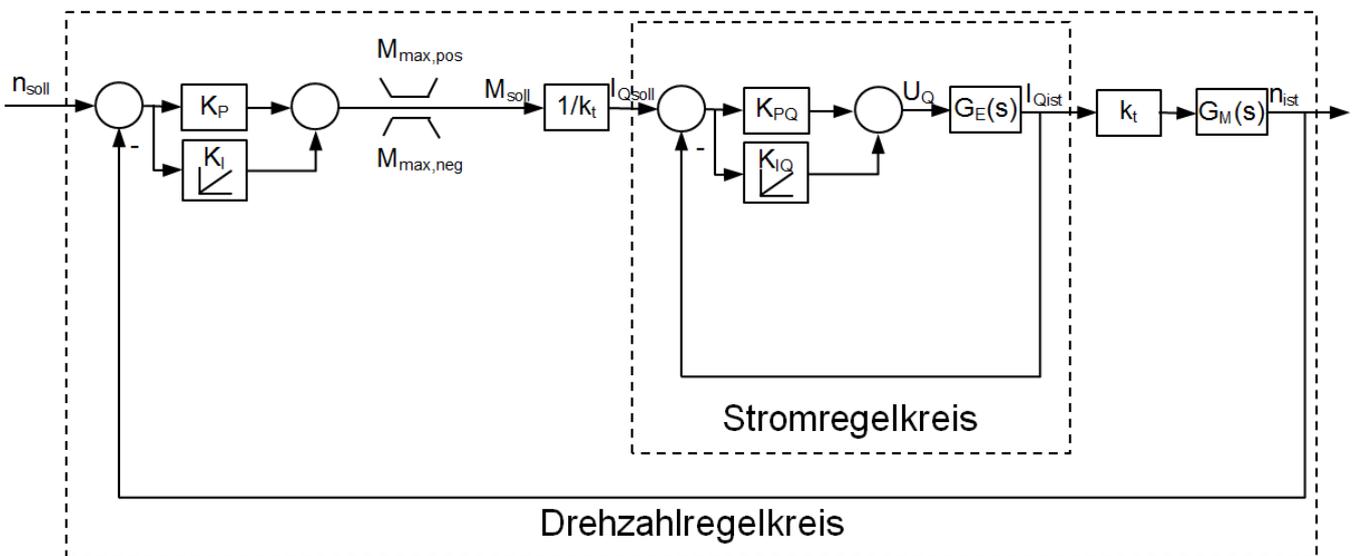
• Diagnosemeldung 3586 (CAN Fehler)																							
Gerät	FSE Wechselrichter																						
Beschreibung	Fehler die bei der Initialisierung des CANs auftreten werden mit der 'Zusatzinfo 1' deklariert. Fehler die beim Betrieb des CANs auftreten werden mit der 'Zusatzinfo 2' deklariert.																						
Klasse	Fehler																						
Antriebsverhalten	Systemabbruch bzw. Antrieb trudelt aus																						
Geräteverhalten																							
Zusatzinformationen (Info AMK Service)																							
	Info1	Dezimal	Bit																				
		0	0																				
			- (Fehler im Betrieb)																				
			<table border="1"> <tr> <th>Info 2</th> <th>Dezimal</th> <th>Bit</th> <th></th> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>Ausfall Sollwertbotschaft für > 50 ms</td> </tr> <tr> <td></td> <td>16</td> <td>4</td> <td>Unbekannte Nachricht empfangen</td> </tr> <tr> <td></td> <td>32</td> <td>5</td> <td>Nachricht mit falscher Länge empfangen</td> </tr> <tr> <td></td> <td>64</td> <td>6</td> <td>Fehler beim Senden</td> </tr> </table>	Info 2	Dezimal	Bit			1	0	Ausfall Sollwertbotschaft für > 50 ms		16	4	Unbekannte Nachricht empfangen		32	5	Nachricht mit falscher Länge empfangen		64	6	Fehler beim Senden
Info 2	Dezimal	Bit																					
	1	0	Ausfall Sollwertbotschaft für > 50 ms																				
	16	4	Unbekannte Nachricht empfangen																				
	32	5	Nachricht mit falscher Länge empfangen																				
	64	6	Fehler beim Senden																				
		1	0																				
		2	1																				
		4	2																				
		8	3																				
		16	4																				
			Speicherfehler																				
			Modul Auftragsfehler																				
			Ungültiger Wert für Bus Ausgaberate																				
			Ungültiger Wert für Bus Übertragungsrate																				
			Fehler bei Zugriff auf CAN																				

8.2 Funktionsbeschreibung FSE Firmware

Abhängig vom Sollwert (Gaspedalstellung) wird das Drehmoment am Servomotor gesteuert. Die Sollwertvorgabe für die Wechselrichter erfolgt über eine übergeordnete CAN Steuerung. Die Wechselrichter betreiben die Servomotoren in der Betriebsart Drehzahlregelung. Gegenüber der Betriebsart Momentsteuerung hat das den Vorteil, dass zusätzlich zur Momentbegrenzung die Drehzahl des Motors dynamisch beschränkt werden kann.

8.2.1 Reglerstruktur

Vereinfachte Darstellung der Reglerstruktur:



Bezeichnung	Beschreibung	CAN Variable
n_{soll}	Drehzahlsollwert	AMK_ TargetVelocity
n_{ist}	Drehzahlistwert	AMK_ ActualVelocity
$M_{max, pos}$	positive Momentgrenze	AMK_ TorqueLimitPositiv
$M_{max, neg}$	negative Momentgrenze	AMK_ TorqueLimitNegativ
K_P	Verstärkung des Drehzahlreglers (P-Anteil) (ID100 'DZR Proportionalverstärkung KP')	-
K_I	Integrationskonstante des Drehzahlreglers (I-Anteil) (als Nachstellzeit T_n in ID101 'DZR Nachstellzeit TN')	-
M_{soll}	Momentsollwert	-
kt	Drehmomentkonstante des Motors (ID32771 'Nenndrehmoment'/ ID111 'Nennstrom Motor')	-
K_{PQ}	Verstärkung des Stromreglers (P-Anteil) (ID34151 'Strom Q-Zweig Proportionalverstärkung KP')	-
K_{IQ}	Integrationskonstante des Stromreglers (I-Anteil) (als Nachstellzeit T_n in D34050 'Strom Q-Zweig Nachstellzeit TN')	-
$G_E(S)$	Übertragungsfunktion der elektrischen Regelstrecke	-
$G_M(S)$	Übertragungsfunktion der mechanischen Regelstrecke	-

8.2.2 Fahrzustände

HINWEIS	
Sachschaden!	<p>Zerstörung der Batterie! Unzulässige Lade- und Entladeströme zerstören die Batterie.</p> <p>Gegenmaßnahmen: Bei der Vorgabe von Beschleunigungs- und Bremsmoment ist zu beachten, dass die zulässigen Lade- und Entladeströme der Batterie eingehalten werden.</p>

Fahrzustand	Beschreibung	CAN Variable
Beschleunigen Vorwärts	Drehzahlsollwert = gewünschte positive Drehzahl [1/min]	AMK_ TargetVelocity
	Positive Momentgrenze = gewünschtes positives Beschleunigungsmoment [0,1 % M_N]	AMK_ TorqueLimitPositiv
	Negative Momentgrenze = (negatives Vorzeichen) gewünschtes negatives Bremsmoment [0,1 % M_N] ¹⁾	AMK_ TorqueLimitNegativ
Rollen	Drehzahlsollwert = beliebig [1/min]	AMK_ TargetVelocity
	Positive Momentgrenze = 0 [0,1 % M_N]	AMK_ TorqueLimitPositiv
	Negative Momentgrenze = 0 [0,1 % M_N]	AMK_ TorqueLimitNegativ
Bremsen auf 0 1/min bei positivem Drehzahlistwert	Drehzahlsollwert = 0 [1/min]	AMK_ TargetVelocity
	Positive Momentgrenze = 0 [0,1 % M_N]	AMK_ TorqueLimitPositiv
	Negative Momentgrenze = (negatives Vorzeichen) gewünschtes negatives Bremsmoment [0,1 % M_N]	AMK_ TorqueLimitNegativ

Fahrzustand	Beschreibung	CAN Variable
Bremsen auf 0 1/min bei negativem Drehzahlwert	Drehzahlsollwert = 0 [1/min]	AMK_ TargetVelocity
	Positive Momentgrenze = gewünschtes positives Bremsmoment [0,1 %M _N]	AMK_ TorqueLimitPositiv
	Negative Momentgrenze = 0 [0,1 %M _N]	AMK_ TorqueLimitNegativ
Beschleunigen Rückwärts	Drehzahlsollwert = (negatives Vorzeichen) gewünschte Drehzahl [1/min]	AMK_ TargetVelocity
	Positive Momentgrenze = beliebig [0,1 %M _N]	AMK_ TorqueLimitPositiv
	Negative Momentgrenze = (negatives Vorzeichen) gewünschtes Beschleunigungsmoment [0,1 %M _N]	AMK_ TorqueLimitNegativ

1) Überschreitet der Drehzahlwert den Drehzahlsollwert z. B. beim Bergabfahren wird mit dem vorgegebenen Bremsmoment rekuperiert.

8.2.3 Diagnosemeldung FSE

• 3585 Diagnosemeldung FSE Wechselrichter								
Gerät	FSE Wechselrichter							
Beschreibung	Spezifische Diagnosemeldungen für die FSE Firmware							
Klasse	Fehler							
Antriebsverhalten	Antrieb trudelt aus							
Geräteverhalten								
Zusatzinformationen (Info AMK Service)								
	Info1	1	-	Info 2	3	Info 3	1	Obere Spannungsgrenze ID32798-3 < Untere Spannungsgrenze ID32798-4
						Info 3	4	Vorzeichenfehler Momentgrenzen aus Berechnung
						Info 3	5	0V > Zwischenkreisspannung oder Zwischenkreisspannung > 1000V
						Info 3	7	Fehler Quadrantenbestimmung
						Info 3	8	Fehlerhafte Einstellungen Spannungsbegrenzung ID32798-3 < ID32798-7 oder ID32798-4 > ID32798-10
		2		Info 2	1	Info 3	0	I ² t/Temperatur Derating Einstellungen
		5		Info 2	1	Info 3	0	Fehler Asynchrone Datenhaltung

8.2.4 Einheiten

Drehmoment

Alle Drehmomentwerte des Systems beziehen sich auf die ID32771 'Nenn Drehmoment' und werden in 0,1 %M_N von dessen Wert angegeben. Der Parameterwert ist dem Typenschild bzw. Datenblatt des Motors zu entnehmen. Zentraler Bezug der Drehmomentdaten ist ID111 'Nennstrom Motor'.

Geschwindigkeit

Alle Geschwindigkeitswerte werden in 1/min angegeben.

Temperatur

Alle Temperaturwerte werden in 0,1 °C angegeben.

Id und Iq

Die Ströme sind bezogen auf den gerätespezifischen Wert in ID110 'Maximalstrom Umrichter'. Der aktuelle Strom in A berechnet sich wie folgt:

$$I_q = \frac{\text{AMK_TorqueCurrent} \times \text{ID110}}{16384}$$

$$I_d = \frac{\text{AMK_MagnetizingCurrent} \times \text{ID110}}{16384}$$

Übertragungsrate

N... Anzahl der Nachrichten

X... Anzahl der Geräte im Netzwerk

$$x = \frac{\text{ID34028[s]} \times \text{ID34024 [bit/s]}}{111[\text{bit}] \times N}$$

8.2.5 Antriebsverhalten im Fehlerfall

Im Fehlerfall wird vom Wechselrichter eine CAN Fehlermeldung 'AMK_ErrorInfo' generiert und das CAN Errorbit 'AMK_bError' gesetzt. Abhängig von der Fehlerursache wird der Motor momentfrei geschaltet oder die Triggersignale zur Ansteuerung der Leistungsendstufen werden zweikanalig gesperrt (identisch X15 EF/EF2 = 0).

