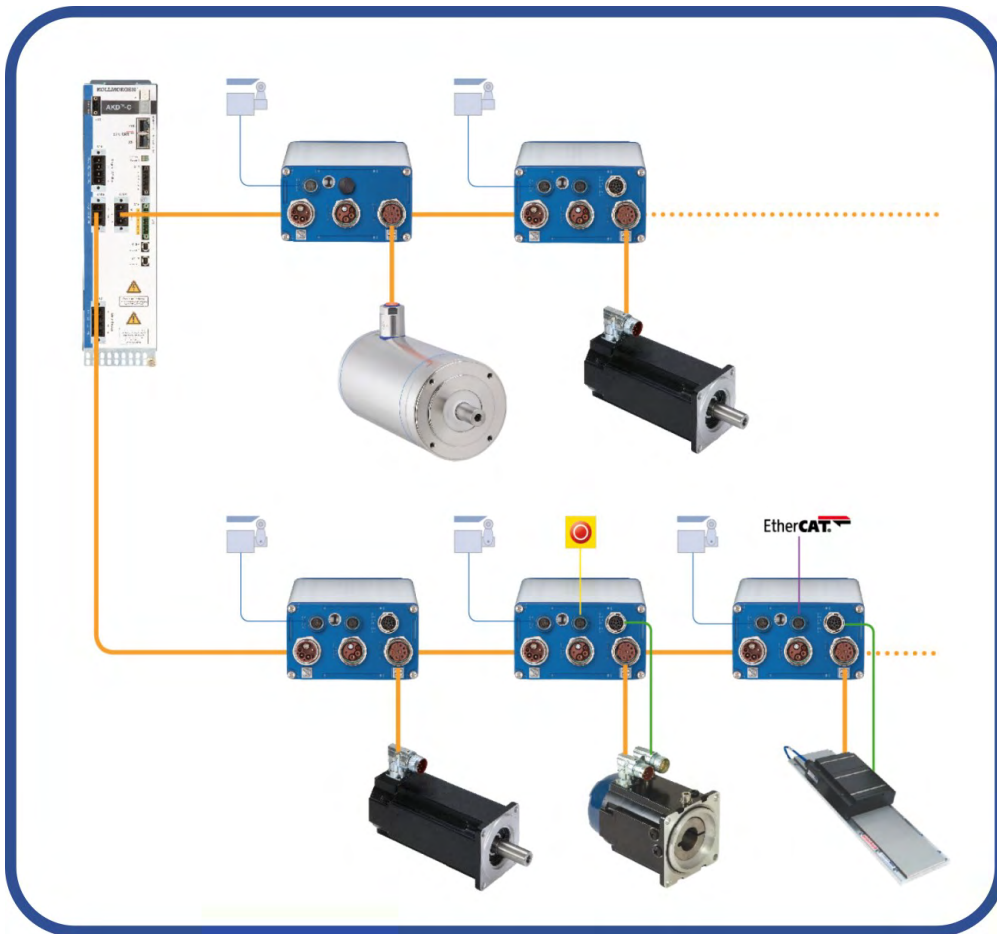


AKD[®] Dezentrales Antriebssystem

Projektierungshandbuch



Ausgabe: C, November 2018

Originaldokument



Befolgen Sie die Anweisungen in diesem Handbuch für eine sichere und ordnungsgemäße Verwendung des Produktes. Bewahren Sie das Handbuch während der Produktlebenszeit auf.

KOLLMORGEN[®]

Because Motion Matters™

Bisher erschienene Ausgaben:

| Ausgabe | Bemerkungen |
|------------|--|
| A, 12/2015 | Startversion |
| B, 11/2016 | Übersichtspläne 24V Versorgung optimiert, Schleifring-Anwendung |
| C, 11/2018 | Hinweise auf Motor Anschlussoption A3 entfernt, Kühlkörper 40mm entfernt, zertifizierte Schleifringe, neues Lesegebot auf Titelseite |

Warenzeichen

- AKD ist ein eingetragenes Warenzeichen der Kollmorgen Corporation.
- SynqNet ist ein eingetragenes Warenzeichen der Motion Engineering Inc.
- EnDat ist ein eingetragenes Warenzeichen der Dr. Johannes Heidenhain GmbH.
- EtherCAT ist ein eingetragenes Warenzeichen und patentierte Technologie, lizenziert von der Beckhoff Automation GmbH, Deutschland.
- Ethernet/IP ist ein eingetragenes Warenzeichen der ODVA, Inc.
- Ethernet/IP Communication Stack: copyright (c) 2009, Rockwell Automation
- sercos® ist ein eingetragenes Warenzeichen des sercos® international e.V.
- HIPERFACE ist ein eingetragenes Warenzeichen der Max Stegmann GmbH.
- PROFINET ist ein eingetragenes Warenzeichen der PROFIBUS und PROFINET International (PI)
- SIMATIC ist ein eingetragenes Warenzeichen der SIEMENS AG
- SpeedTec ist ein eingetragenes Warenzeichen der TE Connectivity Industrial GmbH
- WINDOWS ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation.

Aktuelle Patente:

- US Patent 8.154.228 (Dynamic Braking For Electric Motors)
- US Patent 8.214.063 (Auto-tune of a Control System Based on Frequency Response)
- US Patent 8.566.415 (Safe Torque Off over network wiring)

Patente, die sich auf Feldbus Funktionen beziehen, sind im jeweiligen Feldbus Handbuch gelistet.

Technische Änderungen zur Verbesserung der Leistung der Geräte ohne vorherige Ankündigung vorbehalten.

Dieses Dokument ist geistiges Eigentum von KOLLMORGEN. Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder in einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung von KOLLMORGEN reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

1 Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1 Inhaltsverzeichnis | 3 |
| 2 Allgemeines | 5 |
| 2.1 Über diese Anleitung | 6 |
| 2.1.1 Die Vorteile dezentraler Antriebstechnik | 6 |
| 2.2 Dokumentation für Dezentrale Antriebssysteme | 7 |
| 2.3 Komponenten für Dezentrale Antriebssysteme | 8 |
| 2.3.1 Von KOLLMORGEN lieferbare Komponenten | 9 |
| 2.3.2 Komponenten, die vom Maschinenbauer hinzugefügt werden müssen | 11 |
| 2.3.2.1 Schaltschrank Kabeldurchführungen | 11 |
| 2.3.2.2 M12 Datenkabel für AKD-N | 11 |
| 2.3.2.3 Netzteile 24 VDC | 11 |
| 2.3.2.4 Sicherungen | 11 |
| 2.3.2.5 Personal Computer | 11 |
| 2.3.2.6 Schleifringe | 11 |
| 3 Physische Systemplanung | 13 |
| 3.1 Systemvoraussetzungen | 14 |
| 3.1.1 Anforderungen an die Applikation | 14 |
| 3.1.2 Systemgrenzen | 14 |
| 3.1.3 Anforderung an die Umgebung im Betrieb | 15 |
| 3.1.3.1 AKD-C | 15 |
| 3.1.3.2 AKD-N | 15 |
| 3.1.3.3 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung | 16 |
| 3.2 System Temperatur-Management | 17 |
| 3.2.1 Montagehinweise AKD-C | 17 |
| 3.2.2 Montagehinweise Bremswiderstände | 17 |
| 3.2.3 Montagehinweise AKD-N | 17 |
| 3.2.4 Temperaturmessung im AKD-N | 18 |
| 3.2.5 Kühlflächenwahl AKD-N | 18 |
| 3.2.6 Rth Berechnung | 19 |
| 4 Elektrische Systemplanung | 20 |
| 4.1 System Erdung | 21 |
| 4.2 System 24V | 23 |
| 4.2.1 Versorgung mit zentralem 24V Netzteil (P1) | 23 |
| 4.2.2 Versorgung mit dezentralen 24V Netzteilen (P1, P2, P3) | 24 |
| 4.2.3 GND Definition | 25 |
| 4.2.4 Systemleistung 24 V (Stand-By Betrieb) | 25 |
| 4.3 System Verdrahtungskonzept | 26 |
| 4.3.1 Definition Kabellänge | 26 |
| 4.3.2 Übergang von der IP54 zur IP65/67 Umgebung | 27 |
| 4.4 System Absicherung | 28 |
| 4.4.1 Netzsicherung | 28 |
| 4.4.2 Absicherung 24 VDC | 29 |
| 4.4.3 Bremswiderstand Absicherung | 29 |

| | |
|--|-----------|
| 5 Funktionale Sicherheit | 30 |
| 5.1 Allgemeines | 31 |
| 5.2 Globaler STO | 32 |
| 5.3 Lokaler STO | 34 |
| 5.4 Kombination Globaler / Lokaler STO | 37 |
| 5.5 Berechnung des Sicherheitslevels für die STO Funktion | 39 |
| 5.5.1 Begriffe und Abkürzungen | 39 |
| 5.5.2 Allgemeines | 40 |
| 5.5.3 Innerer Aufbau AKD-C und AKD-N | 40 |
| 5.5.4 Sicherheitstechnische Merkmale des Teilsystems AKD-C und AKD-N | 40 |
| 5.5.5 Grundsätzliche Sicherheitsbetrachtungen nach EN 61800-5-2 | 40 |
| 5.5.5.1 Risikoanalyse nach ISO 12100:2010 | 41 |
| 5.5.6 Sicherheitstechnische Beurteilung des Gesamtsystems nach ISO 13849-1 | 42 |
| 5.6 Stopp / Not-Halt / Not-Aus | 43 |
| 5.6.1 STOPPEN | 43 |
| 5.6.2 Not-Halt | 44 |
| 5.6.3 NOT-AUS | 44 |

2 Allgemeines

| | |
|---|----------|
| 2.1 Über diese Anleitung | 6 |
| 2.2 Dokumentation für Dezentrale Antriebssysteme | 7 |
| 2.3 Komponenten für Dezentrale Antriebssysteme | 8 |

2.1 Über diese Anleitung

Die Anleitung *Projektierung Dezentraler Antriebssysteme* gibt Hinweise für die Definition eines KOLLMORGEN dezentralen Antriebssystems mit AKD-C und AKD-N Geräten.

Sie finden im Projektierungshandbuch:

- Übersichten über verfügbare Komponenten,
- Bezugsquellen für Komponenten, die KOLLMORGEN nicht anbietet,
- Hinweise für die physikalischen und elektrischen Anforderungen an die Systemkomponenten.

Eine digitale Version dieser Anleitung (PDF Format) befindet sich auf der mit dem Gerät gelieferten DVD. Die aktuellste Version können Sie von der KOLLMORGEN Website (www.kollmorgen.com) herunterladen.

2.1.1 Die Vorteile dezentraler Antriebstechnik

Sinkende Kosten

- Weniger Verkabelungsaufwand weil DC- und Feldbus, Stromversorgung, E/A-Ebene sowie Safety (STO) in einer Leitung verlaufen
- Schnellere und einfache Montage auch ohne Spezialwissen durch vorkonfektionierte und geprüfte Kabel
- Fehlendes Derating ermöglicht im Vergleich zu integrierten System kleinere Motor- und Servoverstärkerkombinationen bei gleicher Ausgangsleistung

Kompaktere Maschinen

- Kleinere und damit leichter integrierbare Schaltschränke
- Servoverstärker in unmittelbarer Motornähe
- Robuster Aufbau in Schutzart IP67 machen Schutzeinhausungen überflüssig

Schnellere Inbetriebnahme

- Steckverbinder in IP67 für werkzeugloses Anschließen
- Das nur elf Millimeter dünne Hybridkabel lässt sich platzsparend verlegen – auch dank kleiner Biegeradien in verwinkelten Maschinenecken
- Einfacher Anschluss von E/A-Systemen oder Feldbussen direkt am Antrieb
- Parametrierung mit den Tools der KOLLMORGEN WorkBench

Höhere Maschineneffektivität (OEE)

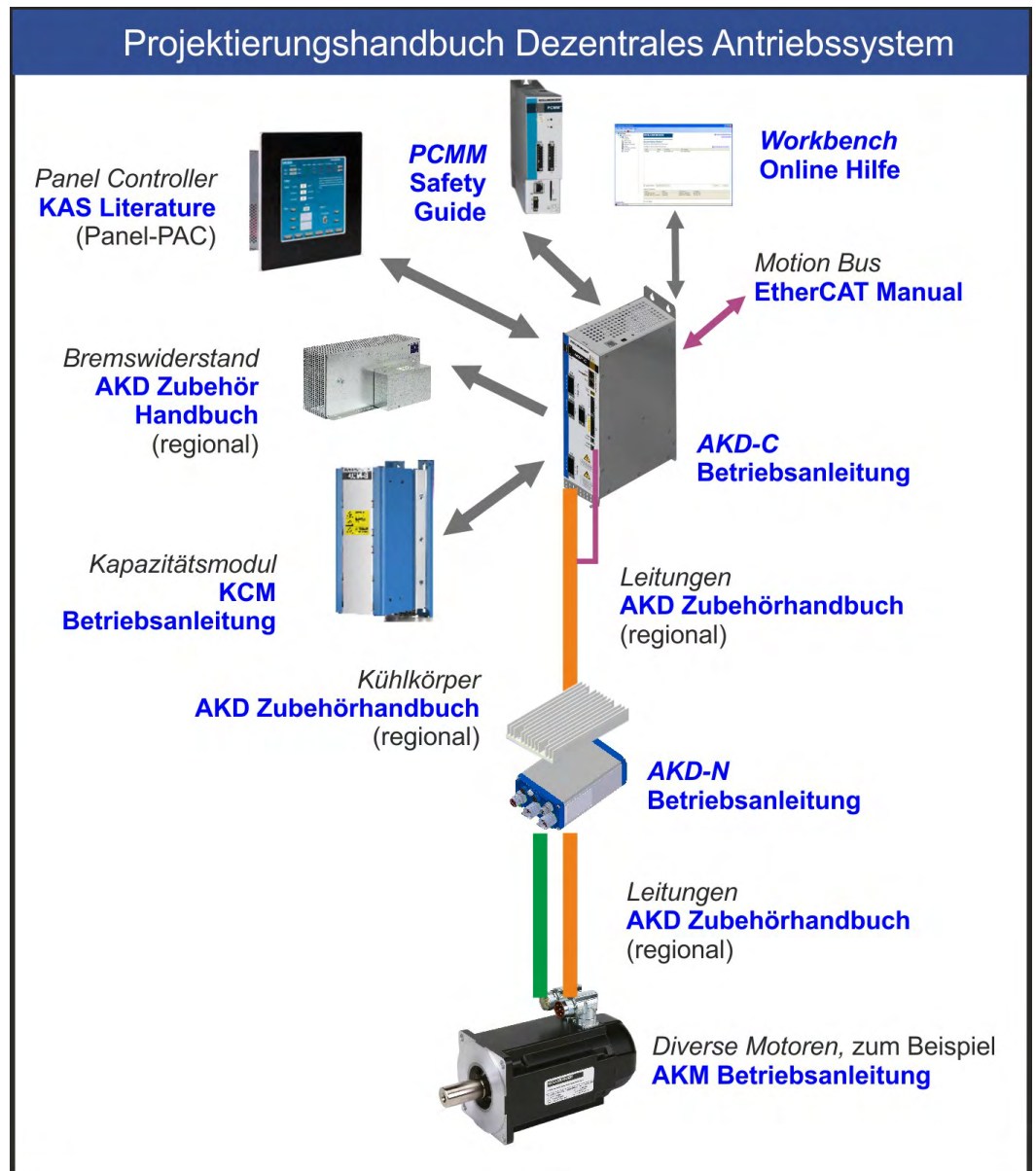
- Design unterstützt schnelle und effektive Reinigung
- Hohe Betriebssicherheit durch robusten Aufbau
- Präzision durch digitale Rückführung
- Alles im Blick: Statusanzeige im Servoverstärker

Mehr Flexibilität im Maschinendesign

- Kompatibel mit allen Motoren von Kollmorgen mit Ein- oder Zweikabelanschluss
- Einfache Kombination zentraler und dezentraler Regler innerhalb der durchgängigen AKD-Familie
- Schnellere Um- oder Aufrüstmöglichkeiten durch lineare Topologie sowie E/A- und Feldbusschnittstellen an der Achse

