

PUS-F161-B\*\*-PXV/  
PUS-F161-B\*\*-WCS

Sichere Auswerteeinheit

Installationshandbuch



---

Es gelten die Allgemeinen Lieferbedingungen für Erzeugnisse und Leistungen der Elektroindustrie, herausgegeben vom Zentralverband Elektroindustrie (ZVEI) e. V. in ihrer neuesten Fassung sowie die Ergänzungsklausel: "Erweiterter Eigentumsvorbehalt".

**Weltweit**

Pepperl+Fuchs-Gruppe

Lilienthalstr. 200

68307 Mannheim

Deutschland

Telefon: +49 621 776 - 0

E-Mail: [info@de.pepperl-fuchs.com](mailto:info@de.pepperl-fuchs.com)

<https://www.pepperl-fuchs.com>

<b>1</b>	<b>Grundlegende Informationen .....</b>	<b>8</b>
1.1	Verwendete Symbole.....	8
1.2	Identifikation .....	9
1.3	Verwendungshinweise .....	10
1.4	Mängelhaftungsansprüche.....	10
1.5	Haftungsausschluss.....	10
1.6	Begriffsbestimmungen.....	11
1.7	Mitgeltende Dokumente .....	11
1.8	Verwendete Abkürzungen.....	12
<b>2</b>	<b>Sicherheitshinweise .....</b>	<b>14</b>
2.1	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	14
2.2	Allgemeine Sicherheitshinweise .....	15
2.3	Personalanforderungen .....	16
2.4	Transport und Einlagerung .....	17
2.5	Aufstellung und Montage.....	17
2.6	Elektrischer Anschluss .....	18
2.7	ESD-Hinweise.....	19
2.8	Betrieb und Service.....	19
<b>3</b>	<b>Gerätebeschreibung .....</b>	<b>20</b>
3.1	Geräteübersicht PUS-F161-B*-PXV .....	21
3.2	Geräteübersicht PUS-F161-B*-WCS.....	23
3.3	Technische Daten PUS-F161-B*-PXV und PUS-F161-B*-WCS .....	25
3.4	Typenschild PUS-F161-B**-PXV.....	29
3.5	Typenschild PUS-F161-B**-WCS .....	31
3.6	Derating Ausgänge.....	32
3.7	Lieferumfang .....	32
<b>4</b>	<b>Kommunikationsschnittstellen .....</b>	<b>33</b>
4.1	Funktionsbeschreibung .....	33
4.2	Feldbuskenndaten .....	33
4.2.1	PROFINET .....	33
4.2.2	EtherCAT .....	34

<b>4.3</b>	<b>Geräteausstattung und -einstellungen</b> .....	<b>35</b>
4.3.1	Ethernetschnittstelle .....	35
4.3.2	Diagnose LEDs .....	36
<b>4.4</b>	<b>Eingangs- und Ausgangsdaten</b> .....	<b>38</b>
4.4.1	Ausgangsdaten .....	38
4.4.2	Eingangsdaten .....	40
<b>4.5</b>	<b>SD-Bus Daten</b> .....	<b>41</b>
4.5.1	Feldbusdaten SD-Bus Gateway .....	41
4.5.2	Feldbusdaten SD-Busteilnehmer .....	41
4.5.3	Aufbau der SD-Bytes im Feldbusprotokoll .....	41
4.5.4	Azyklische Daten aus dem SD-Busteilnehmer lesen .....	42
<b>4.6</b>	<b>Sicherheitsgerichtete Daten</b> .....	<b>44</b>
4.6.1	PUS-F161-B**-*** .....	44
<b>5</b>	<b>Sicherheitstechnische Merkmale</b> .....	<b>46</b>
<b>5.1</b>	<b>Sicherheitstechnische Architektur der PUS-Auswerteeinheit und Kenn- daten</b>	<b>46</b>
<b>5.2</b>	<b>Sicherheitstechnische Kenndaten und Beschaltung für angeschlossene Sensoren</b>	<b>49</b>
5.2.1	Digitale Sensoren .....	49
5.2.1.1	Charakteristik der Sensoren / Eingangselemente .....	49
5.2.1.2	DC digitale Sensoren/Eingänge .....	50
5.2.1.3	Klassifizierung der sicheren Digitalen Eingänge .....	53
5.2.1.4	Anschlussbeispiele digitale Sensoren .....	54
5.2.1.5	Übersicht erreichbarer PL für digitale Sicherheitseingänge .....	58
5.2.2	Leseköpfe für Geschwindigkeits- und/oder Positionserfassung .....	60
5.2.2.1	Allgemeiner sicherheitstechnischer Aufbau Lesekopfschnittstelle für Position und/oder Ge- schwindigkeit	60
5.2.2.2	Allgemeine Diagnosemaßnahmen für Lesekopfschnittstelle .....	62
5.2.2.3	Lesekopfkombinationen und Diagnosekenndaten .....	63
5.2.2.4	Spezifische Diagnosemaßnahmen .....	63
5.2.2.5	Sicherheitsgerichtete Abschaltschwellen Lesekopfsysteme für Positions- und Geschwindig- keitserfassung	64
5.2.2.6	Sicherheitstechnische Bewertung der Lesekopftypen bzw. deren Kombination .....	67

<b>5.3</b>	<b>Sicherheitstechnische Kenndaten und Beschaltung der Ausgänge.....</b>	<b>69</b>
5.3.1	Charakteristik der Ausgangselemente .....	69
5.3.2	Diagnosen im Abschaltkreis .....	71
5.3.2.1	Diagnosefunktionen .....	71
5.3.2.2	Übersicht DC in Bezug auf gewählte Diagnosefunktionen .....	72
5.3.3	Zulässige kapazitive und induktive Last an sicheren Ausgängen.....	73
5.3.4	Digitale Ausgänge .....	74
5.3.4.1	Kenndaten der Basisausgänge .....	74
5.3.4.2	Beschaltungsbeispiele Basisausgänge .....	76
5.3.4.3	Einkanalig schaltender Relais- oder Halbleiterausgang ohne Prüfung.....	76
5.3.4.4	Einkanalig schaltender Relais- oder Halbleiterausgang mit externem Schaltverstärker und Testung77	
5.3.4.5	Einkanalig schaltender Relais- oder Halbleiterausgang mit zweikanaligem externem Kreis mit Testung78	
5.3.4.6	Zweikanalig schaltender Relaisausgang mit externer Überwachung - Sammelrückmeldung.80	
5.3.4.7	Zweikanaliger Ausgang mit Relaisausgang und Halbleiterausgang – externer Ansteuerkreis mit Überwachung81	
5.3.4.8	Zweikanaliger Ausgang mit Relaisausgang - externer Ansteuerkreis in PL e .....	81
5.3.4.9	Zweikanaliger Ausgang mit Halbleiterausgang und externen Ansteuerkreis in PL e .....	82
5.3.4.10	Beschaltung eines Hilfsausgangs .....	82
5.3.4.11	Übersicht erreichbarer PL für digitale Sicherheitsausgänge .....	83
<b>5.4</b>	<b>Sicherheitstechnische Kenndaten und Beschaltung der Leseköpfe safePXV/PUS mit PUS-F161-**-PXV Auswerteeinheit86</b>	
5.4.1	Allgemeiner sicherheitstechnischer Aufbau .....	86
5.4.2	Allgemeine Diagnosemaßnahmen.....	86
5.4.3	Lesekopftyp und Diagnosekenndaten .....	87
5.4.4	Diagnosemaßnahmen für Lesekopfschnittstelle .....	87
5.4.5	Fehlermodell nach DIN EN 61800-5-2 und IEC 61784 .....	88
5.4.6	Sichere Position.....	93
5.4.7	Sichere Geschwindigkeit .....	93
5.4.8	Sicherheitstechnische Bewertung des Lesekopfs.....	96
5.4.9	Lesekopfkonfiguration.....	96
<b>6</b>	<b>Anschluss und Installation .....</b>	<b>97</b>
6.1	Integration der PUS-Auswerteeinheit .....	97
6.2	Allgemeine Installationshinweise .....	97
6.3	EMV-Schutzmaßnahmen .....	99
6.4	Einbau und Montage .....	99
6.5	Montage der PUS-Auswerteeinheit auf der Hutschiene .....	100
6.6	Klemmenbelegung PUS-F161-B*-PXV .....	101
6.7	Klemmenbelegung PUS-F161-B*-WCS .....	104
6.8	Externe 24 V DC – Spannungsversorgung .....	107
6.9	Anschluss der externen Versorgungsspannung der Leseköpfe safePXV/PUS bzw. safeWCS/PUS111	
6.10	Anschluss der Digitaleingänge .....	114

<b>6.11</b>	<b>Anschluss der Positions- und Geschwindigkeitsleseköpfe .....</b>	<b>114</b>
6.11.1	Allgemeine Hinweise.....	114
6.11.2	Lesekopfschnittstelle X35 .....	116
6.11.3	Lesekopfschnittstelle X35-1 / X35-2.....	117
<b>6.12</b>	<b>Konfiguration der Messstrecken .....</b>	<b>117</b>
6.12.1	Allgemeine Beschreibung der Lesekopfkonfiguration .....	117
<b>7</b>	<b>Reaktionszeit der Auswerteeinheit .....</b>	<b>118</b>
<b>7.1</b>	<b>Reaktionszeiten im Standardbetrieb.....</b>	<b>118</b>
<b>7.2</b>	<b>Reaktionszeiten für FAST_CHANNEL.....</b>	<b>119</b>
<b>7.3</b>	<b>Reaktionszeiten für Fehlerdistanzüberwachung .....</b>	<b>120</b>
<b>7.4</b>	<b>Reaktionszeiten für sichere Positionsermittlung mit safePXV/PUS.....</b>	<b>122</b>
7.4.1	Reaktionszeiten im Standardbetrieb .....	122
7.4.2	Fehlerdistanzen bei Geschwindigkeitsbetrachtungen .....	123
7.4.3	Reaktionszeiten bei Geschwindigkeitsbetrachtungen .....	127
<b>8</b>	<b>Inbetriebnahme .....</b>	<b>130</b>
<b>8.1</b>	<b>Vorgehensweise .....</b>	<b>130</b>
<b>8.2</b>	<b>Allgemeine Hinweise .....</b>	<b>130</b>
<b>8.3</b>	<b>Schritte für die Inbetriebnahme .....</b>	<b>130</b>
<b>8.4</b>	<b>Einschaltsequenzen .....</b>	<b>132</b>
<b>8.5</b>	<b>Resetverhalten .....</b>	<b>133</b>
8.5.1	Resettypen und auslösendes Element.....	133
8.5.2	Zeitverhalten Reset.....	134
8.5.3	Resetfunktion.....	134
8.5.4	Beispiel Reset-Funktion mit Absicherung gegen falsche Benutzung .....	136
<b>8.6</b>	<b>LED-Anzeige .....</b>	<b>137</b>
<b>8.7</b>	<b>Parametrierung .....</b>	<b>138</b>
<b>8.8</b>	<b>Funktionsprüfung .....</b>	<b>138</b>
<b>8.9</b>	<b>Validierung.....</b>	<b>138</b>
<b>9</b>	<b>Sicherheitstechnische Prüfung.....</b>	<b>139</b>
<b>10</b>	<b>Wartung.....</b>	<b>140</b>
<b>10.1</b>	<b>Sicherheitshinweise zur Geräteinstandhaltung .....</b>	<b>140</b>
<b>10.2</b>	<b>Modifikation / Umgang mit Änderungen am Gerät .....</b>	<b>140</b>
<b>10.3</b>	<b>Gerätetausch .....</b>	<b>141</b>
<b>10.4</b>	<b>Wartungsintervalle.....</b>	<b>142</b>
<b>10.5</b>	<b>Entsorgung .....</b>	<b>142</b>

<b>11</b>	<b>Technische Daten PUS-F161-B*-PXV .....</b>	<b>143</b>
<b>12</b>	<b>Technische Daten PUS-F161-B*-WCS .....</b>	<b>145</b>
<b>13</b>	<b>Schalertypen .....</b>	<b>147</b>
<b>14</b>	<b>Hinweise für Entwurf, Programmieren, Validieren und Testen von sicherheitstechnischen Applikationen</b>	<b>151</b>
<b>14.1</b>	<b>Risikobetrachtung .....</b>	<b>151</b>
<b>14.2</b>	<b>Erforderliche Technische Unterlagen .....</b>	<b>153</b>
<b>14.3</b>	<b>Erforderliche Schritte zu Entwurf, Realisierung und Prüfung .....</b>	<b>154</b>
<b>14.3.1</b>	Phasen des V-Modells .....	155
<b>14.3.2</b>	Spezifikation der Sicherheitsanforderungen (Gliederungsschema) .....	156
<b>14.3.3</b>	Spezifikation des funktionalen Sicherheitssystems.....	159
14.3.3.1	Definition der Sicherheitsfunktionen.....	159
14.3.3.2	Erforderlicher Performance Lever (PLr) (zusätzlich Not-Halt).....	159
14.3.3.3	Beispiel - Spezifikation der Sicherheitsfunktionen in Tabellenform .....	160
14.3.3.4	Softwarespezifikation .....	162
14.3.3.5	Hardwarespezifikation.....	163
14.3.3.6	Auswahl SRP/CS und Betriebsmittel.....	163
14.3.3.7	Beispiel für Vorgabe HW .....	164
14.3.3.8	Betrachtung von systematischen Ausfällen.....	165
14.3.3.9	Hard- und Softwaredesign .....	166
14.3.3.10	Prüfung des HW-Designs .....	166
14.3.3.11	Iterative Überprüfung des erreichten Sicherheitsniveaus .....	167
14.3.3.12	Verifikation Software (Programm) und Parameter .....	170
14.3.3.13	Überprüfung FUP .....	170
14.3.3.14	Validieren FUP gegen AWL und Parameter mittels Validierungsreport.....	172
14.3.3.15	Durchführung der Systemtests / FIT (fault injection test) .....	174
<b>15</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>175</b>
<b>15.1</b>	<b>Anhang A - Einstufung der Schalertypen .....</b>	<b>175</b>
<b>16</b>	<b>Änderungshistorie.....</b>	<b>178</b>

# 1 Grundlegende Informationen

## 1.1 Verwendete Symbole

Dieses Dokument enthält Symbole zur Kennzeichnung von Warnhinweisen und von informativen Hinweisen.

### Warnhinweise

Sie finden Warnhinweise immer dann, wenn von Ihren Handlungen Gefahren ausgehen können. Beachten Sie unbedingt diese Warnhinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden.

Je nach Risikostufe werden die Warnhinweise in absteigender Reihenfolge wie folgt dargestellt:



#### Gefahr!

Dieses Symbol warnt Sie vor einer unmittelbar drohenden Gefahr.

Falls Sie diesen Warnhinweis nicht beachten, drohen Personenschäden bis hin zum Tod.



#### Warnung!

Dieses Symbol warnt Sie vor einer möglichen Störung oder Gefahr.

Falls Sie diesen Warnhinweis nicht beachten, können Personenschäden oder schwerste Sachschäden drohen.



#### Vorsicht!

Dieses Symbol warnt Sie vor einer möglichen Störung.

Falls Sie diesen Warnhinweis nicht beachten, können das Produkt oder daran angeschlossene Systeme und Anlagen gestört werden oder vollständig ausfallen.

### Informative Hinweise



#### Hinweis!

Dieses Symbol macht auf eine wichtige Information aufmerksam.



#### Handlungsanweisung

1. Dieses Symbol markiert eine Handlungsanweisung. Sie werden zu einer Handlung oder Handlungsfolge aufgefordert.

## 1.2 Identifikation

PUS-Auswerteeinheit für die linearen Positioniersysteme safeWCS/PUS und safePXV/PUS.

### PUS-Auswerteeinheit

Die PUS-Auswerteeinheit gibt es mit verschiedenen Schnittstellen. Diese werden in der folgenden Tabelle dargestellt

Alternative Bestellbezeichnung	Eigenschaften
PUS-F161-B28-PXV	PROFINET mit PROFIsafe-Protokoll
PUS-F161-B31-PXV	EtherCAT mit Safety-over-EtherCAT (FSoE)-Protokoll
PUS-F161-B28-WCS	PROFINET mit PROFIsafe-Protokoll
PUS-F161-B31-WCS	EtherCAT mit Safety-over-EtherCAT (FSoE)-Protokoll

### Leseköpfe

Die PUS-Auswerteeinheit kann mit folgenden Leseköpfen kombiniert werden.

**PUS-F161-B\*-PXV** in Kombination mit safePXV/PUS-Lesekopf mit RS-485 und rot/blau umschaltbarer Beleuchtung.

#### safePXV/PUS-Leseköpfe

Bestellbezeichnung	Lesefenster	Messfrequenz	Besonderheiten
PXV100AQS-F200-R4-V19-6011	Kompakt	100 Hz	Qualitätswertausgabe
PXV80AQS-F200-R4-V19	Standard	100 Hz	Qualitätswertausgabe
PXV100AQS-F200-B33-V19-6011	Kompakt	100 Hz	Qualitätswertausgabe



#### Hinweis!

Bitte beachten Sie die Hinweise der jeweiligen Dokumentation der Leseköpfe.

**PUS-F161-B\*-WCS** in Kombination mit 2 safeWCS/PUS-Leseköpfen in vorwärts (U1-Typ) und rückwärts (U2-Typ) gerichteter Orientierung.

#### safeWCS/PUS-Leseköpfe

Bestellbezeichnung	Besonderheiten
WCS3B-LS221*-U1*	Vorwärts gerichtete Leserichtung
WCS3B-LS221*-U2*	Rückwärts gerichtete Leserichtung



#### Hinweis!

Bitte beachten Sie die Hinweise der jeweiligen Dokumentation der Leseköpfe.

### Zubehör

Bestellbezeichnung	Eigenschaften
PUS-USB-LIZ	Lizenz für Software (Eigener USB-Dongle)
PUS-USB-COMM	Parametrieradapter
PUS-SD-CARD	SD-Karte Standard

### 1.3 Verwendungshinweise

Die Dokumentation ist Bestandteil der Auswerteeinheit und enthält wichtige Hinweise zur Integration der Auswerteeinheit in Anlagen sowie zu deren Betrieb und Service. Die Programmierung und Parametrierung der Auswerteeinheit sind im Programmierhandbuch beschrieben. Deren genaue Kenntnis und Verständnis ist zwingende Voraussetzung für eine Installation bzw. Modifikation der Gerätefunktion oder Geräteparameter.

Lesen Sie die Informationen in der vorliegenden Dokumentation sorgfältig durch und beachten Sie diese beim Umgang mit dem Gerät. Wenn Sie die Sicherheitshinweise und Warnhinweise in dieser Dokumentation nicht beachten, kann das zu Fehlfunktionen der Sicherheitseinrichtungen der damit ausgestatteten Maschinen oder Anlagen führen.