Momentfrei bedeutet, dass die Motorregelung weiterhin mit einem Drehmomentsollwert von 0% M_N aktiv ist. Das Verhalten vom Motor ist identisch dem Austrudeln. Beträgt $N_{\text{ist}} = 0$ 1/min wird die Motorregelung deaktiviert und das CAN Statussignal 'AMK_bQuitInverterOn' zurückgesetzt.

Ansteuerung Leistungsendstufen gesperrt bedeutet, dass die Motorregelung deaktiviert ist und das CAN Statussignal 'AMK_bQuitInverterOn' zurückgesetzt wird. Solange die Achse sich dreht, induzieren die Permanentmagneten des Rotors eine Gegenspannung an den Motoranschlüssen des Wechselrichters. Das Verhalten des Motors (trudeln / bremsen) ist abhängig davon, ob die induzierte Spannung > Gleichspannungszwischenkreis (HV Spannung) ist. In diesem Fall wird der Stromkreis über die Freilaufdioden im Leistungstransistor geschlossen und es tritt eine Bremswirkung auf (Gleichstrombremsung). Das Bremsmoment ist abhängig vom Drehzahlwert. Reduziert sich die induzierte Spannung < Gleichspannungszwischenkreis (HV Spannung) trudelt der Motor aus.

Die induzierte Gegenspannung im Gleichspannungszwischenkreis (HV Spannung) wird mit folgender Formel berechnet und darf nicht mehr als 800 VDC betragen:

$$\text{ID34234 'Spannungskonstante } K_e' \times \text{Drehzahlwert} \times \sqrt{2} / 1000$$



Zum sicheren Trennen des Motors muss eine entsprechende Trennvorrichtung installiert werden.

Übersicht Antriebsverhalten im Fehlerfall bzw. bei Rücksetzen von EF/EF2:

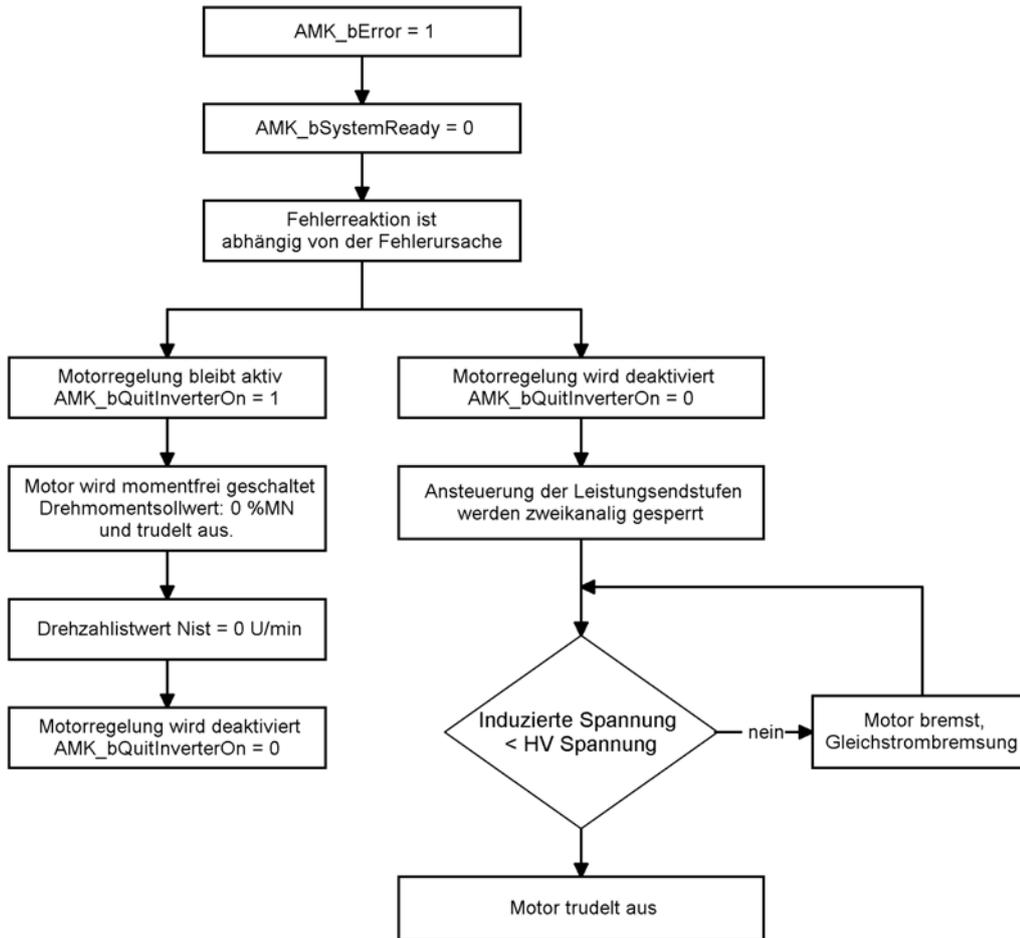
Situation	EF/EF2 (X15)	AMK_bError (CAN)	AMK_bQuitInverterOn (CAN)	Induzierte Spannung > HV Spannung	Verhalten
1	1	1	1	nein	Motorregelung: aktiv Drehmomentsollwert: 0 %M _N Verhalten Motor: austrudeln
2	1	1	1	ja	Motorregelung: aktiv Drehmomentsollwert: 0 %M _N Verhalten Motor: austrudeln
3	1	1	0	nein	Motorregelung: deaktiviert ¹⁾ Drehmomentsollwert: - Verhalten Motor: austrudeln (Verhalten identisch zu Situation 5)
4	1	1	0	ja	Motorregelung: deaktiviert ¹⁾ Drehmomentsollwert: - Verhalten Motor: generatorischer (rekuperativer) Betrieb (Verhalten identisch zu Situation 6)
5	0	1	0	nein	Motorregelung: deaktiviert ¹⁾ Drehmomentsollwert: - Verhalten Motor: austrudeln
6	0	1	0	ja	Motorregelung: deaktiviert ¹⁾ Drehmomentsollwert: - Verhalten Motor: generatorischer (rekuperativer) Betrieb

1) Die Triggersignale zur Ansteuerung der Leistungsendstufen werden zweikanalig gesperrt.

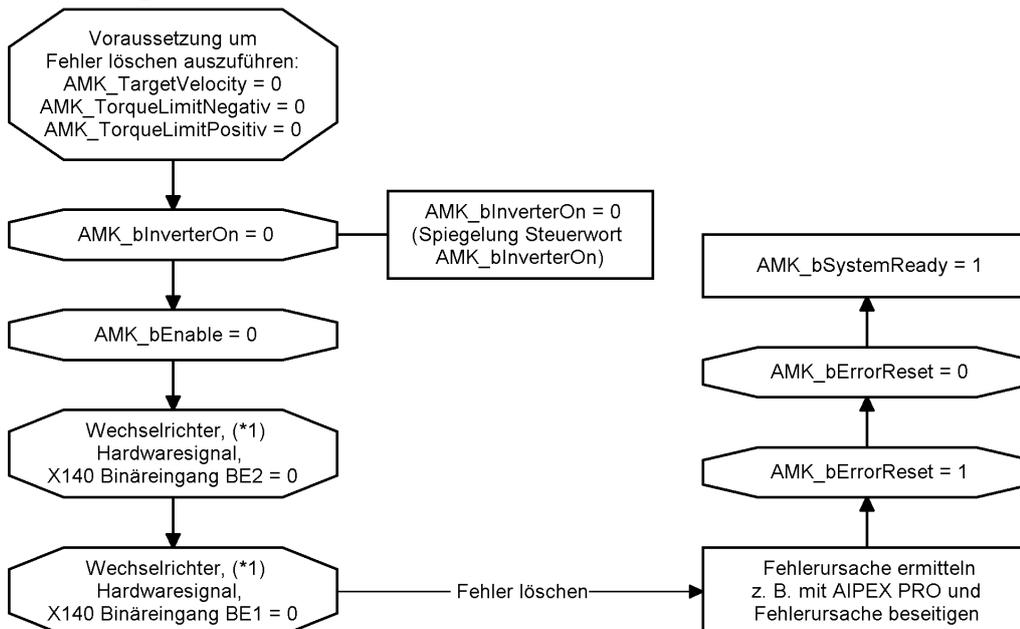


Es wird immer nur das Antriebssystem momentlos geschaltet, dessen Wechselrichter einen Fehler generiert, die anderen Antriebssysteme bleiben weiterhin in Regelung.
Das Programm der übergeordneten CAN Steuerung ist so auszulegen, dass ein Fehler erkannt wird und sofort die restlichen Antriebssysteme passend zur aktuellen Situation abgeschaltet werden.

8.2.6 Diagramm im Fehlerfall



8.2.7 Diagramm 'Fehler löschen'



1) optional

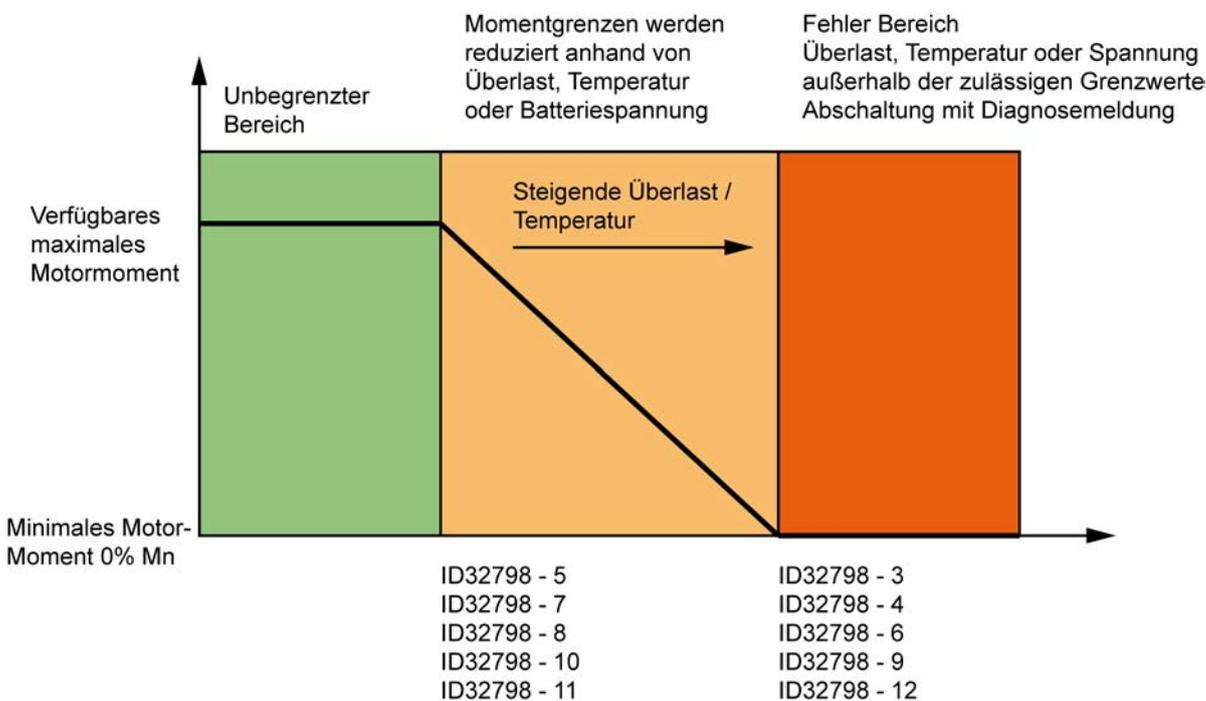
8.2.8 Momentbegrenzung

Ein Betrieb des Motors mit Momenten über dem Nennmoment ist innerhalb von fest definierten Grenzen zulässig. Beim Überschreiten der Grenzwerte generiert der Antrieb eine Diagnosemeldung. Die Leistungsendstufe wird abgeschaltet und der Motor trudelt aus.