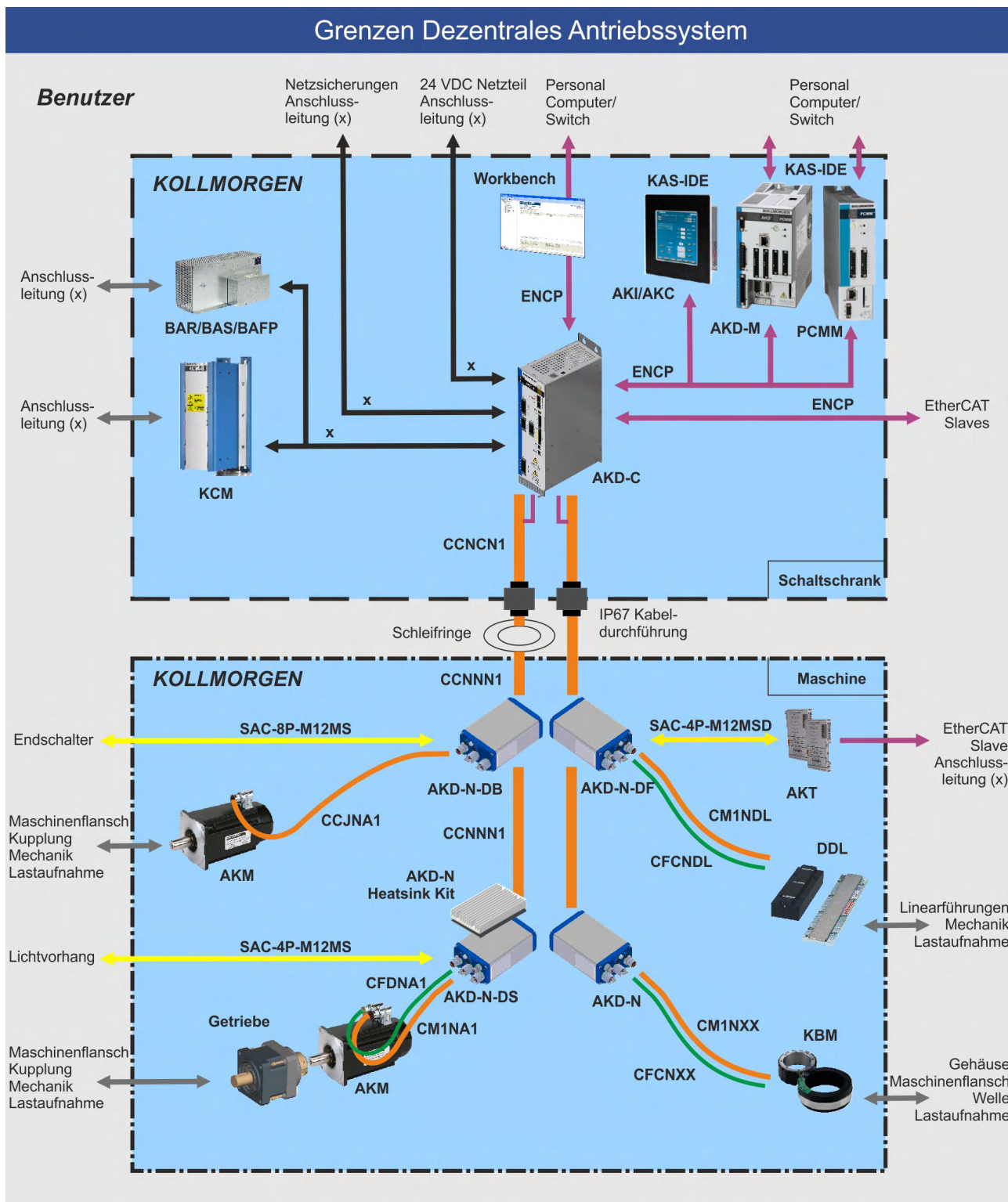
2.2 Dokumentation für Dezentrale Antriebssysteme

Diverse Anleitungen und Handbücher beschreiben die Produkte, die Sie im dezentralen Antriebssystem einsetzen können. Die Grafik unten zeigt die wichtigsten Dokumente:



| Produkt | Dokument | Sprachen | Fundort |
|-------------|---------------------|----------------------------|------------------|
| KAS | Diverse | EN | KAS DVD, Website |
| Workbench | Online Help | EN, GE, SP, PO, CH | AKD DVD, Website |
| Motion Bus | Diverse | EN, GE | AKD DVD, Website |
| PCMM | Safety Guide (i.V.) | EN, GE, FR, IT, SP, PO, RU | Produkt, Website |
| AKD-C/AKD-N | Betriebsanleitung | EN, GE | AKD DVD, Website |
| Zubehör | Handbuch regional | EN, GE | AKD DVD, Website |
| KCM | Betriebsanleitung | EN, GE, IT, SP | Produkt, Website |
| Motor | Betriebsanleitung | EN, diverse | Produkt, Website |

2.3 Komponenten für Dezentrale Antriebssysteme



Alle Komponenten im blauen Rechteck werden von KOLLMORGEN geliefert. Die Komponenten im grauen Bereich und die mit "x" gekennzeichneten Leitungen müssen vom Maschinenbauer hinzugefügt werden.

2.3.1 Von KOLLMORGEN lieferbare Komponenten






KOLLMORGEN liefert den Großteil der Komponenten, die zum Aufbau eines dezentralen Antriebssystems benötigt werden.

| Motion Control | Information | Bestellnummer |
|----------------|---------------------------------------|---|
| AKC-PNC/SPS | Industrie PC mit Touchscreen | Siehe Typenschlüssel im zugehörigen Handbuch oder Katalog |
| AKC-PCM | PCMM Motion Controller | |
| PDMM (AKD-M) | Servoverstärker mit Motion Controller | |
| AKT | Digitale Klemmen | |

| Software | Information | Bestellnummer |
|-----------|------------------------------------|---|
| KAS IDE | Setup Software für KAS System | Siehe Typenschlüssel im zugehörigen Handbuch oder Katalog |
| WorkBench | Setup Software für Servoverstärker | |

| Power Netzteil | Information | Bestellnummer |
|----------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| AKD-C | 10 kW, 400/480 V 20 kW, 400/480 V* | AKD-C01007-CBEC AKD-C02007-CBEC* |

* = In Vorbereitung

| Servoverstärker | Information | Bestellnummer |
|-----------------|---|--|
| AKD-N-DB | Ein-Kabel Motoranschluss  | AKD-N00307-DBEC AKD-N00607-DBEC AKD-N01207-DBEC |
| AKD-N-DG | Ein-Kabel Motoranschluss, lokaler Feldbus  | AKD-N00307-DGEC AKD-N00607-DGEC AKD-N01207-DGEC |
| AKD-N-DT | Ein-Kabel Motoranschluss, lokaler STO  | AKD-N00307-DTEC AKD-N00607-DTEC AKD-N01207-DTEC* |
| AKD-N-DF | Zwei-Kabel Motoranschluss, lokaler Feldbus  | AKD-N00307-DFEC AKD-N00607-DFEC AKD-N01207-DFEC |
| AKD-N-DS | Zwei-Kabel Motoranschluss, lokaler STO  | AKD-N00307-DSEC AKD-N00607-DSEC AKD-N01207-DSEC |

* = In Vorbereitung

| Motoren | Information | Bestellnummer |
|------------------|--|---|
| AKM | Standard Servomotor | Siehe Typenschlüssel im zugehörigen Handbuch oder Katalog |
| AKMH | Edelstahl Servomotor | |
| KBM, TBM | Bausatzmotoren für rotatorischen Direktantrieb | |
| CDDR | Motoren für rotatorische Direktantriebe | |
| IC, ICH, ICD, IL | Motoren für lineare Direktantriebe | |

| Kühlkörper für AKD-N | Bestellnummern |
|--|-----------------------------|
| Kühlkörper Kit 50mm mit Wärmeleitfolie | AKD-N 3,6 HEATSINK KIT 50MM |
| Kühlkörper Kit 50mm mit Wärmeleitfolie | AKD-N 12 HEATSINK KIT 50MM |
| Wärmeleitfolie AKD-N-003/006 | 849-373001-04 |
| Wärmeleitfolie AKD-N-012 | 849-374001-04 |

| Kondensator Module | Info | Bestellnummer |
|--------------------|--------------------------|---------------|
| KCM-S200 | Energiesparmodul, 1.6 kW | KCM-S200-0000 |
| KCM-P200 | Versorgungsmodul, 2 kW | KCM-P200-0000 |
| KCM-E200 | Erweiterungsmodul 2 kW | KCM-E200-0000 |
| KCM-E400 | Erweiterungsmodul 4 kW | KCM-E400-0000 |

| Bremswiderstände | Information | Bestellnummer |
|------------------|----------------------|---------------|
| BAFP(U) 100-33 | 33 Ohm, 100 W, IP40 | DE-201437 |
| BAFP(U) 200-33 | 33 Ohm, 200 W, IP40 | DE-201438 |
| BAR(U) 250-33 | 33 Ohm, 250 W, IP20 | DE-106254 |
| BAR(U) 500-33 | 33 Ohm, 500 W, IP20 | DE-106255 |
| BAR(U) 1500-33 | 33 Ohm, 1500 W, IP20 | DE-106258 |
| BAS(U) 3000-33 | 33 Ohm, 3000 W, IP20 | DE-201407 |

| Leitungen | Information | Bestellnummer |
|---|---|---|
| Hybridleitung AKD-C ... AKD-N max. 40 m | CCNCN1 | Querschnitt- und Längendefinitionen sowie Bestellnummern finden Sie in unserem AKD Zubehörhandbuch. |
| Hybridleitung AKD-N ... AKD-N max. 25 m | CCNNN1 | |
| Hybridleitung AKD-N ... Motor max. 5 m | CCJNA1 (AKM&CDDR mit M23 Stecker) CCJNA2 (AKM mit SpeedTec Stecker) Achtung: Bei Anschluss an AKD-N-DF/DS zusätzlich den Stecker AKD-N-JUMP-X5 einsetzen. | |
| Leistungsleitung AKD-N ... Motor max. 5 m | CM1NA1 (AKM&CDDR mit M23 Stecker) CM1NDL (IC/ICH/ICD/IL) | |
| Feedbackleitung AKD-N ... Motor max. 5 m | CFxNA1* (AKM&CDDR mit M23 Stecker) CFxNDL* (IC/ICH/ICD/IL) | |
| Ethernet Leitung max. 100 m | ENCP | |
| I/O Leitung max. 30 m | SAC-8P-M12MS (alle AKD-N, I/O Signale) SAC-4P-M12MS (AKD-N-DS, STO Signale) SAC-4P-M12MSD (alle AKD-N-DF, Bus Signale) | |

* x: C=ComCoder, D=EnDat/BiSS digital, E=EnDat/BiSS, H=Hiperface, S=SFD

| Spezialstecker für AKD-N-DF/DS mit Ein-Kabel Anschluss | Bestellnummern |
|--|----------------|
| AKD-N X5 Gegenstecker X5 mit Brücke 4-5 | AKD-N-JUMP-X5 |

2.3.2 Komponenten, die vom Maschinenbauer hinzugefügt werden müssen

2.3.2.1 Schaltschrank Kabeldurchführungen

Das Hybridkabel zwischen AKD-C und dem ersten AKD-N führt durch die Schaltschrankwand. Zur Sicherstellung der Schutzklasse IP67 empfiehlt KOLLMORGEN die Kabeldurchführungsleisten KDL/S kombiniert mit der Kabeldurchführungstülle KDT/S von:

Murrplastik Systemtechnik GmbH

Fabrikstraße 10, D-71570 Oppenweiler, Germany

Telefon : +49 (0)7191 482-0

Website: www.murrplastik.de, E-Mail: info@murrplastik.de

2.3.2.2 M12 Datenkabel für AKD-N

KOLLMORGEN bietet die folgenden Kabel nur in 5m Länge an:

SAC-8P-M12MS (alle AKD-N, I/O Signale)

SAC-4P-M12MS (AKD-N-DS, STO Signale)

SAC-4P-M12MSD (alle AKD-N-DF, Bus Signale)

Andere Längen können Sie beziehen von:

Phoenix Contact Deutschland GmbH

Flachmarktstr. 8, D-32825 Blomberg, Germany

Telefon : +49 (0)5235 3-12000

Website: <https://www.phoenixcontact.com>, E-Mail: info@phoenixcontact.de

2.3.2.3 Netzteile 24 VDC

Anforderungen an 24 VDC Netzteile finden Sie in Kapitel "System 24V" (→ p. 23).

2.3.2.4 Sicherungen

Anforderungen an Sicherungen für die Netzversorgung, 24 VDC Versorgung und den Bremswiderstand finden Sie in Kapitel "System Absicherung" (→ p. 28).

2.3.2.5 Personal Computer

Die Serviceschnittstelle (RJ45) des AKD-C wird über ein Ethernet-Kabel mit der Ethernet-Schnittstelle des PCs verbunden.

Mindestanforderungen für den PC:

Prozessor: mindestens 1 GHz

Betriebssystem: Windows

Grafikarte: Windows-kompatibel, Farbe

RAM: 500 MB

Laufwerke: Festplatte mit mindestens 500 MB freiem Speicherplatz, DVD-Laufwerk

Schnittstellen: eine freie Ethernet-Schnittstelle oder einen Switch-Anschluss, 100 Mbit/s

2.3.2.6 Schleifringe

Wenn AKD-N auf einem Drehtisch montiert werden soll, benötigen Sie für die Leistungs- und Datenübertragung zwischen AKD-C im Schaltschrank und AKD-N auf dem Drehtisch ein Schleifring System. KOLLMORGEN arbeitet mit der Firma STEMMANN-TECHNIK zusammen, die kundenspezifische Schleifring Lösungen anbietet. Die Sicherheitsfunktion STO wurde mit den STEMMANN Schleifringen Artikel Nr.: 6263576 und 6263577 geprüft. Diese Schleifringe können als Einzelmodule oder als Modul in einer Schleifringkassette verwendet werden.

STEMMANN-TECHNIK GmbH

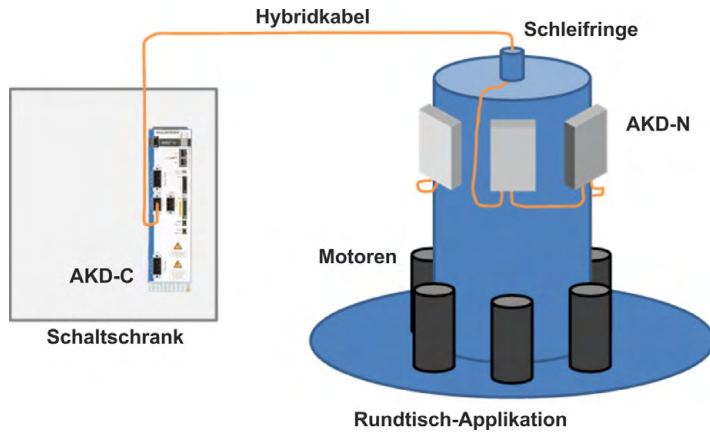
Niedersachsenstraße 2, D-48465 Schüttorf, Germany

Telefon : +49 (0)5923 81-0

Website: www.stemmann.com, E-Mail: sales@stemmann.de

Applikationsbeispiel mit Schleifringen gemäß EN 13849

Schleifringübertrager zur Energie- und Datenübertragung werden bei allen Anwendungen eingesetzt, die wegen der Rotation des Anschlusses keinen festverlegten Stromanschluss erlauben, wie zum Beispiel Rundtische:



Diese Abbildung zeigt eine Schleifringanwendung mit vier Handlingachsen, die an einem Drehtisch montiert sind.

Der Drehtisch wird von einem Direktantrieb angetrieben.

Das intelligente Netzteil AKD-C befindet sich in einem entfernten Schaltschrank.



Der AKD-C wird über ein Hybridkabel CCNCN1 (max. 40m) am orangefarbenen Anschluss angeschlossen.

Hierbei werden sowohl DC Zwischenkreis mit PE, interner Feldbus und 24 VDC über den Schleifring zum AKD-N durchgeschleift.

Über das schwarze Kabel werden digitale I/O Signale vom AKD-N zur Steuerung im Schaltschrank und zurück übertragen.



Bei der Anwendung eines Schleifringes bleiben alle Grenzwerte (Kabellängen, Querschnitte etc.) wie in den Betriebsanleitungen beschrieben, erhalten.

Alle technischen Informationen und Spezifikationen der Schleifringe wie z.B. Betriebstemperaturbereiche entnehmen Sie dem Handbuch des Herstellers STEMMANN-TECHNIK. Der hier verwendete Schleifring wird mit passenden KOLLMORGEN Anschlüssen hergestellt. Um eine reibungslose Installation zu ermöglichen, werden also keinerlei Adapter benötigt.

3 Physische Systemplanung

| | |
|---|-----------|
| 3.1 Systemvoraussetzungen | 14 |
| 3.2 System Temperatur-Management | 17 |

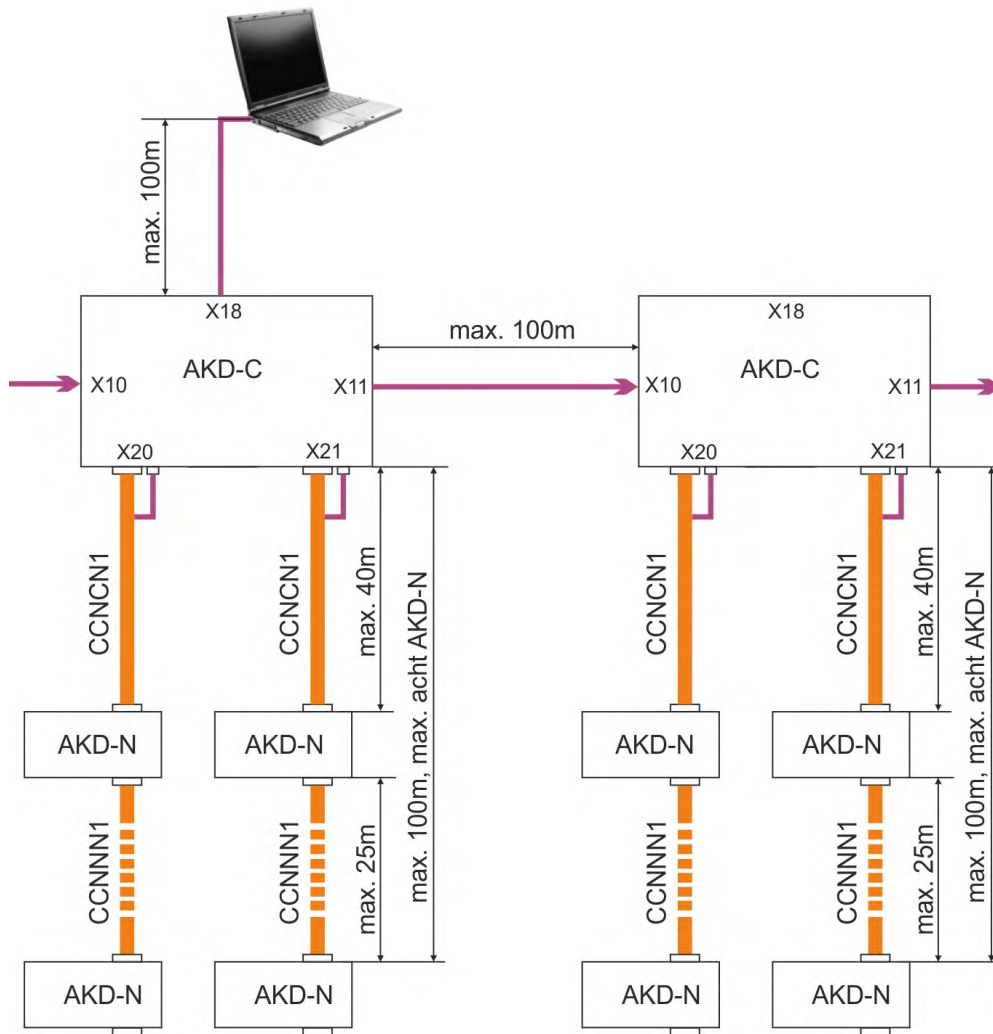
3.1 Systemvoraussetzungen

3.1.1 Anforderungen an die Applikation

Beachten Sie das Kapitel "Bestimmungsgemäße Verwendung" in der Betriebsanleitung. Die physischen Systembedingungen und Grenzen lassen sich anhand der maximalen Leitungslängen darstellen.