Die Dokumentation wendet sich an alle Personen, die sich mit der Integrations- und Installationsplanung beschäftigen sowie Montage-, Installations-, Inbetriebnahme- und Servicearbeiten an dem Produkt ausführen.

Die Dokumentation muss in einem leserlichen Zustand diesem Personenkreis zugänglich gemacht werden. Stellen Sie sicher, dass die Planungs- und Integrations-, Anlagen- und Betriebsverantwortlichen, sowie Personen, die unter eigener Verantwortung mit der Auswerteeinheit arbeiten, die Dokumentation vollständig gelesen und verstanden haben.

Bei Unklarheiten oder weiterem Informationsbedarf wenden Sie sich an Pepperl+Fuchs Gruppe.

### 1.4 Mängelhaftungsansprüche

Die Einhaltung der vorliegenden Dokumentation ist die Voraussetzung für einen störungsfreien Betrieb und die Erfüllung eventueller Mängelhaftungsansprüche. Lesen Sie deshalb zuerst die Dokumentationen, bevor Sie sich mit der Planung der Integration beschäftigen und/oder mit der Auswerteeinheit arbeiten.

Stellen Sie sicher, dass die Dokumentation den Integrations- und Installationsplanung, sowie Personen welche Montage-, Installations-, Inbetriebnahme- und Servicearbeiten an dem Produkt ausführen, den Anlagen- und Betriebsverantwortlichen, sowie Personen, die unter eigener Verantwortung an den Geräten arbeiten, in einem leserlichen Zustand zugänglich gemacht wird.

### 1.5 Haftungsausschluss

Keine hier enthaltene oder gewährte Garantie gilt für Produkte, die:

- repariert oder geändert wurden oder in die eingegriffen wurde, sofern dies nicht von Pepperl+Fuchs durchgeführt oder genehmigt wurde,
- nicht gemäß den von Pepperl+Fuchs gelieferten Betriebs- und Handhabungsanweisungen gewartet wurden,
- ungewöhnlichen physischen oder elektrischen Belastungen ausgesetzt waren, in Flüssigkeiten eingetaucht wurden oder einem der folgenden Umstände ausgesetzt waren:
  - Durchschlag,
  - Quetschung,
  - falscher Gebrauch,
  - Missbrauch,
  - Strommangel,
  - ungeeignete Spannungsversorgung,
  - falsche Polarität,
  - Fahrlässigkeit oder Unfall
- für einen anderen als den in den Betriebs- und Handhabungsanweisungen beschriebenen Zweck verwendet wurden.

Die vorbeugende Wartung liegt in der Verantwortung des Kunden und wird von dieser Garantie nicht abgedeckt.

## 1.6 Begriffsbestimmungen

Die Bezeichnung **PUS-Auswerteeinheit** wird als Oberbegriff für alle Varianten der sicheren Auswerteeinheit PUS-F161-B\*\*-\*\*\* gebraucht. Wird in der Beschreibung auf ein bestimmte Variante Bezug genommen, so wird jeweils die vollständige Bezeichnung verwendet.

Der nachfolgend verwendete Begriff "**sicher**" bezieht sich jeweils auf die Einordnung als sichere Funktion zur Anwendung bis PL e nach EN ISO 13849-1 bzw. SIL3 nach IEC 61508.

Die Systemsoftware "**safeControl Expert**" dient zur Konfiguration und Programmierung der PUS-Auswerteeinheit.

## 1.7 Mitgeltende Dokumente

Beschreibung	Referenz
Konfiguration der PUS-Auswerteeinheit für Stand-alone-Anwendungen ohne Feldbusanschaltung mit der Systemsoftware "safeControl Expert"	Programmierhandbuch safeControl Expert
TÜV-Zertifikat mit Liste	TÜV-Zertifikat
Sicherheitstechnische Prüfung mit Abnahmeprotokoll	Validierungsreport und Abnahmeprotokoll
Handbücher der verwendeten Leseköpfe	safePXV/PUS-Handbuch safeWCS/PUS-Handbuch



### Hinweis!

- Lesen Sie dieses Handbuch sorgfältig durch, bevor Sie mit der Installation und der Inbetriebnahme der Auswerteeinheit beginnen.
- Die Beachtung der Dokumentation ist die Voraussetzung für einen störungsfreien Betrieb und die Erfüllung eventueller Garantieansprüche.

## 1.8 Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
AC	Wechselstrom
AWL	Anweisungsliste
BG	Berufsgenossenschaft
Cat.	Architekturkategorie (Kategorie gem. EN 13849-1)
CLK	Clock (Takt)
CPU	Central Processing Unit
CRC	Zyklische Checksummenberechnung [Cyclic Redundancy Check]
DC	Gleichstrom
DIN	Deutsches Institut für Normung
DO	Digital Output (Digitaler Ausgang)
ECFS	EtherCAT Fail Safe; EtherCAT FSoE (Fail Safe over EtherCAT)
EMU (EDM)	Emergency Monitoring Unit (External Device Monitoring)
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EN	EN Europäische Norm
EtherCAT	Datenprotokoll
FIT	Ausfälle pro Zeit (Failure in Time), also Ausfälle je 10 <sup>9</sup> Stunden
FSoE	Sichere Datenübertragung über EtherCAT-Protokoll [Fail Safe over EtherCAT]
GND	Massepotential [Ground]
HISIDE	High Side - nach Plus schaltender Ausgang mit 24 V DC Nominalpegel
I1 .. I14	Digital Input (Digitaler Eingang)
ISO	International Organisation for Standardisation
LED	Light Emitting Diode (Leuchtdiode)
LOSIDE	Low Side - nach Bezugspotential (GND) schaltender Ausgang 0 V DC
n.a.	not applicable (nicht anwendbar)
OLC	Operational Limit Control
PAA	Prozessabbild der Ausgänge
PAE	Prozessabbild der Eingänge
PELV	Schutz-Niederspannung [Protective Extra Low Voltage]
PES	Programmierbare Elektronische Systeme
PESSRAL	Programmierbares elektronisches System in sicherheitsbezogenen Anwendungen für Aufzüge
PLC	Programmable logic controller (SPS = speicherprogrammierbare Steuerung)
POR	Reset-Vorgang [Power on Reset]
PSC	Position Supervision Control
PUS	Position Unit Safe
SDDC	Safe Device-Device Communication
SELV	Sichere (abgesicherte) Niederspannung [Safety Extra Low Voltage]

2022-11

Abkürzung	Bedeutung
SMMC	Sichere Kommunikation von Master zu Master [Safe Master-Master Communication]
SSI	Synchrone serielle Schnittstelle [Synchron Serielles Interface]
T1, T2	Puls-/Taktausgänge
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e. V.
Yx.y 1	Hilfsausgang
G.P.	Allgemeine Verwendung (General use)

1. Moduladresse x = 0 ... 2  
Kanaladresse y = 0 ... 39

## 2 Sicherheitshinweise

Die folgenden grundsätzlichen Sicherheitshinweise dienen dazu Personen- und Sachschäden zu vermeiden. Der Betreiber muss sicherstellen, dass die grundsätzlichen Sicherheitshinweise beachtet und eingehalten werden.

Vergewissern Sie sich, dass für die Planung und Integration die Anlagen- und Betriebsverantwortlichen, sowie Personen, die unter eigener Verantwortung am Gerät arbeiten, die Dokumentation vollständig gelesen und verstanden haben. Bei Unklarheiten oder weiterem Informationsbedarf wenden Sie sich bitte an die Pepperl+Fuchs Gruppe.

### 2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Gerät ist nur für eine sachgerechte und bestimmungsgemäße Verwendung zugelassen. Bei Zuwiderhandlung erlischt jegliche Garantie und Herstellerverantwortung. Verwenden Sie das Gerät nur im Industriebereich.

Die sichere Auswerteeinheit PUS-F161-B\*\*-\*\*\* kann zur Herstellung von Sicherheitsabschaltungen und -funktionen verwendet werden.

Sie ermöglicht die Berechnung sicherer Positions- und Geschwindigkeitsdaten für eine Achse aus den Daten der safePXV/PUS- oder safeWCS/PUS-Leseköpfe.

Die sichere Auswerteeinheit dient der sicherheitsrelevanten Auswertung und Datenübertragung über einen sicheren und nicht sicheren Feldbus von:

- X-Positions-, Geschwindigkeits- und Diagnosedaten
- Diagnosedaten der Leseköpfe
- Sichere Eingangs- und Ausgangssignale

Verwenden Sie das Gerät nur innerhalb der zulässigen Umgebungs- und Einsatzbedingungen.

Falls Sie das Gerät in sicherheitsgerichteten Anwendungen einsetzen, beachten Sie die Angaben zur Sicherheitsfunktion und zum sicheren Zustand.

Die PUS darf nur in Verbindung mit zugelassenen Leseköpfen betrieben werden.

Die PUS wurde unter Beachtung der einschlägigen Richtlinien und Normen entwickelt, gefertigt, geprüft und dokumentiert. Bei Beachtung der beschriebenen Anweisungen und sicherheitstechnischen Hinweise gehen deshalb vom Produkt im Normalfall keine Gefahren in Bezug auf Sachschäden oder für die Gesundheit von Personen aus.

Beim Einbau in Maschinen ist die Inbetriebnahme der PUS (d. h. bei Aufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebes) solange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Maschine den lokalen Gesetzen und Richtlinien entspricht. Im jeweiligen Geltungsbereich sind insbesondere die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG sowie die EMV-Richtlinie 2004/108/EG zu beachten. Es werden die EMV-Prüfvorschriften EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-6, EN 61000-6-2 und EN 55011 zugrunde gelegt. Des Weiteren ist EN 60204-1 zu beachten.

Die Auswerteeinheit PUS in Kombination mit dem Lesekopf ist ein Sicherheitsbauteil gemäß Anhang IV EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG. Sie wurde entwickelt, konstruiert und gefertigt in Übereinstimmung mit der o.g. Richtlinie sowie der EG-Richtlinie EG-EMV-Richtlinie 2004/108/EG.

#### Hinweis!



Das Produkt darf nicht ohne weitere Sicherheitsmaßnahmen, die durch den Betreiber des Produkts berücksichtigt und durchgeführt werden müssen, verwendet werden. Die Sicherheitsanweisungen in diesem Dokument sind zwingend zu befolgen!

**Vorsicht!****Maschinenrichtlinie**

Bei Integration und Betrieb sind die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG sowie die EMV-Richtlinie 2004/108/EG zwingend zu beachten!

Die technischen Daten sowie die Angaben zu Anschlussbedingungen sind dem Typenschild und der Dokumentation zu entnehmen und unbedingt einzuhalten.

**2.2****Allgemeine Sicherheitshinweise**

- Zur Vermeidung von Personen- und Sachschäden darf nur qualifiziertes Personal an dem Gerät arbeiten. Qualifiziertes Personal ist Personal, das eine elektrotechnische Ausbildung besitzt und mit den gültigen Regeln und Normen der Elektrotechnik vertraut ist. Die qualifizierte Person muss sich mit der Anleitung vertraut machen (vgl. IEC364, DIN VDE 0100).
- Die qualifizierte Person muss mindestens vertiefte Kenntnis der nationalen Unfallverhütungsvorschriften besitzen.
- Die Verwendung der Geräte ist auf deren bestimmungsgemäßen Gebrauch gemäß vorstehender Auflistung einzuschränken. Die Werte der im "siehe Kapitel 3.3" gelisteten Daten sind weiter zu beachten.
- Der Inhalt dieser Anleitung ist auf die Grundfunktion der Geräte bzw. deren Installation beschränkt. Die Programmierung und Neuparametrierung der Geräte wird in der Programmieranleitung weitergehend beschrieben. Deren genaue Kenntnis und Verständnis ist zwingende Voraussetzung für eine Neuinstallation bzw. Modifikation der Gerätefunktion oder Geräteparameter.
- Die Inbetriebnahme (d. h. die Aufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebes) ist nur bei Einhaltung der EMV-Richtlinie erlaubt. Es werden die EMV-Prüfvorschriften EN 55011:2009 + A2:2010 und EN 61000-6-2:2005 zugrunde gelegt.
- Für Lagerung und Transport sind die Bedingungen nach EN 60068-2-6 in Bezug auf die unter "Techn. Kenndaten" genannten Werte einzuhalten.
- Die Verdrahtungs- und Anschlusshinweise aus Kapitel "Installation" sind zwingend zu beachten.
- Es sind die geltenden VDE-Vorschriften, sowie weitere besondere Sicherheitsvorschriften für die gegenständliche Applikation zu beachten.
- Die konfigurierten Überwachungsfunktionen sowie deren Parameter und Verknüpfungen sind über einen Validierungsreport nachzuweisen.
- Die Implementierung der Baugruppe ist mit den Forderungen der zuständigen Abnahmestelle (z.B. TÜV oder BG) abzustimmen.
- Niemals beschädigte Produkte installieren oder in Betrieb nehmen. Beschädigungen bitte umgehend beim Transportunternehmen reklamieren.
- Niemals das Gehäuse öffnen und/oder eigenmächtig Umbauten vornehmen.
- Ein- und Ausgänge für Standardfunktionen, bzw. die per Kommunikationsbaugruppen übertragenen Digital- und Analogdaten dürfen nicht für sicherheitsgerichtete Anwendungen verwendet werden.

**Gefahr!**

Eine Verwendung der Geräte entgegen der hier aufgeführten Regeln und Bedingungen kann Verletzungen oder Tod von Personen, sowie Schäden an angeschlossenen Geräten und Maschinen zur Folge haben! Ebenso führt dies zum Verlust jeglicher Garantie- oder Schadensersatzansprüche gegen den Hersteller.

## 2.3 Personalanforderungen

Die mit der Planung zur Integration der Auswerteeinheit in Anlagen, sowie zu deren Verwendung in Anwendungen befassten Personen, müssen über eine ausreichende Qualifikation verfügen. Diese besteht in der Regel aus einer Hochschul- oder Technikausbildung für elektrische / elektronische Anlagen in Kombination mit besonderer Kenntnis der Gesetze, Vorschriften, Normen und Richtlinien für den Schutz von Personen und Sachen im Umgang mit Maschinen und Anlagen.

Alle Arbeiten zur Installation, Inbetriebnahme, Störungsbehebung und Instandhaltung sind von einer qualifizierten Elektrofachkraft auszuführen (IEC 60364 bzw. CENELEC HD 384 oder DIN VDE 0100 und IEC 60664 oder DIN VDE 0110 und nationale Unfallverhütungsvorschriften beachten).

Qualifizierte Elektrofachkräfte im Sinne dieser grundsätzlichen Sicherheitshinweise sind Personen, die mit Aufstellung, Montage, Inbetriebsetzung, Programmierung, Parametrierung und Betrieb des Produktes vertraut sind und die über entsprechende Qualifikation ihrer Tätigkeit verfügen. Sie müssen darüber hinaus mit den jeweils gültigen Sicherheitsvorschriften und Gesetzen vertraut sein, insbesondere auch mit den Anforderungen der EN ISO 13849-1 und den anderen in dieser Dokumentation genannten Normen, Richtlinien und Gesetzen.

Die genannten Personen müssen die betrieblich ausdrücklich erteilte Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu programmieren, zu parametrieren, zu kennzeichnen und zu erden.

Alle Arbeiten in den übrigen Bereichen Transport, Lagerung, Betrieb und Entsorgung müssen von Personen durchgeführt werden, die in geeigneter Weise unterwiesen wurden.

### Liste der Qualifikationen

Die verschiedenen in dieser Dokumentation beschriebenen Aufgaben stellen unterschiedliche Anforderungen an die Qualifikation der Personen, die mit diesen Aufgaben betraut sind.

Fachkraft	Qualifikation
Projektierer	<p>Der Projektierer verfügt über eine fachliche Ausbildung oder einschlägige Erfahrungen im Umgang mit informationstechnischen Systemen und insbesondere mit speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS). Zu den Aufgaben des Projektierers gehören folgende Tätigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeiten an der SPS</li> <li>• Kenntnisse über Sicherheitsvorschriften</li> <li>• Applikation</li> <li>• Projektierung und Validierung von Sicherheitssteuerungen</li> <li>• Projektierung EMV-gerechter Systemaufbauten</li> </ul>
Elektrofachkraft	<p>Die Elektrofachkraft hat eine abgeschlossene elektrotechnische Ausbildung oder einschlägige Erfahrungen in diesem Bereich. Sie kennt die einschlägigen Vorschriften und Normen zu elektrischen Komponenten und Systemen und deren Inhalte. Die Elektrofachkraft verfügt über folgende Kenntnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitsvorschriften bei Arbeiten an elektrischen Komponenten</li> <li>• Verdrahtungsrichtlinien bei Arbeiten an elektrischen Komponenten</li> <li>• Schaltpläne</li> <li>• Arbeiten an der stromführenden Verkabelung</li> </ul>

Fachkraft	Qualifikation
Inbetriebnehmer	<p>Der Inbetriebnehmer verfügt über eine fachliche Ausbildung oder einschlägige Erfahrungen im Umgang mit der Inbetriebnahme von Maschinen und Anlagen.</p> <p>Der Inbetriebnehmer verfügt über folgende Kenntnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitsvorschriften</li> <li>• Arbeitsweise der Maschine und Anlage</li> <li>• Grundlegende Funktionen der Applikation</li> <li>• Systemdiagnose und Fehlerbehebung</li> <li>• Einstellmöglichkeiten an der Bedienvorrichtung</li> <li>• Validierung von Sicherheitssteuerungen</li> </ul>
Servicetechniker	<p>Der Servicetechniker verfügt über eine entsprechende fachliche Ausbildung oder einschlägige Erfahrungen im Umgang mit komplexen Maschinen und Anlagen. Der Servicetechniker ist in der Lage, die ihm vom Betreiber übertragenen Reparatur-, Wartungs- und Instandhaltungstätigkeiten durchzuführen. Sie kann dabei selbstständig Gefahren erkennen und vermeiden.</p> <p>Der Servicetechniker verfügt über folgende Kenntnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeiten an der SPS</li> <li>• Sicherheitsvorschriften</li> <li>• Arbeitsweise der Maschine und Anlage</li> <li>• Systemdiagnose</li> <li>• systematische Fehleranalyse und -behebung</li> </ul>

## 2.4 Transport und Einlagerung

Die Hinweise für Transport, Lagerung und sachgemäße Handhabung sind zu beachten. Die Klimatischen Vorgaben sind gemäß Kapitel "Technische Daten" einzuhalten.

## 2.5 Aufstellung und Montage

Die Aufstellung und Kühlung der Geräte muss geeignet zur Sicherstellung der Umgebungs- und Betriebsbedingungen gemäß nachstehender Grenzwerte und Daten gewählt werden.