Damit ein störungsfreier Betrieb des Wechselrichters auch im Grenzlastbereich möglich ist, wird das maximale Motormoment automatisch reduziert.

Das Derating orientiert sich an den folgenden Messgrößen:

- Temperatur Motor
- Temperatur Leistungsteile (IGBT) Wechselrichter
- Temperatur Kühlplatte Wechselrichter
- Überlast nach Stromintegral Wechselrichter
- Überlast nach Stromintegral Motor
- Unter- bzw. Überspannung im HV-Kreis



Das Derating berechnet einen Grenzwert für den Momentstrom. Um diesen Grenzwert nicht zu überschreiten, werden die Momentgrenzen beeinflusst. Es wird jeweils nur die positive oder negative Momentgrenze beeinflusst, die im aktuellen Betriebsfall wirksam ist.

Es wird keine Fehlermeldung abgesetzt, wenn die Spannungsgrenzen überschritten werden. Dem Motor kann jedoch kein Moment entnommen werden, das ein weiteres Überschreiten der Grenzen zur Folge hätte.

Eine vorliegende Leistungsreduzierung wird mit der CAN Variable 'AMK_bDerating' über den CAN Bus gemeldet.

Parametrierung der Momentbegrenzung:

Temperatur Motor	Temperaturerfassung durch KTY in der Motorwicklung, angeschlossen an Klemme X12 am Wechselrichter	
	ID32798 'Anwenderliste 1'	
	ID32798 - 11	Motortemperatur bei der volles Moment zur Verfügung steht
	ID32798 - 12	Motortemperatur bei der kein Moment zur Verfügung steht
Temperatur Leistungsteile (IGBT) Wechselrichter	Temperaturerfassung (IGBT) durch Temperaturmodel	
	ID32798 'Anwenderliste 1'	
	ID32798 - 8	Leistungsteiltemperatur bei der volles Moment zur Verfügung steht
	ID32798 - 9	Leistungsteiltemperatur bei der kein Moment zur Verfügung steht

Temperatur Kühlplatte Wechselrichter	Temperaturerfassung durch KTY auf der Kühlplatte	
	ID32798 'Anwenderliste 1'	
	ID32798 - 5	Wechselrichtertemperatur bei der volles Moment zur Verfügung steht
	ID32798 - 6	Wechselrichtertemperatur bei der kein Moment zur Verfügung steht
Überlast nach Stromintegral Wechselrichter	Immer aktiv, nicht deaktivierbar	
	ID32999 'Überlastschwelle Umrichter' Schwelle des Stromintegrals des Wechselrichters, ab der ein Derating begonnen und eine Meldung abgesetzt wird	
Überlast nach Stromintegral Motor 1)	Aktivieren Sie die I ² t Überwachung des Servomotors in ID32773 'Antriebsspezifischer Service-Schalter', Bit 14.	
	ID114 'Überlastschwelle Motor' Schwelle des Stromintegrals des Motors, ab der ein Derating begonnen und eine Meldung abgesetzt wird.	
	Relevante Motorparameter ID109 'Maximalstrom Motor' ID34096 'Stillstandsstrom Motor' ID34168 'Dauer Maximalstrom Motor'	
	ID32798 'Anwenderliste 1'	
Unter- bzw. Überspannung im HV-Kreis	ID32798 - 3	Maximale Batteriespannung (Ladeschlussspannung)
	ID32798 - 4	Minimale Batteriespannung (Tiefentladung)
	ID32798 - 7	Beginn der Reduzierung bei Ladeschlussspannung
	ID32798 - 10	Beginn der Reduzierung bei Tiefentladungsschutz



¹⁾ Der Magnetisierungsstrom wird in der Berechnung nicht berücksichtigt. Bei hohen Drehzahlen im Feldschwäcbereich kann dies zu einer erhöhten Erwärmung im Motor führen.



Informationen zur Parametrierung : [Siehe 'Parameter FSE' auf Seite 35.](#)

8.2.9 Batterieschutz

In der FSE Firmware ist ein grundlegender Batterieschutz integriert, der Überspannung und Unterspannung der Batterie verhindern kann.

Bei einer Batteriespannung zwischen ID32798 - 7 und ID32798 - 3 wird die generatorische Momentgrenze (je nach aktueller Drehrichtung die positive oder negative Momentgrenze) linear reduziert, so dass die Ladeschlussspannung in ID32798 - 3 nicht überschritten werden kann. Bei einer Batteriespannung zwischen ID32798 - 10 und ID32798 - 4 wird die motorische Momentgrenze linear reduziert, so dass die Tiefentladungsschwelle in ID32798 - 4 nicht unterschritten werden kann.



Eine externe Batterieüberwachung muss die Ladezustände der einzelnen Batteriezellen auswerten.

8.3 Motorgeber

In den DYNASYN Synchron-Servomotoren DD5-14-10-POW-18600-B5 sind induktive Motorgeber integriert (AMK Typenbezeichnung P). Dabei handelt es sich um Singelturn Absolutwertgeber mit digitaler EnDat 2.2 light Schnittstelle.

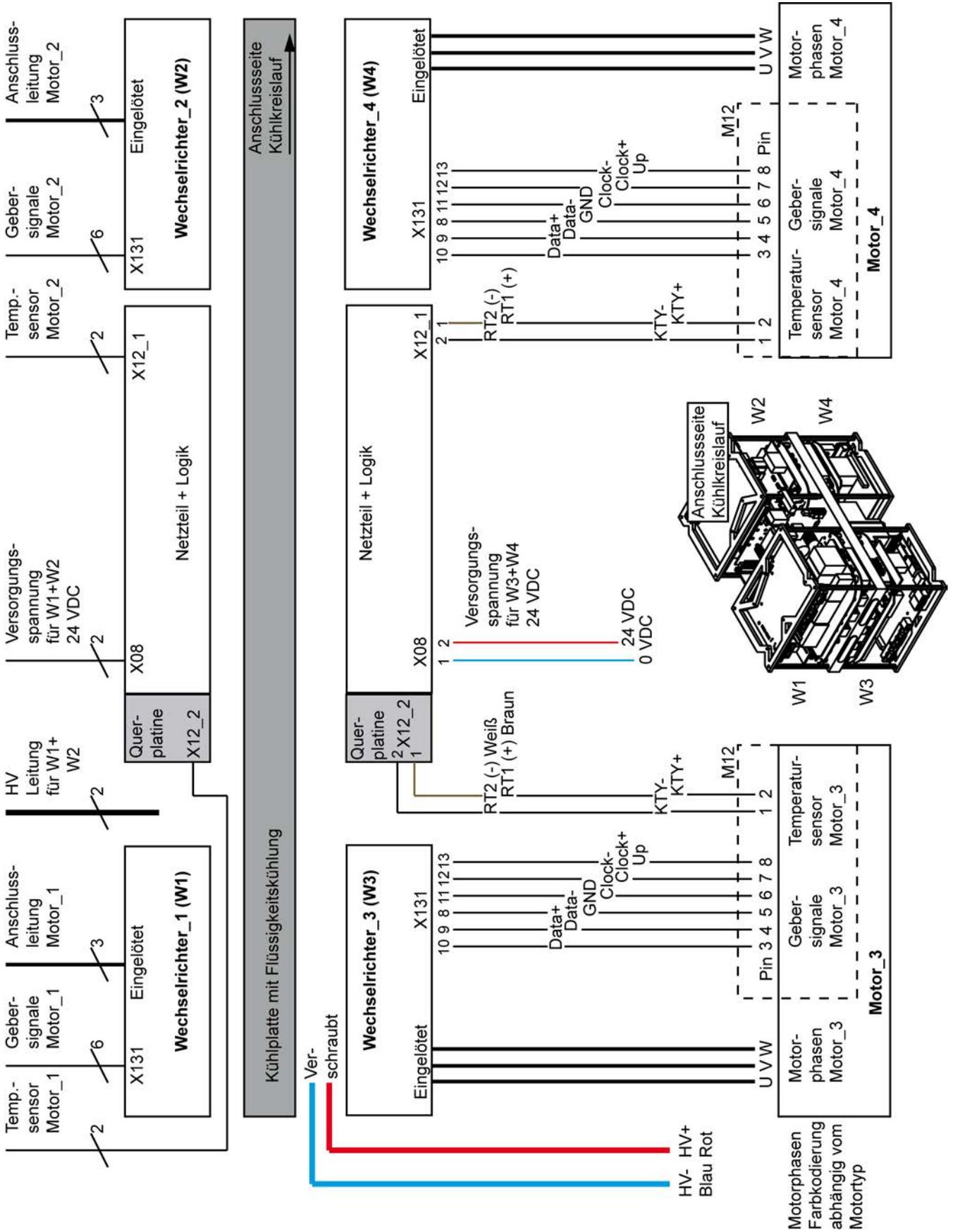
Hauptaufgabe des Motorgebers ist die Rückmeldung der Rotorlage an den Wechselrichter. Bei der feldorientierten Regelung werden die Stromsollwerte und die Stromkommutierung aus der Rotorlage berechnet. Der Synchronmotor verlangt ein absolutes Messsystem, das auf die Pole der Permanentmagnete im Rotor ausgerichtet ist. Die Auswerteelektronik erzeugt aus den Gebersignalen den Drehzahlwert für die Antriebsregelung.