3.1.2 Systemgrenzen

AKD-C besitzt zwei Stränge, an die jeweils bis zu 8AKD-N angeschlossen werden können. Zwischen den einzelnen Komponenten des Systems sind maximale Entfernungen (Kabel-längen) definiert:



ACHTUNG

Die Leitungslänge zwischen AKD-N und Motor darf maximal 5 m betragen..

3.1.3 Anforderung an die Umgebung im Betrieb

Für die Umgebungsbedingungen im Betrieb sind AKD-C und AKD-N wegen der unterschiedlichen Einbauräume (Schaltschrank bzw. Maschine) getrennt zu betrachten.

3.1.3.1 AKD-C

Bestimmungsgemäß erfolgt der Einbau des AKD-C in einem IP54 Schaltschrank.

Der zulässige Verschmutzungsgrad im Schaltschrank entspricht gemäß EN 60664-1 dem Verschmutzungsgrad 2.

Gemäß EN 60721-3-3 müssen Sie sicherstellen, dass maximal Schwingungen gemäß der Klasse 3M1 auftreten können.

Temperatur und Luftfeuchtigkeit

Die Leistungsversorgungseinheit kann in einem Temperaturbereich von 0°C bis 40°C unter Nennbedingungen eingesetzt werden. Oberhalb dieser Temperatur muss ein Derating (Reduktion des Dauerstroms) um 4% pro K durchgeführt werden. Bei 55°C ist die maximale Umgebungstemperatur für den AKD-C erreicht.

Die zulässige relative Luftfeuchtigkeit im Schaltschrank beträgt 5 bis 85% und darf nicht kondensierend sein, dies entspricht der Klasse 3K3.

Einsatzhöhe

Bis zu einer Einsatzhöhe von 1000 m über Normal-Null (NN) darf das Gerät ohne Einschränkungen betrieben werden. Ab einer Einsatzhöhe von 1000 m bis zur maximalen Grenze von 2000 m über NN erfolgt eine Stromreduzierung von 1,5% pro 100 m. Beispiel:

- Aufstellhöhe: bis 1000m -> keine Stromreduzierung
- 1500 m -> Stromreduzierung = $(1500 \text{ m} - 1000 \text{ m}) * 1,5\% / 100 \text{ m} = 7,5\%$
- 2000 m -> Stromreduzierung = $(2000 \text{ m} - 1000 \text{ m}) * 1,5\% / 100 \text{ m} = 15\%$
- 2500 m -> maximale Einsatzhöhe überschritten => Einsatz nicht möglich

3.1.3.2 AKD-N

Bestimmungsgemäß kann der AKD-N außerhalb des Schaltschrank an der Maschine montiert werden.

Der zulässige Verschmutzungsgrad im Einsatzbereich entspricht gemäß der Norm EN 60664-1 dem Verschmutzungsgrad 3.

Gemäß EN 60721-3-3 müssen Sie sicherstellen, dass maximal Schwingungen gemäß der Klasse 3M5 auftreten.

Die IP Schutzklasse beträgt IP65/IP67 gemäß EN 60529, UL Type 4x.

Temperatur und Luftfeuchtigkeit

Der AKD-N kann in einem Temperaturbereich von -10°C bis 40°C unter Nennbedingungen eingesetzt werden. Oberhalb dieser Temperatur muss ein Derating (Reduktion des Dauerstroms) um 4% pro K durchgeführt werden. Bei 55°C ist die maximale Umgebungstemperatur für den AKD-N erreicht.

Die zulässige relative Luftfeuchtigkeit im Einsatzbereich beträgt 5 bis 95% und darf nicht kondensierend sein, dies entspricht der Klasse 3K4.

Einsatzhöhe

Bis zu einer Einsatzhöhe von 1000 m über NN darf das Gerät ohne Einschränkungen betrieben werden. Ab einer Einsatzhöhe von 1000 m bis zur maximalen Grenze von 2000 m über NN erfolgt eine Stromreduzierung von 1,5% pro 100 m. Beispiel:

- Aufstellhöhe: bis 1000 m -> keine Stromreduzierung
- 1500 m -> Stromreduzierung = $(1500 \text{ m} - 1000 \text{ m}) * 1,5\% / 100 \text{ m} = 7,5\%$
- 2000 m -> Stromreduzierung = $(2000 \text{ m} - 1000 \text{ m}) * 1,5\% / 100 \text{ m} = 15\%$
- 2500 m -> maximale Einsatzhöhe überschritten => Einsatz nicht möglich

3.1.3.3 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

Eine andere Verwendung als in der Betriebsanleitung im Kapitel "Bestimmungsgemäße Verwendung" beschrieben ist nicht bestimmungsgemäß und kann zu Schäden bei Personen, Gerät oder Sachen führen.

Insbesondere das Gerät darf nicht eingesetzt werden:

- in Maschinen, die nicht den geltenden nationalen Richtlinien oder Normen entsprechen,
- zum Antrieb von Aufzügen,
- in Anwendungen mit häufigen, betriebsmäßigen Kurzschlüssen der Motor Leistungsanschlüsse.

Die Verwendung des Gerätes in den folgenden Umgebungen ist untersagt:

- explosionsgefährdete Bereiche
- Umgebungen korrosiven und/oder elektrisch leitenden Säuren, alkalischen Lösungen, Ölen, Dämpfen
- Schiffe oder Offshore-Anwendungen

Verdrahtung des Systems mit Hybridkabeln (Kabel zwischen AKD-C und AKD-N sowie zwischen AKD-N und AKD-N) anderer Hersteller als Kollmorgen ist nicht erlaubt. Verändern von Kollmorgen Kabeln oder Steckern ist nicht erlaubt.

3.2 System Temperatur-Management

3.2.1 Montagehinweise AKD-C

Montieren Sie den AKD-C im Schaltschrank wie im Montagebeispiel in der Betriebsanleitung beschrieben.

Achten Sie auf ausreichend Platz für die Belüftung über und unter dem AKD-C. Wird der interne Bremswiderstand genutzt, ist die Abwärme über dem AKD-C wesentlich höher als bei Verwendung eines externen Bremswiderstandes. Achten Sie dann besonders auf ausreichend Abstand zu oberhalb des AKD-C montierten Komponenten (55 mm bis 100 mm).

Um die Bremsleistung zu verringern kann eine Zwischenkreis-Kopplung zu einem AKD-B/P/T/M oder einem anderen AKD-C hilfreich sein. Das hat aber nur Erfolg, wenn die Lastzyklen des benachbarten Antriebs gegenläufig sind (kein gleichzeitiger generatorischer Betrieb).

Wenn die Bremsleistung nahe oder leicht über der Schwelle von 100 Watt liegt, kann eine Zwischenkreiskopplung zu anderen Antrieben dazu beitragen, einen externen Bremswiderstand einzusparen.

Bei sehr dynamischen Vorgängen ist zu prüfen, ob ein Kapazitätsmodul (KCM) die Rückspeiseenergie zwischenspeichern kann, um sie im nächsten Beschleunigungsfall wieder zu nutzen. Dies kann die Energiekosten über die Betriebsdauer der Anlage mindern. Zudem entsteht weniger Verlustleistung im Schaltschrank.

3.2.2 Montagehinweise Bremswiderstände

Externe Bremswiderstände sollten außerhalb des Schaltschranks oder thermisch entkoppelt im Schaltschrank montiert werden.

Wegen der starken Wärmeentwicklung müssen Sie die Sicherheitsabstände zu benachbarten, brennbaren Gegenständen beachten (siehe Zeichnung des Bremswiderstandes im Zubehörhandbuch).

3.2.3 Montagehinweise AKD-N

Montieren Sie den AKD-N wie im Handbuch angegeben. Für Auswahl der benötigten Kühlfläche ist die durchschnittliche Auslastung des Antriebes relevant.

Unter 100% Auslastung wird hier die Dauerbelastung mit Nennstrom verstanden. 50% Auslastung kann zum Beispiel

- Taktbetrieb: 50% Einschaltzeit mit Nennstrom / 50% Erholungszeit oder
- 100% Einschaltzeit mit halbem Nennstrom bedeuten.

Bei einer durchschnittlichen Auslastung von 50% (beim AKD-N 3A und 6A) ist eine Montage auf einer beliebigen Metallfläche ausreichend.

Die in der Betriebsanleitung angegebenen Kühlflächen (Aluminium) von

- 240 x 240 x 10 mm bei AKD-N 3A bzw.
- 500 x 500 x 10 mm bei AKD-N 6A,

ermöglichen bei Betrieb am 480 V Netz und 40° C Umgebungstemperatur eine 100% Auslastung.

3.2.4 Temperaturmessung im AKD-N

Der AKD-N hat zwei interne Temperatursensoren; einer ist auf der Steuerkarte, der andere bei den Leistungshalbleitern (Power) angebracht. Die Sensorwerte können über den Befehl *drv.temperature* abgefragt werden.

- Temperatur Steuerkarte: Warnung 90°C / Abschaltung 95°C
- Temperatur Power: Warnung 90°C / Abschaltung 95°C

ACHTUNG

Solange die Temperatur „Power“ während des Betriebs der Maschine nicht über 85°C steigt ist das Kühlkonzept in Ordnung.

Beachten Sie, dass es bis zu mehreren Stunden dauern kann, bis die Temperatur den thermischen Beharrungszustand erreicht hat.

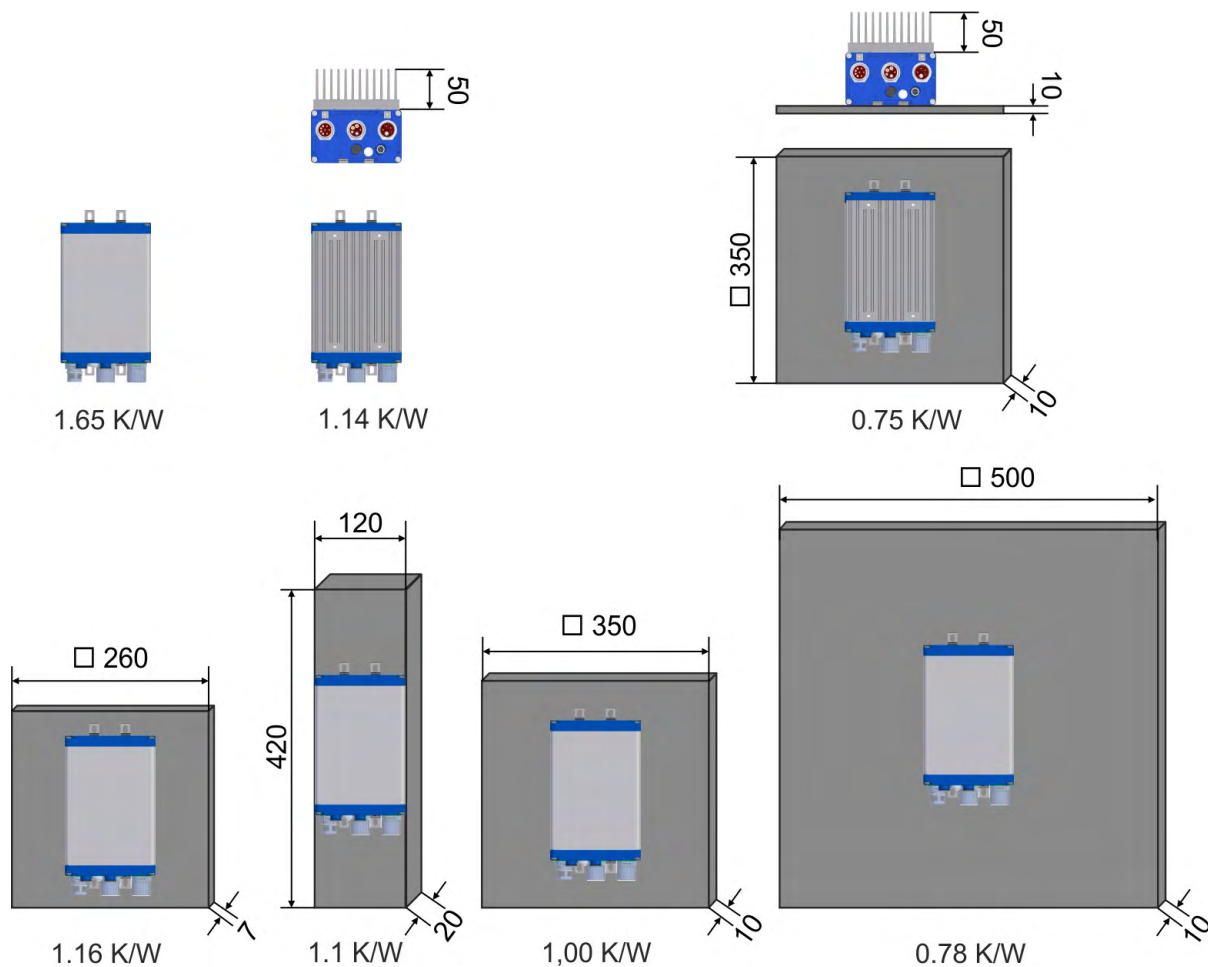
Beispiele:

- AKD-N 3A frei in der Luft ist nach 60 Minuten stabil,
- AKD-N 6A auf Kühlplatte 500x500x10 mm ist nach 180 Minuten stabil.

3.2.5 Kühlflächenwahl AKD-N

Für den Betrieb mit maximaler Leistung eines AKD-N in der Maschine ist eine optimale Kühlsituation Voraussetzung.

Als Hilfe zum Abschätzen des R_{th} einer Montage-Geometrie finden Sie unten einige Beispiele:



3.2.6 Rth Berechnung

Der thermische Widerstand R_{th} (Einheit K/W) ist ein Wärmekennwert und ein Maß für die Temperaturdifferenz, die in einem Körper beim Durchtritt eines Wärmestromes entsteht.

ACHTUNG

Um die entstehenden Verlustleistung abzuführen, darf der R_{th} einer Systemgeometrie einen bestimmten Wert nicht überschreiten.

Zu Berechnung des zulässigen maximalen R_{th} benötigen Sie die AKD-N Verlustleistung (P). Die Verlustleistung ist abhängig von der

- Zwischenkreisspannung (ergibt sich aus der Netzspannung) und dem
- durchschnittlichen Ausgangsstrom (ergibt sich aus dem durchschnittlichen Lastmoment):

| I [A] | AKD-N 3A | | AKD-N 6A | |
|-------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| | 400V Netz (565 VDC) P [W] | 480 V Netz (680 VDC) P [W] | 400V Netz (565 VDC) P [W] | 480 V Netz (680 VDC) P [W] |
| 0,00 | 9,8 | 11,4 | 10,1 | 11,8 |
| 1,00 | 16,6 | 16,9 | 16,9 | 17,2 |
| 2,00 | 26,2 | 27,0 | 26,3 | 27,1 |
| 3,00 | 35,2 | 37,5 | 36,4 | 38,7 |
| 4,00 | - | - | 44,9 | 47,8 |
| 5,00 | - | - | 55,1 | 58,7 |
| 6,00 | - | - | 67,3 | 71,6 |

Rth Berechnungsbeispiel:

Bei einer Umgebungstemperatur von 40°C ergibt sich eine max. zulässigen Temperaturdifferenz dT von 50K bezogen auf die Warntemperatur im Powermodul (90°C).