Die Geräte sind vor unzulässiger Beanspruchung zu schützen. Insbesondere dürfen bei Transport und Handhabung keine Bauelemente verbogen und/oder Isolationsabstände verändert werden. Die Berührung elektronischer Bauelemente und Kontakte sind zu vermeiden.

Die Steuerungsmodule enthalten elektrostatisch gefährdete Bauelemente, die leicht durch unsachgemäße Behandlung beschädigt werden können. Elektrische Komponenten dürfen nicht mechanisch beschädigt oder zerstört werden (unter Umständen Gesundheitsgefährdung!).

### Bestimmungsgemäße Aufstellung

Folgende Anwendungsbereiche sind für die PUS-Auswerteeinheit ausdrücklich ausgeschlossen:

- Einsatz im Bergbau
- Einsatz im Freien
- Einsatz in Feuchträumen oder Räumen mit Spritzwassergefahr
- Einsatz in Umgebungen mit stark verschmutzter Luft
- der Einsatz in Umgebungen mit schädlichen Ölen, Säuren, Gasen, Dämpfen, Stäuben, Strahlungen etc.
- der Einsatz in nichtstationären Anwendungen

Für diese Anwendungen sind weitergehende Schutzmaßnahmen zur Verhinderung schädlicher Einflüsse zu ergreifen, wie Einbau in Schaltschrank oder Gehäuse mit entsprechender Schutzklasse etc.

**Vorsicht!**

Zerstörung der PUS-Auswerteeinheit bei unsachgemäßer Handhabung!

Die PUS-Auswerteeinheit darf nur bei abgeschalteter Versorgungsspannung ein- und ausgebaut werden. Andernfalls kann die PUS-Auswerteeinheit zerstört werden oder undefinierte Signalzustände können zu Schaden am Steuerungssystem führen.

**Hinweis!**

Es wird darum gebeten, alle potentiell gefährlichen Zwischenfälle, welche im Zusammenhang mit der PUS-Auswerteeinheit stehen, umgehend an Pepperl+Fuchs zu melden.

Pepperl+Fuchs übernimmt keine Haftung oder Gewährleistung für Folgeschäden, die entstehen durch:

- Nichtbeachtung von Normen und Richtlinien
- Unerlaubte Änderungen
- Unsachgemäßer Gebrauch
- Nichtbeachtung der Hinweise in der Dokumentation

**2.6****Elektrischer Anschluss**

Bei Arbeiten an unter Spannung stehenden Geräten sind die geltenden nationalen Unfallverhütungsvorschriften (z. B. BGV A3) zu beachten.

Die elektrische Installation ist nach den einschlägigen Vorschriften durchzuführen (z. B. Kabelquerschnitte, Absicherungen, Schutzleiteranbindung). Darüber hinausgehende Hinweise sind in der Dokumentation enthalten.

Hinweise für die EMV-gerechte Installation – wie Schirmung, Erdung, Anordnung von Filtern und Verlegung der Leitungen – befinden sich in der Dokumentation. Die Einhaltung der durch die EMV-Gesetzgebung geforderten Grenzwerte liegt in der Verantwortung des Herstellers der Anlage oder Maschine.

Schutzmaßnahmen und Schutzeinrichtungen müssen den gültigen Vorschriften entsprechen (z. B. EN 60204-1).

**Warnung!**

Personengefährdung durch elektrischen Schlag!

Versorgen Sie das Gerät ausschließlich aus Spannungsquellen, welche Schutzkleinspannung aufweisen (z.B. SELV oder PELV nach EN 61131-2). Wird eine SELV-Spannungsquelle verwendet, kann Sie durch die Bauweise der PUS-Auswerteeinheit und der Anschlüsse zu PELV werden (Erdbezug!). Schutzkleinspannungskreise müssen immer sicher isoliert von Stromkreisen mit gefährlicher Spannung verlegt werden.

**Vorsicht!**

Brandgefahr bei Bauteilausfall

Sorgen Sie in der Endanwendung für eine angemessene Absicherung der 24 V DC Stromversorgung des Steuerungssystems! (Informationen dazu finden Sie im Abschnitt Spannungsversorgung).

## 2.7 ESD-Hinweise

Elektronische Bauteile sind generell durch elektrostatische Entladungen (**ElectroStatic Discharge**) gefährdet.

Elektrostatische Aufladung kann bei jeder bewegenden Tätigkeit entstehen.

ESD kann bei jeder Berührung entstehen.

Die meisten Entladungen sind so gering, dass sie nicht wahrgenommen werden. Sie können aber trotzdem ungeschützte elektronische Bauteile gefährden oder zerstören. Daher ist generell jeder Umgang mit offener Elektronik nur unter wirksamen ESD-Schutz zulässig.

Beachten Sie beim Umgang mit offener Elektronik folgende ESD-Maßnahmen:

- Offene Elektronik nur berühren, wenn es unbedingt notwendig ist. Fassen sie offene Bauteile nur am Platinenrand an.
- Ableitungsfähiges ESD-Handgelenksband anlegen.
- Ableitfähige Arbeitsunterlage verwenden.
- Leitende Verbindung zwischen Gerät/System, Unterlage, Handgelenksband und Erdanschluss herstellen.
- Arbeitskleidung aus Baumwolle gegenüber Kunstfasermaterialien bevorzugen.
- Arbeitsbereich von hochisolierenden Materialien (z.B.: Styropor, Kunststoffe, Nylon, ...) freihalten.
- Bewahren Sie die Geräte in der Originalverpackung auf und entnehmen Sie sie erst unmittelbar vor dem Einbau
- Auch bei defekten Baugruppen ESD-Schutz anwenden.



### Vorsicht!

Elektrostatische Entladung

Zerstören von elektrischen Bauteilen. Geringe Gesundheitsgefahr Beachten Sie die ESD-Hinweise.

## 2.8 Betrieb und Service

Vor dem Ein- und Ausbau der PUS-Auswerteeinheit oder dem Trennen von Signalleitungen, ist die PUS-Auswerteeinheit spannungsfrei zu schalten. Dazu sind sämtliche spannungsführenden Zuleitungen zur PUS-Auswerteeinheit abzuschalten und auf Spannungsfreiheit zu prüfen.

Das Erlöschen der Betriebs-LED und anderer Anzeige-Elemente ist kein ausreichender Indikator dafür, dass die PUS-Auswerteeinheit vom Netz getrennt und spannungslos ist.

Während des Ein- und Ausbaus der PUS-Auswerteeinheit sind durch entsprechende Maßnahmen elektrostatische Entladungen auf die nach außen geführten Klemmen- und Steckverbindungen zu vermeiden. Ein Kontakt mit diesen Klemmen sollte dazu auf ein Minimum beschränkt bleiben und vorher und während dessen sollte eine Erdung durch z.B. Erdungsarmband erfolgen.

### 3 Gerätebeschreibung

Bei der PUS-Auswerteeinheit handelt es sich um eine sichere Auswerteeinheit mit integrierter Antriebsüberwachung für eine Achse. Die Auswerteeinheit ist frei programmierbar zur sicheren Verarbeitung, sowohl von NOT-HALT-Taster, Zweihandbedienung, Lichtgitter, Betriebsartenwahlschalter, etc. als auch von antriebsbezogenen Sicherheitsfunktionen. Für eine Vielzahl von Eingabegeräten stehen für die sicherheitsrelevante Signalvorverarbeitung vorkonfigurierte Bausteine zu Verfügung. Gleiches gilt auch für Sicherheitsfunktionen zur Antriebsüberwachung. Details sind dem Programmierhandbuch zu entnehmen.

Das Gerät verfügt über 14 sichere Eingänge und bis zu 5 sichere Abschaltkanäle.

Folgende Varianten der Auswerteeinheiten stehen für spezielle Systeme zur Verfügung:

Bestellbezeichnung	Eigenschaften
PUS-F161-B28-PXV	PROFINET mit PROFI-safe-Protokoll
PUS-F161-B31-PXV	EtherCAT mit Safety-over-EtherCAT (FSoE)-Protokoll
PUS-F161-B28-WCS	PROFINET mit PROFI-safe-Protokoll
PUS-F161-B31-WCS	EtherCAT mit Safety-over-EtherCAT (FSoE)-Protokoll

#### Integrierte Kommunikationsschnittstelle

Die Kommunikationsschnittstelle verfügt über eine bidirektionale Datenübertragung von und zu einer übergeordneten Steuerung mittels Standard-Feldbus oder sicheren Standard-Feldbus.

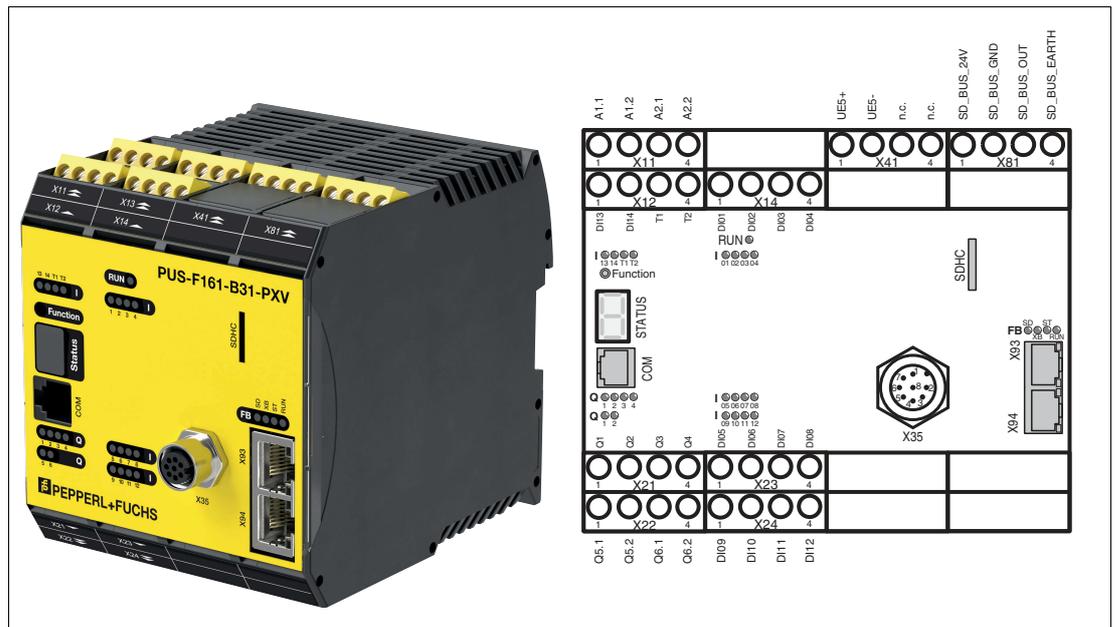
### 3.1 Geräteübersicht PUS-F161-B\*-PXV

Die PUS-Auswerteeinheit wird als komplettes Gerät geliefert und besteht aus folgenden Hauptbestandteilen:

- Lesekopfplatine
- CPU- und I/O-Platine
- Kommunikationsplatine

Die PUS-Auswerteeinheit besitzt folgende wesentlichen Eigenschaften:

- Einlesen und Auswertung der sicheren Position des Lesekopfs
- Erzeugung und Auswertung der sicheren Geschwindigkeit
- Verarbeitung nicht-sicherer Positions-, Geschwindigkeits- und Diagnosedaten des Lesekopfs



#### Ausführung der Auswerteeinheit

- |     |   |
|-----|---|
| 1   | Achse                                     |
| 1   | Lesekopfschnittstelle                     |
| 14  | digitale Eingänge                         |
| 2   | Pulsausgänge                              |
| 2   | Relaisausgänge                            |
| 2/4 | pn- oder pp-schaltende Ausgänge           |
| 2   | Hilfsausgänge                             |
| 1   | Diagnose- und Konfigurationsschnittstelle |
| 1   | Funktionstaster                           |
| 1   | 7-Segmentanzeige                          |
| 1   | Status-LED                                |
| 14  | Status-LEDs für Eingänge                  |
| 2   | Status-LEDs für Pulsausgänge              |
| 2   | Status-LEDs für Relaisausgänge            |
| 6   | Status-LEDs für Ausgänge                  |
| 1   | Kommunikationsschnittstelle               |

## Eigenschaften der Auswerteeinheit

- Freiprogrammierbar zur sicheren Verarbeitung von NOT-AUS-Taster, Zweihandbedienung, Lichtgitter, Betriebswahlschalter, etc.
- Vollständige geschwindigkeits- und positionsbezogene Sicherheitsfunktionen zur Antriebsüberwachung in der Firmware integriert
  - Räumliche Funktionen für sichere Geschwindigkeits- und Bereichsüberwachung möglich
- Sichere Positionsüberwachung mit nur einem Lesekopf in Kombination mit dem optischen Lesekopf PXV100AQ\*-F200-R4-V19\*
- Logikverarbeitung bis PL e EN ISO 13849-1 bzw. SIL 3 gemäß IEC 61508
- Bewegungsüberwachung einer Achse bis PL e EN ISO 13849-1 bzw. SIL 3 gemäß IEC 61508
- Drehzahlüberwachung
- Stillstandsüberwachung
- Fahrtrichtungsüberwachung
- Sicheres Schrittmaß
- NOT-HALT-Überwachung
- Positionsüberwachung
- Positions-/Verlaufsbereichsüberwachung
- Zielpositionsüberwachung
- freiprogrammierbare Kleinststeuerung für bis zu 800 AWL-Anweisungen
- Funktionsplanorientierte Programmierung
- Pulsausgänge zur Querschlusserkennung digitaler Eingangssignale
- Externe Kontaktüberwachung angeschlossener Schaltgeräte (EMU)
- Umschaltbare sichere Ausgänge pn-, p-schaltend für sicherheitsrelevante Funktionen
- Überwachte Relaisausgänge für sicherheitsrelevante Funktionen
- Umfangreiche Diagnosefunktionen integriert
- Parameterverwaltung für Erweiterungsbaugruppen im Grundgerät
- Codierte Statusanzeige über frontseitige 7-Segment-Anzeige und Status-LEDs
- Multifunktionstaster (Quit, Start, Reset) frontseitig bedienbar
- Konfigurierbar mit safeControl Expert über USB-Seriell-Adapter oder Ethernetbasierten Feldbus
- Erweiterte Funktionalität: Lesekopfschnittstelle
- Optional: integrierte Memory Card
- Kommunikationsschnittstelle
  - Standard- und sichere Feldbusprotokolle zur Kommunikation mit einer übergeordneten Steuerung (PROFINET, EtherNET/IP, EtherCAT, PROFI-safe, FSoE)

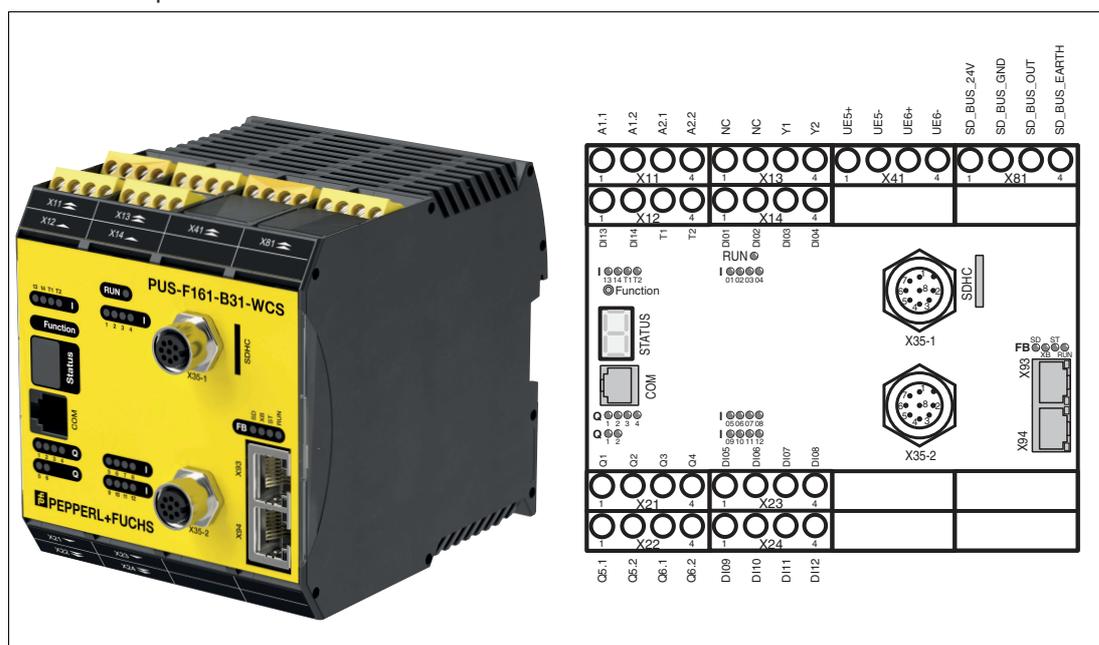
### 3.2 Geräteübersicht PUS-F161-B\*-WCS

Die PUS-Auswerteeinheit wird als komplettes Gerät geliefert und besteht aus folgenden Hauptbestandteilen:

- WCS-Platine
- CPU- und I/O-Platine
- Kommunikationsplatine

Die PUS-Auswerteeinheit besitzt folgende wesentlichen Eigenschaften:

- Einlesen und Auswertung der sicheren Position der beiden Leseköpfe
- Erzeugung und Auswertung der sicheren Geschwindigkeit
- Verarbeitung nicht-sicherer Positions-, Geschwindigkeits- und Diagnosedaten des Lesekopfs



#### Ausführung der Auswerteeinheit

- |     |   |
|-----|---|
| 1   | Achse                                     |
| 2   | Lesekopfschnittstelle                     |
| 14  | digitale Eingänge                         |
| 2   | Pulsausgänge                              |
| 2   | Relaisausgänge                            |
| 2/4 | pn- oder pp-schaltende Ausgänge           |
| 2   | Hilfsausgänge                             |
| 1   | Diagnose- und Konfigurationsschnittstelle |
| 1   | Funktionstaster                           |
| 1   | 7-Segmentanzeige                          |
| 1   | Status-LED                                |
| 14  | Status-LEDs für Eingänge                  |
| 2   | Status-LEDs für Pulsausgänge              |
| 2   | Status-LEDs für Relaisausgänge            |
| 6   | Status-LEDs für Ausgänge                  |
| 2   | Kommunikationsschnittstellen              |