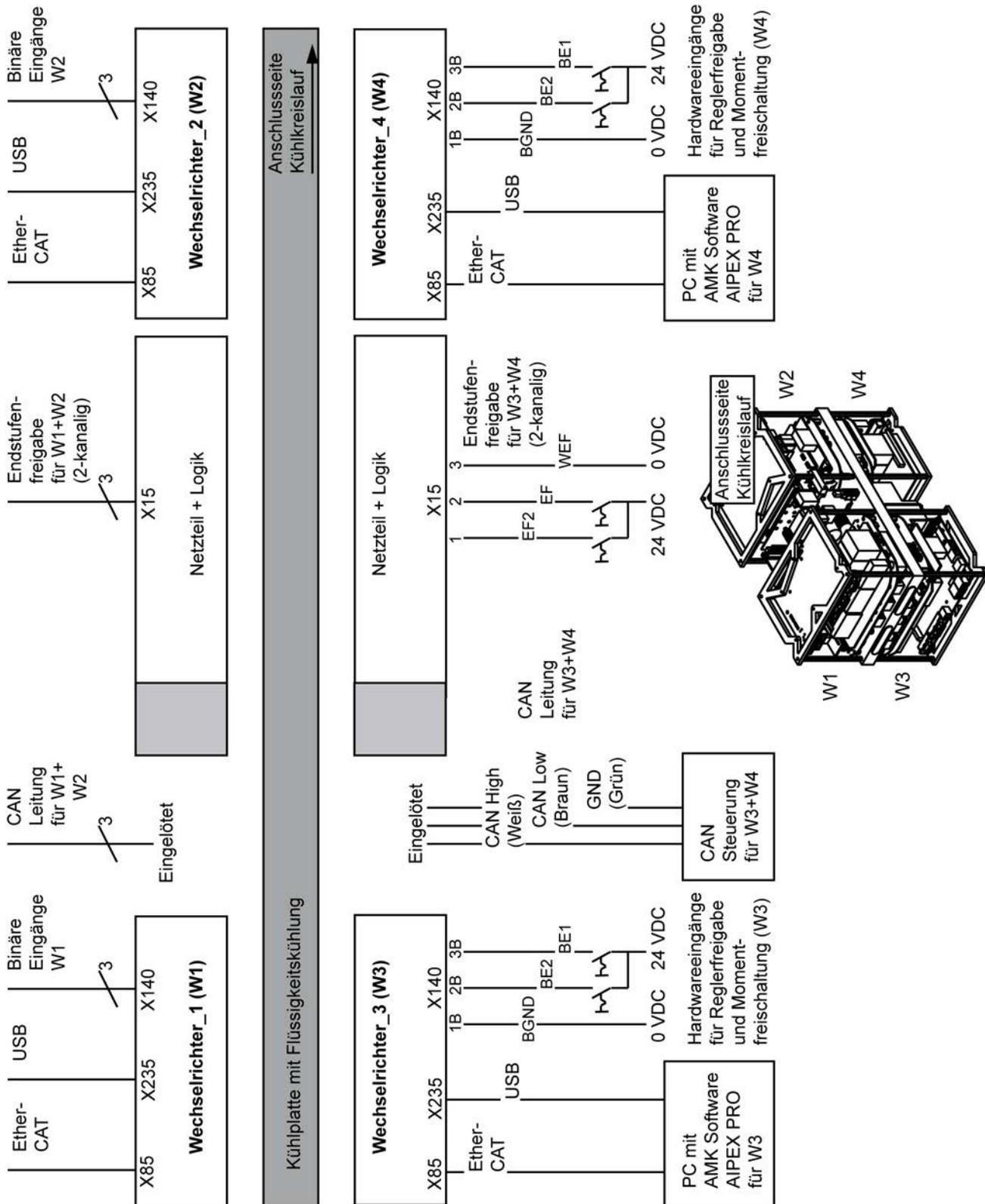
Für die korrekte Kommutierung bei Synchronmotoren muss der Geber nach der Montage an der Motorwelle abgeglichen werden. Die Funktion Geberabgleich wird mit einem Kommando gestartet (ID32843 'Service Kommando'). Der beim Geberabgleich ermittelte Kommutierungsoffset wird bei Gebern mit Geberspeicher im Geber abgelegt. Wenn sich die Lage des Gebers zur Motorwelle ändert (z. B. beim Gebertausch), muss der Kommutierungsoffset neu bestimmt werden, sonst ist der Motor nicht regelbar. AMK Motoren mit Absolutwertgeber und Geberspeicher werden werksseitig abgeglichen und mit gültigem Kommutierungsoffset ausgeliefert.

9 Inbetriebnahme

9.1 Verdrahtung Motor- und Versorgungsleitungen



9.2 Verdrahtung Schnittstellen- und Steuerleitungen



9.3 Inbetriebnahme mit AIPEX PRO

Lesen Sie vor der Inbetriebnahme die Kapitel der Softwarebeschreibung AIPEX PRO V3,

- AIPEX PRO → Programmübersicht
- AIPEX PRO → Reiter
- AIPEX PRO → Menüleiste

Schritt	ToDo	Detaillierte Beschreibung
1	<p>Installieren Sie AIPEX PRO auf einem PC mit Windows Betriebssystem und Ethernet oder / und USB Schnittstelle.</p>  <p>Benötigte Komponenten</p> <ul style="list-style-type: none"> • AIPEX: Inbetriebnahme- und Parameter Explorer • ATF: Werkzeug zur Firmware-Aktualisierung • USBCOM: Treiber für die serielle Kommunikation über USB • WinPcap: Windows Bibliothek packet capture für Zugriff auf EtherCAT 	<p>Softwarebeschreibung AIPEX PRO V3 Kapitel: AIPEX PRO → Installationsanleitung</p>
2	<p>EtherCAT Verbindung (empfohlen) Verbinden Sie die Ethernet Schnittstelle des PCs mit der Schnittstelle X85 am Wechselrichter.</p>  <p>EtherCAT muss in den AIPEX PRO Kommunikationseinstellungen aktiviert werden</p> <p>Alternativ: USB Verbindung Verbinden Sie die USB Schnittstelle des PCs mit der Schnittstelle X235 am Wechselrichter. (Keine weiteren Kommunikationseinstellungen erforderlich)</p>	<p>Softwarebeschreibung AIPEX PRO V3 Kapitel: AIPEX PRO → Kommunikation PC - AMK Gerät → EtherCAT Schnittstelle</p>
3	<p>Kommunikation Testen (EtherCAT Verbindung)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Legen Sie die 24 VDC Versorgungsspannung am Wechselrichter Klemme X08 an • Starten Sie AIPEX PRO • Nach der Initialisierungsphase zeigt das grüne 'Kommunikations-Icon' in der PC Statusleiste eine aktive Verbindung zwischen PC (mit AIPEX PRO) und dem Wechselrichter an. 	<p>Softwarebeschreibung AIPEX PRO V3 Kapitel: AIPEX PRO → Kommunikation PC - AMK Gerät → Kommunikation testen</p>
4	<p>Folgende AIPEX PRO Funktionen werden für die Inbetriebnahme, Wartung, Service ... benötigt. Testen Sie die Funktionen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einloggen • Gerätedaten auslesen und speichern • Überspielen eines Offline Projekts in ein Gerät • Diagnose mit AIPEX PRO • Testgenerator • Oszilloskop konfigurieren 	<p>Softwarebeschreibung AIPEX PRO V3 Kapitel: AIPEX PRO → Funktionen</p>
5	<p>Parametrieren Sie den Wechselrichter Die relevanten Parameter finden Sie im Kapitel Projektierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siehe 'Parametrierung' auf Seite 33. • Siehe 'Motorparameter' auf Seite 34. • Siehe 'Kommunikationsparameter CAN Bus' auf Seite 34. • Siehe 'Parameter FSE' auf Seite 35. • Siehe 'Standard Parameter' auf Seite 37. • Siehe 'Drehrichtung Motorwelle' auf Seite 37.  <p>Die geänderten Parameterwerte werden erst nach einen erneuten Systemhochlauf aktiviert.</p> <p>24 VDC AUS/AN (Klemme X08)</p>	<p>Softwarebeschreibung AIPEX PRO V3 Kapitel: AIPEX PRO → Reiter → Parameter</p>
6	Aktivieren Sie die Motorregelung	Siehe 'Ein- und Ausschalttdiagramm' auf Seite 76.
7	Optimieren Sie bei Bedarf den Drehzahlregelkreis	Siehe 'Drehzahlregler' auf Seite 77.

Schritt	ToDo	Detaillierte Beschreibung
8	Testen Sie die Sollwertvorgabe über CAN Bus	Siehe 'Fahrzustände' auf Seite 65.

9.4 Ein- und Ausschaltprogramm

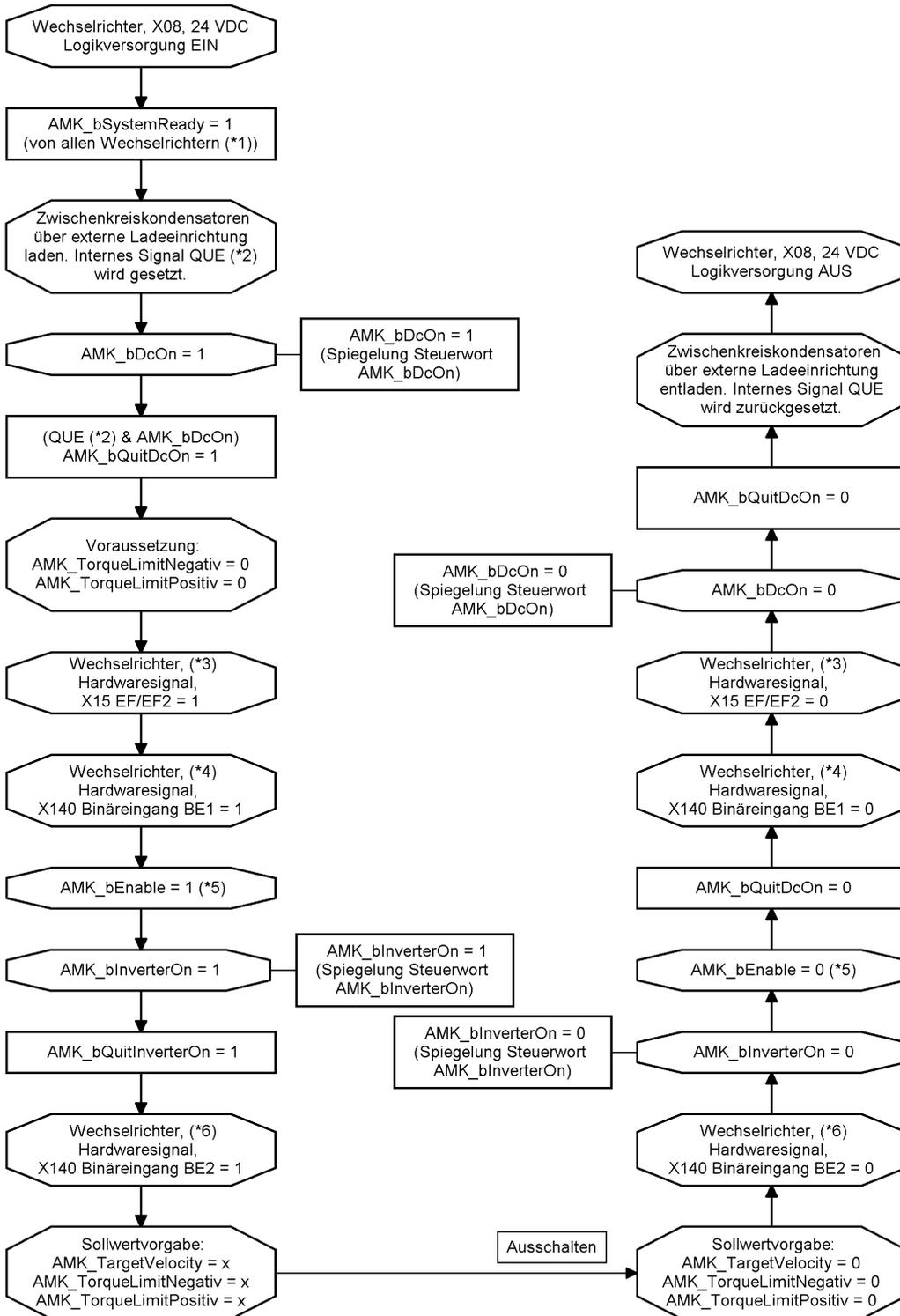
Die Versorgungs- und Hardwareeingänge werden über die Anschlussklemmen (Xxxx) an den Wechselrichtern versorgt und ge- bzw. zurückgesetzt.

Die Status- und Steuersignale (AMK_xxx) werden über eine übergeordnete CAN Steuerung gelesen bzw. ge- bzw. zurückgesetzt.



Die Steuersignale müssen zyklisch < 50 ms gesendet werden, sonst spricht die Telegrammausfallüberwachung an.

Jeder Wechselrichter muss separat angesteuert werden.



(*1) Jeder Wechselrichter liefert ein Statussignal 'AMK_bSystemReady' (AMK Signal SBM). Alle Statussignale müssen in einer übergeordneten CAN Steuerung ausgewertet werden.

(*2) Das interne Statussignal QUE wird gesetzt, sobald die HV DC Spannung > ID32837 'Überwachung Zwischenkreisspannung' beträgt.

(*3) Die Endstufenfreigabe EF / EF2 darf nur bei ausgeschalteter Reglerfreigabe RF und beim Stillstand des Motors entzogen werden. Abschalten von EF / EF2 während des Laufs erzeugt eine Fehlermeldung im Antrieb, der Motor trudelt aus.