Daraus errechnet sich bei einem AKD-N-6A mit 4A Dauerbelastung am 400 V Netz ein maximal zulässiger R_{th} von 1,11K/W:

$$R_{th} = dT / P$$

$$R_{th} = 50 \text{ K} / 44,9 \text{ W} = 1,11 \text{ K/W}$$

Ergebnis:

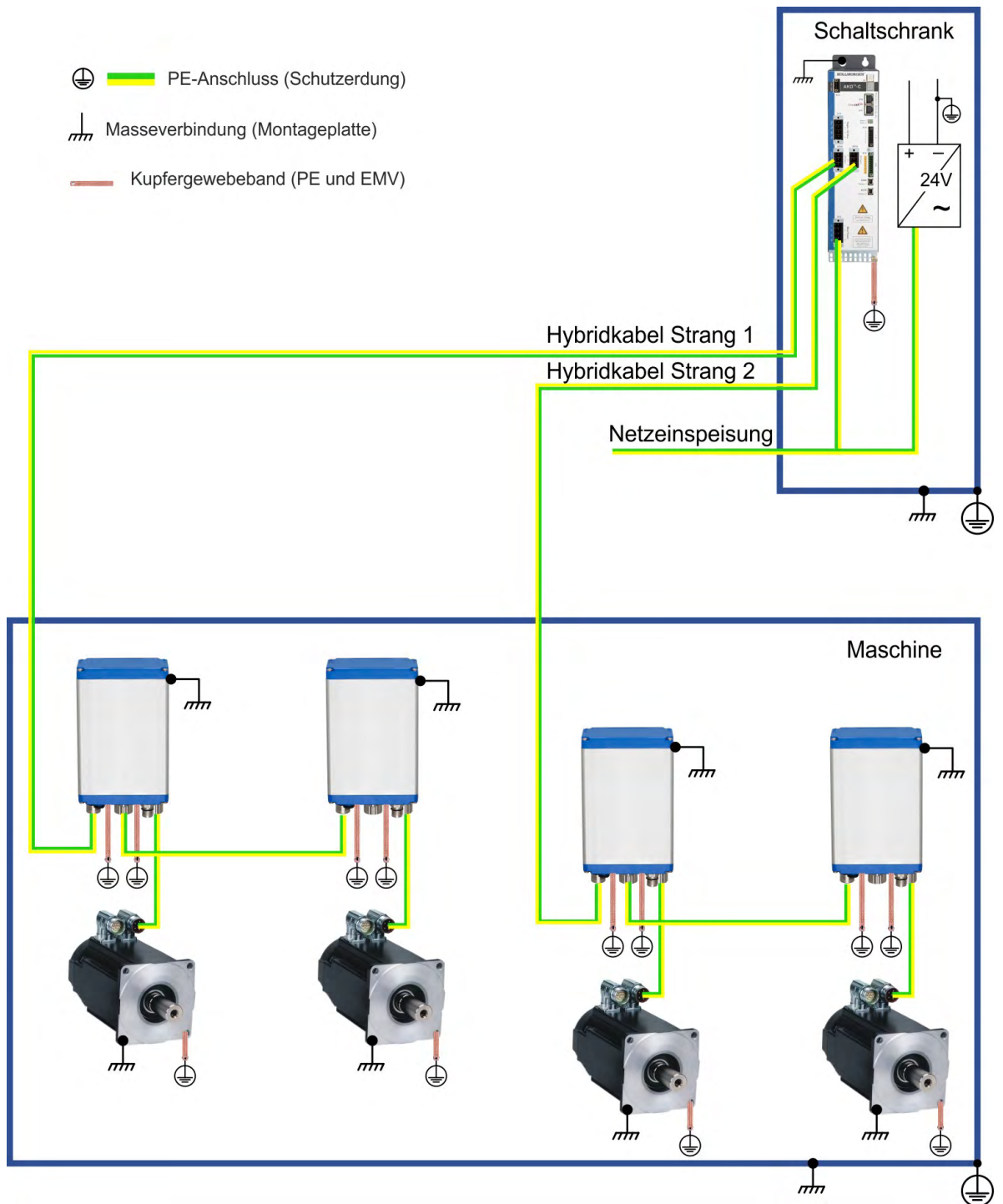
Aus den Beispielgeometrien (→ S. 18) können Sie ablesen, dass z.B. eine quadratische Kühlplatte 350x350x10 mm ($R_{th} \sim 1,00 \text{ K/W}$) zur Kühlung ausreicht.

4 Elektrische Systemplanung

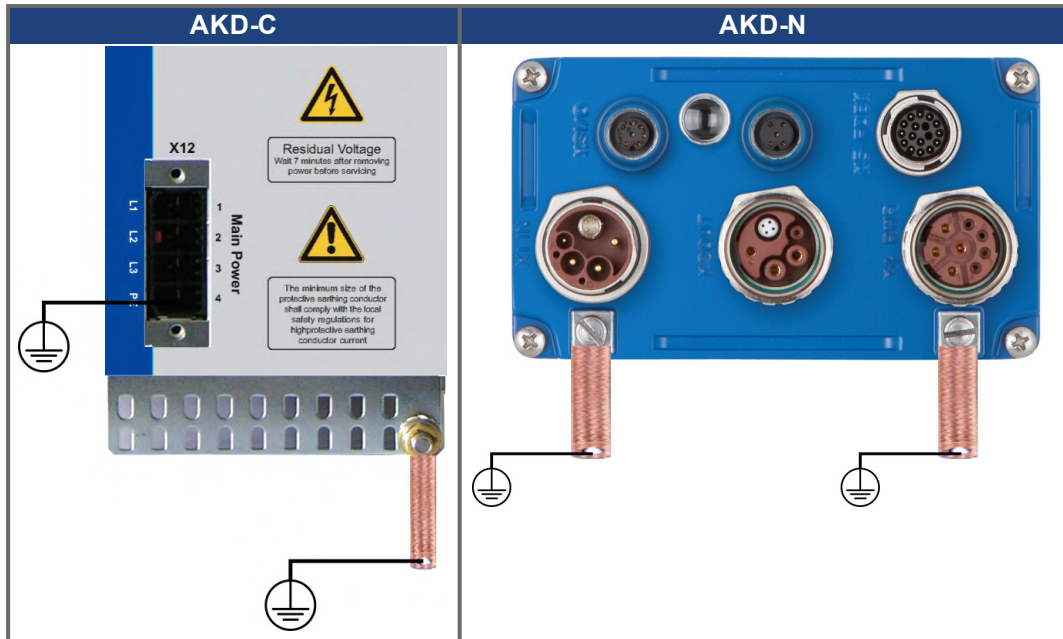
| | |
|---|-----------|
| 4.1 System Erdung | 21 |
| 4.2 System 24V | 23 |
| 4.3 System Verdrahtungskonzept | 26 |
| 4.4 System Absicherung | 28 |

4.1 System Erdung

Stellen Sie die ordnungsgemäße Erdung aller Komponenten mit der PE-Schiene im Schaltschrank als Bezugspotential sicher. Verbinden Sie jede Erde einzeln mit dem vorgesehenen Erdungsanschluss (Sternpunktanbindung).



Schutzerde (PE)



Der Ableitstrom gegen PE beträgt mehr als 3,5 mA. Gemäß EN 61800-5-1 muss der PE-Anschluss daher entweder doppelt ausgeführt werden oder eine Anschlussleitung mit >10mm² Querschnitt verwendet werden.

ACHTUNG

Verdrahten Sie die PE Anschlüsse sofort nach der Montage der Geräte als erste elektrische Verbindung. Erst danach stecken Sie alle anderen Steckverbinder. Bei der Demontage lösen Sie die PE Anschlüsse als letzte Verbindung.

AKD-C

Benutzen Sie die PE Klemme(X12) und den PE Bolzen. Damit ist der doppelte Anschluss gewährleistet. Um die Impedanz möglichst niedrig zu halten, empfehlen wir ein Kupfergewebeband für den PE Anschluss am PE Bolzen.

AKD-N

Benutzen Sie beide PE Anschlüsse. Um die Impedanz möglichst niedrig zu halten, empfehlen wir Kupfergewebebänder für die PE Anschlüsse.

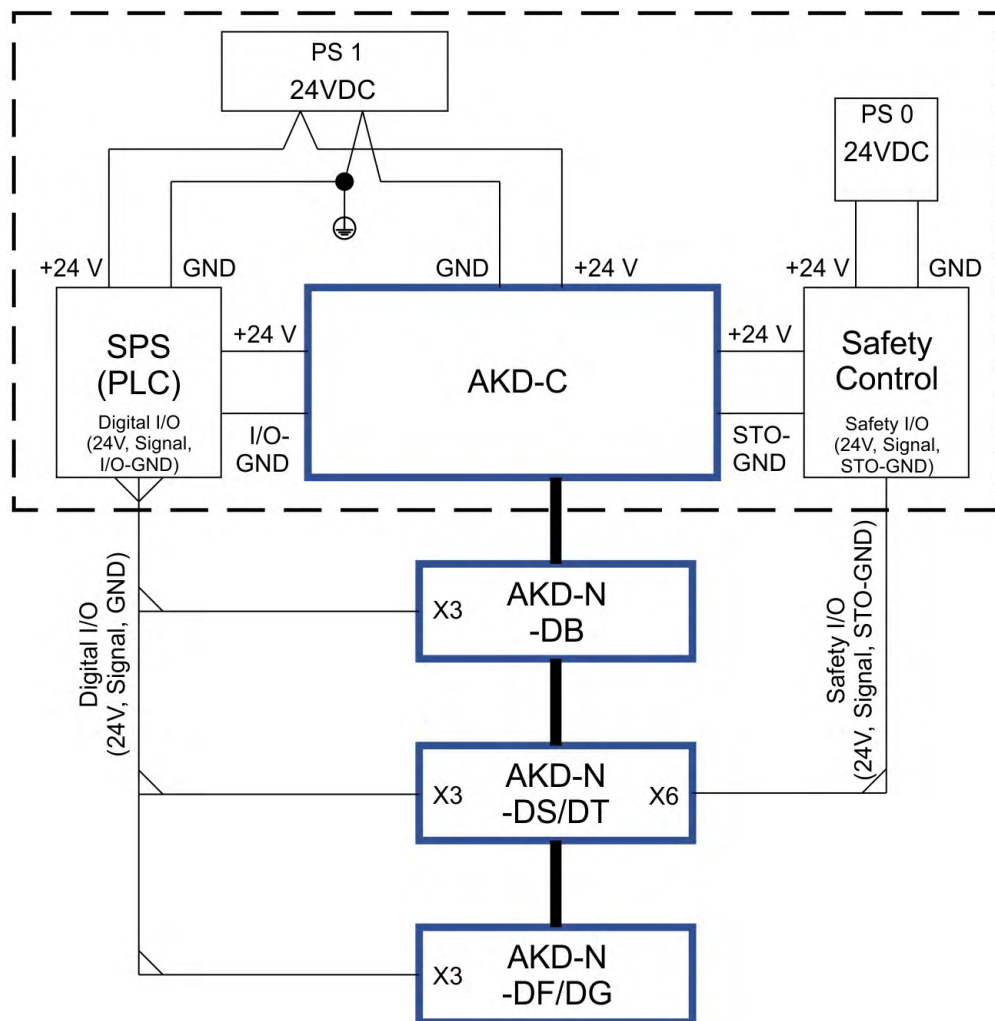
4.2 System 24V

Das dezentrale Konzept eines Antriebssystems mit AKD-C und AKD-N kann zu großen Leitungslängen und damit verbunden zu Spannungsabfällen auf der Leitung oder zu Störsignal Einkopplungen (Impedanzeinkopplungen) führen. Je nach Situation in Ihrer Applikation wählen Sie eine zentrale oder dezentrale Versorgung oder eine Kombination beider Konzepte.

4.2.1 Versorgung mit zentralem 24V Netzteil (P1)

ACHTUNG

Netzteil P0 (PELV) versorgt die Sicherheitssteuerung und muss die Anforderungen des Sicherheitskreises erfüllen, hier empfehlen wir ein separates Netzteil zu verwenden. Netzteil PS1 muss Einschaltstrom und Dauerstrom des gesamten Systems liefern können. Ein zentrales Netzteil zur Versorgung von Komponenten im Schaltschrank und in der Maschine sollte nur bei kurzen Entfernungen (kurze Leitungen) verwendet werden.



Anforderungen an die 24V Netzteile

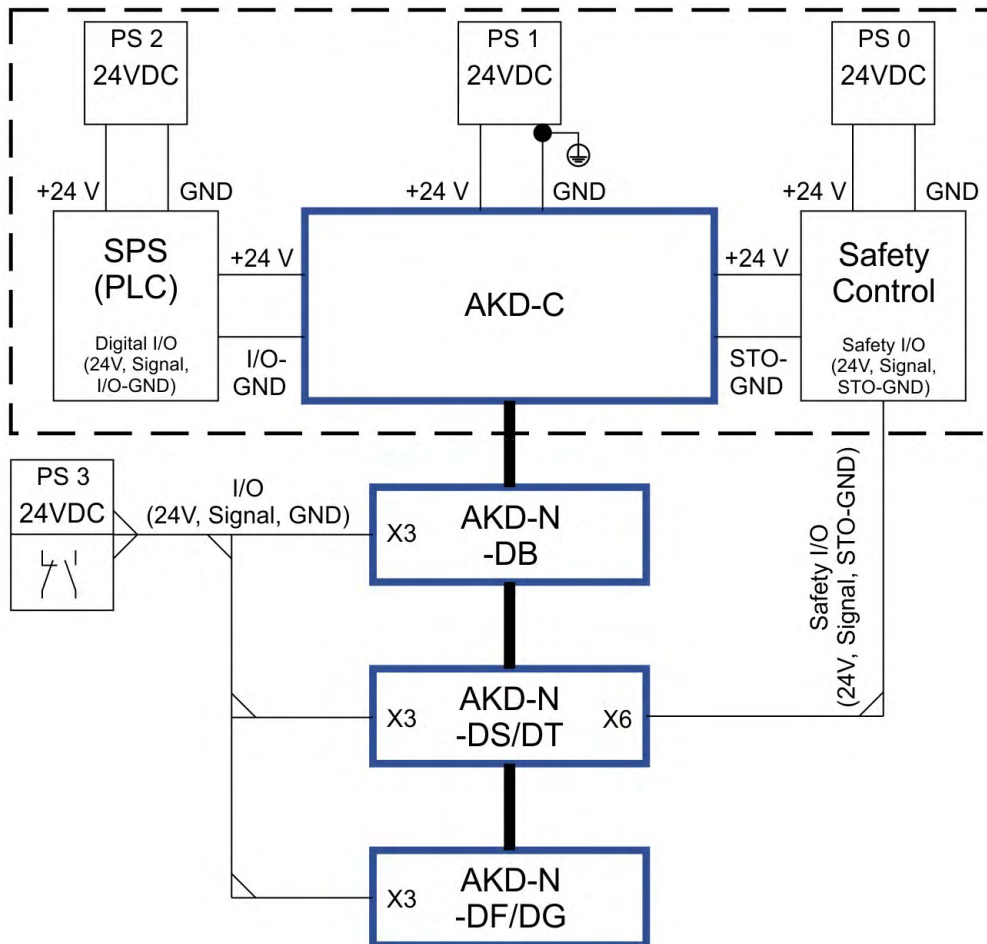
| # | Versorgung für | Toleranz | Dauerstrom* | Einschaltstrom* | Schutzklasse | Sonstiges |
|-----|----------------------|----------|-------------|-----------------|--------------|---------------------------------------|
| PS0 | Safety Control | +/- 10% | > 5A | > 5A | IP20 | PELV/SELV |
| PS1 | AKD-C, SPS, Sensoren | +/- 10% | > 14A | > 16A | IP20 | Galvanisch getrennt (Trenntrafo o.ä.) |

* Ströme für AKD-C mit maximaler Auslastung (siehe "Systemleistung 24 V (Stand-By Betrieb)" (→ p. 25)). Den Strom für die verwendete Steuerung und für in der Maschine verbaute Sensoren müssen Sie jeweils aufaddieren.

4.2.2 Versorgung mit dezentralen 24V Netzteilen (P1, P2, P3)

ACHTUNG

Netzteil P0 (PELV) versorgt die Sicherheitssteuerung und muss die Anforderungen des Sicherheitskreises erfüllen.
 Netzteil PS1 muss Einschaltstrom und Dauerstrom des Antriebssystems liefern können.
 Netzteil P2 versorgt die SPS und muss die Anforderungen der SPS erfüllen.
 Netzteil P3 versorgt z.B. Endschalter und Sensoren in der Maschine und muss die Anforderungen an die Umgebung erfüllen.



Anforderungen an die 24V Netzteile

| # | Versorgung für | Toleranz | Dauerstrom* | Einschaltstrom* | Schutzklasse | Sonstiges |
|-----|----------------|----------|----------------|-----------------|--------------|---------------------------------------|
| PS0 | Safety Control | +/- 10% | > 5A | > 5A | IP20 | PELV/SELV |
| PS1 | AKD-C | +/- 10% | 14 A | 16 A | IP20 | Galvanisch getrennt (Trenntrafo o.ä.) |
| PS2 | SPS | +/- 10% | systemabhängig | | IP20 | |
| PS3 | Sensoren | +/- 10% | systemabhängig | | IP67 | |

* Ströme für AKD-C mit maximaler Auslastung (siehe "Systemleistung 24 V (Stand-By Betrieb)" (→ p. 25)).

4.2.3 GND Definition

| | | | |
|-------|---------|--|-----------|
| AKD-C | I/O-GND | Gemeinsame Leitung für digitale Eingänge X15 | X15/4 |
| | GND | 24 V Versorgung | X13/2 |
| | STO-GND | STO Eingang (global) | X16/4-5-7 |
| AKD-N | I/O-GND | Gemeinsame Leitung für digitale Eingänge X3 | X3/6 |
| | STO-GND | STO Eingang (lokal, AKD-N-DS/DT) | X6/2 |

Alle GND Netze sind galvanisch voneinander getrennt. Masseschleifen können so vermieden werden. Der GND am 24V Netzteil (PS1) sollte geerdet werden.

4.2.4 Systemleistung 24 V (Stand-By Betrieb)

Wenn keine Netzspannung am AKD-C angeschlossen oder eingeschaltet ist, liefert das 24V Netzteil (PS1 in den Beispielen) eine Stand-By Leistung. Die dann gelieferte 24 VDC Spannung wird im AKD-C in eine 55 VDC Zwischenkreisspannung gewandelt, mit deren Hilfe die AKD-N den Antrieb in einen sicheren Zustand führen können (z.B. Notbremsung).

Beispielkombinationen.

| AKD-C Stränge | AKD-N | Stand-By Strom PS1 (ohne Ibrems) | Max. zulässiger Strom AKD-C | Möglicher Bremsenstrom |
|---------------|-------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| 0 | 0 | 0,48 A | 14 A | - |
| 1 | 1 | 2,50 A | 14 A | 11,50 A |
| 1 | 2 | 2,80 A | 14 A | 11,20 A |
| 1 | 4 | 3,40 A | 14 A | 10,60 A |
| 1 | 8 | 4,60 A | 14 A | 9,40 A |
| 2 | 2 | 2,80 A | 14 A | 11,20 A |
| 2 | 4 | 3,40 A | 14 A | 10,60 A |
| 2 | 8 | 4,60 A | 14 A | 9,40 A |
| 2 | 16 | 7,00 A | 14 A | 7,00 A |

Die Summe von Strom für die Standby-Versorgung der AKD-N und Bremsenstrom *Ibrems* für jede benutzte 24V Motorhaltebremse darf insgesamt maximal 14 A betragen.