## Eigenschaften der Auswerteeinheit

- Freiprogrammierbar zur sicheren Verarbeitung von NOT-AUS-Taster, Zweihandbedienung, Lichtgitter, Betriebswahlschalter, etc.
- Vollständige geschwindigkeits- und positionsbezogene Sicherheitsfunktionen zur Antriebsüberwachung in der Firmware integriert
  - Räumliche Funktionen für sichere Geschwindigkeits- und Bereichsüberwachung möglich
- Sichere Positionsüberwachung in Kombination mit den beiden Leseköpfen WCS3B-LS221-U1 und WCS3B-LS221-U2
- Logikverarbeitung bis PL e EN ISO 13849-1 bzw. SIL 3 gemäß IEC 61508
- Bewegungsüberwachung einer Achse bis PL e EN ISO 13849-1 bzw. SIL 3 gemäß IEC 61508
- Drehzahlüberwachung
- Stillstandsüberwachung
- Fahrtrichtungsüberwachung
- Sicheres Schrittmaß
- NOT-HALT-Überwachung
- Positionsüberwachung
- Positions-/Verlaufsbereichsüberwachung
- Zielpositionsüberwachung
- freiprogrammierbare Kleinststeuerung für bis zu 800 AWL-Anweisungen
- Funktionsplanorientierte Programmierung
- Pulsausgänge zur Querschlusserkennung digitaler Eingangssignale
- Externe Kontaktüberwachung angeschlossener Schaltgeräte (EMU)
- Umschaltbare sichere Ausgänge pn-, p-schaltend für sicherheitsrelevante Funktionen
- Überwachte Relaisausgänge für sicherheitsrelevante Funktionen
- Umfangreiche Diagnosefunktionen integriert
- Parameterverwaltung für Erweiterungsbaugruppen im Grundgerät
- Codierte Statusanzeige über frontseitige 7-Segment-Anzeige und Status-LEDs
- Multifunktionstaster (Quit, Start, Reset) frontseitig bedienbar
- Konfigurierbar mit safeControl Expert über USB-Seriell-Adapter oder Ethernetbasierten Feldbus
- Erweiterte Funktionalität: Lesekopfschnittstelle
- Optional: integrierte Memory Card
- Kommunikationsschnittstelle
  - Standard- und sichere Feldbusprotokolle zur Kommunikation mit einer übergeordneten Steuerung (PROFINET, EtherNET/IP, EtherCAT, PROFIsafe, FSoE)

### 3.3 Technische Daten PUS-F161-B\*-PXV und PUS-F161-B\*-WCS

#### Technische Daten PUS-F161-B\*-PXV

##### Kenndaten funktionale Sicherheit

Performance Level nach EN ISO 13849-1	PL e
PFH / Architektur	12,6 FIT /Kat 4
Sicherheits-Integritätslevel (SIL) nach IEC 61508	SIL 3
Gebrauchsdauer ( $T_M$ )	20 a

##### Kenndaten funktionale Sicherheit mit Verwendung des Lesekopfs

Max. erreichbarer Performance Level nach EN ISO 13849-1	PL e
PFH / Architektur	13,39 FIT /Kat 4 MTTF <sub>d</sub> = 37,6 a DC = 97,0 %
Sicherheits-Integritätslevel (SIL) nach IEC 61508	SIL 3
Gebrauchsdauer ( $T_M$ )	20 a (max. Einsatzdauer)

##### Allgemeine Daten

Anzahl sichere digitale Eingänge	14 (OSSD fähig)	
Anzahl sichere digitale Ausgänge		
	pn-schaltend **	2
	pp-schaltend **	4
Anzahl sichere digitale I/O	-	
Anzahl Relaisausgänge	2	
Anzahl sichere Analoge Eingänge	-	
Anzahl Hilfsausgänge	2	
Anzahl Pulsausgänge (Taktausgänge)	2	
Anschlussart	Steckklemmen mit Feder – oder Schraubanschluss	
Achsüberwachung (Achsen / Lesekopfschnittstellen)	1 / 1	
Lesekopfschnittstellen (Klemmen)	RS-485, X35	

##### Elektrische Daten

Versorgungsspannung (Toleranz)	24 V DC; 2 A (-15%, +20%)	
Sicherung	X11.1	max. 30 V DC; 3,15 A
	X11.2	max. 30 V DC; max. 10 A
Max. Leistungsaufnahme (Logik)	6,8 W	
Nennenden digitale Eingänge	24 V DC; 20 mA Typ1 nach IEC 61131-2	
Nennenden digitale Ausgänge		

	pn-schaltend		24 V DC; 2A
	pp-schaltend		24 V DC; 2A
	Hilfsausgänge		-
	Nenndaten Pulsausgänge (Taktausgänge)		24 V DC; 250 mA
Nenndaten Relaisausgänge	Schließer	DC 13	24 V DC; 2 A
		AC 15	230 V AC; 2 A
Nenndaten sichere Analoge Eingänge			-

**Elektrische Daten für UL**

Nenndaten digital Ausgänge			
	pn-schaltend	Temperatur Rating 30°C	24 V DC; 2 A (G.P.)
		Temperatur Rating 50°C	24 V DC; 1,8 A (G.P.)
	pp-schaltend	Temperatur Rating 30°C	24 V DC; 2 A (G.P.)
		Temperatur Rating 50°C	24 V DC; 1,8 A (G.P.)
	Max. Summenstrom (pn oder pp)	8 A	
	Hilfsausgänge	-	
Nenndaten Relaisausgänge	Schließer	24 V DC; 2 A (Pilot Duty) 120 V AC; 2 A (Pilot Duty)	

**Umwelt**

Temperatur	0 °C ... +50 °C Betrieb -25 °C ... +70 °C Lagerung, Transport
Schutzklasse	IP20
Klimaklasse	3k3 nach DIN 60 721-3
Min-, Maximal relative Luftfeuchte (keine Betauung)	5 % ... 85 %
EMV	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-6-7, EN 61800-3, EN 61326-3, EN 62061
Betriebsmitteleinsatz	2000 m
Überspannungskategorie	III

**Mechanische Daten**

Gehäuselänge	115
Gehäusebreite	90
Gehäusehöhe	100
Masse	490 g
Befestigung	Hutschiene
Anzahl T-Bus	4
Min. Anschlussquerschnitt / AWG	0,2 mm <sup>2</sup> / 24
Max. Anschlussquerschnitt / AWG	2,5 mm <sup>2</sup> / 12

## Technische Daten PUS-F161-B\*-WCS

### Kenndaten funktionale Sicherheit

Performance Level nach EN ISO 13849-1	PL e
PFH / Architektur	12,6 FIT /Kat 4
Sicherheits-Integritätslevel (SIL) nach IEC 61508	SIL 3
Gebrauchsdauer (T <sub>M</sub> )	20 a

### Allgemeine Daten

Anzahl sichere digitale Eingänge	14 (OSSD fähig)	
Anzahl sichere digitale Ausgänge		
	pn-schaltend **	2
	pp-schaltend **	4
Anzahl sichere digitale I/O	-	
Anzahl Relaisausgänge	2	
Anzahl sichere Analoge Eingänge	-	
Anzahl Hilfsausgänge	2	
Anzahl Pulsausgänge (Taktausgänge)	2	
Anschlussart	Steckklemmen mit Feder – oder Schraubanschluss	
Achsüberwachung (Achsen / Lesekopfschnittstellen)	1 / 1	
Lesekopfschnittstellen (Klemmen)	RS-485, X35-1 / 35-2	

### Elektrische Daten

Versorgungsspannung (Toleranz)	24 V DC; 2 A (-15%, +20%)		
Sicherung	X11.1	max. 30 V DC; 3,15 A	
	X11.2	max. 30 V DC; max. 10 A	
Max. Leistungsaufnahme (Logik)	6,8 W		
Nenndaten digitale Eingänge	24 V DC; 20 mA Typ1 nach IEC 61131-2		
Nenndaten digitale Ausgänge			
	pn-schaltend	24 V DC; 2A	
	pp-schaltend	24 V DC; 2A	
	Hilfsausgänge	24 VDC; 250 mA	
	Nenndaten Pulsausgänge (Taktausgänge)	24 V DC; 250 mA	
Nenndaten Relaisausgänge	Schließer	DC 13	24 V DC; 2 A
		AC 15	230 V AC; 2 A
Nenndaten sichere Analoge Eingänge	-		

### Elektrische Daten für UL

Nenndaten digital Ausgänge
----------------------------

	pn-schaltend	Temperatur Rating 30°C	24 V DC; 2 A (G.P.)
		Temperatur Rating 50°C	24 V DC; 1,8 A (G.P.)
	pp-schaltend	Temperatur Rating 30°C	24 V DC; 2 A (G.P.)
		Temperatur Rating 50°C	24 V DC; 1,8 A (G.P.)
	Max. Summenstrom (pn oder pp)	8 A	
	Hilfsausgänge	24 VDC; 250mA (G.P.)	
Nenndaten Relaisausgänge	Schließer	24 V DC; 2 A (Pilot Duty) 120 V AC; 2 A (Pilot Duty)	

**Umwelt**

Temperatur	0 °C ... +50 °C Betrieb -25 °C ... +70 °C Lagerung, Transport
Schutzklasse	IP20
Klimaklasse	3k3 nach DIN 60721-3
Min-, Maximal relative Luftfeuchte (keine Betauung)	5 % ... 85 %
EMV	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-6-7, EN 61800-3, EN 61326-3, EN 62061
Betriebsmitteleinsatz	2000 m
Überspannungskategorie	III

**Mechanische Daten**

Gehäuselänge	115
Gehäusebreite	90
Gehäusehöhe	100
Masse	490 g
Befestigung	Hutschiene
Anzahl T-Bus	4
Min. Anschlussquerschnitt / AWG	0,2 mm <sup>2</sup> / 24
Max. Anschlussquerschnitt / AWG	2,5 mm <sup>2</sup> / 12

### 3.4 Typenschild PUS-F161-B\*\*-PXV

Das Typenschild ist auf der linken Seitenwand der Auswerteeinheit angebracht und enthält folgende Informationen:

		Date :	05 / 2022
Product No.: *****		Serial No.:	00000119
		FBX 93/94:	01-15-00
HW-Release: 11-11-01-07		FW-Rel.PXV:	V1.1.0.0
FW-Release: 05-01-03-21			
			
Type: <b>PUS-F161-B**-PXV</b>			
NORM:	SIL 3:	IEC 61508 / IEC 62061	
	Cat. 4 / PL e:	EN ISO 13849-1	
Power:	X11.1 - X11.2:	24 VDC / -15%...+20% / 0...50°C	
	X11.1 / X.2:	2 A / 9 A	
INPUT:	I1...I14 (Digital):	24 VDC	
	X35:	Sensorinterface	
OUTPUT:	Q1...Q4 (Digital):	24 VDC / 2 A	
	Q5...Q6 (Relay):	240 VAC / 24 VDC / 2 A	
	X13.3 - X13.4 (Auxiliary):	24 VDC / 0,25 A	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>Main supply : 24 V = , SELV/PELV;                      Power consumption: 24 V = / 2 A; OUTPUT (general use):                      - Digital: Q1-Q4   24 V = / 2 A, max. total current: 8 A;                      - Auxiliary: 24 V= / 250 mA;                      - Relay NO (pilot duty): 24 = / 2 A; 120 V~ / 2 A</p> </div>			
Pepperl+Fuchs SE, 68307 Mannheim		<b>MADE IN GERMANY</b>	
www.pepperl-fuchs.com see operating manual for the response time!			

Abbildung 3.1 Typenschild

Product No.	Produktnummer
HW-Release	Hardware Release Kennzeichnung
FW-Release	Software Release Kennzeichnung
Date	Herstellungsdatum (KW/Jahr)
Serial No.	Seriennummer
FBX 93/94	
FW-Rel.PXV	Firmwareversion
Type	Typenbezeichnung
NORM	Sicherheitskategorie

Power	Eigenschaften der Spannungsversorgung
Input	Eigenschaften der Eingänge
Output	Eigenschaften der Ausgänge
Main supply	Hauptversorgung
Power consumption	Leistungsaufnahme
Digital	
Auxiliary	Hilfsstrom
Relay NO (pilot duty)	

### 3.5 Typenschild PUS-F161-B\*\*-WCS

Das Typenschild ist auf der linken Seitenwand der Baugruppe angebracht und enthält folgende Informationen:



Product No.: 70146865



HW-Release: 11-11-01-07  
FW-Release: 05-01-03-21



Type: **PUS-F161-B31-WCS**

Date : 05 / 2022

Serial No.: 00000119

FBX 93/94: 01-15-00

FW-Rel.WCS: V1.1.0.0

UK  
CA

NORM:	SIL 3:	IEC 61508 / IEC 62061
	Cat. 4 / PL e:	EN ISO 13849-1
Power:	X11.1 - X11.2:	24 VDC / -15%...+20% / 0...50°C
	X11.1 / X.2:	2 A / 9 A
INPUT:	I1...I14 (Digital):	24 VDC
	X35:	Sensorinterface
OUTPUT:	Q1...Q4 (Digital):	24 VDC / 2 A
	Q5...Q6 (Relay):	240 VAC / 24 VDC / 2 A
	X13.3 - X13.4 (Auxiliary):	24 VDC / 0,25 A

Main supply : 24 V = , SELV/PELV;  
 Power consumption: 24 V = / 2 A; OUTPUT (general use):  
 - Digital: Q1-Q4 | 24 V = / 2 A, max. total current: 8 A;  
 - Auxiliary: 24 V= / 250 mA;  
 - Relay NO (pilot duty): 24 = / 2 A; 120 V~ / 2 A


Pepperl+Fuchs SE, 68307 Mannheim  
www.pepperl-fuchs.com see operating manual for the response time!

MADE IN GERMANY

Abbildung 3.2 Typenschild

Product No.	Produktnummer
HW-Release	Hardware Release Kennzeichnung
FW-Release	Software Release Kennzeichnung
Date	Herstellungsdatum (KW/Jahr)
Serial No.	Seriennummer
FBX 93/94	
FW-Rel.WCS	Firmwareversion
Type	Typenbezeichnung
NORM	Sicherheitskategorie

Power	Eigenschaften der Spannungsversorgung
Input	Eigenschaften der Eingänge
Output	Eigenschaften der Ausgänge
Main supply	Hauptversorgung
Power consumption	Leistungsaufnahme
Digital	
Auxiliary	Hilfsstrom
Relay NO (pilot duty)	

### 3.6 Derating Ausgänge

Maximale Strombelastbarkeit auf der Grundlage der Temperatur.

Der Summenstrom darf maximal **10A** betragen.

Temperatur 30°C / 50°C	
Q1 ... Q4	2A / 1,8A

### 3.7 Lieferumfang

Im Lieferumfang enthalten ist:

- PUS-Auswerteeinheit

Nicht im Lieferumfang enthalten sind:

- Stecker für die Signalklemmen und Spannungsversorgung
- safePXV/PUS-Leseköpfe: PXV100AQS-F200-R4-V19-6011, PXV80AQS-F200-R4-V19, PXV100AQS-F200-B33-V19-6011
- safeWCS/PUS-Leseköpfe: WCS3B-LS221-U1 und WCS3B-LS221-U2
- safeControl-Expert-Software mit Installationshandbuch, Programmierhandbuch  
 Treiber für Programmieradapter  
 Programmieradapter PUS-USB-COMM  
 Lizenzkey (USB-Dongle) für safeControl Expert



#### Vorsicht!

Kondensation von Luftfeuchtigkeit im Gerät

Zerstören von elektrischen Bauteilen.

Ein Gerät nicht über längeren Zeitraum einer hohen Luftfeuchtigkeit aussetzen. Wenn ein kaltes Gerät (z.B. nach einem längeren Transport in kalter Umgebung) in eine wesentlich wärmere Umgebung gebracht wird, kann Kondensfeuchtigkeit im Gerät auftreten.

Es ist solange mit dem Anschluss eines Geräts an die Versorgung zu warten, bis die Temperatur des Geräts der Raumtemperatur entspricht, und die Feuchtigkeit wieder verdunstet ist.

## 4 Kommunikationsschnittstellen

### 4.1 Funktionsbeschreibung

- Das COM-Modul mit der jeweiligen Kommunikationsschnittstelle ist in jeder PUS-Auswerteeinheit fest integriert.
- Die Ethernet-Schnittstelle wird für nicht sichere Kommunikation auf Basis von Ethernet-basierten Protokollen verwendet.
- Je nach Variante kann eine sichere Feldbusanbindung wie PROFIsafe (PUS-F161-B28-\*\*) und FSoE (PUS-F161-B31-\*\*) verwendet werden.
- Das COM-Modul empfängt Daten vom Anwendungsprogramm, das auf der PUS-Auswerteeinheit läuft, und leitet sie über das im Programmiersystem ausgewählte und konfigurierte Busprotokoll an eine übergeordnete Standardsteuerung weiter. Dort können die Daten weiter verarbeitet werden.
- Die nicht sicheren Diagnosedaten bestehen aus Logik- und Prozessdaten.
- Zu den Prozessdaten können Position, Geschwindigkeit und weitere Statusdaten der sicheren Antriebsüberwachungsmodule gehören.
- Die genaue Aufschlüsselung der Diagnosedaten und der vorwählbaren Profile finden Sie im Kapitel Eingangs- und Ausgangsdaten (siehe Kapitel 4.4).
- Die PUS-Auswerteeinheit muss immer als Busteilnehmer im Netzwerk konfiguriert werden.
- Für die Konfiguration im Programmiersystem der übergeordneten Steuerung wird häufig eine entsprechende Gerätebeschreibungsdatei (EDS, GSDML, ESI, GSD) benötigt.