Durch Unterbrechen der Steuereingänge EF / EF2 werden die Triggersignale zur Ansteuerung der Leistungsendstufen zweikanalig gesperrt. Der Motor befindet sich dadurch in einem momentlosen Zustand, ohne dass das Antriebssystem komplett vom Netz getrennt worden ist. Befindet sich bei Unterbrechung die Motordrehzahl im Feldschwäcbereich kann eine Bremswirkung auftreten. [Siehe 'Antriebsverhalten im Fehlerfall' auf Seite 67.](#)

Die Leistungsendstufe wird durch das Setzen der Signale EF UND EF2 gesperrt.

Nach der Freigabe kann der Antrieb durch das Setzen von RF Reglerfreigabe (X140 BE1 = 1, 'AMK_bEnable' = 1, 'AMK_bInverterOn' = 1) bestromt werden.



Wenn die Funktion nicht genutzt wird, können die Steuereingänge EF / EF2 fest mit 24 VDC verbunden werden.

(*4) Zur Aktivierung der Reglerfreigabe muss zusätzlich zu den CAN Signalen ('AMK_bInverterOn' und 'AMK_bEnable') der Hardwareeingang BE1 gesetzt werden. BE1 ist vergleichbar mit der Klemmenbezeichnung X15 (Zündschlüssel) im Automotivbereich.

BE1 = 1 : Reglerfreigabe RF möglich

BE1 = 0 : Reglerfreigabe RF gesperrt



Wenn die Funktion nicht genutzt wird, kann der Hardwareeingang BE1 fest mit 24 VDC verbunden werden.

(*5) Das Steuersignal 'AMK_bEnable' muss ge- und zurückgesetzt werden, aktiviert aber keine Funktion.

(*6) Zur Aktivierung der vorgegebenen Momentgrenzen muss der Hardwareeingang BE2 gesetzt werden.

BE2 = 1 : Momentgrenzen aktiv

BE2 = 0 : Momentgrenzen deaktiviert, Motor momentlos



Wenn die Funktion nicht genutzt wird, kann der Hardwareeingang BE2 fest mit 24 VDC verbunden werden.

9.5 Optimierung Stromregler

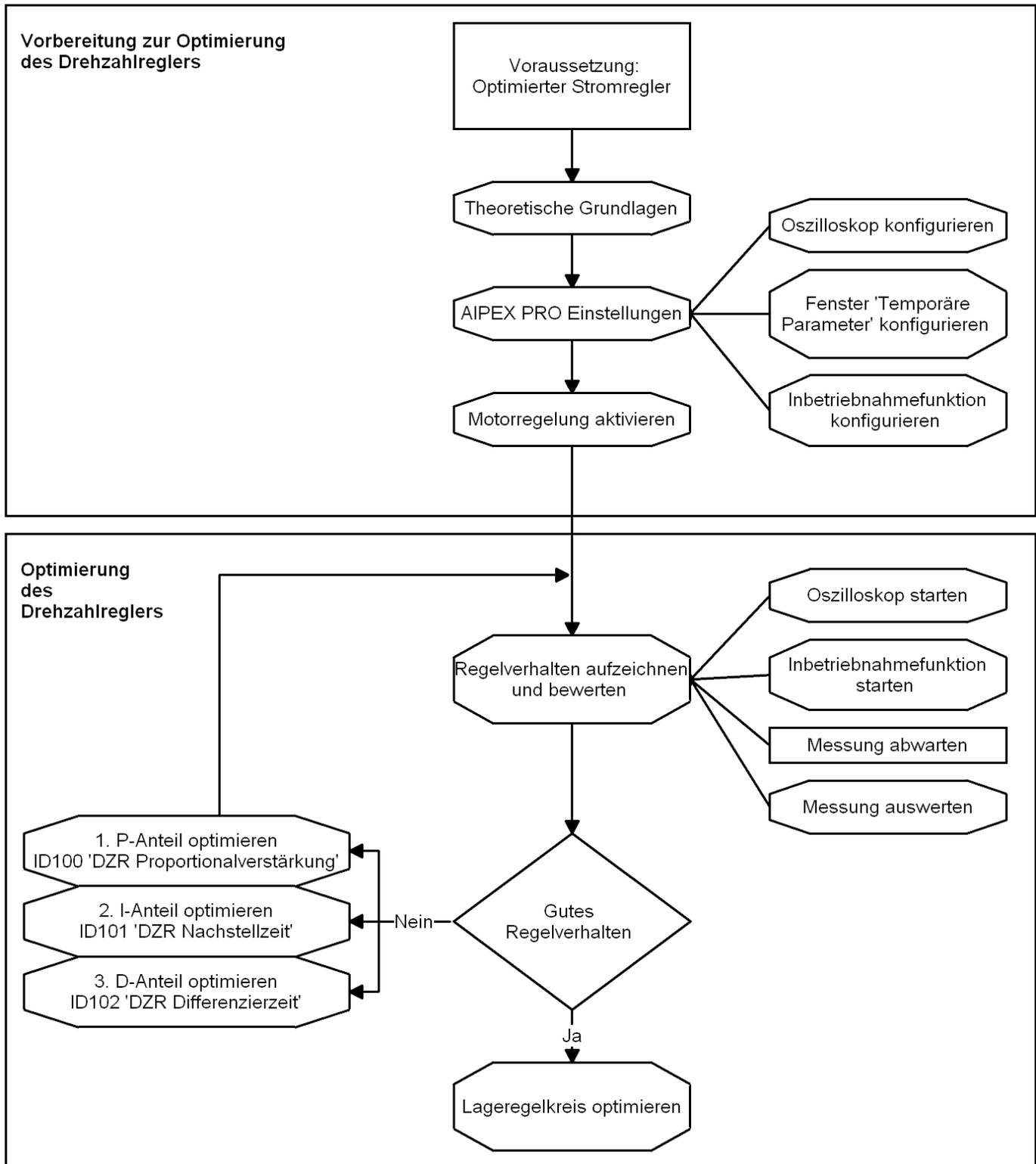
Bei synchronen Servomotoren von AMK werden die von AMK ermittelten Stromregelparameter aus dem Motordatenblatt über die in AIPEX PRO integrierte Motordatenbank in den Wechselrichter übertragen.

9.6 Drehzahlregler

Mit der AIPEX PRO Inbetriebnahmefunktion wird ein rechteckiger Drehzahlsollwertsprung vorgegeben. Die Sprungantwort des Motors wird mit dem AIPEX PRO Oszilloskop aufgezeichnet. Die Regelparameter ID100 'DZR Proportionalverstärkung KP', ID101 'DZR Nachstellzeit TN' und ID102 'DZR Differenzierzeit TD' werden in der 'Temporären Parameter Liste' optimiert und sind dadurch im Antrieb sofort wirksam.

Dieses Kapitel beschreibt, wie Sie die Regleroptimierung mit Hilfe von AIPEX PRO durchführen können.

Die Dokumentation Funktionsbeschreibung (AMK Teile-Nr. 203878), Kapitel Drehzahlregler, beschreibt die generelle Vorgehensweise bei der Optimierung eines Drehzahlreglers.



9.6.1 Theoretische Grundlage

Der PID-Drehzahl-/Geschwindigkeitsregler ist applikationsabhängig einzustellen und zu optimieren.

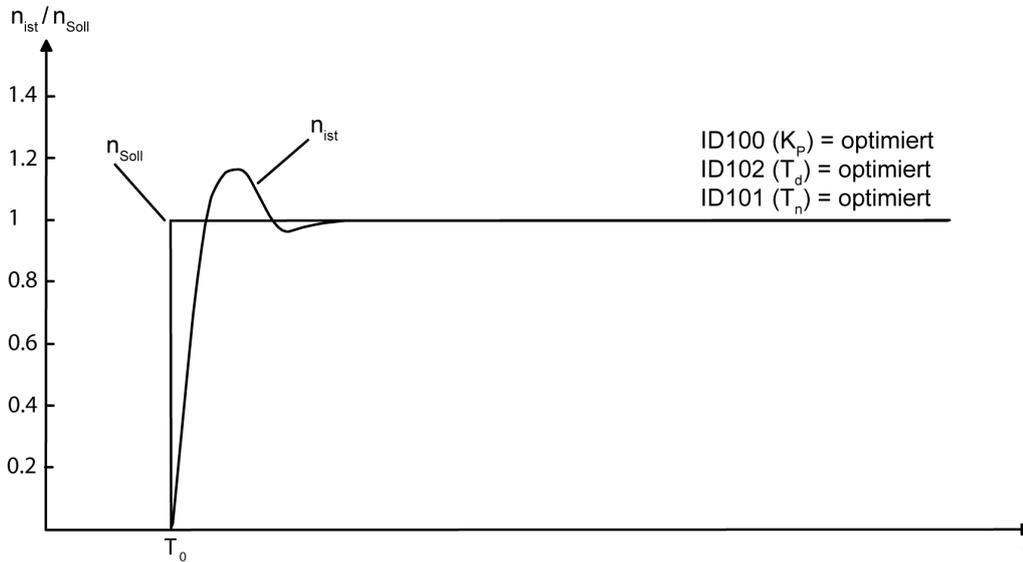
Die exakte mathematische Beschreibung aller Größen des Regelkreises stellt sich in der Praxis häufig als sehr aufwendig und schwierig dar. Daher soll hier ein einfaches Verfahren gezeigt werden, mit dem der Regler praktisch eingestellt werden kann.

Dazu ist auf den Eingang des Reglers ein Drehzahlsprung (ohne Rampe) als Führungsgröße zu geben. Die Sprungantwort, der Drehzahlwert, ist zur Beurteilung der Reglereinstellung heranzuziehen. Bei Vorgabe des Drehzahlsprungs ist darauf zu achten, dass der Antrieb unterhalb der Drehmomentgrenze betrieben wird.

Stellen Sie den Regler wie folgt ein:

1. Einstellen der ID100 'DZR Proportionalverstärkung KP' K_p mit ID101 = 0 (T_n), ID102 = 0 (T_d)
2. Einstellen der ID101 'DZR Nachstellzeit TN' T_n mit ID100 = konst. (K_p), ID102 = 0 (T_d)
3. Einstellen der ID102 'DZR Differenzierzeit TD' T_d mit ID100 = konst. (K_p), ID101 = konst. (T_n)

Sprungantwort des optimierten Drehzahlregelkreises



Bei einem optimal eingestellten PID-Regler darf der Drehzahlwert als Antwort auf einen Sollwertsprung maximal 20% überschwingen.



Am Ausgang des Drehzahlreglers können zwei PT1 Filter konfiguriert werden.
Vgl. ID32928 'Zeit Filter 1' und ID32929 'Zeit Filter 2'

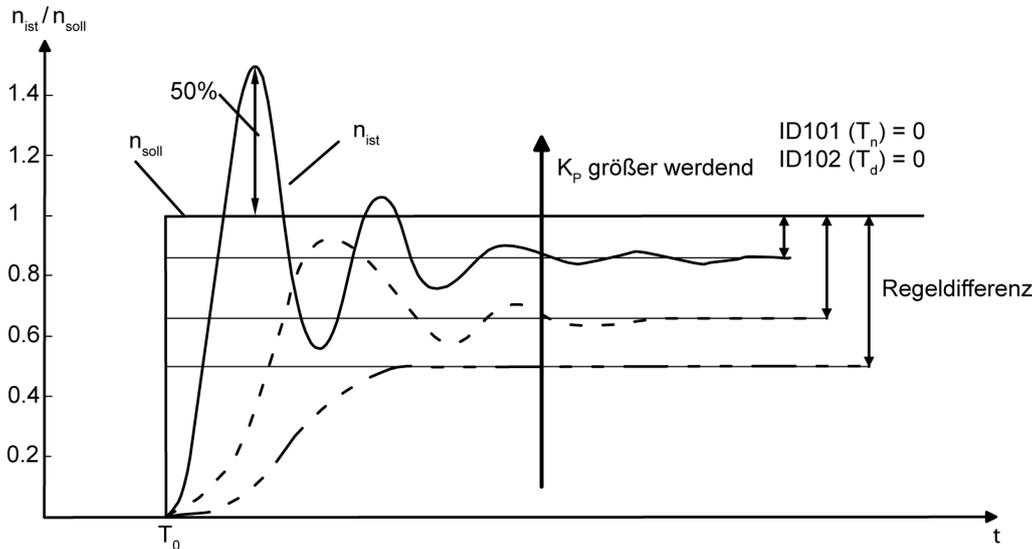
Relevante Parameter:

Parameter	Parameter-Bezeichnung
ID100	'DZR Proportionalverstärkung KP'
ID101	'DZR Nachstellzeit TN'
ID102	'DZR Differenzierzeit TD'
ID32928	'Zeit Filter 1'
ID32929	'Zeit Filter 2'

Einstellen der Proportionalverstärkung K_p

ID102 ('DZR Differenzierzeit T_d ', T_d) und ID101 ('DZR Nachstellzeit T_n ', T_n) auf 0 setzen, der Regler arbeitet dann als P-Regler.