Haltebremsenstrom ($\pm 7\%$) bei AKM Motoren:

| Motor | AKM1 | AKM2 | AKM3 | AKM4 | AKM5 | AKM6 | AKM7 | AKM8 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Ibrems | 0,27 A | 0,35 A | 0,42 A | 0,53 A | 0,81 A | 1,07 A | 1,48 A | 2,1 A |

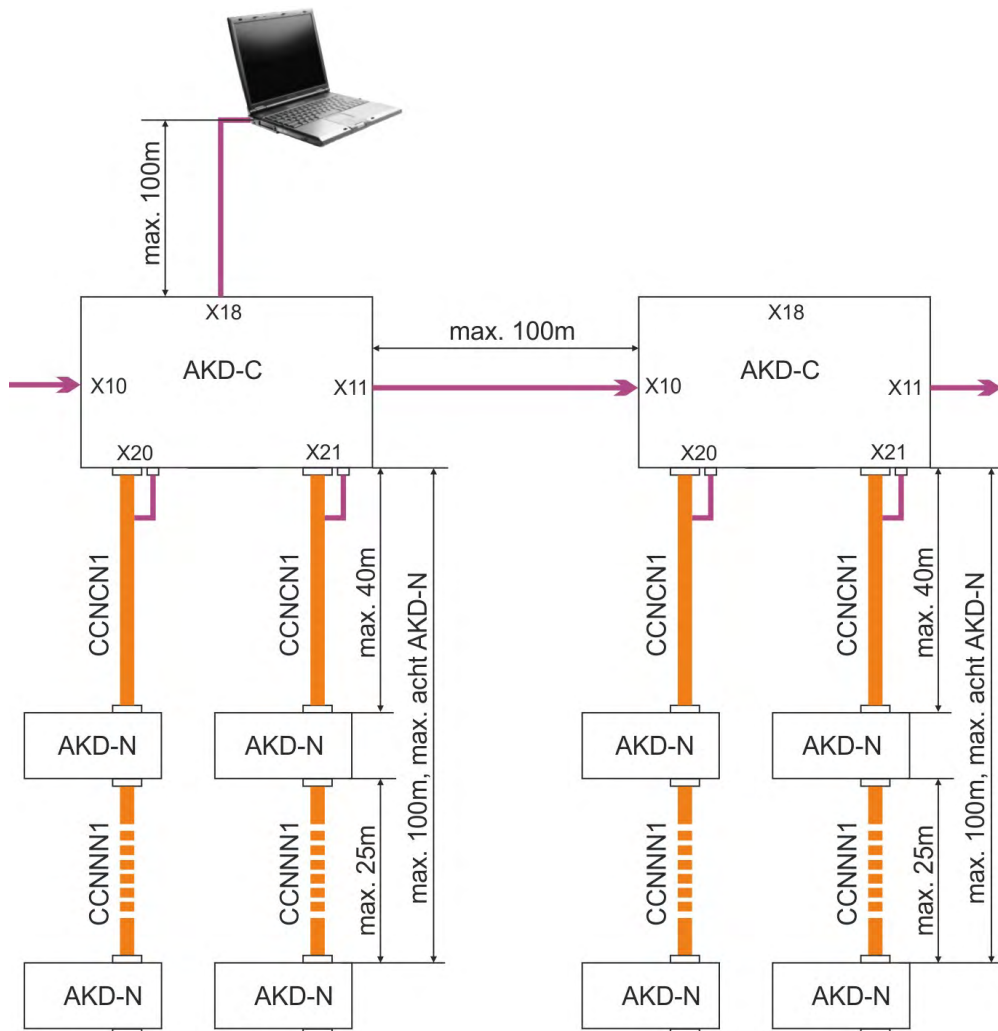
4.3 System Verdrahtungskonzept

4.3.1 Definition Kabellänge

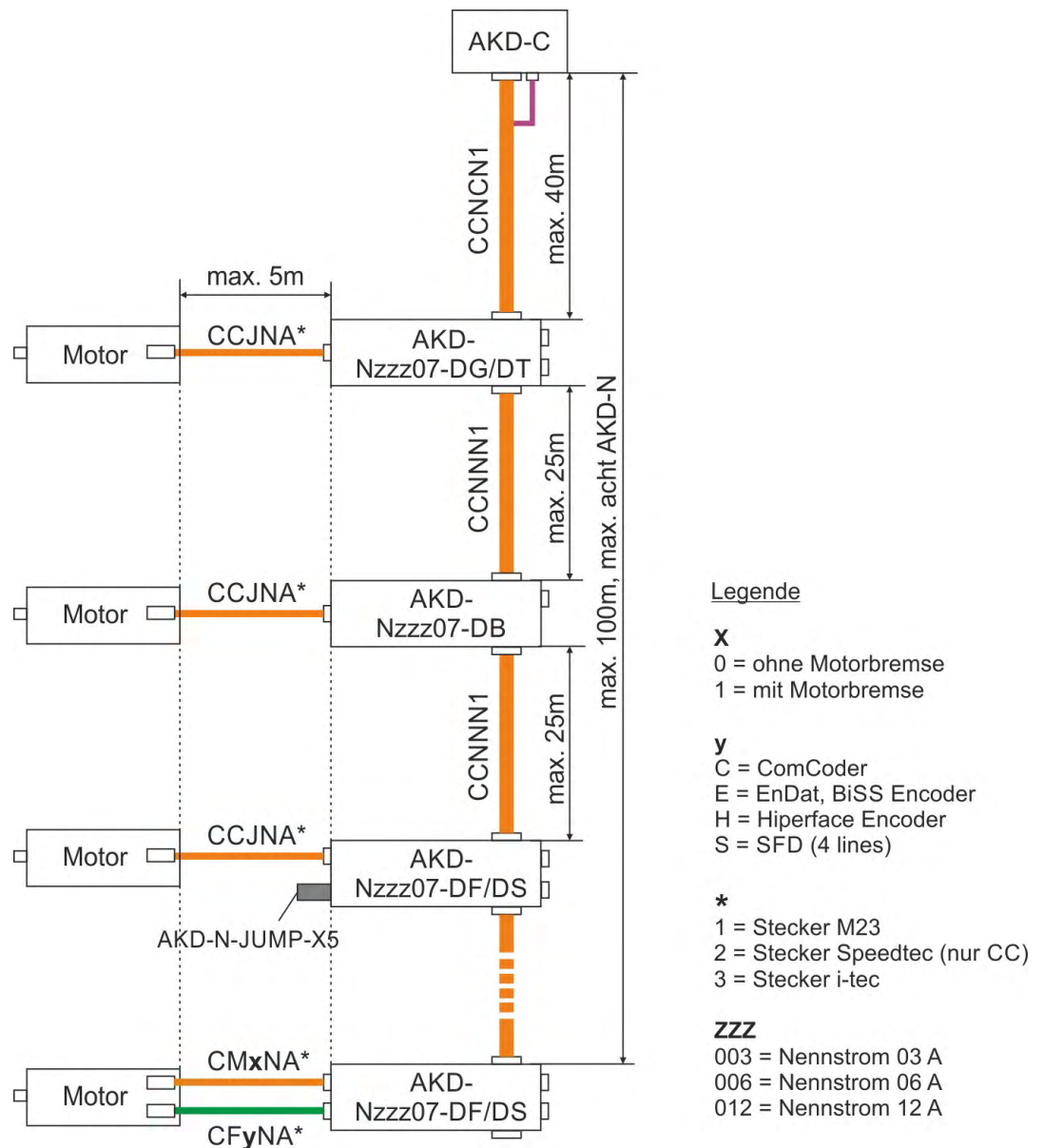
AKD-C besitzt zwei Stränge, an die jeweils bis zu 8 AKD-N angeschlossen werden können. Maximale gesamte Kabellänge für jeden Strang ist 100 m.

| Kabeltyp | Kabel Verwendung | Max. Länge (m) |
|----------------|--|----------------|
| CCNCN1 | X20/X21, AKD-C zu AKD-N, hybrid | 40 |
| CCNNN1 | AKD-N zu AKD-N, hybrid | 25 |
| CCJNA* | AKD-N zum Motor, hybrid | 5 |
| CMxNA* | AKD-N zum Motor, Leistung | 5 |
| CFyNA* | AKD-N zum Motor, Rückführung (Feedback) | 5 |
| Ethernet-Kabel | X10/X11, AKD-C zu AKD-C | 100 |
| Ethernet-Kabel | X10/X11, AKD-C zum PC/Switch | 100 |
| Einzelleitung | X13 +24 V/GND, X15 Digital I/Os, X16 STO Signale | 30 |

Maximale Leitungslängen zwischen den dezentralen Systemkomponenten



Maximale Leitungslänge zwischen AKD-N und Motor



4.3.2 Übergang von der IP54 zur IP65/67 Umgebung

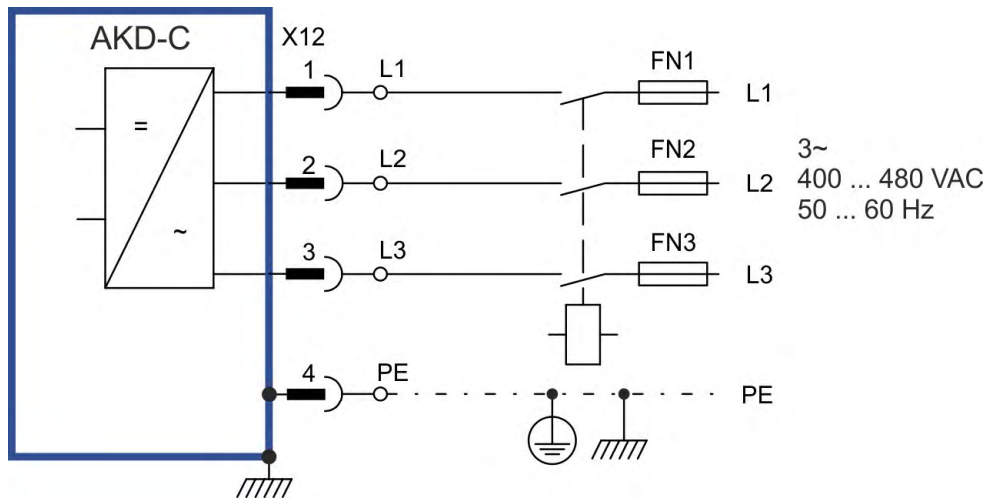
Die Hybridleitung zwischen AKD-C und AKD-N muss aus dem Schaltschrank (IP54) geführt werden.



Geeignete Kabeldurchführung und eine Bezugsquelle finden Sie im Kapitel "Schaltschrank Kabeldurchführungen" (→ p. 11).

4.4 System Absicherung

4.4.1 Netzsicherung



Für den Geltungsbereich der EU Niederspannungsrichtlinie

Im europäischen Raum müssen Sicherungen der genormten Klassen gS (Geräte und Leitungsschutz) oder gG (Ganzbereichsschutz) je nach Anschlussspannung mit den Spannungsclassen 400VAC oder 500VAC verwendet werden.

- Sicherungskategorie gS, gG
- Spannungsclassen 500VAC
- Abschaltstrom 200kArms
- Stromclassen 20A (träge)
- Beispiel (SIBA): 20A gRL(gS) 600VAC/200kA 10x38mm

Beispiele berührungssichere Sicherungshalter nach IEC 60529:

Siba: ZS-Module, Sicherungsgröße 10x38mm, 0 bis 30A, 3 polig: 51 063 04.3

Für den Geltungsbereich der UL und CSA

Schmelzsicherungen:

Eingesetzt werden müssen Sicherungen der Klassen RK5, CC, J oder T mit einer Spannungsclassen von 600VAC und einem Abschaltvermögen von 200kArms. Die Sicherung muss jeweils ein eigenes UL und CSA Listing haben, UR recognized reicht nicht aus.

- Sicherungskategorie RK5, CC, J, T
- Spannungsclassen 600VAC
- Abschaltstrom 200kArms
- Stromclassen 20A (träge)
- Beispiel (Cooper Bussmann): LPJ20SP oder DFJ20

Beispiele berührungssichere Sicherungshalter nach IEC 60529:

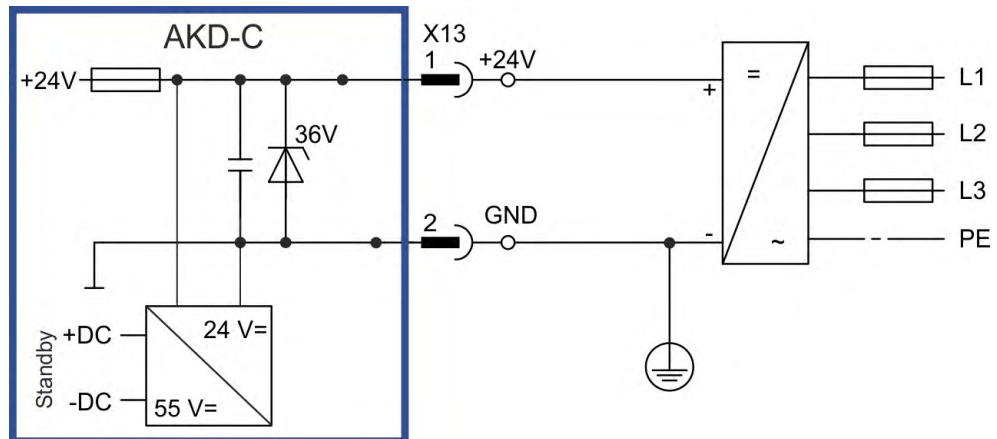
Bussmann, CH Series Modular Fuse Holders, fuse size 0 to 30A class J, 3 poles: CH30J3

Alternativer Anlagenschutz:

Leistungsschalter mit Zulassung Circuit Breaker UL 489, CSA C22.2 No.5,

- Sicherungskategorie CB
- Spannungsclassen 480Y/277 VAC
- Stromclassen 20A
- Abschaltstrom 65 kA
- Beispiel (Siemens): 3RV1742-5CD10

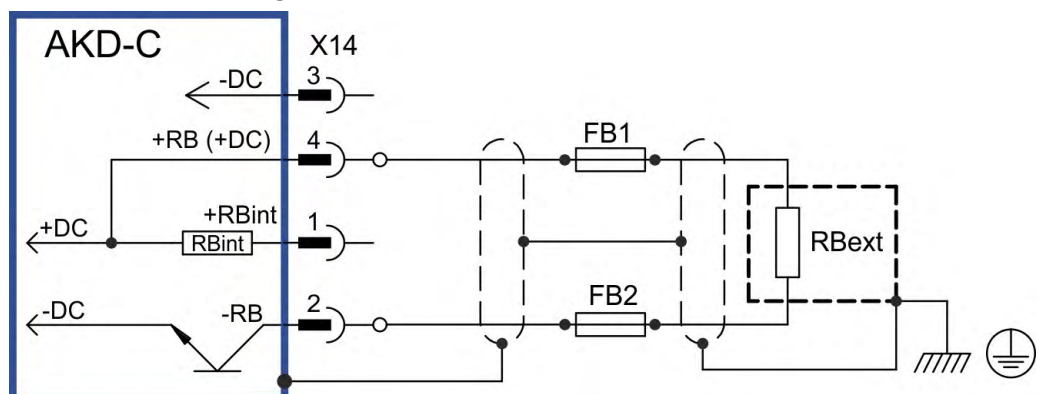
4.4.2 Absicherung 24 VDC



Der 24V Versorgungseingang des AKD-C ist kurzschlussicher. Sichern Sie die verwendeten 24 V Netzteile entsprechend der verwendeten Zuleitungsquerschnitte ab.

Der Zusammenhang zwischen Verlegeart, Umgebungsbedingungen, Leitungsquerschnitt und Strom wird für Europa in EN 60204 beschrieben.

4.4.3 Bremswiderstand Absicherung



Die Sicherungen schützen den externen Bremswiderstand nicht vor thermischer Überlastung. Diese Überwachung wird softwaremäßig vom Servoverstärker, richtige Parametrierung vorausgesetzt, bewerkstelligt! Die Sicherungen sollen vor Folgeschäden bei Kurzschluss und Erdschluss schützen!

Für den Geltungsbereich der EU Niederspannungsrichtlinie

- Sicherungskategorie aR
- Spannungsstufe 700VDC
- Abschaltstrom 30kArms
- Stromstufe 25A
- Beispiel (Siba): aR, 25A

Sicherungshalter 2polig: (Siba): Bauform „finger-save“, 14x51mm, Part.-No: 51 058 04.2

Für den Geltungsbereich der UL und CSA

- Spannungsstufe 800VDC
- Stromstufe 25A
- Beispiel (Cooper Bussmann): FWP-25A14F

Sicherungshalter 3 polig : Cartridge Fuse Holders CH Serie, Size 14x51mm, Klasse J, CH14J3

5 Funktionale Sicherheit

| | |
|--|-----------|
| 5.1 Allgemeines | 31 |
| 5.2 Globaler STO | 32 |
| 5.3 Lokaler STO | 34 |
| 5.4 Kombination Globaler / Lokaler STO | 37 |
| 5.5 Berechnung des Sicherheitslevels für die STO Funktion | 39 |
| 5.6 Stopp / Not-Halt / Not-Aus | 43 |

5.1 Allgemeines

Beim dezentralen Servoantriebssystem AKD-C/N ist die Safe Motion Funktion „Safe Torque Off“ in zwei verschiedenen Varianten implementiert:

- „Globaler STO“ zur sicheren Abschaltung des Drehmomentes aller Antriebsachsen und
- „Lokaler STO“ zur sicheren Abschaltung des Drehmomentes einer Antriebsachse.

Globaler STO (AKD-C)

| Strang (1/2) STO-Enable | Strang (1/2) HW Enable | Strang / (1/2) STO-Status | Sicherheit gem. SIL2 | AKD-N im Strang kann Moment produzieren |
|-------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------|---|
| 0 V | nein | Hoch | ja | nein |
| 0 V | ja | Hoch | ja | nein |
| +24 V | nein | Niedrig | nein | nein |
| +24 V | ja | Niedrig | nein | ja |

Lokaler STO (AKD-N-DS/DT)

| Lokaler STO-Enable | Strang HW Enable | Lokaler STO-Status | Sicherheit gem. SIL2 | AKD-N-DS/DT kann Moment produzieren |
|--------------------|------------------|--------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 0 V | nein | Hoch | ja | nein |
| 0 V | ja | Hoch | ja | nein |
| +24 V | nein | Niedrig | nein | nein |
| +24 V | ja | Niedrig | nein | ja |

Durch die hohe Flexibilität des Systems sind sowohl modulare Lösungen pro Antriebsstrang als auch Kombinationen aus beiden Varianten realisierbar.