### 4.2 Feldbusdaten

#### 4.2.1 PROFINET

##### Feldbusspezifische Daten für PROFINET

Reaktionszeit	Zykluszeit (Eingangstrigger) mindestens 1ms, Reaktionszeit abhängig vom Host-Gerät PUS-Auswerteeinheit: 8ms
Größe der zyklischen Ausgangsdaten	80 Byte <sup>1</sup>
Größe der zyklischen Eingangsdaten	204 Byte <sup>2</sup>
Baudrate	100 MBit/s
Sicherheits-E/A-Daten (Ausgang)	12 Byte (Erweitertes Format) <sup>3</sup>
Sicherheits-E/A-Daten (Eingang)	12 Byte (Erweitertes Format) <sup>4</sup>
Unterstützte Protokolle	RTC – Real time cyclic protocol (Class 1, Class 2, Class 3) RTA – Real time acyclic protocol DCP – Discover and Configuration Protocol LLDP – Link Layer Discovery Protocol
Topologieerkennung	LLDP, SNMP V1, MIB2, physikalisches Gerät
Duplex-Modus	Halbduplex, Vollduplex, Auto-Negotiation
Datenübertragungsschicht	Ethernet II, IEEE 802.3

1. Ausgänge: 4 Byte; SD-Bus-Ausgänge: 64 Byte; Sicherheitsausgänge: 12 Byte

2. Diagnoseeingänge: 128 Byte; SD-Bus-Eingänge: 64 Byte; Sicherheitseingänge: 12 Byte

3. 12 Byte Nutzdaten + 12 Byte CRC + 2 Byte Connection ID + 1 Byte Masterkommando

4. 12 Byte Nutzdaten + 12 Byte CRC + 2 Byte Connection ID + 1 Byte Masterkommando

## 4.2.2 EtherCAT

### Feldbusspezifische Daten für EtherCAT

Reaktionszeit	Zykluszeit (Eingangstrigger) mindestens 1ms, Reaktionszeit abhängig vom Host-Gerät PUS-Auswerteeinheit: 8ms
Größe der zyklischen Ausgangsdaten	95 Byte <sup>1</sup>
Größe der zyklischen Eingangsdaten	219 Byte <sup>2</sup>
Sicherheits-E/A-Daten (Ausgang)	12 Byte (Erweitertes Format) <sup>3</sup>
Sicherheits-E/A-Daten (Eingang)	12 Byte (Erweitertes Format) <sup>4</sup>
Typ	Komplexer Busteilnehmer
Anzahl der Sync-Manager	4 (2 azyklisch, 2 zyklisch)
Unterstützte Protokolle	RTC – Real time cyclic protocol (Class 1, Class 2, Class 3) RTA – Real time acyclic protocol DCP – Discover and Configuration Protocol LLDP – Link Layer Discovery Protocol
Topologieerkennung	LLDP, SNMP V1, MIB2, physikalisches Gerät
Duplex-Modus	Halbduplex, Vollduplex, Auto-Negotiation
Datenübertragungsschicht	Ethernet II, IEEE 802.3

1. Ausgänge: 4 Byte; SD-Bus-Ausgänge: 64 Byte; Sicherheitsausgänge: 27 Byte

2. Diagnoseeingänge: 128 Byte; SD-Bus-Eingänge: 64 Byte; Sicherheitseingänge: 27 Byte

3. 12 Byte Nutzdaten + 12 Byte CRC + 2 Byte Connection ID + 1 Byte Masterkommando

4. 12 Byte Nutzdaten + 12 Byte CRC + 2 Byte Connection ID + 1 Byte Masterkommando

## 4.3 Geräteausstattung und -einstellungen

### 4.3.1 Ethernetschnittstelle

Die Frontseite zeigt folgende Merkmale:

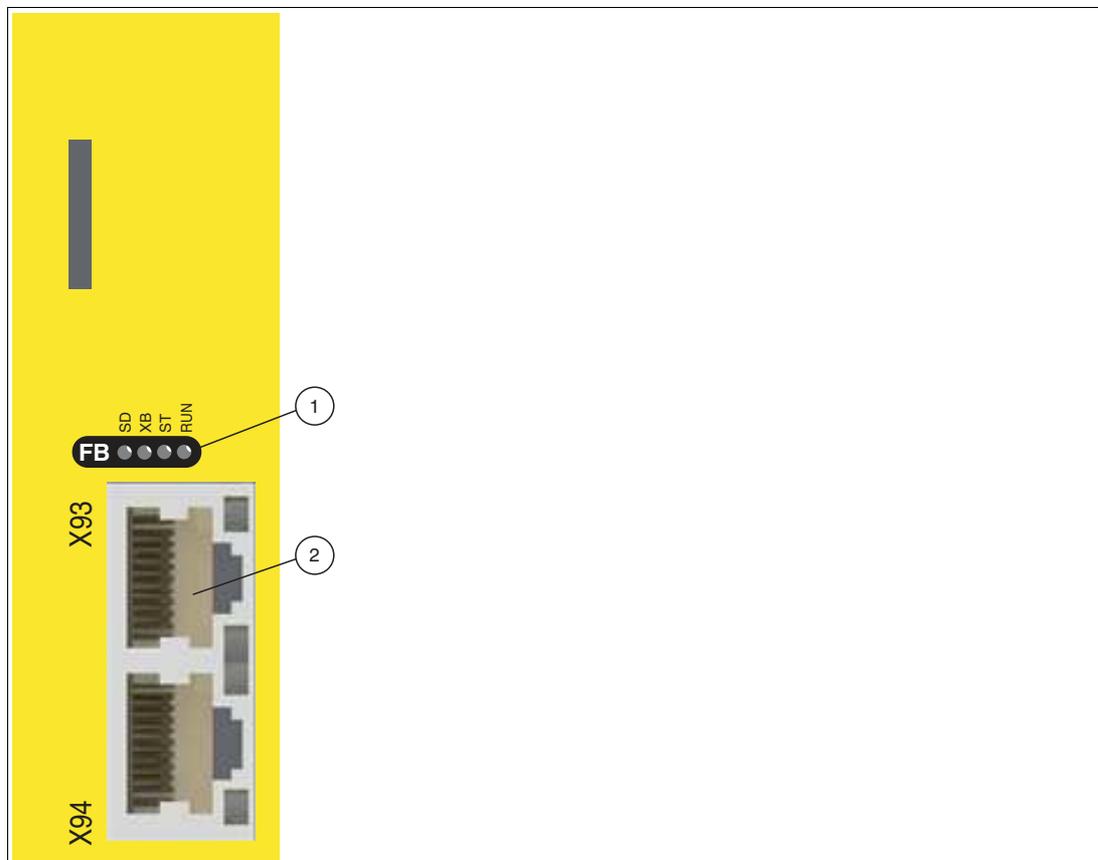


Abbildung 4.1 Frontansicht

- 1 Diagnose-LEDs
- 2 Ethernet-Buchse für Ethernet-basierten Feldbus

### 4.3.2 Diagnose LEDs

Die Kommunikationsschnittstelle verfügt über 4 zweifarbige LEDs, unabhängig vom Gerätetyp.



Abbildung 4.2 Diagnose LEDs

Bezeichnung	Funktion
SD	SD-Bus-LED
XB	Querverbindung zur F-CPU
ST	Feldbus-Rückmeldung
RUN	Status SDDC/SMMC-Kommunikation



#### Hinweis!

Die Diagnose-LEDs sind keine zuverlässigen Indikatoren und es kann nicht garantiert werden, dass sie genaue Informationen liefern. Sie sollten nur zur allgemeinen Diagnose bei der Inbetriebnahme oder Fehlersuche verwendet werden. Versuchen Sie nicht, die LEDs als Betriebsanzeigen zu verwenden.

Die folgende Tabelle zeigt die Funktionen des Anzeigenfeldes:

#### Anzeigefunktionen der Diagnose-LEDs

Bezeichnung	Farbe	LED	Beschreibung
RUN	orange	blinkend	Initialisierung; Warten auf Verbindung und Empfang der Geräte- und Verbindungsparameter
		an	Warten auf logische Verbindung zum Hauptgerät COM
	grün	blinkend	Warten auf den Empfang der Geräte- und Verbindungsparameter nach einem Timeout des Hauptgerät Run
		an	Aktiver Prozessdatenaustausch
rot	an	Keine Verbindung an beiden Ports; Zeitüberschreitung der Verbindung beim Start des Zustands oder beim Neustart des Hauptgeräts	

Bezeichnung	Farbe	LED	Beschreibung	
ST (Netzwerkstatus)	grün	an	PROFINET:	Anwendungsbeziehung (AR) hergestellt; aktiv
			EtherCAT:	Status Operativ
		blinkend	PROFINET:	Busverbindung, aber keine Integration
			EtherCAT:	Status Präoperativ
		kurzes Aufblitzen	PROFINET:	Busverbindung, aber keine Integration
			EtherCAT:	Status Sicherer Betrieb
	rot	an	PROFINET:	Busfehler
			EtherCAT:	Ausfall der Anwendungssteuerung
		blinkend	PROFINET:	Busfehler
			EtherCAT:	Fehlercode nach ETG.1300 EtherCAT Anzeige- und Beschriftungsspezifikation
	orange	blinkend	PROFINET:	-
			EtherCAT:	-
aus		PROFINET:	inaktiv	
		EtherCAT:	Inaktivierung/Statusinitialisierung	
SD	grün	blinkend	SD-Bus-Scan aktiv	
		an	Datenaustausch aktiv	
	rot/orange	blinkend	Fehler SD-Bus-Scan	
	rot	an	SD-Bus-Fehler im zyklischen Betrieb	
	aus	-	Kein Feldbusteilnehmer am SD-Bus angeschlossen	

## 4.4 Eingangs- und Ausgangsdaten

Die ersten 128 Bytes der Eingangsgruppe werden für Diagnosedaten verwendet.

Die folgenden 64 Bytes werden für SD-Bus-Daten verwendet, die im Kapitel "SD-Bus-Daten" beschrieben sind.

Es werden immer 128 Bytes Diagnosedaten gesendet, unabhängig davon, wie viele Daten die übergeordnete Standardsteuerung tatsächlich benötigt. Nicht benötigte Bytes werden mit 0 geschrieben.

Die Konfiguration der Diagnosedaten erfolgt in safeControl Expert.

Unabhängig vom Gerät und dem gewählten Profil stehen 68 Byte Ausgangsdaten zur Verfügung. Die oberen 64 Bytes davon werden für den SD-Bus verwendet.

### 4.4.1 Ausgangsdaten

Aufbau des Gesamtrahmens:

Größe der Diagnosedaten: immer 128 Byte, 16 Byte können für die Diagnose verwendet werden

#### Logikdaten

Byte	Bit	"Run" mode (2, 3, 4)	Fehlerfall (A, F)
Byte 0	0 ... 3	Gerätemodus 1, 2, 3, 4, 5, 6 = Schwerwiegender Fehler, 7 = Alarm	
	4	0x1 (immer 1)	
	5 ... 7	Aktivitätszähler (3 Bit)	
Byte 1	0 ... 7	Logische Daten (Bit-ID: 49 ... 56)	
Byte 2	0 ... 7	Logische Daten (Bit-ID: 41 ... 48)	
Byte 3	0 ... 7	Logische Daten (Bit-ID: 33 ... 40)	
Byte 4	0 ... 7	Logische Daten (Bit-ID: 9 ... 16)	
Byte 5	0 ... 7	Logische Daten (Bit-ID: 1 ... 8)	
Byte 6	0 ... 6	Logische Daten (Bit-ID: 25 ... 31)	Fehlercode hohes Byte
	7	"0"	"1"
Byte 7	0 ... 7	Logische Daten (Bit-ID: 17 ... 24)	Fehlercode niedriges Byte

Die Bits des Gerätemodus zeigen den Zustand der Steuerung an. Die Stati 1 ... 5 werden parallel auf der 7-Segment-Anzeige ausgegeben. Zustand 6 zeigt einen Fehler, Zustand 7 einen Alarm an.

#### Hinweis!



Die Bedeutung der Fehlercodes in dezimaler Schreibweise finden Sie im Dokument "Fehlerliste".

Prozessdaten folgen mit einem Byte-Offset von 7; Byte 0 der Prozessdaten ist Byte 8 der Gesamtrahmen/Eingangsbelegung.

**Logik- und Prozessdaten**

Byte	Zuweisung
Byte 0	Status
Byte 1	Logikdaten (Bit-ID: 49 ... 56)
Byte 2	Logikdaten (Bit-ID: 41 ... 48)
Byte 3	Logikdaten (Bit-ID: 33 ... 40)
Byte 4	Logikdaten (Bit-ID: 9 ... 16)
Byte 5	Logikdaten (Bit-ID: 1 ... 8)
Byte 6	Logikdaten (Bit-ID: 25 ... 31) / Fehlercode
Byte 7	Logikdaten (Bit-ID: 17 ... 24) / Fehlercode
Byte 8	Prozessdaten (Bit-ID: 57... 64)
Byte 9	Prozessdaten (Bit-ID: 49 ... 56)
Byte 10	Prozessdaten (Bit-ID: 41 ... 48)
Byte 11	Prozessdaten (Bit-ID: 33 ... 40)
Byte 12	Prozessdaten (Bit-ID: 25 ... 32)
Byte 13	Prozessdaten (Bit-ID: 17 ... 24)
Byte 14	Prozessdaten (Bit-ID: 9 ... 16)
Byte 15	Prozessdaten (Bit-ID: 1 ... 8)
Byte 16	nicht verwendet
...	...
Byte 127	nicht verwendet
Byte 128	SD-Gateway - Diagnose
Byte 129	SD-Gateway - Daten
Byte 130	SD-Busteilnehmer 1 - Daten
Byte 131	SD-Busteilnehmer 1 - Diagnose
Byte 132	SD-Busteilnehmer 2 - Daten
Byte 133	SD-Busteilnehmer 2 - Diagnose
...	...
Byte 190	SD-Busteilnehmer 31 - Daten
Byte 191	SD-Busteilnehmer 31 - Diagnose

## 4.4.2 Eingangsdaten

Struktur der funktionalen Eingangsdaten

Byte	Zuweisung
Byte 0	Logikdaten (Bit-ID: 1 ... 8)
Byte 1	Logikdaten (Bit-ID: 9 ... 16)
Byte 2	Logikdaten (Bit-ID: 17 ... 24)
Byte 3	Logikdaten (Bit-ID: 25 ... 31)
Byte 4	SD-Gateway - Anweisung
Byte 5	SD-Gateway - Adresse
Byte 6	SD-Busteilnehmer 1 - Anfrage
Byte 7	SD-Busteilnehmer 1 - Reserviert
Byte 8	SD-Busteilnehmer 2 - Anfrage
Byte 9	SD-Busteilnehmer 2 - Reserviert
...	...
Byte 66	SD-Busteilnehmer 31 - Anfrage
Byte 67	SD-Busteilnehmer 31 - Reserviert

## 4.5 SD-Bus Daten

### 4.5.1 Feldbusdaten SD-Bus Gateway

Für die Gateway-Diagnose und für die azyklische Datenanforderung der SD-Busteilnehmer sind 2 Byte in der Anfrage und der Antwort des Feldbusprotokolls reserviert.

Anfrage	Byte 00	Befehlsbyte, azyklische Datenanforderung
	Byte 01	SD-Busteilnehmer-Adresse für die azyklische Datenanforderung
Antwort	Byte 00	Diagnosebyte Gateway
	Byte 01	Datenbyte, azyklische Datenanfrage

Die detaillierte Beschreibung der azyklischen Datenabfrage von SD-Busteilnehmern finden Sie in

### 4.5.2 Feldbusdaten SD-Busteilnehmer

Für jeden SD-Busteilnehmer sind 2 Bytes in der Anfrage und der Antwort des Feldbusprotokolls reserviert.

- SD-Busteilnehmer 01 verwendet Byte 02 und 03 des Feldbusses
- SD-Busteilnehmer 02 verwendet Byte 04 und Byte 05 des Feldbusses
- ...
- SD-Busteilnehmer 31 verwendet Byte 62 und Byte 63 des Feldbusses

In der **Anfrage** wird nur das erste Byte im Feldbus als Anforderungsbyte für einen SD-Busteilnehmer benötigt. Das zweite Byte wird nicht verwendet.

In der **Antwort** wird zuerst das Antwortbyte und anschließend das Diagnosebyte jedes SD-Busteilnehmer auf den Feldbus übertragen.

### 4.5.3 Aufbau der SD-Bytes im Feldbusprotokoll

**Anforderung für alle Feldbussysteme** (OUTPUT-Byte-Steuerung, Übertragung der Anforderungsdaten an den SD-Busteilnehmer)

Byte Nr.	Byte 00	Byte 01	Byte 02	Byte 03	...	Byte 62	Byte 63
SD-Gerät	Gateway	Gateway	Busteilnehmer 01	Busteilnehmer 02	...	Busteilnehmer 31	Busteilnehmer 31
Inhalt	Anweisungsbyte	SD-Adresse (0, 1 ... 31)	Anfrage-Byte	-		Anfrage-Byte	-

**Antwort für alle Feldbussysteme** (INPUT-Byte-Steuerung, Empfang der Antwortdaten des SD-Busteilnehmers)

Byte Nr.	Byte 00	Byte 01	Byte 02	Byte 03	...	Byte 62	Byte 63
SD-Gerät	Gateway	Gateway	Busteilnehmer 01	Busteilnehmer 02	...	Busteilnehmer 31	Busteilnehmer 31
Inhalt	Diagnose-Byte	Datums-Byte	Antwort-Byte	Diagnose-Byte		Antwort-Byte	Diagnose-Byte

Der Inhalt des Diagnosebytes eines SD-Busteilnehmers ist abhängig vom Status der Warnung und der Fehlerbits im entsprechenden Antwortbyte (Bit 6 = Fehlerwarnung und Bit 7 = Fehler).

Die Bedeutung der einzelnen Bits der SD-Bytes ist in den Montageanleitungen der SD-Geräte erklärt.

#### 4.5.4 Azyklische Daten aus dem SD-Busteilnehmer lesen

In einem fest definierten Zyklus können über die 2 Request-Bytes (Feldbus-Anfrage-Byte 00 und Byte 01) und das Data-Byte (Feldbus-Antwort-Byte 01) azyklische Daten des einzelnen SD-Busteilnehmers angefordert werden.

Das Befehlsbyte definiert, welche Daten von einem Busteilnehmer angefordert werden. Das SD-Gerät, von dem die Daten angefordert werden, wird in der SD-Schnittstelle mit dem SD-Adressbyte festgelegt. Die Antwortdaten der SD-Busteilnehmer werden im Feldbusantwortbyte 01 abgelegt.