Durch Erhöhen der 'DZR Proportionalverstärkung K_p ' K_p wird der Regler zum Überschwingen um 50% gebracht. Die Istdrehzahl hat dann einen Verlauf vergleichbar der Kurve mit der durchgezogenen Linie:

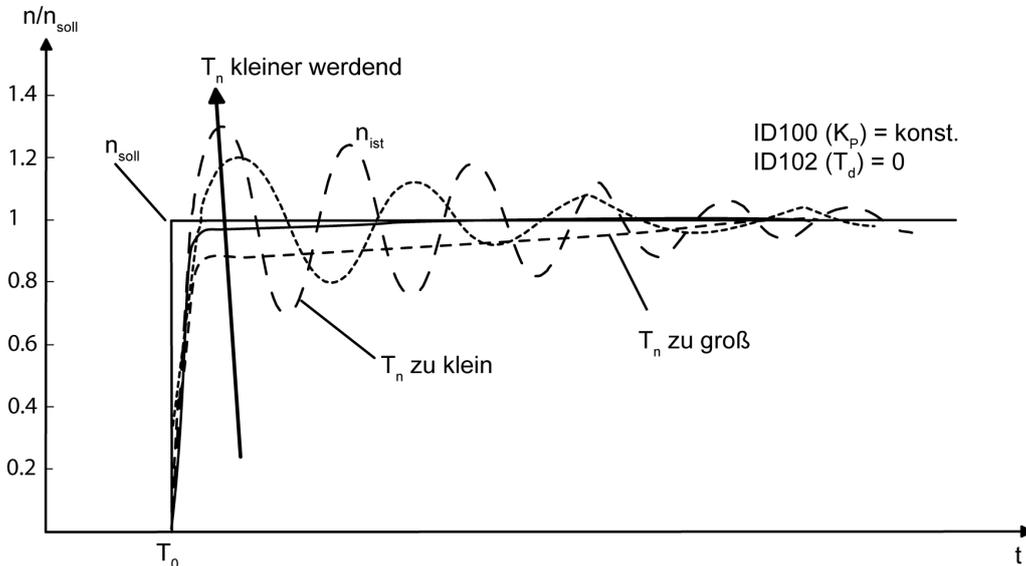


Halbieren Sie den ermittelten Wert für die 'DZR Proportionalverstärkung K_p ' K_p und tragen den halbierten Wert in ID100 ein.

Einstellen der Nachstellzeit T_n

Mit dem Integralanteil (I-Anteil) im Regler wird die aus dem P-Regler resultierende Reglerabweichung ausgeregelt.

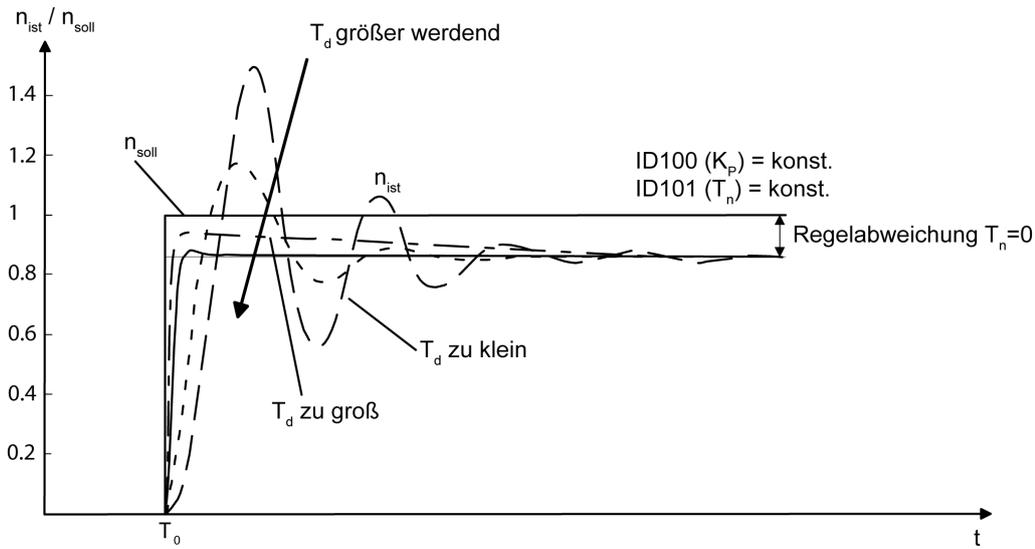
Die Integrationszeit wird, ausgehend von einem Anfangswert, z.B. 100ms, so weit verkleinert, bis die Einschwingzeit minimal ist. Mit optimal eingestellter Nachstellzeit folgt der Drehzahlwertverlauf (Sprungantwort) etwa der Kurve mit der durchgezogenen Linie:



Bei einem optimal eingestellten PI-Regler darf der Drehzahlwert als Antwort auf einen Sollwertsprung maximal 20% überschwingen.

Einstellen der Differenzierzeit T_d

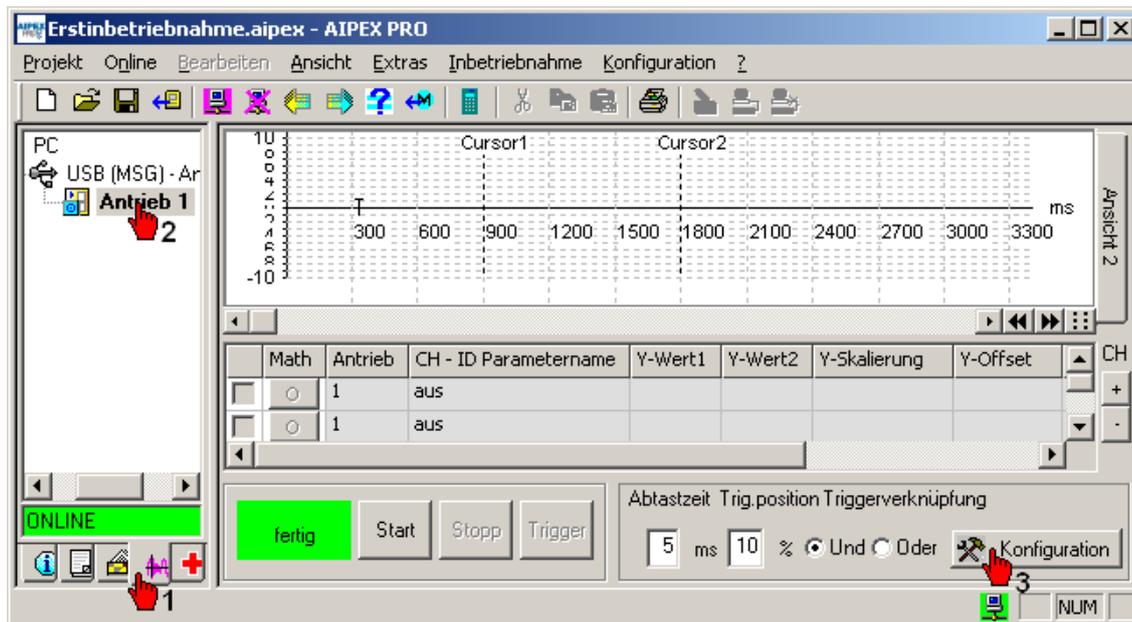
Die Differenzierzeit T_d wird so weit vergrößert, bis die gewünschte Dämpfung der Sprungantwort erreicht ist. Die Kurve mit der durchgezogenen Linie dient als Anhaltspunkt zur Einstellung des D-Anteils.



9.6.2 AIPEX PRO Einstellungen

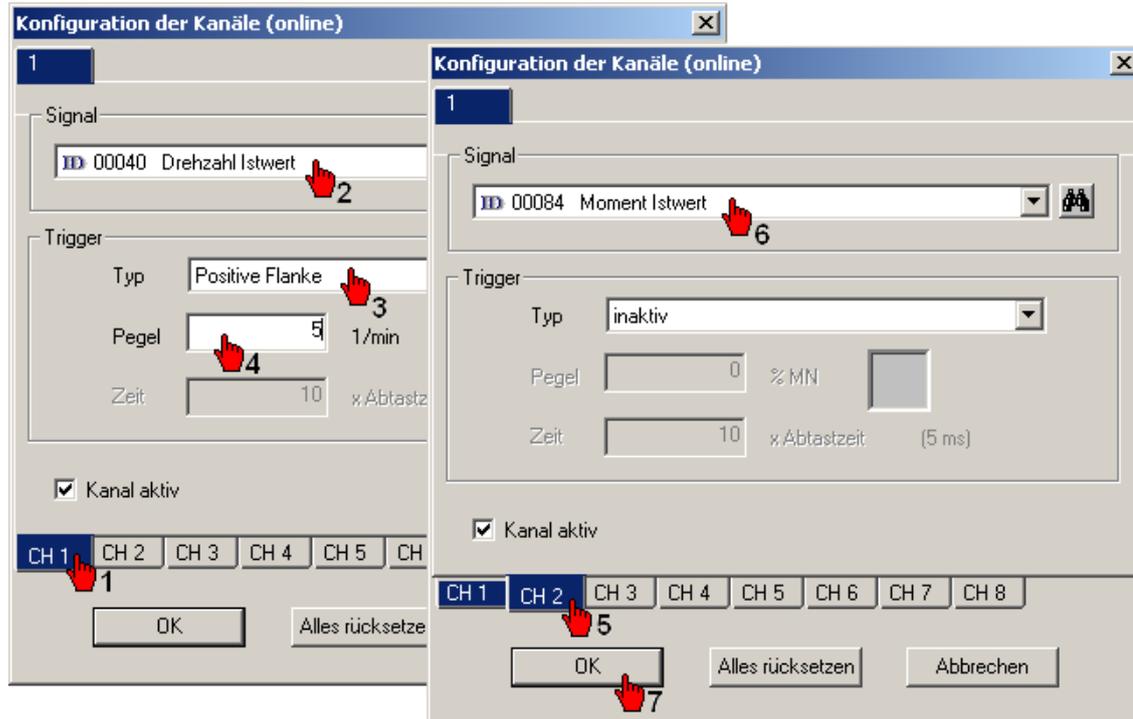
Oszilloskop konfigurieren

Öffnen Sie das 'Signal Konfigurationsfenster'.