Die folgenden Betrachtungen erfolgt rein aus sicherheitstechnischer Sicht. Der Einfluss von HW-Enable bzw. SW-Enable auf die „Drehmomentenfreigabe“ bleibt unberücksichtigt. Zudem wird vorausgesetzt, dass das ganze System betriebsbereit ist. Alle Anschlüsse wurden korrekt durchgeführt und geprüft, Netzleistung ist vorhanden und so weiter.

Verwendete Farben in den Beispielen:

| | |
|---------------|--|
| Rot | <ul style="list-style-type: none"> • Drehmoment ist eingeschaltet, aktiviert • nicht sicherer Zustand (keine funktionale Sicherheit) • +24Vdc an STO-Enable |
| Grün | <ul style="list-style-type: none"> • Drehmoment ist sicher ausgeschaltet, deaktiviert • sicherer Zustand (funktionale Sicherheit) • 0Vdc an STO-Enable |
| Gelb | <ul style="list-style-type: none"> • Signalzustand STO-Status wahrscheinlich hoch • AKD-C STO-Status wird von verschiedenen Ereignissen beeinflusst • ein nicht sicherer Signalzustand bzw. Ausgang |
| Orange | <ul style="list-style-type: none"> • Kontrollierter Stopp via digitaler Eingang aktiviert • Antrieb stoppt mit eingestellter Bremsrampe • Drehmoment ist eingeschaltet |

5.2 Globaler STO

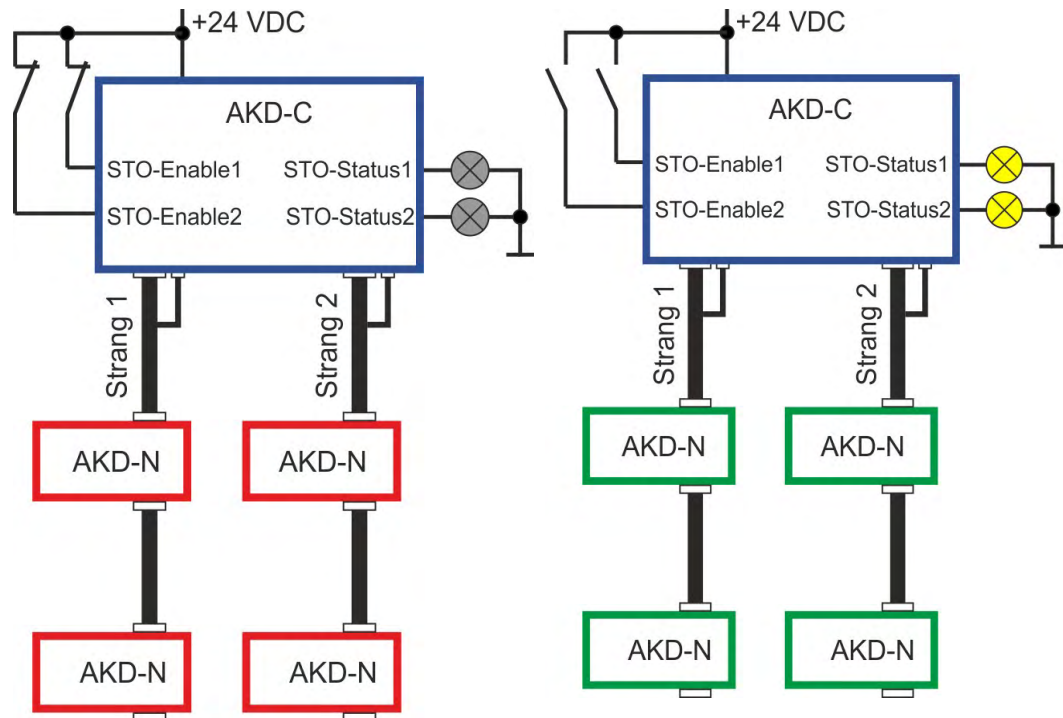
Der AKD-C verfügt über 2 sichere STO Eingänge (STO-Enable 1/STO-Enable 2) mit denen sich das Drehmoment von allen angeschlossenen Antrieben entweder global oder quasi modular pro Antriebstrang sicher abschalten lässt.

Die Eingänge müssen über ein Sicherheitsschaltgerät oder eine Sicherheitssteuerung angesteuert werden.

Zusätzlich stehen noch 2 nicht sichere Status Ausgänge (STO-Status 1/ STO-Status 2) zur Verfügung, die u.a. Auskunft über den Zustand der STO-Funktion geben.

Die Ausgänge können in einer SPS ausgewertet werden.

Beispiel: Globaler STO für alle Antriebe



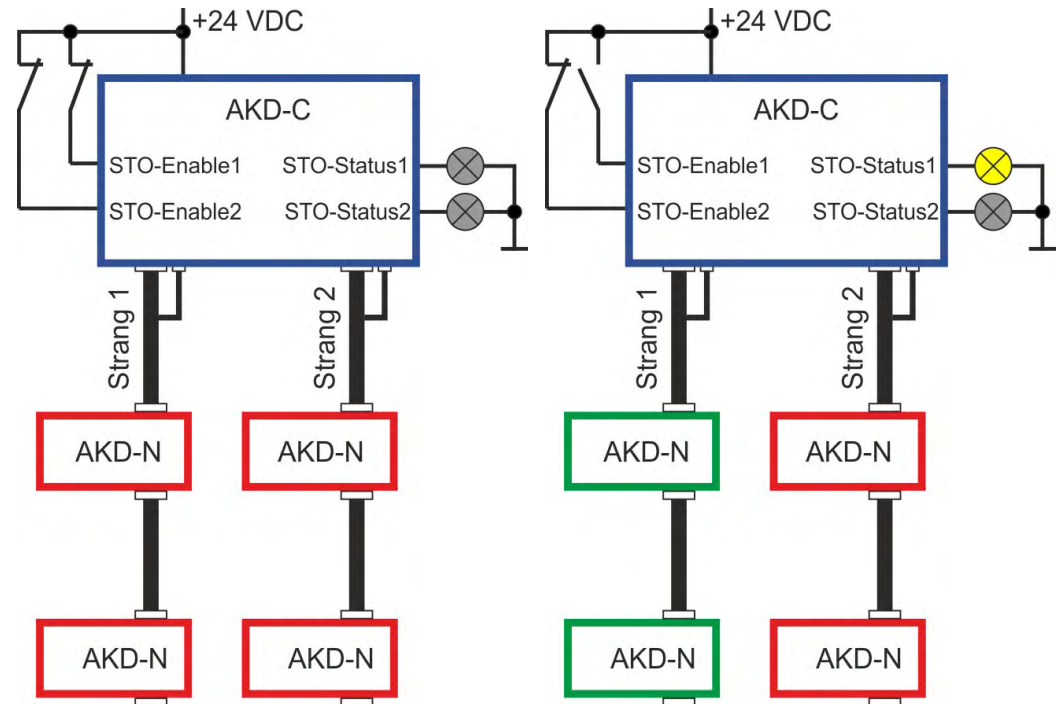
Drehmoment aller Antriebe ist freigegeben.

- nicht sicherer Zustand Stränge 1&2
- STO-Enable1&2 +24 VDC
- STO-Status 1&2 „Low“

Drehmoment aller Antriebe ist sicher gesperrt.

- sicherer Zustand Stränge 1&2
- STO-Enable 1&2 0 VDC
- STO-Status 1&2 „High“

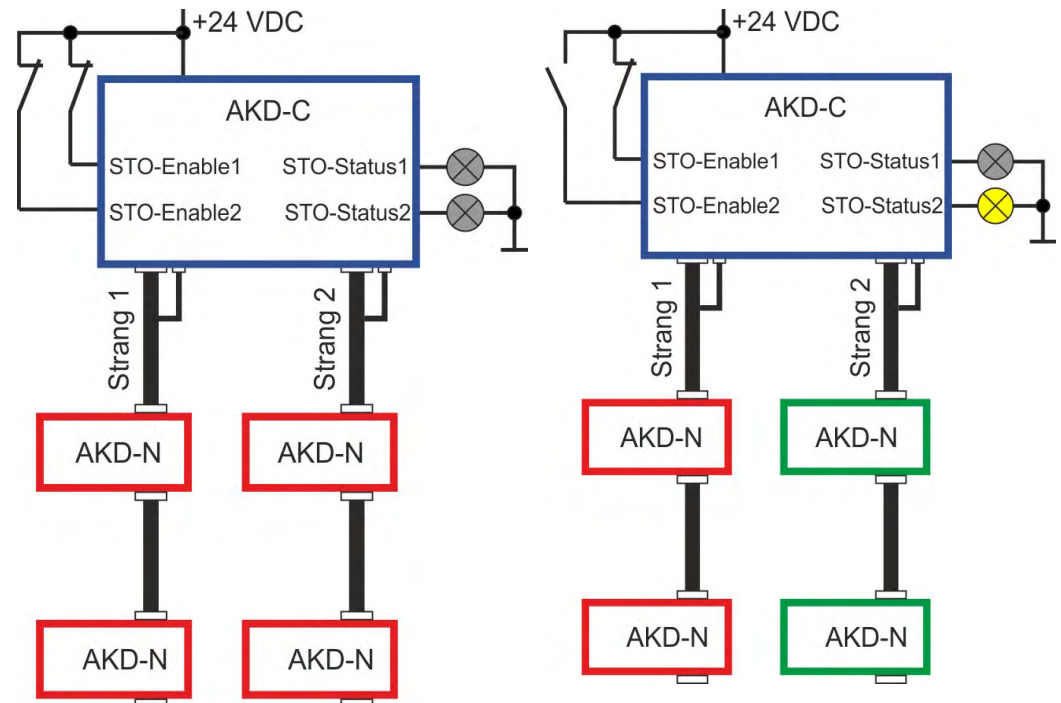
Beispiel: Globaler STO Antriebsstrang 1



Drehmoment aller Antriebe ist freigegeben.
 - nicht sicherer Zustand Stränge 1&2
 - STO-Enable1&2 >> +24 VDC
 - STO-Status 1&2 >> „Low“

Drehmoment aller Antriebe in Strang 1 ist sicher gesperrt.
 - sicherer Zustand Strang 1
 - STO-Enable 1 >> 0 VDC
 - STO-Status 1 >> „High“

Beispiel: Globaler STO Antriebsstrang 2



Drehmoment aller Antriebe ist freigegeben.
 - nicht sicherer Zustand Stränge 1&2
 - STO-Enable1&2 +24 VDC
 - STO-Status 1&2 „Low“

Drehmoment aller Antriebe in Strang 2 ist sicher gesperrt.
 - sicherer Zustand Strang 2
 - STO-Enable 2 >> 0 VDC
 - STO-Status 2 >> „High“

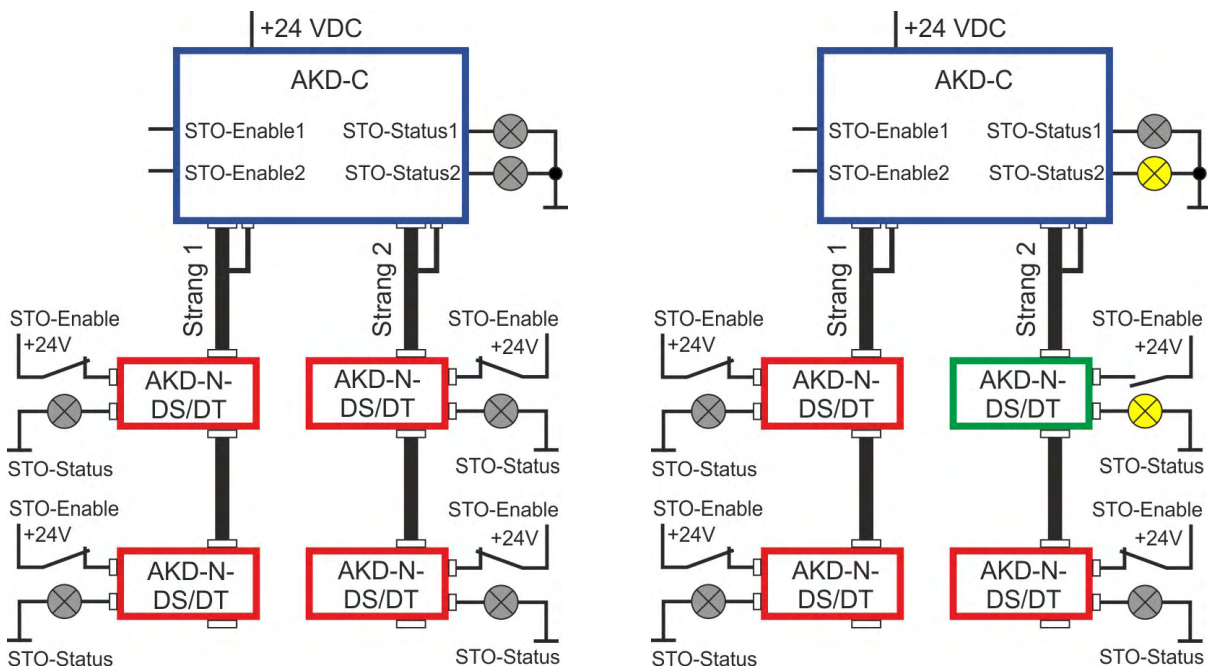
5.3 Lokaler STO

Die AKD-N-DS und AKD-N-DT verfügen über einen sicheren STO Eingang (STO-Enable) mit dem sich das Drehmoment des Antriebs sicher abschalten lässt. Der Eingang muss über ein Sicherheitsschaltgerät oder eine Sicherheitssteuerung angesteuert werden.

Zusätzlich steht noch ein nicht sicherer STATUS Ausgang (STO-STATUS) zur Verfügung. Der Ausgang kann in einer SPS ausgewertet werden.

Um den Antrieb kontrolliert bis zum Stillstand abzubremsen, kann über einen der drei vorhandenen digitalen Eingänge ein „Kontrollierter Stopp“ (CSTOP) ausgelöst werden. Die Verzögerung für den kontrollierten Stopp wird über den Parameter CS.DEC (siehe WorkBench Onlinehilfe) eingestellt. Dieser nicht sichere Eingang kann sowohl von einer Sicherheitssteuerung als auch von einer SPS angesteuert werden. Eine sicherheitsgerichtete Überwachung der Bremsrampe erfolgt nicht.

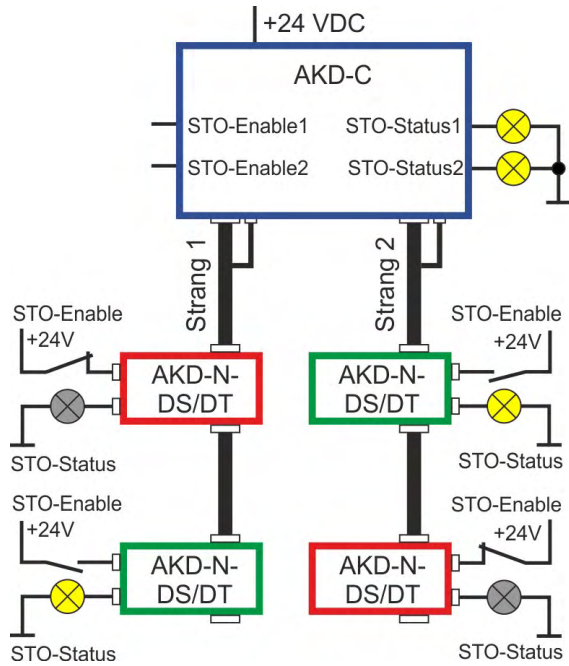
Beispiel: Lokaler STO für einen Antrieb



- Drehmoment aller Antriebe ist freigegeben.
- AKD-C STO-Enable 1&2 >> nicht relevant
 - AKD-C STO-Status 1&2 >> „Low“
 - alle AKD-N STO-Enable >> +24 VDC
 - alle AKD-N STO-Status >> „Low“

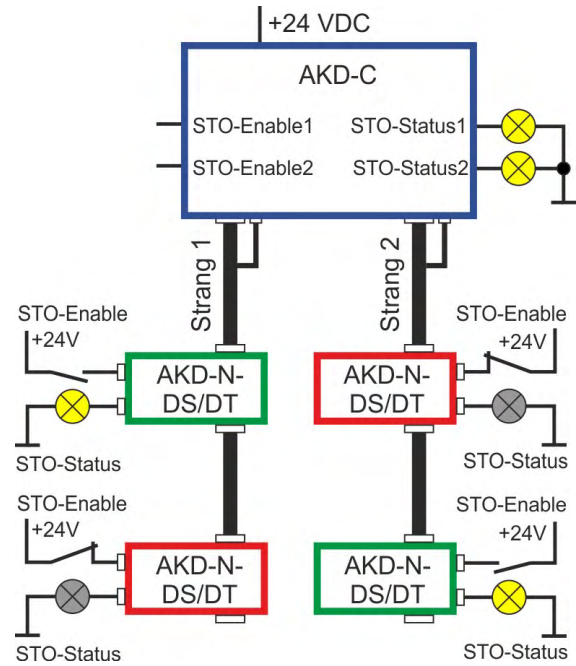
- Drehmoment Antrieb 1 in Strang 2 ist sicher gesperrt.
- AKD-C STO-Enable 1&2 >> nicht relevant
 - AKD-C STO-Status 2 >> „High“
 - Strang 2/AKD-N #1 STO-Enable >> 0 VDC
 - Strang 2/AKD-N #1 STO-Status >> „High“

Beispiel: Lokaler STO für mehrere Antriebe



Drehmoment Antrieb 2 in Strang 1 ist sicher gesperrt.
 Drehmoment Antrieb 1 in Strang 2 ist sicher gesperrt.