Der Datenabfragezyklus ist wie folgt definiert:

1. Die Auswerteeinheit löscht das Datenbyte vor oder nach jedem Befehl. Über das Antwortbyte wird eine Rückmeldung erzeugt, ob die Daten gelöscht wurden oder nicht.  
**Hex FF:** Daten gelöscht, azyklischer Datendienst bereit
2. Die Steuerung schreibt zunächst die SD-Adresse in das Feldbusanforderungsbyte 01. Anschließend schreibt die Steuerung das Anweisungsbyte in das Feldbusanforderungsbyte 00.
3. Die Antwortdaten werden im Feldbusantwortbyte 01 der Auswerteeinheit zur Verfügung gestellt. Das Datenbyte kann auch eine Fehlermeldung als Antwort enthalten:  
**Hex FE:** Anweisungsfehler, undefinierte Anweisung angefordert.  
**Hex FD:** Adressfehler, ungültige Busteilnehmer-Adresse für den ausgewählten Befehl oder Busteilnehmer-Adresse eines nicht verfügbaren SD-Busteilnehmers ausgewählt

##### Übersicht über die Anweisungen und Antwortdaten

Anweisungen, azyklische Datenabfrage	Anweisungsbyte Feldbus Byte 00 (Anforderung)	SD-Adresse Feldbus Byte 01 (Anforderung)	Datenbyte Feldbus Byte 01 (Antwort)	Beschreibung der Daten
Datenbyte löschen	Hex: 00	Hex: xx	Hex: FF	Daten gelöscht, bereit für neuen Auftrag
Anzahl der projektierten SD-Busteilnehmer lesen	Hex: 01	Hex: 00	Hex: 01 bis Hex: 1F	Anzahl der projektierten SD-Busteilnehmer 1 ... 31
Gerätekategorie des SD-Busteilnehmers lesen	Hex: 02	Hex: 01 bis Hex: 1F	Hex: 30 bis Hex: F8	SD-Busteilnehmer-Gerätekategorie (siehe unten)
Hardwarerevision des SD-Busteilnehmers lesen	Hex: 03	Hex: 01 bis Hex: 1F	Hex: 41 bis Hex: 5A	Hardwarerevision A -Z als ASCII-Zeichen
Softwareversion des SD-Busteilnehmers lesen (High Byte)	Hex: 04	Hex: 01 bis Hex: 1F	Hex: 00 bis Hex: 63	Softwareversion, High Byte: 0 ... 99
Softwareversion des SD-Busteilnehmers lesen (Low Byte)	Hex: 05	Hex: 01 bis Hex: 1F	Hex: 00 bis Hex: 63	Softwareversion, Low Byte: 0 ... 99

Die folgenden Gerätekategorien sind definiert:

- Hex: 30 CSS 34, Sicherheitssensor
- Hex: 31 AZM 200, Sicherheitszuhaltung "Z"-Variante
- Hex: 32 AZM 100, Sicherheitszuhaltung "Z"-Variante
- Hex: 33 AZ 200, Sicherheitssensor
- Hex: 34 CSS 30S, Sicherheitssensor
- Hex: 35 MZM 100 B, Sicherheitszuhaltung "B"-Variante
- Hex: 36 AZM 300 B, Sicherheitszuhaltung "B"-Variante
- Hex: 37 RSS 36, Sicherheitssensor
- Hex: 38 AZM 300 Z, Sicherheitszuhaltung "Z"-Variante

- Hex: 39 RSS 16, Sicherheitssensor
- Hex: 3A RSS 260, Sicherheitssensor
- Hex: 3D MZM 120 B, Sicherheitszuhaltung "B"-Variante
- Hex: 3E MZM 120 BM, Sicherheitszuhaltung "B"-Variante
- Hex: 3F AZM 201Z, Sicherheitszuhaltung "Z"-Variante
- Hex: 40 AZM 201B, Sicherheitszuhaltung "B"-Variante
- Hex: 41 Bedienfeld BDF200-SD
- Hex: 43 AZ 201, Sicherheitssensor

Die einzelnen Bits im Diagnosebyte für das SD-Gateway haben folgende Bedeutung:

Bit	Error	Beschreibung
Bit 0	Störung SD-Schnittstelle	SD-Schnittstelle zentraler Alarm, Meldung 1 Sek. verzögert, ungültige SD-Daten.
Bit 1	-	-
Bit 2	-	-
Bit 3	-	-
Bit 4	SD-Initialisierungsfehler	Neuinitialisierung der SD-Kette erforderlich! Betriebsspannung des Gateways und des SD-Busteilnehmers abschalten. Eventuell kein SD-Busteilnehmer angeschlossen!
Bit 5	SD-Teach-Fehler	Die Struktur der SD-Kette hat sich nach dem Einschalten geändert! Wenn OK, TEACH betätigen.
Bit 6	SD-Kurzschluss	Bit 6 SD-Kurzschluss in den SD-Schnittstellenkabeln. Ausschalten und Fehler beheben.
Bit 7	SD-Kommunikationsfehler	Ein oder mehrere SD-Busteilnehmer sind nicht verfügbar. Ungültige Daten von den SD-Busteilnehmers. Gegebenenfalls SD-Installation überprüfen.

## 4.6 Sicherheitsgerichtete Daten

In jeder Richtung gibt es 12 Byte sichere Daten. Diese sind abhängig von der Gerätebeschreibungdatei (z.B.: ESI, EDS) bereits vordefiniert.

Die Konfiguration der Diagnosedaten erfolgt in safeControl Expert.

### 4.6.1 PUS-F161-B\*\*-\*\*\*

Aufbau des Rahmens:

Größe der Sicherheitsdaten: immer 12 Byte

F-Bus Eingang oder Ausgang:

Byte	Zuweisung
Byte 0	Sichere Daten Bit 1 ... 8)
Byte 1	Sichere Daten Bit 18... 16)
Byte 2	Sichere Daten Bit 17 ... 24)
Byte 3	Sichere Daten Bit 25 ... 32)
Byte 4	Sichere Daten Bit 33 ... 40)
Byte 5	Sichere Daten Bit 41 ... 48)
Byte 6	Sichere Daten Bit 49 ... 56)
Byte 7	Sichere Daten Bit 57 ... 67)
Byte 8	Sichere Daten Bit 68 ... 72)
Byte 9	Sichere Daten Bit 73 ... 80)
Byte 10	Sichere Daten Bit 81 ... 88)
Byte 11	Sichere Daten Bit 89 ... 96)



#### Hinweis!

Die Bitbezeichnungen werden in safeControl Expert beginnend mit Bit 1 abgebildet.





---

**Beispiel**

F-Bus-Eingang

Byte 0: Bit 0 wird auf Bit 1 (E-Stop EXT) in der safeControl Expert im F-Bus-Modul abgebildet.

F-Bus-Ausgang

Bit 1 (Safety OK) wird von der safeControl Expert auf Byte 0 Bit 0 abgebildet.

---

## 5 Sicherheitstechnische Merkmale

Die nachfolgend beschriebene Sicherheitstechnik erfüllt folgende Sicherheitsanforderungen:

- Performance Level e gemäß EN ISO 13849-1
- SIL 3 gemäß EN 61508

Für ein vollständiges Sicherheitskonzept einer gesamten Anlage unter Verwendung der Auswerteeinheit sind weitergehende durch den Anwender zu erstellende Dokumentationen erforderlich auf welche hier nicht näher eingegangen wird.

Bitte entnehmen Sie die entsprechenden Anforderungen den zugrundeliegenden Normen.

Das folgende Kapitel beschreibt die Architektur und den grundsätzlichen Aufbau der Auswerteeinheit.

Es werden die Anschlussmöglichkeiten beschrieben, wie die Auswerteeinheit mit Sensoren und Aktoren verbunden werden kann.

In Abhängigkeit davon und der verwendeten Diagnosen ergibt sich nach der EN ISO 13849-1 eine Sicherheitskategorie und ein maximal erreichbarer Performance Level (PL).



### Hinweis!

#### Sicherheitsfunktion

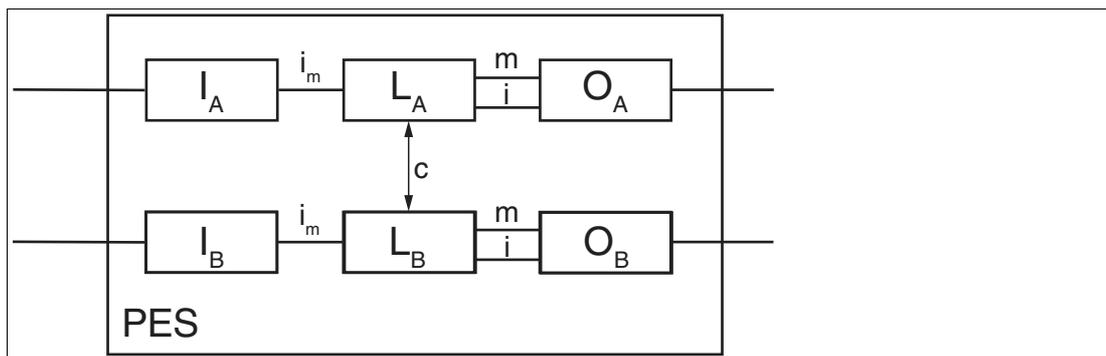
Für die gesamte Sicherheitsfunktion sind neben der Auswerteeinheit sowohl der Sensor als auch der Aktor und die Art der äußeren Verdrahtung mitentscheidend.

Der tatsächlich erreichte Performance Level für die Sicherheitsfunktion ist immer anhand der verwendeten Komponenten, deren Verdrahtung und Beschaltung, sowie der verwendeter Diagnosen auf der Basis der zugrunde gelegten Vorschrift bzw. Norm zu bestimmen!

### 5.1 Sicherheitstechnische Architektur der PUS-Auswerteeinheit und Kenndaten

Der innere Aufbau der PUS-Auswerteeinheit besteht aus zwei getrennten Kanälen mit gegenseitigem Ergebnisvergleich. In jedem der beiden Kanäle werden hochwertige Diagnosen zur Fehlererkennung ausgeführt.

Der Aufbau entspricht in Architektur und Funktionsweise der Kategorie 4 der EN ISO 13849-1.



**PES** Programmierbares elektronisches System

**$I_A$**  Eingang Kanal A

**$I_B$**  Eingang Kanal B

**$L_A$**  Logik Kanal A

**$L_B$**  Logik Kanal B

**$O_A$**  Ausgang Kanal A

**$O_B$**  Ausgang Kanal B

**$i_m$**  Verbindungsmittel

- c Kreuzvergleich
- m Überwachung

Die Gesamtarchitektur zeigt damit folgendem Aufbau:



Abbildung 5.1 Doppeltes Einlesen jedes Eingangs und Diagnose durch Quervergleich

Die spezifischen sicherheitstechnischen Kenndaten sind den techn. Kenndaten aus Kapitel 3 ( bzw. Siehe Kapitel 3.2) bzw. dem entsprechenden Datenblatt zu entnehmen.

Für die sicherheitstechnische Beurteilung von Gesamtsystemen, können für das Teilsystem PES die im Kapitel 3 angegebenen Kenndaten angesetzt werden (z.B. PL e und PFH-Wert nach Tabelle für Nachweis gemäß EN ISO 13849-1).



**Hinweis!**

In Bezug auf die getroffenen Fehlerausschlüsse wird auf die Tabellen unter D im Anhang der EN ISO 13849-2 verwiesen.

Die in diesem Handbuch dargestellten Beispiele und deren charakteristische Architektur sind maßgeblich verantwortlich für die Zuordnung in eine Kategorie gemäß EN ISO 13849-1.

Die sich daraus ergebenden maximal möglichen Performance Level gemäß EN ISO 13849-1 sind abhängig von folgenden Faktoren der externen Bauteile:

- Struktur (einfach oder redundant)
- Maßnahmen gegen Fehler gemeinsamer Ursache (CCF)  
Diagnosedeckungsgrad (DCavg)  
Zeit bis zum gefährlichen Ausfall eines Kanals (MTTFd)

**Einschränkungen**



**Hinweis!**

- Der Anlagen- / Maschinenhersteller muss in jedem Fall eine anlagen- / maschinentypische Risikoanalyse erstellen. Dabei muss er den Einsatz der Auswerteeinheit berücksichtigen.
- Das Sicherheitskonzept ist nur für die Durchführung mechanischer Arbeiten an angetriebenen Anlagen- / Maschinenkomponenten geeignet. Vor der Durchführung von Arbeiten am elektrischen Teil des Antriebssystems muss die Versorgungsspannung über einen externen Wartungsschalter / Hauptschalter abgeschaltet werden.
- Nach Abschalten der 24-V-DC-Spannungsversorgung stehen unter Umständen an Eingängen sowie aus anderen Stromkreisen immer noch Spannungen an.

**Sicherheitstechnische Kenndaten**

Max. erreichbare Sicherheitsklasse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SIL 3 gemäß EN 61508</li> <li>• Kategorie 4 gemäß EN 954-1</li> <li>• Performance-Level e gemäß EN ISO 13849-1</li> </ul>
Systemstruktur	2-kanalig mit Diagnose (1002) nach EN 61508 Architektur Kategorie 4 nach EN ISO 13849
Auslegung der Betriebsart	"high demand" gemäß EN 61508 (hohe Anforderungsrate)
Wahrscheinlichkeit eines gefährbringenden Ausfalls pro Stunde (PFH-Wert)	Spezifische Werte gemäß Tabellen "Sicherheitstechnische Kenndaten"
Proof-Test-Intervall (EN61508)	20 Jahre, danach muss die Baugruppe ersetzt werden

**Vorsicht!**

## Sicherheitshinweise

Die spezifischen sicherheitstechnischen Kenndaten der jeweiligen Baugruppen sind den technischen Kenndaten zu entnehmen.

Bei Verwendung von mehreren Sensoren unterschiedlicher Funktion (z.B. Stellungsanzeige Zugangstür + Geschwindigkeitserfassung) für eine Sicherheitsfunktion (z.B. sicher reduzierte Geschwindigkeit bei geöffneter Zugangstür) sind diese für die sicherheitstechnische Beurteilung des Gesamtsystems als Reihenschaltung aufzufassen. Siehe hierzu Berechnungsbeispiel im Anhang.

Die Sicherheitsvorschriften und EMV-Richtlinien müssen beachtet werden.

In Bezug auf die getroffenen Fehlerausschlüsse ist auf die Tabellen unter D im Anhang der EN ISO 13849-2 verwiesen.

Für die sicherheitstechnische Beurteilung des Gesamtsystems können die im angegebenen technischen Kenndaten für das Teilsystem PES angesetzt werden (z.B. PL e und PFH-Wert nach Tabelle für Nachweis gemäß EN ISO 13849-1)

---

Die im folgendem dargestellten Beispiele und deren charakteristische Architektur sind maßgeblich verantwortlich für die Zuordnung in eine Kategorie nach EN ISO 13849-1.

Die sich daraus ergebenden maximal möglichen Performance Levels nach EN ISO 13849-1 sind weiterhin abhängig von folgenden Faktoren der externen Bauteile:

- Struktur (einfach oder redundant)
- Erkennung von Fehlern gemeinsamer Ursache (CCF)
- Diagnosedeckungsgrad bei Anforderung ( $DC_{avg}$ )
- Zeit bis zum gefährlichen Ausfall eines Kanals ( $MTTF_d$ )

## 5.2 Sicherheitstechnische Kenndaten und Beschaltung für angeschlossene Sensoren

Die PUS-Auswerteeinheit verfügen über jeweils komplett getrennte Signalverarbeitungspfade für jeden Sicherheitseingang.

Weiterhin sind jeweils Maßnahmen zur Erzielung möglichst hoher DC-Werte implementiert.

### 5.2.1 Digitale Sensoren

Die digitalen Eingänge sind grundsätzlich vollständig redundant ausgeführt. Nachfolgend sind die Details zur Einordnung, dem DC und dem erzielbarem PL bzw. SIL aufgelistet.

#### 5.2.1.1 Charakteristik der Sensoren / Eingangselemente

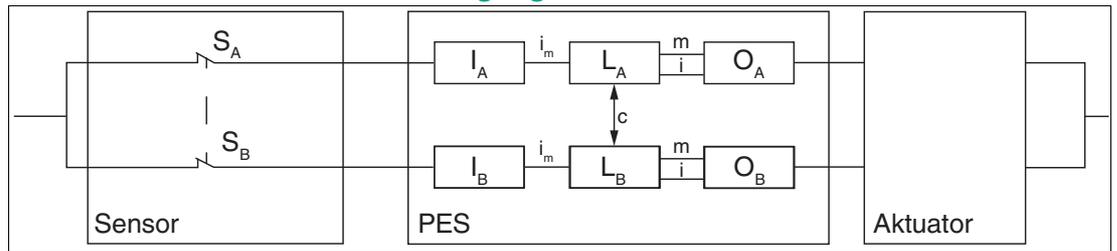


Abbildung 5.2 Zweikanaliges Eingangselement in Parallelschaltung (Kat. 4, Fehlertoleranz 1) mit hohem DC durch Signalverarbeitung in zwei Kanälen und Diagnose mittels Kreuzvergleich in der PES

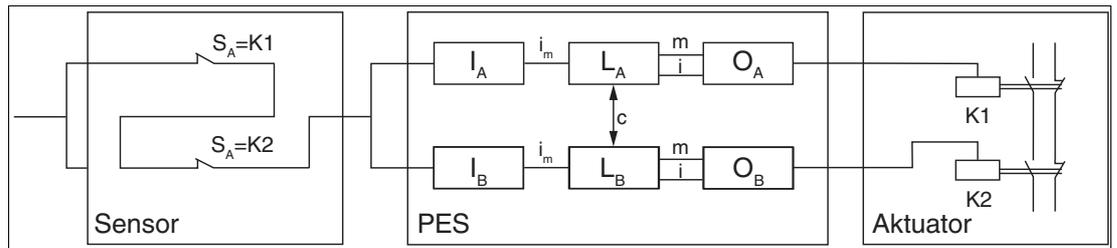


Abbildung 5.3 Zweikanaliges Eingangselement in Serienschaltung (Kat. 4, Fehlertoleranz 1) mit niedrigen bis mittleren DC durch Signalverarbeitung in zwei Kanälen und Diagnose mittels zyklischer Testung

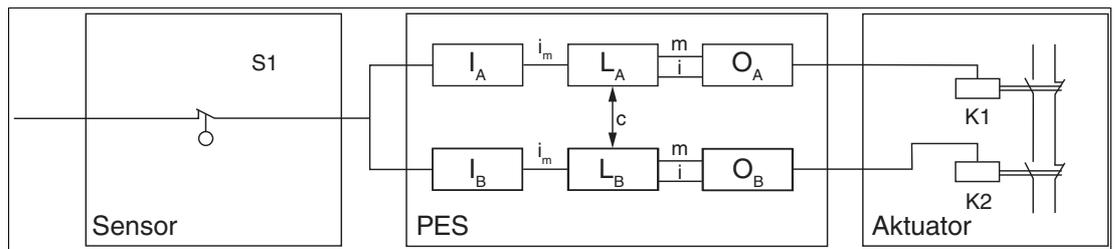


Abbildung 5.4 Einkanaliges Eingangselement und zweikanaliger Verarbeitung mit niedrigen bis mittleren DC durch Signalverarbeitung in zwei Kanälen und Diagnose mittels zyklischer Testung, PL / SIL abhängig von zulässigen Fehlerrückstellungen und Testrate des Eingangselements.

### 5.2.1.2 DC digitale Sensoren/Eingänge

Die PUS-Auswerteeinheit gewährleisten weitreichende Diagnosefunktionen für das Eingangsteilsystem. Diese werden ständig, bzw. optional (Querschlussüberwachung mittels Pulsken- nung, Kreuzvergleich, 2- oder mehrkanaliger Sensor mit/ohne Zeitüberwachung, Anlaufstest) ausgeführt.