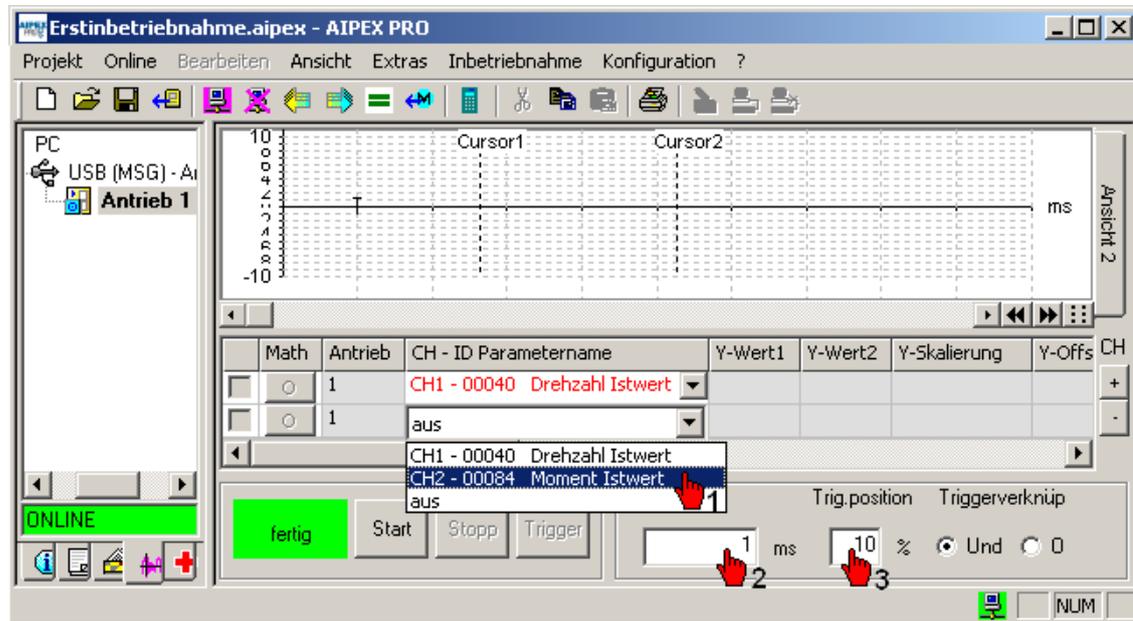


Zeichnen Sie im Kanal 1 (CH1) die ID40 'Drehzahl Istwert', im Kanal 2 (CH2) die ID84 'Moment Istwert' und im Kanal 3 die ID34299 'Drehzahlsollwert am Regler' auf.

Trigger Typ: Positive Flanke, Pegel 5 1/min. Die Messung wird gestartet sobald der Drehzahlwert 5 1/min überschreitet.

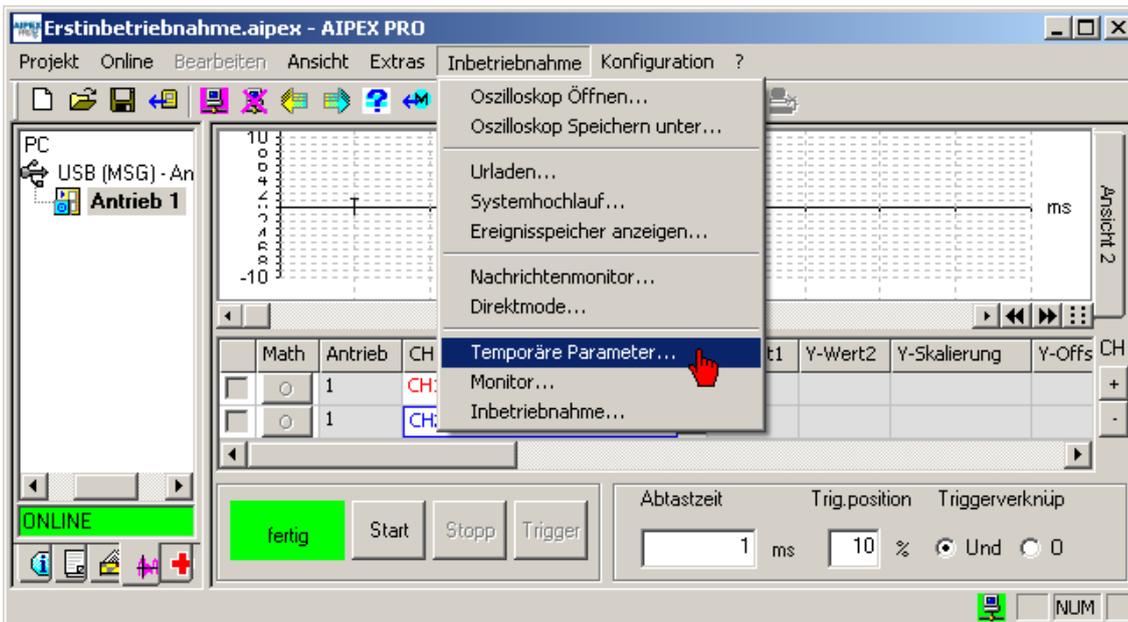


Über das Feld 'CH - ID Parameternamen' können die konfigurierten Signale ein- und ausgeblendet werden.



Fenster 'Temporäre Parameter' konfigurieren

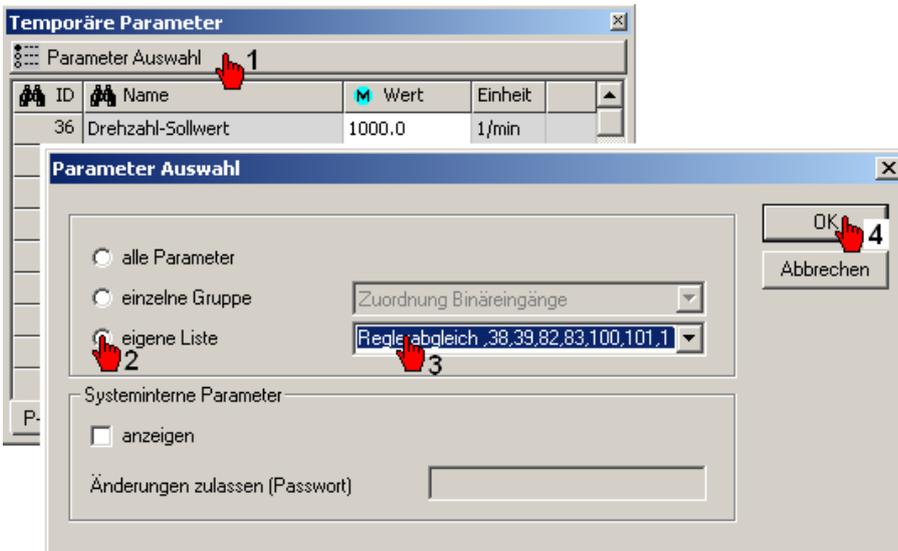
Öffnen Sie das Fenster 'Temporäre Parameter' über das Menü 'Inbetriebnahme'.



Konfigurieren Sie sich eine 'eigene Liste', in die Sie die Parameter-IDs eintragen, die für den Reglerabgleich relevant sind. Der Listenname kann frei vergeben werden.

Wir empfehlen folgende Eingabe:

Reglerabgleich ,38,39,82,83,100,101,102



Anzeige der 'eigenen Liste' Reglerabgleich.

ID	Name	Wert	Einheit
38	Grenzdrehzahl positiv	100	1/min
39	Grenzdrehzahl negativ	-100	1/min
82	Drehmom.-Grenze positiv	10	% MN
83	Drehmom.-Grenze negativ	-10	% MN
100	DZR-Prop.-Verst. KP	60	
101	DZR-Nachstellzeit TN	10.0	ms
102	DZR-Differenzierzeit TD	0.0	ms

P-Satz 0

Funktion Inbetriebnahme konfigurieren



Der anschließende beschriebene Funktionsgenerator wird bei der Formula Student Firmware nicht unterstützt.

Der Sollwert muss mit der übergeordneten CAN Steuerung vorgegeben werden.

Öffnen Sie die Funktion 'Inbetriebnahme' über das Menü 'Inbetriebnahme'.

Wählen Sie für einen Drehzollsollwertsprung das Rechtecksignal an.



Der anschließend gemessene Momentistwert muss immer niedriger sein als die eingestellten Momentgrenzen. Werden die Momentgrenzen erreicht, muss der Wert der Amplitude High (Ah) reduziert werden (empfohlener Startwert 100 1/min).

Inbetriebnahme

SBM Testsignal: 2

UE Drehzahlregelung 1

RF Testgenerator bereit!

INIT

STOP

Signalformen

Rechtecksignal

Amplitude High (Ah) 1/min

Amplitude Low (Al) 1/min

Hochlaufzeit (Tr) ms

Zeit High (Th) ms

Tieflaufzeit (Tf) ms

Zeit Low (Tl) ms

Periodenzahl 0 - endlos

Frequenz Hz

OK 3 Abbrechen

Graph description: A square wave plot with vertical axis A and horizontal axis t. The high level is Ah and the low level is Al. The pulse width is Th and the low pulse width is Tl.

9.6.3 Optimierung des Drehzahlreglers

Führen Sie die Schritte 'Optimierung des Drehzahlreglers' (siehe 'Drehzahlregler' auf Seite 77) so lange durch, bis das Regelverhalten Ihren Vorstellungen von Dynamik und Robustheit entspricht.

Im Fenster 'Temporäre Parameter' können Sie die Parameterwerte vor jeder neuen Messung optimieren. Die Eingabe ist sofort im Antrieb wirksam.

Temporäre Parameter

Parameter Auswahl: Reglerabgleich ...

ID	Name	Wert	Einheit
38	Grenzdrehzahl positiv	100	1/min
39	Grenzdrehzahl negativ	-100	1/min
82	Drehmom.-Grenze positiv	10	% MN
83	Drehmom.-Grenze negativ	-10	% MN
100	DZR-Prop.-Verst. KP	60	
101	DZR-Nachstellzeit TN	10.0	ms
102	DZR-Differenzierzeit TD	0.0	ms
104	Lageregler Verst. KV	400	
159	Excessive Regelabw.	1000000	Inkr.

P-Satz 0

Inbetriebnahme

SBM Testsignal: 2

UE Drehzahlregelung

RF Konfiguration gültig

INIT

START 2

STOP

RESET

Main Control Panel

Math Antrieb CH - ID Parametername

1 CH1 - 00040 Drehzahl Istwert

1 CH2 - 00084 Moment Istwert

ONLINE

gestartet 1 Start Stopp Trigger

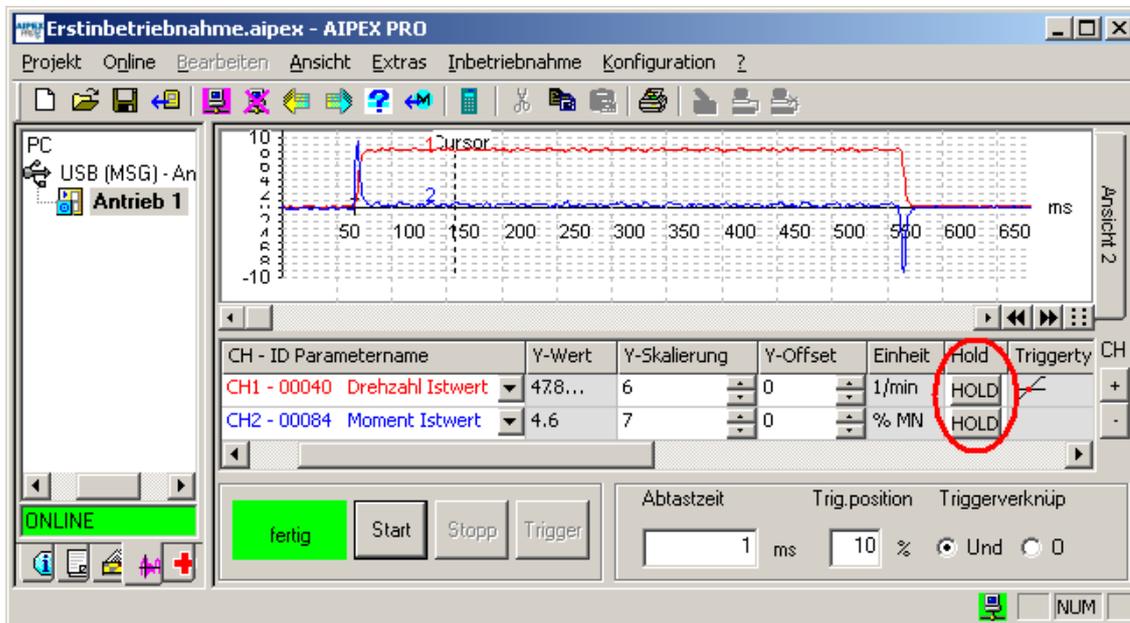
Abtastzeit 1 ms Trig.position 10 % Triggerverknüp Und O

Die Messergebnisse werden nach Abschluss der Messung automatisch vom Antrieb in den PC übertragen und grafisch dargestellt.