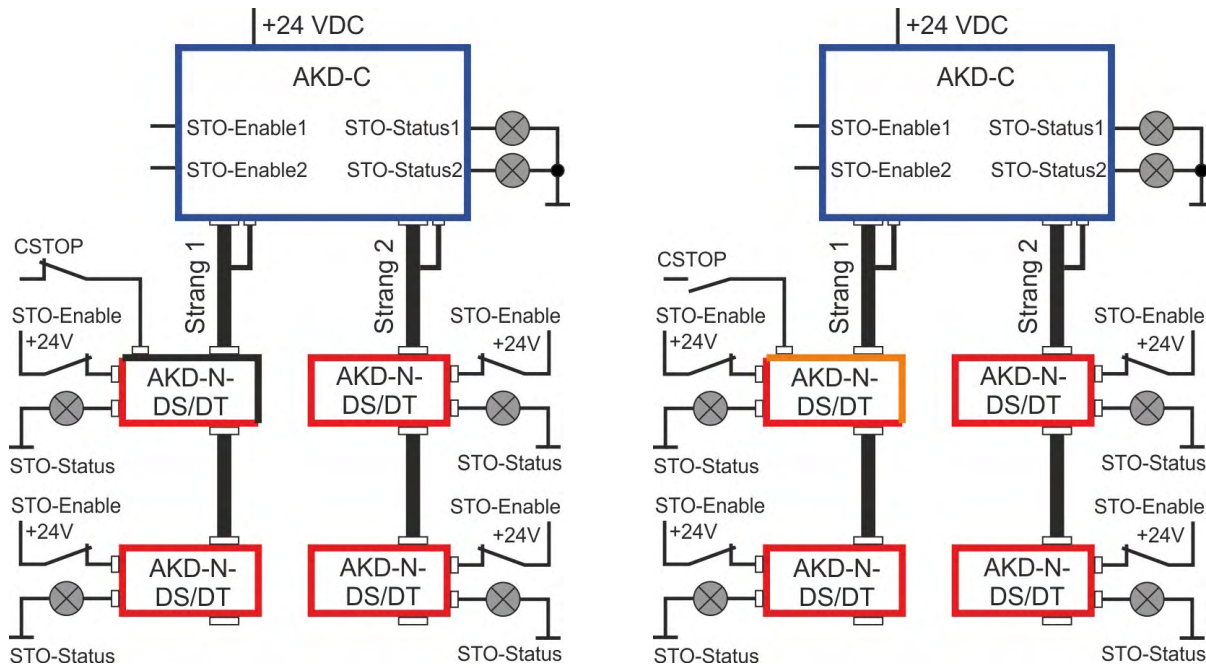
- AKD-C STO-Enable 1&2 >> nicht relevant
- AKD-C STO-Status 1&2 >> „High“
- Strang 2/AKD-N #1 STO-Enable >> 0 VDC
- Strang 1/AKD-N #2 STO-Enable >> 0 VDC
- Strang 2/AKD-N #1 STO-Status >> „High“
- Strang 1/AKD-N #2 STO-Status >> „High“



Drehmoment Antrieb 1 in Strang 1 ist sicher gesperrt.
 Drehmoment Antrieb 2 in Strang 2 ist sicher gesperrt.

- AKD-C STO-Enable 1&2 >> nicht relevant
- AKD-C STO-Status 1&2 >> „High“
- Strang 1/AKD-N #1 STO-Enable >> 0 VDC
- Strang 2/AKD-N #2 STO-Enable >> 0 VDC
- Strang 1/AKD-N #1 STO-Status >> „High“
- Strang 2/AKD-N #2 STO-Status >> „High“

Beispiel: Lokaler STO mit kontrolliertem Stopp (CSTOP)

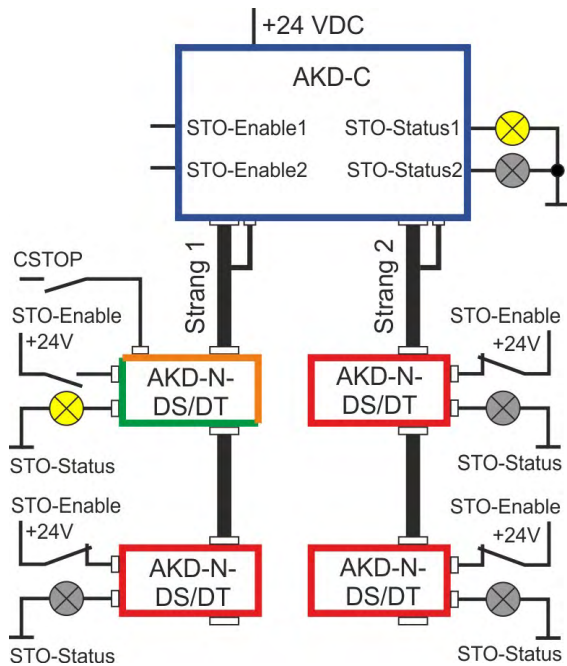


Drehmoment aller Antriebe ist freigegeben.
Antrieb 1, Strang 1 dreht sich, CSTOP ist nicht aktiv.

- AKD-C STO-Enable 1&2 >> nicht relevant
- AKD-C STO-Status 1&2 >> „Low“
- alle AKD-N STO-Enable >> +24 VDC
- alle AKD-N STO-Status >> „Low“
- Strang 1/AKD-N #1 CSTOP-Input >> +24 VDC

CSTOP für Antrieb 1, Strang 1 ist aktiviert, der Antrieb bremsst ab, die Bremsrampe wird nicht überwacht. Drehmoment der anderen Antriebe ist freigegeben.

- AKD-C STO-Enable 1&2 >> nicht relevant
- AKD-C STO-Status 1&2 >> „Low“
- alle AKD-N STO-Enable >> +24 VDC
- alle AKD-N STO-Status >> „Low“
- Strang 1/AKD-N #1 CSTOP-Input >> 0 VDC



CSTOP für Antrieb 1, Strang 1 ist aktiviert, Drehmoment ist sicher gesperrt. Drehmoment der anderen Antriebe ist freigegeben.

- AKD-C STO-Enable 1&2 >> nicht relevant
- AKD-C STO-Status 1 >> „High“
- Strang 1/AKD-N #1 STO-Enable >> 0 VDC
- Strang 1/AKD-N #1 STO-Status >> „High“
- Strang 1/AKD-N #1 CSTOP-Input >> 0 VDC

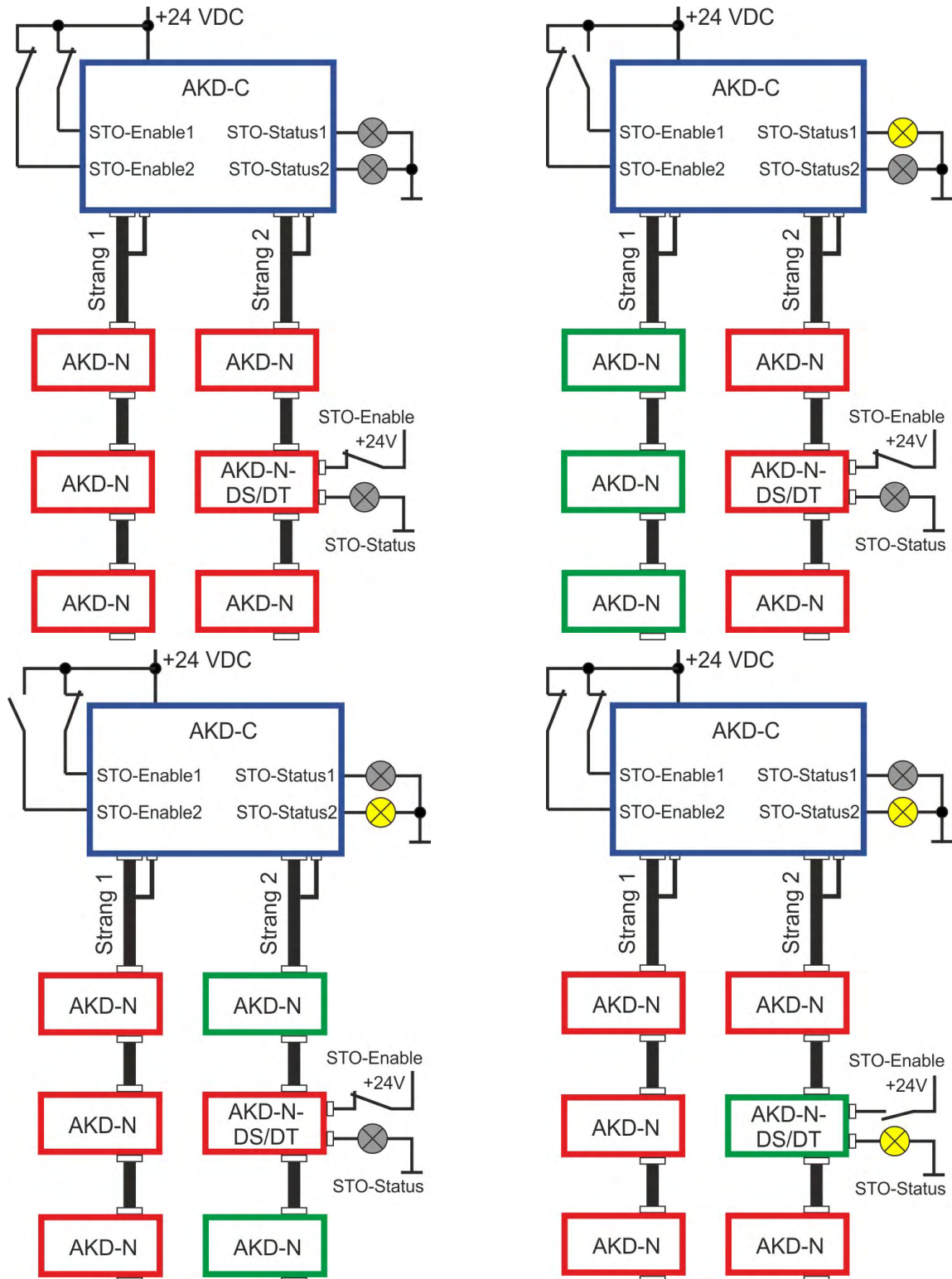
5.4 Kombination Globaler / Lokaler STO

Um modulare Lösungen sowie optionale Erweiterungen zu realisieren, lassen sich die beiden STO-Varianten in unterschiedlichster Weise miteinander kombinieren.

AKD-N-DS und AKD-N-DT verfügen über einen „Lokalen STO“ und können einzeln drehmomentfrei geschaltet werden. Alle anderen AKD-N Geräte können nur über den „Globalen STO“ am AKD-C geschaltet werden.

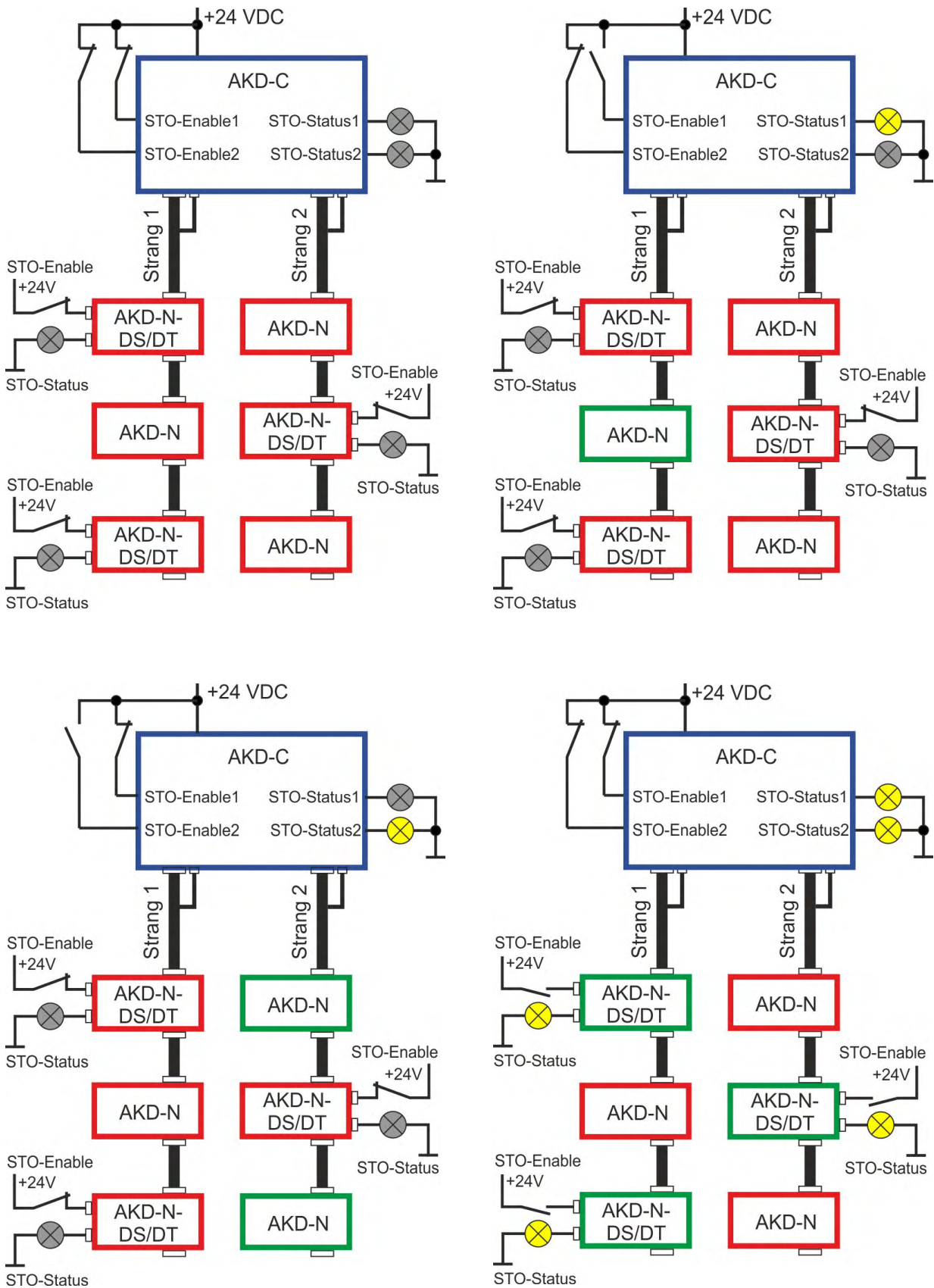
Beispiel: 3 + 2 + 1 Modularität

Drehmoment der roten Antriebe ist freigegeben, Drehmoment der grünen Antriebe ist sicher gesperrt.



Beispiel: 1 + 2 + 3 Modularität

Drehmoment der roten Antriebe ist freigegeben, Drehmoment der grünen Antriebe ist sicher gesperrt.



5.5 Berechnung des Sicherheitslevels für die STO Funktion

5.5.1 Begriffe und Abkürzungen

| Abkürzung | Deutsch |
|-------------------|---|
| B _{10d} | Anzahl von Zyklen, bis 10% Komponenten gefahrbringend ausfallen |
| C | Betätigungszyklen (pro Stunde) eines elektromechanischen Bauteils |
| CCF | Ausfall infolge gemeinsamer Ursache |
| DC | Fehleraufdeckungsgrad |
| DC _{avg} | Fehleraufdeckungsrate im Durchschnitt |
| HFT | Hardware Fehlertoleranz |
| MTBF | Mittlere Ausfallzeit im Normalbetrieb bis zum Fehler |
| MTTF | Mittlere Zeit bis zum Ausfall |
| MTTF _d | Mittlere Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall |
| MTTR | Mittlere Reparaturzeit |
| PFH | Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls pro Stunde |
| PFHD | Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde |
| PL | Performance level |
| SBC | Sichere Bremsansteuerung |
| SBT | Sicherer Bremsentest |
| SDI | Sicher Richtung |
| SFF | Anteil ungefährlicher Ausfälle |
| SIL | Safety integrity level |
| SILCL | SIL Anspruchsgrenze |
| SLS | Sicher begrenzte Geschwindigkeit |
| SOS | Sicherer Betriebshalt |
| SRECS | Sicherheitsbezogenes elektrisches Steuerungssystem |
| SRP/CS | Sicherheitsbezogener Teil einer Steuerung |
| β | Empfindlichkeit für Fehler gemeinsamer Ursache |
| SS1 | Sicherer Stopp 1 |
| SS2 | Sicherer Stopp 2 |
| SSR | Sicherer Geschwindigkeitsbereich |
| STO | Sicher abgeschaltetes Moment |
| T ₁ | Angenommene Gebrauchsdauer eines Sicherheitssystems |
| T ₂ | Diagnose Testintervall |
| T _M | Gebrauchsdauer |
| λ | Ausfallrate |
| λ_d | Ausfallrate bei gefahrbringenden Fehlern |
| λ_s | Ausfallrate bei ungefährlichen Fehlern |

5.5.2 Allgemeines

Bei herkömmlichen Servoverstärkern ist typischerweise die Sicherheitsfunktion STO (Safe Torque Off) eindeutig einem einzigen Gerät zugeordnet. Damit sind auch die angegebenen sicherheitstechnischen Kennwerte eindeutig einem Gerät zugeordnet.

Bei dem dezentralen Antriebssystem sind einer STO Funktion mindestens zwei Geräte zugeordnet, ein AKD-C und mindestens ein AKD-N. Die in der Betriebsanleitung angegebenen sicherheitstechnischen Kennzahlen beziehen sich somit auf das System, d.h. mindestens auf zwei Geräte.

Es können aber auch mehrere Servoverstärker vom Typ AKD-N mit einem STO Eingang betrieben werden, d.h. mit einem STO Signal können bis zu 8 AKD-N stillgesetzt werden (Globaler STO). In diesem Fall kann nicht in jedem Fall der PFH-Wert direkt aus der Tabelle der Betriebsanleitung entnommen werden, sondern es muss untersucht werden, wie viele Servoverstärker vom Typ AKD-N an einem Risiko (z.B. Wiederanlauf) beteiligt sind, um damit den Gesamt-PFH Wert zu bestimmen.