#### Ständig aktive Diagnosefunktionen

##### Kreuzvergleich

Die Eingänge der PUS-Auswerteeinheit sind grundsätzlich intern zweikanalig ausgeführt. Der Status der Eingangssignale wird ständig kreuzweise verglichen. Nur bei High-Signal in beiden Eingangsteilsystemen wird auf High-Status des Eingangs erkannt, bei Abweichung des Signal- pegels zwischen beiden Kanälen wird der Eingang auf Low-Status gesetzt.

##### Dynamischer Test der Schaltschwellen des Eingangsteilsystems

Die Schaltschwellen für das Erkennen des High-Pegels werden zyklisch, mit hoher Rate gete- stet. Bei Unterschreiten des definierten Schwellwertes wird ein Baugruppenalarm ausgelöst.

##### Dynamischer Test der Schaltbarkeit des Eingangsteilsystems

Die Schaltbarkeit des Eingangsteilsystems auf Low-Pegel wird für alle Eingänge mit Ausnahme I04 - I07 zyklisch, mit hoher Rate getestet. Bei Unterschreiten des definierten Schwellwertes wird ein Baugruppenalarm ausgelöst.

#### Durch Parametrierung aktivierbare Diagnosefunktionen

##### Querschlusstest

Die PUS-Auswerteeinheit verfügen über Pulssignalausgänge, welchen eine eindeutige Signa- tur eingeprägt wird. Bei Nutzung des Querschlusstest sind die Schaltelemente der digitalen Sensoren / Eingangselementen über die Pulssignalausgänge von der PUS-Auswerteeinheit mit Hilfsspannung zu versorgen. Die Signatur wird somit dem High-Signalpegel der Sensoren / Eingangselemente eingeprägt und von der PUS-Auswerteeinheit geprüft. Durch die Signatur- prüfung können Kurz- oder Querschlüsse nach High-Signal erkannt werden. Mit alternierender Verwendung der Pulssignale bei Mehrfachkontakten, parallelen Signalleitungen oder benach- barter Klemmenbelegung werden Querschlüsse zwischen den entsprechenden Eingangssi- gnalen erkannt.

##### Sensoren / Eingangselemente mit 2- oder mehrpoligen Kontakten ohne Zeitüberwa- chung

Den Sensoren/ Eingangselementen können mehrere Kontakte zugeordnet werden. Diese ent- sprechen somit mindestens 2-kanaligen Elementen. Ein High-Pegel des Sensors/ Eingangselements erfordert eine logische Reihenschaltung beider Kontakte.

##### Beispiel

Eingangselement mit 2 Öffner: High-Pegel wenn beide -Kontakte geschlossen

##### Beispiel

Eingangselement mit 1 Öffner und 1 Schließer: High-Pegel wenn Schließer betätigt und Öffner unbetätigt.

**Sensoren / Eingangselemente mit 2- oder mehrpoligen Kontakten mit Zeitüberwachung**

Gleiche Prüfung wie davor jedoch zusätzlich Überwachung der Eingangssignale auf Übereinstimmung der definierten Pegelzusammenhänge innerhalb eines Zeitfensters von 3 s. Bei Differieren der Pegel über einen Zeitraum > 3 s wird ein Baugruppenalarm ausgelöst.

**Starttest/Anlaufprüfung:**

Mit jedem Einschalten der Sicherheitsbaugruppe (= PUS-Auswerteeinheit) muss ein Test des Eingangselements in Richtung Low-Signalstatus (=definierter Safe-Status) durchgeführt werden, z.B. Betätigen des NOT-HALT-Tasters oder einer Türverriegelung nach Anlagenstart.

**Betriebliche / Organisatorische Tests**

Über die vorstehend angeführten Diagnosemaßnahmen der PUS-Auswerteeinheit hinaus kann in der Applikation eine zyklische Testung durchgeführt werden. Diese Tests können bei der Beurteilung des DC mit herangezogen werden.



---

**Hinweis!**

Die betrieblichen/organisatorischen Tests können auch auf eine Kombination von Hardwareeingängen und funktionale Eingänge (über Standard-Feldbus übertragene Eingangsinformationen) angewendet werden. Eine exklusive Verwendung von funktionalen Eingängen ist in diesem Zusammenhang jedoch ausgeschlossen (Kombination aus zwei oder mehr funktionalen Eingängen)

Die PUS-Auswerteeinheit gewährleisten somit weitreichende Diagnosefunktionen für das Eingangsteilsystem. Diese werden ständig, bzw. optional (Querschlussüberwachung mittels Pulserkennung) ausgeführt.

---

Für die sicherheitstechnische Beurteilung des Gesamtsystems können somit grundsätzlich folgende Diagnosen für die Eingangssensoren herangezogen werden

Charakteristik Eingangselement	Parametrierte / betriebliche Tests				DC	Definition der Maßnahme	Anmerkung
	Querschlusstest	Mit Zeitüberwachung	Anlaufstufung	Zyklischer Test im Betrieb			
Einkanalig			o	o	> 60	Zyklischer Testimpuls durch dynamische Änderung der Eingangssignale	Ausreichend hohe Testrate muss gewährleistet sein
	x				90	Zyklischer Testimpuls durch dynamische Änderung der Eingangssignale	Nur wirksam wenn Pulszuordnung aktiv
	x		o	o	90 - 99	Zyklischer Testimpuls durch dynamische Änderung der Eingangssignale	DC von Häufigkeit des Start- / zyklischen Test abhängig DC = 90 Test nur in Abständen > 4 Wochen DC = 99 Test mind. 1 x Tag/ bzw. 100-fach Anforderungsrate
Zweikanalig					90	Kreuzvergleich von Eingangssignalen mit dynamischem Test, wenn Kurzschlüsse nicht bemerkt werden können (bei Mehrfach- Ein-/Ausgängen)	Bei Fehlerauschluss Kurzschluss bis DC=99 möglich
			o	o	90 - 99	Zyklischer Testimpuls durch dynamische Änderung der Eingangssignale	DC von Häufigkeit des Start- / zyklischen Test abhängig
	x				99	Kreuzvergleich von Eingangssignalen mit unmittelbarem und Zwischenergebnissen in der Logik (L) und zeitlich und logische Programmlaufüberwachung und Erkennung statischer Ausfälle und Kurzschlüsse (bei Mehrfach- Ein-/Ausgängen)	Nur wirksam wenn Pulszuordnung aktiv
		x			99	Plausibilitätsprüfung, z. B. Verwendung der Schließer- und Öffnerkontakte = antivalenter Signalvergleich von Eingangselementen	Nur wirksam in Verbindung mit aktivierter Zeitüberwachungsfunktion für Eingangselement

- x: Diagnosemaßnahme aktiviert
- o: mind. 1 Diagnosemaßnahme aktiviert



**Warnung!**

Sicherheitshinweis

- Für eine sicherheitstechnische Beurteilung des Teilsystems sind die Sensorangaben (MTTF<sub>D</sub>, PFH-Zahlen etc.) heranzuziehen.
- Die in der Tabelle angeführten DC-Werte sind konservativ anzusetzen und die Einhaltung der Randbedingungen (siehe Tabelle unter "Anmerkungen") zu gewährleisten.
- Fehlerausschlüsse sind nach den einschlägigen Normen zulässig. Die dabei angeführten Randbedingungen sind dauerhaft zu gewährleisten.
- Wenn mehrere Sensorsysteme zur ordnungsgemäßen Funktion einer einzelnen Sicherheitsfunktion erforderlich sind, sind deren Teilwerte jeweils korrekt nach gewähltem Verfahren zusammenzuführen.

5.2.1.3

**Klassifizierung der sicheren Digitalen Eingänge**

Digitale Eingänge I01 ... I14

Digitale Eingänge	Erreichbarer Performance Level	Bemerkung
I01 ... I04 I09 ... I14	PL e	Geeignet für alle Arten von Eingangselementen, mit / ohne Pulse, erreichbarer PL abhängig von MTTF <sub>d</sub> des Eingangselements sowie Fehlerausschlüssen in der externen Verkabelung
I05 ... I08	PL e	Einkanalig mit Pulsen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwiegend High-Pegel erforderlich (T<sub>High</sub> &gt; 100 * T<sub>Low</sub>)</li> <li>• Mindestens eine Anforderung/Tag durch Applikation bedingt</li> <li>• Fehlererkennung bei Anforderung</li> </ul>
	PL d	Einkanalig ohne Pulse: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlerausschluss Kurzschluss zwischen den Signalen und nach VCC</li> <li>• Fehlererkennung bei Anforderung</li> </ul>
	PL e	Zweikanalig: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens eine Anforderung/Tag durch Applikation bedingt</li> <li>• Fehlererkennung bei Anforderung</li> </ul>



**Hinweis!**

Der erzielbare PL für eine Kombination aus HW-Eingängen und funktionalen Eingänge ist abhängig von den gewählten betrieblichen/organisatorischen Tests sowie der Unabhängigkeit beider Kanäle im Systemaufbau. Für die Bestimmung des PL ist eine applikationsbezogene Analyse erforderlich.

### 5.2.1.4 Anschlussbeispiele digitale Sensoren Einkanaliger Sensor, ohne Querschchlussprüfung

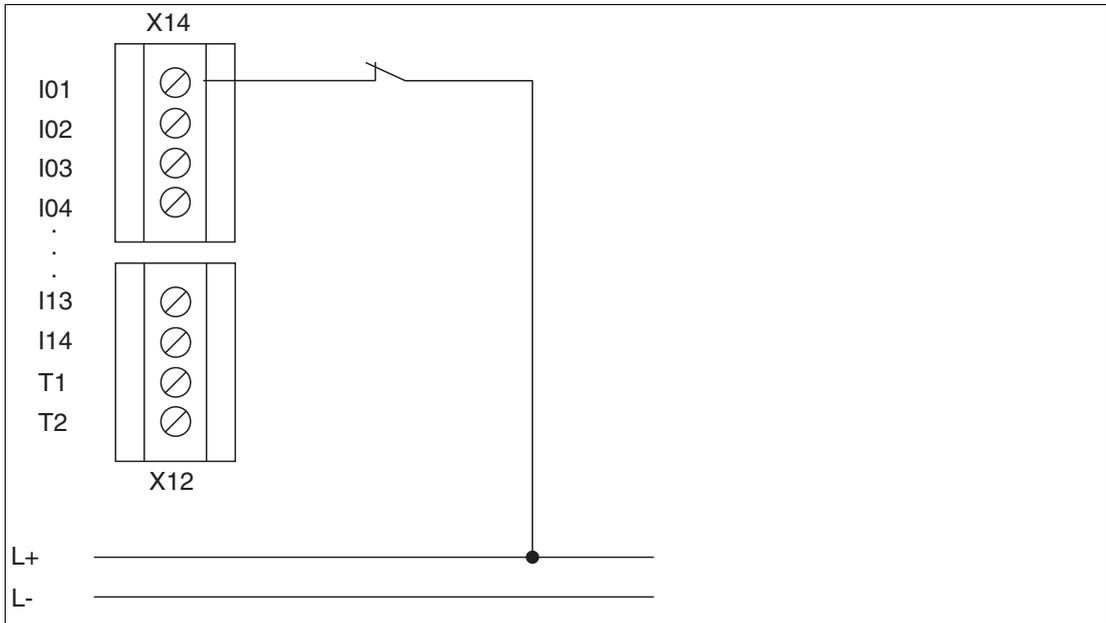


Abbildung 5.5 Einkanaliger Sensor, ohne Querschlussprüfung

Der einkanalige Sensor wird ohne Taktung, bzw. ohne Querschlussprüfung an die Auswerteeinheit angeschlossen. Diese Bauart ist für Sicherheitsanwendungen nicht zu empfehlen. Es kann max. PL b nach EN ISO 13849-1 erreicht werden.

### Einkanaliger Sensor, mit Querschchlussprüfung

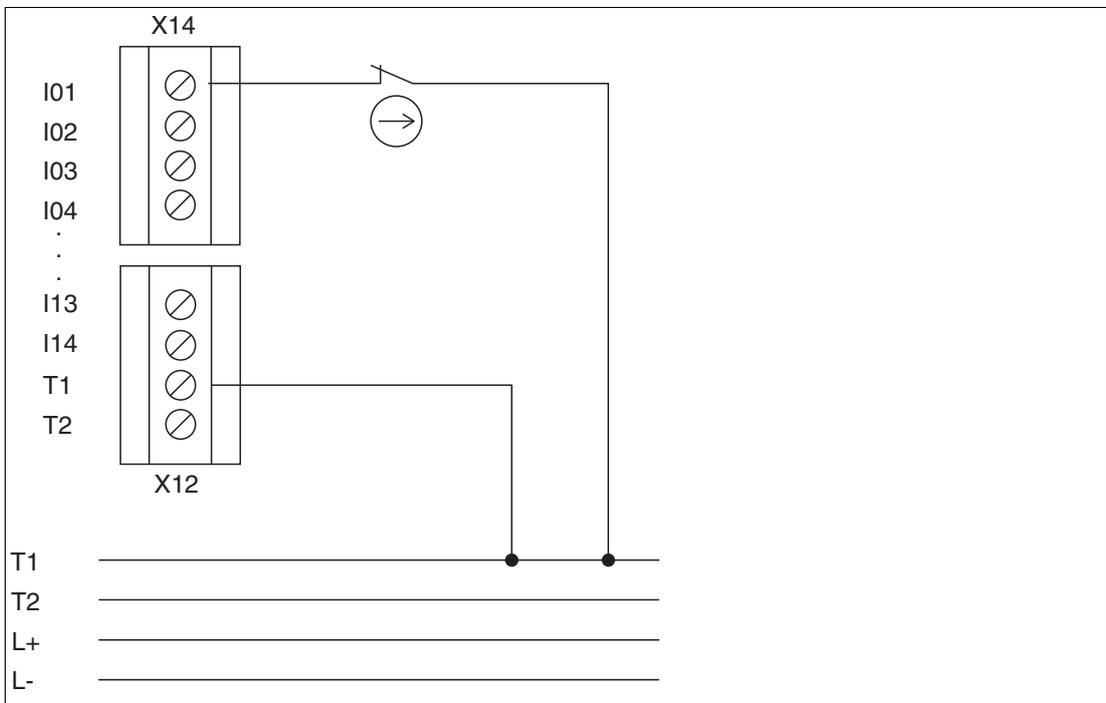


Abbildung 5.6 Einkanaliger Sensor mit Taktung

Bei Einsatz eines einkanaligen Sensors mit Taktung wird ein Anschluss an den Taktausgang T0 oder T1 der Auswerteeinheit angeschlossen. Anschließend muss die Taktzuordnung auf der PUS-Auswerteeinheit zugeordnet werden.

**Die Verwendung eines einkanaligen Sensors mit Taktung erkennt:**

- Kurzschluss auf die Versorgungsspannung 24 V DC
- Kurzschluss auf 0 V DC
- Kabelunterbrechung (Stromunterbrechung ist sicherer Zustand!)

Vorsicht ist hingegen bei einem Kabelkurzschluss zwischen den beiden Anschlüssen des Sensors angebracht, da dieser nicht erkannt wird! Ebenfalls nicht erkannt wird ein Kurzschluss zwischen T1 und I01.

Aufgrund des 1-kanaligen Charakters des Schaltelements / Sensors ist für dessen Versagen ein Fehlerausschluss erforderlich. Dies ist bei Verwendung von zwangstrennenden Schaltern mit korrekter zwangsläufiger Betätigung zulässig.

Der Anwendung gleichgestellt ist eine Reihenschaltung von 2 Schaltelementen mit entsprechendem Fehlerausschluss eines Doppelfehlers (Auftreten zweier Fehler zum selben Zeitpunkt). Dies können z.B. die Sicherheitsausgänge eines elektronischen Überwachungsgeräts (Lichtvorhang, Schaltmatte) mit interner 2-kanaliger Abschaltung darstellen.

Bei Verwendung eines geeigneten Schaltelements und sorgfältiger Verkabelung des Sensors kann PL d nach EN ISO 13849-1 erreicht werden. In Sonderfällen, d.h. in Verbindung mit geeigneten Schaltelementen und zulässigen Fehlerausschlüssen kann auch PL e nach EN ISO 13849-1 erzielt werden.

**Warnung!**

## Sicherheitshinweis

- PL d oder höher nach EN ISO 13849-1 wird erreicht, wenn der Kurzschluss zwischen Eingang und zugehörigem Pulsausgang sowie der Kurzschluss zwischen den Sensoranschlüssen ausgeschlossen werden kann. Dabei ist zu beachten, dass der Schalter im Fehlerfall zwangsöffnend nach EN 60947-5-1 sein muss. Zusätzlich muss der Sensor in regelmäßigen Abständen ausgelöst und die Sicherheitsfunktion angefordert werden. Fehlerausschlüsse können gemäß EN ISO 13849-2 Tabelle D8 erzielt werden. Bei einkanaliger Verwendung der Eingänge ist das erreichbare Sicherheitsniveau auf SIL 2 bzw. PL d eingeschränkt, wenn nicht in regelmäßigen Abständen eine Anforderung der Sicherheitsfunktion erfolgt.
- Eine Reihenschaltung von 2 Schaltelementen mit Fehlerausschluss Doppelfehler bedingt eine Prüfung auf Eignung nach dem angestrebten Sicherheitsniveau für dieses Element. Auf die einschlägigen Regelungen der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG wird hingewiesen.
- Bei einkanaligen Leseköpfen ist grundsätzlich eine sicherheitstechnische Verwendung der Eingänge nur in Verbindung mit den Pulsausgängen vorgesehen.

**Zweikanaliger Sensor ohne Zeitüberwachung und ohne Querschlußprüfung**

Fehler werden mindestens bei Anforderung erkannt. Der DC ist mittel und kann durch Verwendung zyklischer Tests (Starttests, betriebliche/organisatorische Tests) je nach Testhäufigkeit bis zur Einstufung hoch verändert werden.

Für Sicherheitsanwendungen sind hierzu ausschließlich Öffnerkontakte zu verwenden.

PL d nach EN ISO 13849-1 kann erreicht werden bei Verwendung von Leseköpfen / Schaltelementen mit Fehlerausschluss für das Nichtöffnen der Schaltkontakte. Dies ist bei Verwendung von zwangstrennenden Schaltern mit korrekter zwangsläufiger Betätigung zulässig. Ebenfalls zulässig ist die Verwendung von Leseköpfen mit selbstüberwachenden Ausgangskontakten.

PL e nach EN ISO 13849-1 kann erreicht werden bei Verwendung von diversitären Leseköpfen / Eingangselementen mit ausreichend hohem MTTFD in Verbindung mit einer zeitlichen Plausibilitätsüberwachung und ausreichend hoher Änderung des Schaltzustands = dynamische Testung.