Bewerten Sie die Messung.

Über das Fenster 'Temporäre Parameter' können Sie nacheinander den P-Anteil (ID100), den I-Anteil (ID101) und den D-Anteil (ID102) optimieren.

Die Taste 'HOLD' speichert den angewählten Istwert, so dass er Ihnen bei der nächsten Messung als direkter Vergleich zur Verfügung steht.



9.7 Diagnose mit AIPEX PRO

Mit **'Diagnose'** können die Diagnosemeldungen im angewählten Gerät ausgelesen werden.

Klicken Sie eine Diagnosemeldung an, um die Erklärung einzublenden.

Weiterführende Informationen zur Diagnosemeldung erhalten Sie über die Info(I), I2 und I3.

Die erste Diagnosemeldung in der angezeigten Liste ist der Hauptauslöser der Störung, weitere Meldungen können Folgefehler sein, die nach Beseitigung der Ursache für die erste Diagnosemeldung nicht mehr erscheinen.

Taster **'Neu Lesen'**

Diagnosemeldungen werden aus dem angewählten Gerät ausgelesen.

Taster **'Fehler löschen'**

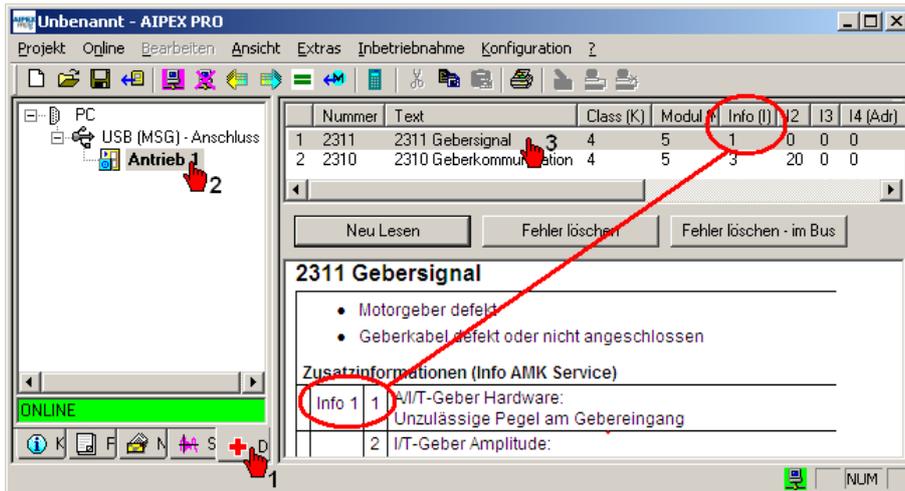
'Fehler löschen' wird im angewählten Gerät ausgeführt.

Taster **'Fehler löschen - im BUS'**

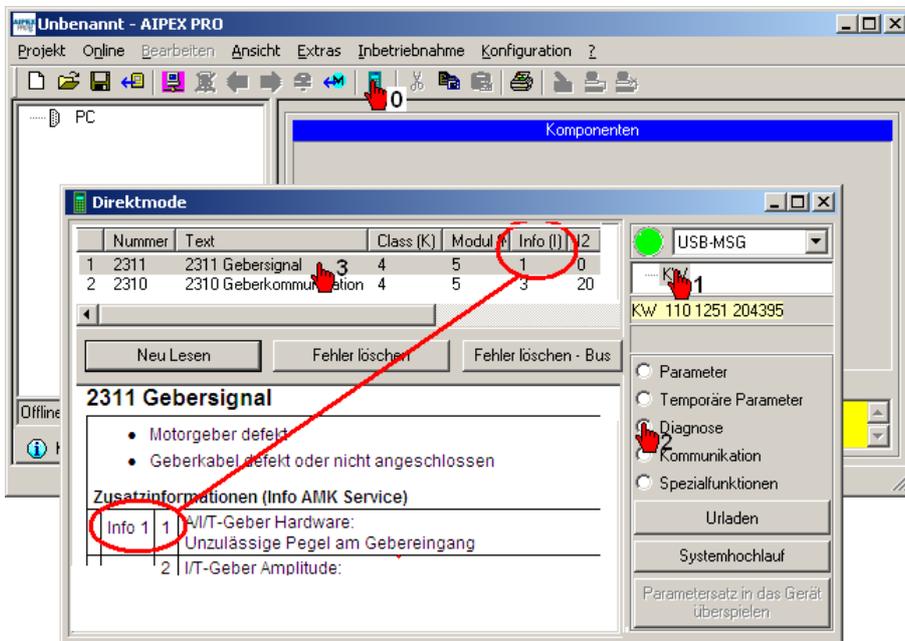
Alle Fehler werden im angewählten Bus gelöscht. Wählen Sie dazu das Bussystem im Gerätebaum an.

Nach erfolgreicher Fehlerbeseitigung bewirkt 'Fehler Löschen' einen erneuten Systemhochlauf und SBM wird gesetzt.

Diagnose im AIPEX PRO Projekt (Reiter 'Diagnose')



Diagnose im Direktmode



10 Zertifikate

Zertifikate sind erhältlich über AMK Vertrieb oder auf der AMK Homepage:

- Konformitätserklärung

Sie erhalten sie, wie folgt:

- AMK Homepage - Service - Downloads - Anmelden - Online Dokumentation - Zertifikate
(Einmalige manuelle Freischaltung durch AMK Vertrieb erforderlich.
Die automatische Registrierung über die AMK Homepage beinhaltet keinen Zugriff auf die Dokumentationen.)

www.amk-group.com/de/content/downloadbereich



Glossar

A

AIPEX

AMK Parametrier- und Inbetriebnahmeexplorer (PC Software): Programmieren, Parametrieren, Konfigurieren, Diagnose, Oszilloskop, Statusinformationen

ATF

AMK Tool Flasher (PC Software um Firmware auf Geräte zu überspielen)

AWG

American Wire Gauge (Kodierung für Drahtdurchmesser; überwiegend im Nordamerikanischen Raum verwendet)

B

BA

Binärausgang

BE

Binäreingang

C

CAN

Controller Area Network

COB-ID

Communication Object Identifier (Adresse einer Nachricht im CANopen Protokoll)

D

Default

Werkseinstellung, voreingestellt

E

EnDat 2.1

Motorgeber Schnittstellenprotokoll der Firma Heidenhain

EMV

Elektromagnetische Verträglichkeit

EGB

Elektrostatisch gefährdetes Bauteil

EtherCAT

Echtzeit Ethernet Bus

EF

Endstufenfreigabe

E/A

Ein- und Ausgänge

EnDat 2.2

Motorgeber Schnittstellenprotokoll der Firma Heidenhain

EF2

Endstufenfreigabe

ESD

Elektrostatische Entladung (Electrostatic discharge)

F

Firmware

Betriebssystem oder Betriebssoftware, die AMK werkseitig in das Gerät lädt

G

GND

Ground, Erdpotential, Bezugspotential

H

HV

High Voltage; Hochspannungs- / Gleichspannungs-Zwischenkreis

I

$\int t$

Integral des Stromquadrates über die Zeit

ID

Parameter-Identnummern nach SERCOS Standard

IGBT

Bauelement Leistungselektronik, z.B. Transistor

K

KW-Rxx

AMKASYN Reglerkarte, zum Einsatz in Kompaktwechselrichtern

KTY

Bauart des Temperatursensors

KW

AMKASYN Kompaktwechselrichter

Kp

Proportionalverstärkung Geschwindigkeits- / Drehzahlregler (PID-Regler, P-Anteil)

M

MCE

Motor Controller Electronic

P**Parameter**

Identnummern nach SERCOS Standard

PKD_XXXXXX_abcdefgh

Produktdokumentation; xxxxxx - AMK Teile-Nr. , abcdefgh - Titel

Q**QRF**

Quittierung Reglerfreigabe, Antrieb wird in der aktiven Betriebsart geregelt

R**RF**

Kommando Reglerfreigabe; der Antrieb wird bestromt und abhängig von der eingestellten Betriebsart geregelt (Die Reglerfreigabe kann nur gesetzt werden, wenn das Gerät fehlerfrei ist (SBM=TRUE) und die Quittierung Umrichter EIN (QUE) gesetzt ist. Ist die Reglerfreigabe gesetzt, wird die Quittierung Reglerfreigabe (QRF) ausgegeben)

S**SBM**

System Bereit Meldung; zeigt an, dass das Gerät fehlerfrei ist. (Im Fehlerfall wird SBM rückgesetzt)

Standard

Werkseinstellung, voreingestellt

SoE

Servodrive Profile (SERCOS) over EtherCAT; Servoantrieb über EtherCAT (Nach IEC 61800-7-300)

T**Tn**

Nachstellzeit im Geschwindigkeits- / Drehzahlregler (PID-Regler, I-Anteil)

Td

Differenzierzeit im Geschwindigkeits- / Drehzahlregler (PID-Regler, D-Anteil)

W**WEF**

Bezugspotential Endstufenfreigabe

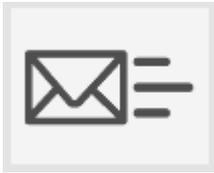
Ihre Meinung zählt!

Mit unseren Dokumentationen möchten wir Sie im Umgang mit den AMK Produkten bestmöglich unterstützen.

Daher sind wir ständig bestrebt, unsere Dokumentationen zu optimieren.

Ihre Kommentare oder Anregungen sind für uns immer interessant.

Nehmen Sie sich kurz Zeit und beantworten Sie unsere Fragen. Bitte schicken Sie anschließend eine Kopie dieser Seite an AMK zurück.



E-Mail: Documentation@amk-group.com

oder

Fax-Nr.: +49 7021/50 05-199

Vielen Dank für Ihre Mithilfe.

Ihr AMK-Dokumentationsteam

1. Wie sind Sie mit der Optik unserer AMK-Dokumentationen zufrieden?

(1) sehr gut (2) gut (3) mäßig (4) kaum (5) nicht

2. Ist der Inhalt gut gegliedert?

(1) sehr gut (2) gut (3) mäßig (4) kaum (5) nicht

3. Ist der Inhalt verständlich dokumentiert?

(1) sehr gut (2) gut (3) mäßig (4) kaum (5) nicht

4. Haben Sie Themen in der Dokumentation vermisst?

(1) nein (2) ja, welche:

5. Fühlen Sie sich bei AMK insgesamt gut betreut?

(1) sehr gut (2) gut (3) mäßig (4) kaum (5) nicht

AMK Arnold Müller GmbH & Co. KG

Telefon: +49 7021/50 05-0, Telefax: +49 7021/50 05-199

E-Mail: info@amk-group.com

Homepage: www.amk-group.com