5.5.3 Innerer Aufbau AKD-C und AKD-N

Die STO Funktion kann vom Anwender als „Black Box“ betrachtet werden; das Verständnis des Signalverlaufs innerhalb des AKD-C, sowie die Weiterleitung zum ersten AKD-N und die Verteilung des Signals zu allen angeschlossenen AKD-N ist zur Bestimmung des Sicherheitslevels nicht erforderlich.

Das STO Signal benötigt keine zusätzlichen Leitungen zwischen den Geräten, sondern wird einer bestehenden Leitung aufmoduliert. Das STO Signal am AKD-C schaltet die Treiberversorgung für alle Leistungshalbleiter der AKD-N Geräte ab und verhindert somit, dass die Leistungsendstufen die Motoren mit Energie versorgen.

5.5.4 Sicherheitstechnische Merkmale des Teilsystems AKD-C und AKD-N

Grundsätzlich ist die Sicherheitsfunktion "Safe Torque OFF" in dem dezentralen AKD Servosystem geeignet, die Anforderungen an SIL 2 gem. EN 62061 und des PLd, Kat. 3 gem. EN 13849-1 zu erfüllen. Kennwerte:

| STO | ISO 13849-1 | IEC 62061 | PFH [1/h] | SFF [%] | T _M [Jahre] |
|--------|-------------|-----------|-----------|---------|------------------------|
| global | PL d, CAT 3 | SIL 2 | 2,9E-08 | 97,08 | 20 |

Allerdings können Sie nicht davon ausgehen, dass mit dem Teilsystem AKD immer der erforderliche Sicherheitslevel SIL 2 oder PLd für die gesamte Sicherheitskette (Sensor, Logik, Aktuator) erreicht wird, sondern es muss in jedem Fall der resultierende Sicherheitslevel berechnet werden. Auf Grund der hohen Zuverlässigkeit des dezentralen AKD Systems, d.h. insbesondere dem sehr niedrigen PFH-Wert, stellt dies typischerweise kein Problem dar. Zur Hilfestellung erläutern wir die Vorgehensweise an Hand eines Beispiels (→ S. 42).

5.5.5 Grundsätzliche Sicherheitsbetrachtungen nach EN 61800-5-2

Die STO Funktion ist nach EN 61800-5-2, eine Sicherheitsfunktion, die einen unerwarteten Anlauf verhindert, indem die Energiezufuhr zum Motor unterbrochen wird.

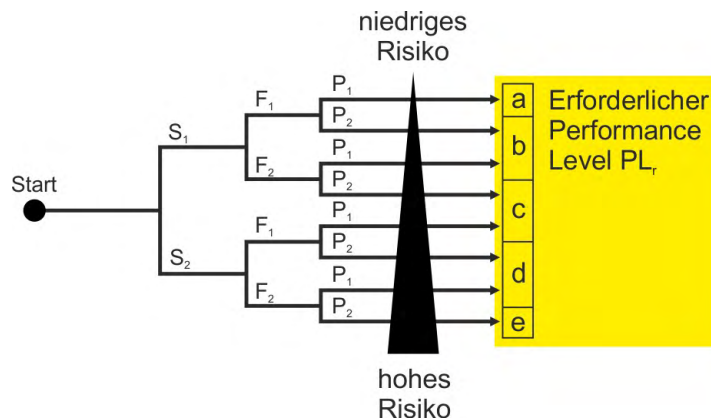
- Diese Sicherheitsfunktion entspricht einem ungesteuerten Stillsetzen nach IEC 60204-1, Stopp-Kategorie 0 (→ S. 43).
- Bei vertikalen Achsen oder großen Massen können zur Verhinderung von Gefährdungen weitere Maßnahmen (z.B. mechanische Bremse) erforderlich sein.
- Es erfolgt keine Überwachung der Stillstandsposition.
- Die STO Schaltung bildet keinen ausreichenden Schutz gegen elektrischen Schlag, d.h. zusätzliche Maßnahmen zur galvanische Trennung könnten erforderlich sein.

5.5.5.1 Risikoanalyse nach ISO 12100:2010

Der Standard ISO 12100:2010 gibt bezgl. der Vorgehensweise zur Risikobeurteilung und Risikominderung grundsätzliche Informationen, insbesondere sollte die „3-Stufen-Methode“ berücksichtigt werden:

1. Inhärent sichere Konstruktion.
2. Technische Schutzmaßnahmen.
3. Information über das Restrisiko.

Der Standard ISO 13849 beschreibt die Vorgehensweise zur Bestimmung des erforderlichen Performance Level „PLr“. Zuerst wird der mögliche Verletzungsgrad bestimmt, danach wird die Verweildauer der Person bei dem bestehenden Risiko geschätzt, zuletzt wird das Risiko auf Grund der möglichen Fehlervermeidung unterschieden. Diese Abschätzung des erforderlichen Sicherheitslevels soll in dem unten gezeigten Graph dargestellt werden.



S = Schwere der Verletzung

S₁ = leichte Verletzung (normalerweise reversibel)

S₂ = schwere Verletzung, einschließlich Tod (normalerweise irreversibel)

F = Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition

F₁ = selten bis öfters und/oder kurze Dauer

F₂ = häufig bis dauernd und/oder lange Dauer

P = Möglichkeiten zur Vermeidung der Gefährdung

P₁ = möglich unter bestimmten Bedingungen

P₂ = kaum möglich

Für die meisten Anwendungen ist der erforderliche Performance Level PL_d oder geringer. In seltenen Fällen kann auch Performance Level PL_e erforderlich sein. In diesem Fall bietet KOLLMORGEN Unterstützung für individuelle zusätzliche Maßnahmen.

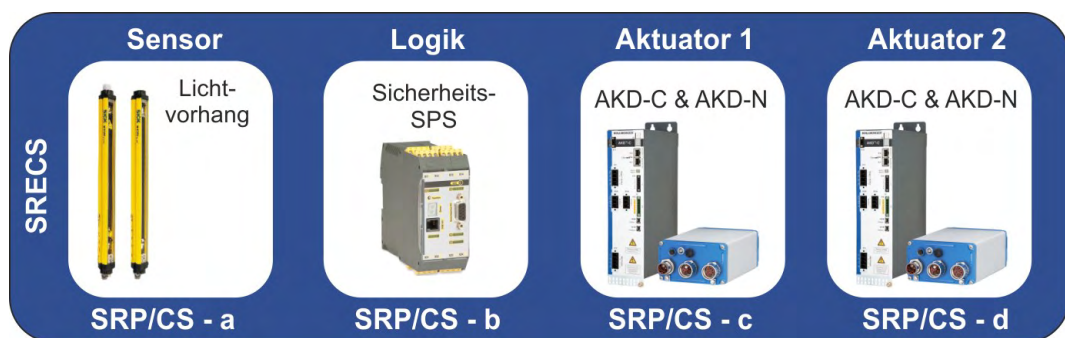
Mit dem Software-Assistenten SISTEMA der IFA (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung www.dguv.de/ifa) lässt sich die Sicherheit der Maschinen und Maschinensteuerungen im Rahmen der EN 13849-1 bewerten. Eine Sistema Bibliothek mit den KOLLMORGEN Produkten finden Sie auf der KOLLMORGEN Website.

5.5.6 Sicherheitstechnische Beurteilung des Gesamtsystems nach ISO 13849-1

Beispielapplikation: einfaches Handlingsystem mit einer horizontalen Achse X, einer vertikalen Achse Y und einem Förderband Antrieb F.

Zuerst müssen alle Teilsysteme der Sicherheitskette „STO“ mit ihren sicherheitstechnischen Kennwerten in einem Blockdiagramm dargestellt werden. Dabei ist die Anzahl der angeschlossenen AKD-N am AKD-C nicht von Bedeutung, sondern es müssen nur die AKD-N Verstärker berücksichtigt werden, die an dem Risiko „Wiederanlauf“ zur gleichen Zeit beteiligt sind.

Bei unserem Beispiel könnten ein Anlauf der X-Achse sowie der Anlauf der Y-Achse ein Risiko für den Bediener darstellen, also müssen beide AKD-N als Teilsysteme der Sicherheitskette berücksichtigt werden. Hingegen kann ein dritter AKD-N am AKD-C, der als Antrieb für ein Förderband dient, unberücksichtigt bleiben, da im Beispiel keine Gefahr von der Bewegung des Förderbandes ausgeht. Das Bild unten stellt also alle Teilsysteme der Sicherheitsfunktion STO dar. Der Anwender muss sicherstellen, dass alle Teilsysteme mindestens der Kategorie 3 und dem Performance Level PLd entsprechen.



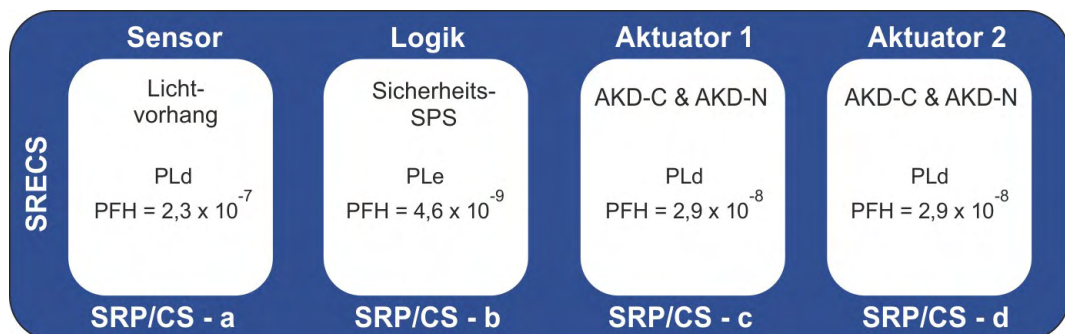
Falls weitere Antriebe am Risiko "Wiederanlauf" beteiligt wäre, müssten deren STO-Kennwerte ebenfalls in die Sicherheitskette aufgenommen werden.

Ermittlung des resultierenden Performance-Level für die STO-Sicherheitsfunktion

Der PFH-Wert des Gesamtsystems, d.h. der gesamten STO Sicherheitskette, muss in dem zulässigen Bereich für PLd liegen. Der PFH Gesamtwert errechnet sich aus der Summe der PFH-Werte der Teilsysteme.

Zur Erzielung des PLd muss der PFH-Wert kleiner als $< 10^{-6}$ sein, mit anderen Worten, der Gesamt-PFH-Wert von mindestens $9,47 \times 10^{-7}$ ist erforderlich !

Im Bild unten sind die Kennwerte zur Übersicht dargestellt:



Nun müssen die PFH-Werte addiert werden:

$$PFH_{\text{gesamt}} = PFH_{\text{Sensor}} + PFH_{\text{Logik}} + PFH_{\text{Aktuator1}} + PFH_{\text{Aktuator2}}$$

$$PFH_{\text{gesamt}} = 2,3 \times 10^{-7} + 4,6 \times 10^{-9} + 2,9 \times 10^{-8} + 2,9 \times 10^{-8}$$

$$PFH_{\text{gesamt}} = 2,9 \times 10^{-7} \Rightarrow \text{PLd für das Gesamtsystem wird erreicht!}$$

Bei genauerer Betrachtung wird deutlich, dass typischerweise der Sensor den größten Einfluss auf den PFH Gesamtwert hat, denn die PFH-Werte für AKD sind qualitativ sehr gut.

5.6 Stopp / Not-Halt / Not-Aus

Die Steuerfunktion Stopp, Not-Halt und Not-Aus sind in der Norm EN 60204 definiert. Angaben für die sicherheitsbezogenen Aspekte dieser Funktionen finden Sie in den Normen EN 13849 und EN 62061.

ACHTUNG

Der Parameter DRV.DISMODE muss für jeden angeschlossenen AKD-N auf 2 gesetzt werden. Informationen hierzu finden Sie in der WorkBench Onlinehilfe.

5.6.1 STOPPEN

Die Stopp-Funktion hält den Antrieb im Normalbetrieb an. Die Stopp Funktion ist in der Norm EN 60204 definiert.

ACHTUNG

Die Stopp-Kategorie muss durch eine Risikobewertung der Maschine bestimmt werden.

Stopp-Funktionen müssen Priorität gegenüber zugewiesenen Anlauffunktionen besitzen. Die folgenden Stopp-Kategorien sind definiert:

Stopp-Kategorie 0

Stillsetzen durch sofortiges Unterbrechen der Energiezufuhr zu den Antriebselemente (dies ist ein ungesteuertes Stillsetzen). Mit der geprüften STO-Sicherheitsfunktion kann der mithilfe seiner internen Elektronik sicher gestoppt werden (IEC 62061 SIL2).

Stopp-Kategorie 1

Ein gesteuertes Stillsetzen, wobei die Energiezufuhr zu den Antriebselemente aufrechterhalten wird, um die Abschaltung durchzuführen. Die Energiezufuhr wird erst unterbrochen, wenn der Stillstand erreicht ist.

Stopp-Kategorie 2

Ein gesteuertes Stillsetzen, wobei die Energiezufuhr zu den Antriebselemente aufrechterhalten wird.

Stops der Kategorie 0 und der Kategorie 1 müssen unabhängig von der Betriebsart ausgelöst werden können, wobei ein Stopp der Kategorie 0 Priorität besitzen muss.

Bei Bedarf sind Vorkehrungen für den Anschluss von Schutzvorrichtungen und Verriegelungen zu treffen. Falls notwendig, muss die Stopp-Funktion ihren Status an die Steuerlogik melden. Ein Zurücksetzen der Stopp-Funktion darf nicht zu einer Gefahrensituation führen.

5.6.2 Not-Halt

Die Not-Halt-Funktion wird zum schnellstmöglichen Anhalten der Maschine in einer Gefahrensituation verwendet. Die Not-Halt-Funktion ist durch die Norm EN 60204 definiert. Prinzipien der Not-Halt Ausrüstung und funktionale Gesichtspunkte sind in ISO 13850 festgelegt. Der Steuerbefehl für den Not-Halt wird durch eine einzelne menschliche Handlung manuell ausgelöst, z.B. über einen zwangsöffnenden Druckschalter (roter Taster auf gelbem Hintergrund). Die Not-Halt-Funktion muss stets voll funktionsfähig und verfügbar sein. Der Bediener muss sofort verstehen, wie dieser Mechanismus bedient wird (ohne eine Anleitung zu lesen).

ACHTUNG

Die Stopp-Kategorie für den Not-Halt muss durch eine Risikobewertung der Maschine bestimmt werden.

Zusätzlich zu den Anforderungen für Stopps muss der Not-Halt die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Der Not-Halt muss Priorität gegenüber allen anderen Funktionen und Betätigungen in allen Betriebsarten besitzen.
- Die Energiezufuhr zu jeglichen Antriebselementen, die zu Gefahrensituationen führen könnten, muss entweder so schnell wie möglich unterbrochen werden, ohne dass es zu anderen Gefahren kommt (Stopp Kategorie 0, z.B. mit STO) oder so gesteuert werden, dass die gefahrbringende Bewegung so schnell wie möglich angehalten wird (Stopp-Kategorie 1).
- Das Zurücksetzen darf kein Wiederanlaufen bewirken.

5.6.3 NOT-AUS

Die Not-Aus Funktion wird zum Abschalten der elektrischen Energieversorgung der Maschine verwendet, um Gefährdungen durch elektrische Energie (z.B. eines elektrischen Schlages) auszuschließen. Funktionale Gesichtspunkte für Not-Aus sind in IEC 60364-5-53 festgelegt.

Der Not-Aus wird durch eine einzelne menschliche Handlung manuell ausgelöst, z.B. über einen zwangsöffnenden Druckschalter (roter Taster auf gelbem Hintergrund).

ACHTUNG

Die Ergebnisse einer Risikobewertung der Maschine bestimmen, ob ein Not-Aus notwendig ist.

Not-Aus wird erreicht durch Abschalten der Energieeinspeisung mit elektromechanischen Schaltgeräten. Das führt zu einem Stopp der Kategorie 0. Wenn diese Stopp Kategorie für die Maschine nicht zulässig ist, muss der Not-Aus durch andere Maßnahmen (z.B. Schutz gegen direktes Berühren) ersetzt werden.

Diese Seite wurde bewusst leer gelassen.

WISSENSWERTES ÜBER KOLLMORGEN

KOLLMORGEN ist ein führender Anbieter von Antriebssystemen und Komponenten für den Maschinenbau. Dank großem Know-how im Bereich Antriebssysteme, höchster Qualität und umfassender Fachkenntnisse bei der Verknüpfung und Integration von standardisierten und spezifischen Produkten liefert KOLLMORGEN optimale Lösungen, die mit Leistung, Zuverlässigkeit und Bedienerfreundlichkeit bestechen und Maschinenbauern einen wichtigen Wettbewerbsvorteil bieten.



Besuchen Sie das [KOLLMORGEN Developer Network](#). Stellen Sie Fragen an die Community, durchsuchen Sie die "Knowledge Base", laden Sie Dateien herunter und schlagen Sie Verbesserungen vor.

Nordamerika

KOLLMORGEN

201 West Rock Road
Radford, VA 24141, USA

Web: www.kollmorgen.com

E-Mail: support@kollmorgen.com

Tel.: +1 - 540 - 633 - 3545

Fax: +1 - 540 - 639 - 4162

Europa

KOLLMORGEN Europe GmbH

Pempelfurtstr. 1
40880 Ratingen, Germany

Web: www.kollmorgen.com

E-Mail: technik@kollmorgen.com

Tel.: +49 - 2102 - 9394 - 0

Fax: +49 - 2102 - 9394 - 3155

Südamerika

KOLLMORGEN

Avenida João Paulo Ablas, 2970
Jardim da Glória, Cotia – SP
CEP 06711-250, Brazil

Web: www.kollmorgen.com

Tel.: +55 11 4615-6300

China und SEA

KOLLMORGEN

Floor 4, Building 9, No. 518,
North Fuquan Road, Changning District,
Shanghai 200335, China

Web: www.kollmorgen.cn

E-Mail: sales.china@kollmorgen.com

Tel.: +86 - 400 661 2802

KOLLMORGEN®

Because Motion Matters™