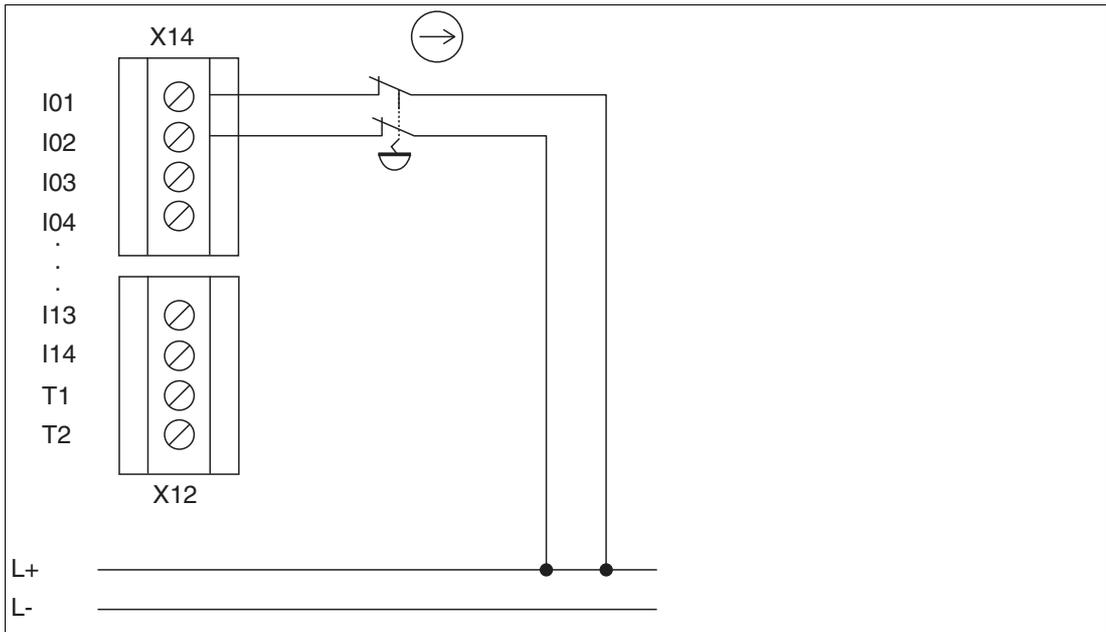


Abbildung 5.7 Zweikanaliger Sensor homogen ohne Taktung, mit Zwangstrennung

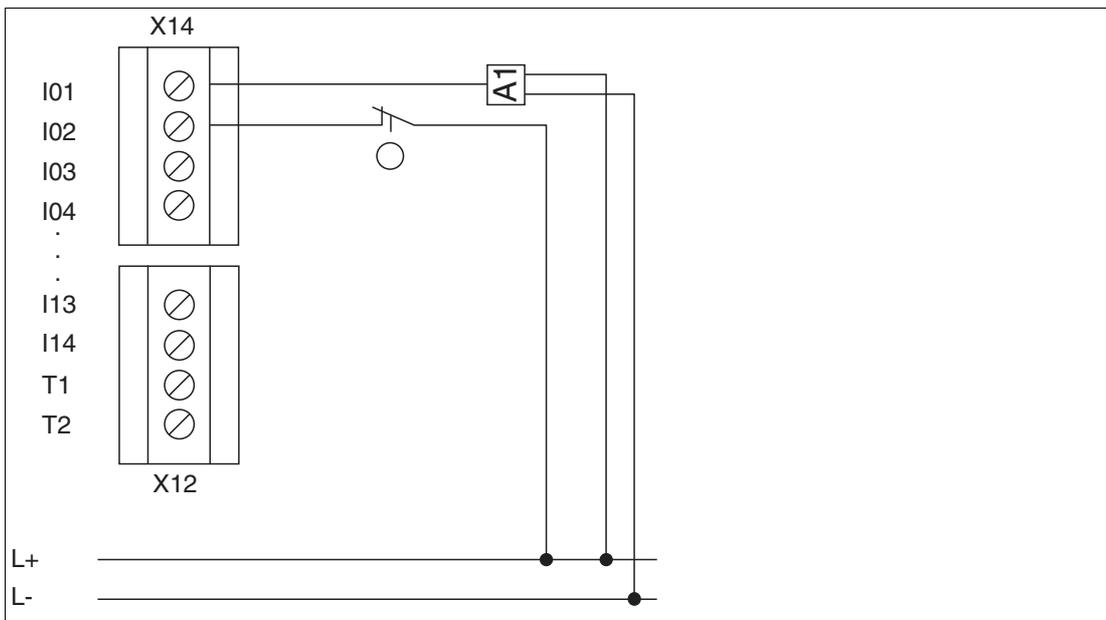


Abbildung 5.8 Zweikanaliges Eingangelement diversitär, ohne Taktung



**Warnung!**

Sicherheitshinweis

- PL d oder höher nach EN ISO 13849-1 wird erreicht bei Verwendung von Schaltelementen / Leseköpfen mit zwangsöffnenden Kontakten bzw. zwangsläufiger Betätigung nach EN 60947-5-1
- Eine Verwendung von Geräten für dessen Schaltelementen der Fehlerausschluss Doppelfehler für das angestrebte Sicherheitsniveau getroffen werden kann, ist zulässig. Auf die einschlägigen Regelungen der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG wird hingewiesen.

### Zweikanaliger Sensor mit Zeitüberwachung und Querschchlussprüfung

Durch Verwendung von zwei unabhängigen Taktsignalen am homogenen Sensor können alle Querschlüsse, sowie Verbindungen nach DC 24 V und DC 0 V erkannt werden.

**PL d oder höher nach EN ISO 13849-1 kann erreicht werden bei:**

- Verwendung von Leseköpfen / Schaltelementen mit zwangsläufiger Betätigung.
- Verwendung von 2 Leseköpfen / Schaltelementen mit unabhängiger Betätigung
- dto. Jedoch mit Betätigung über eine gemeinsame Betätigungseinrichtung in Zusammenhang mit einem Fehlerausschluss für diese Einrichtung.

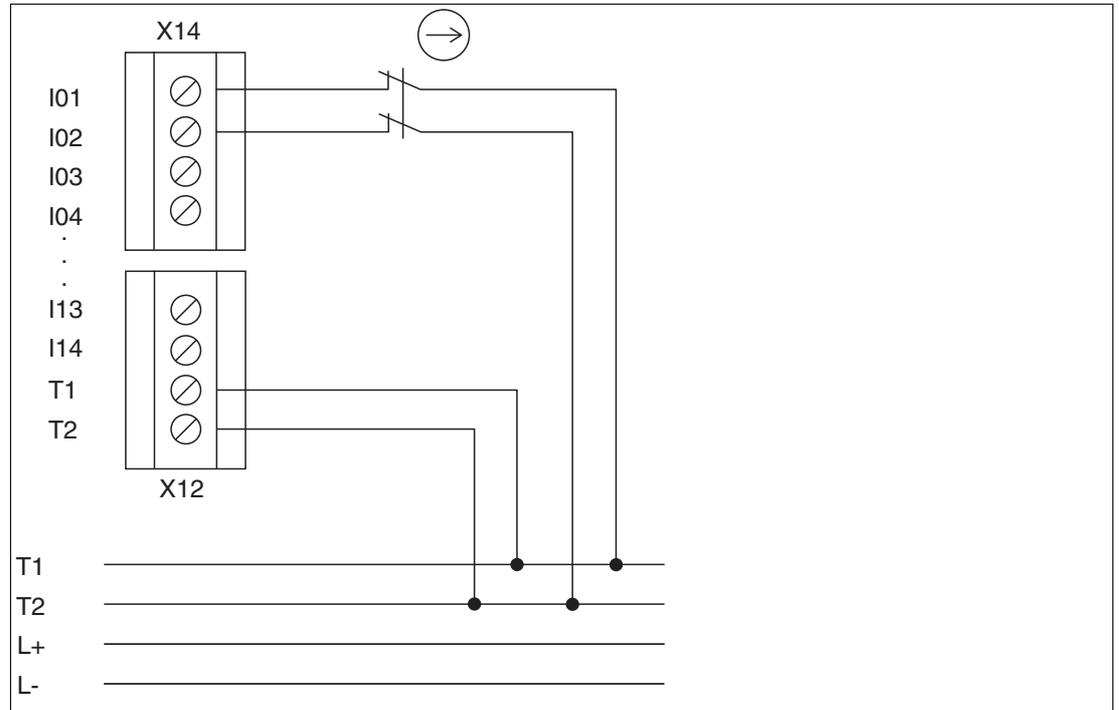


Abbildung 5.9 Zweikanaliger Sensor homogen mit Taktung



#### Warnung!

Sicherheitshinweis

- PL d oder höher nach EN ISO 13849-1 wird erreicht bei Verwendung von Schaltelementen / Leseköpfen mit zwangsläufiger Betätigung.
- Bei Verwendung von Leseköpfen mit nicht zwangsöffnenden Kontakten bzw. bei Verwendung von zwei unabhängigen Leseköpfen mit unabhängiger Betätigung muss in der Konfigurationssoftware unbedingt das Makro (Gruppe) "Universeller Eingangsbaustein" verwendet werden.
- Bei Verwendung von gemeinsamen Elementen in der Betätigungskette ist hierfür ein Fehlerausschluss erforderlich. Die entsprechenden Einschränkungen und Kriterien nach EN ISO 13849-1 sind hierfür zu beachten.

5.2.1.5 Übersicht erreichbarer PL für digitale Sicherheitseingänge

Typ des Sensors/ Eingangselement	Eingang	Parametrierte/ betriebliche Tests				Erreichbarer PL nach EN ISO 13849-1	Fehlerausschluss für Eingangselement	Bedingung für Eingangselement	
		Querschlusstest	Mit Zeitüberwachung	Anlauffestung	Zyklischer Test im Betrieb				
Einkanalig						b		Betriebsbewährtes Eingangselement	
	I01 ... I14			O	O	d	Alle Fehler am Ein- gangselement Kurz- schluss am Eingang/Signallei- tung	MTTF <sub>D</sub> = hoch Ver- bindung im Schalt- schrank oder geschützte Verle- gung	
	I01 ... I04 I09 ... I14					e	Alle Fehler am Ein- gangselement Kurzschluss am Ein- gang/Signalleitung	Eingangselement entspricht mind. Plr Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Verle- gung	
	Alle	X					d	Hängenbleiben Kurzschluss am Ein- gang/Signalleitung	Überwiegend High- Pegel erforderlich (T <sub>High</sub> > 100 * T <sub>Low</sub> ). Zwangstrennend, MTTF <sub>D</sub> = hoch Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Verle- gung
		X		O	O		e	Alle Fehler am Ein- gangselement Kurzschluss am Ein- gang/Signalleitung	Eingangselement entspricht mind. Plr Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Verle- gung MTTF <sub>D</sub> = hoch
Zweikanalig Parallel	Alle					d	Kurzschluss zwi- schen Ein- gang/Signalleitung	Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Verle- gung MTTF <sub>D</sub> = mittel	
		X				e		MTTF <sub>D</sub> = hoch	
Zweikanalig Parallel	Alle		X			e	Kurzschluss zwi- schen Eingang/Signallei- tung (nur bei glei- chen Schaltelemente = 2xS oder 2xÖ)	Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Ver- legung MTTF <sub>D</sub> = hoch	

2022-11

Typ des Sensors/ Eingangselement	Eingang	Parametrierte/ betriebliche Tests			Erreichbarer PL nach EN ISO 13849-1	Fehlerrückmeldung für Eingangselement	Bedingung für Eingangselement	
		Querschlusstest	Mit Zeitüberwachung	Anlaufzeit				Zyklischer Test im Betrieb
Zweikanalig Seriell	I01 ... I04 I09 ... I14				d	Kurzschluss am Eingang/Signalleitung Hängenbleiben / Zwangstrennung	Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Verlegung MTTF <sub>D</sub> = mittel	
				O	O	e	Kurzschluss am Eingang/Signalleitung	Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Verlegung MTTF <sub>D</sub> = hoch
	Alle			O	O	d	Kurzschluss am Eingang/Signalleitung	Verbindung im Schaltschrank oder geschützte Verlegung MTTF <sub>D</sub> = mittel
		X		O	O	e		MTTF <sub>D</sub> = hoch

Optionen:

X: Diagnosemaßnahme aktiviert

O: mind. 1 Diagnosemaßnahme aktiviert

## 5.2.2 Leseköpfe für Geschwindigkeits- und/oder Positionserfassung

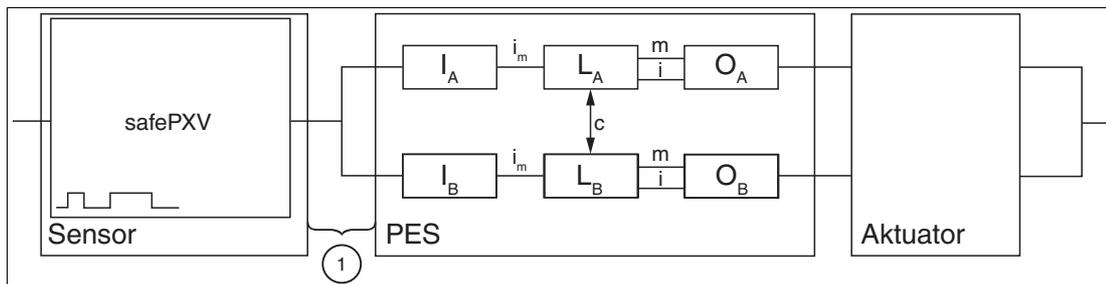
### 5.2.2.1 Allgemeiner sicherheitstechnischer Aufbau Lesekopfschnittstelle für Position und/oder Geschwindigkeit

Je nach Lesekopftyp und -kombination sind unterschiedliche Sicherheitsniveaus zu erreichen. Für das entsprechende Teilsystem ergibt sich folgende Systembetrachtung:

#### PUS-Auswerteeinheit und safePXV/PUS-Lesekopf

Die PUS-Auswerteeinheit verfügt über eine Schnittstelle zum Anschluss eines safePXV/PUS-Lesekopfs.

Durch die Verwendung des Lesekopfs ist das maximal zu erreichende Sicherheitsniveau, wie in den technischen Kenndaten aufgeführt, gegeben. Für das entsprechende Teilsystem ergibt sich folgende Systembetrachtung:



1 Grauer Kanal

Lesekopfsystem mit zweikanaligem Teilsystem. Diagnose durch getrennte Signalverarbeitung in zwei Kanäle und Quervergleich in der PES sowie weiteren spezifischen Diagnosen.



#### Hinweis!

Um eine sicherheitstechnische Bewertung der Gesamtanordnung zu treffen, können die Kenngrößen aus der Tabelle "Technische Daten" (siehe Kapitel 3.3) verwendet werden, da diese bereits die Kombination der Auswerteeinheit mit dem safePXV/PUS-Lesekopf darstellen.



#### Vorsicht!

Maßnahmen zur Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)

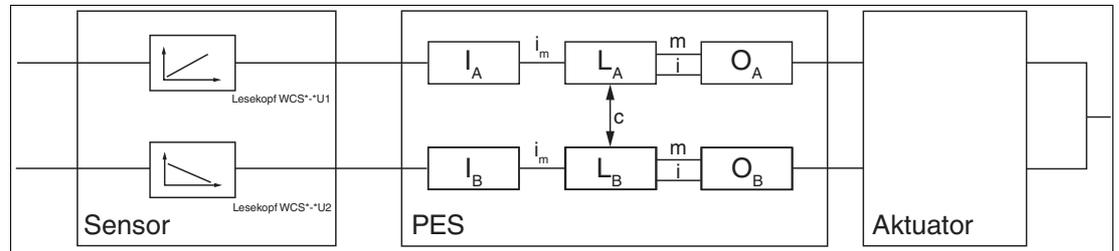
Es ist auf eine EMV-gemäße Installation zu achten. Besondere Beachtung sollte die Kabelführung und die Verarbeitung der Schirmung finden.

Weiterhin wird vorausgesetzt, dass die elektromagnetische Verträglichkeit des Gesamtsystems durch einschlägig bekannte Maßnahmen sichergestellt wird.

### PUS-Auswerteeinheit und safeWCS/PUS-Leseköpfe

Die Auswerteeinheit verfügt über Schnittstellen zum Anschluss der safeWCS/PUS-Leseköpfe WCS3B-LS221-U1 und WCS3B-LS221-U2.

Durch die Verwendung der beiden Leseköpfe ist das maximal zu erreichende Sicherheitsniveau, wie in den technischen Kenndaten aufgeführt, gegeben. Für das entsprechende Teilsystem ergibt sich folgende Systembetrachtung:



Zweikanaliges Sensorsystem mit getrennter Signalverarbeitung in zwei Kanäle, Diagnose durch Quervergleich in der PES.

### 5.2.2.2 Allgemeine Diagnosemaßnahmen für Lesekopfschnittstelle

Zur Fehlererkennung im Lesekopfsystem ist in der PUS-Auswerteeinheit in Abhängigkeit des gewählten Lesekopftyps bzw. deren Kombination eine Reihe von Diagnosemaßnahmen implementiert. Deren Aktivierung erfolgt automatisch mit Auswahl des Lesekopftyps.

Grundsätzlich können die Diagnosemaßnahmen bezüglich ihrer Art und Wirksamkeit gemäß nachstehender Tabelle klassifiziert werden:

#### Diagnosen für Leseköpfe zur Position- und/oder Geschwindigkeitserfassung:

Maßnahme	DC	Anmerkung	Verwendung
Kreuzvergleich von Eingangssignalen mit unmittelbarem und Zwischenergebnissen in der Logik (L) und zeitlich und logische Programmlaufüberwachung und Erkennung statischer Ausfälle und Kurzschlüsse (bei Mehrfach-Ein-/Eingängen)	99%	Nur anzuwenden auf: <ul style="list-style-type: none"> <li>zweikanalige Lesekopfsysteme (2 getrennte Leseköpfen),</li> <li>das zweikanalige Teilsystem von einkanaligen Leseköpfen</li> <li>Diagnose für das ein- und zweikanalige Teilsystem von speziell geeigneten Leseköpfen Dynamischen Betrieb / keine Stillstandsüberwachung</li> </ul>	Überwachung 2-kanaliger Lesekopfsystemen bzw. das entsprechende Teilsystem von Leseköpfen für den dynamischen Betrieb Nicht zu verwenden für Stillstandsüberwachung!
Kreuzvergleich von Eingangssignalen ohne dynamischen Test	80 ... 95%	DC ist abhängig von Häufigkeit des dynamischen Zustands, d.h. Stillstand oder Bewegung und von der Qualität der Überwachungsmaßnahme (80 - 90% für Leseköpfe, 95 % für SIN/COS-Leseköpfe)	Überwachung 2-kanaliger Lesekopfsystemen bzw. das entsprechende Teilsystem von Leseköpfen für den nicht-dynamischen Betrieb. Zu verwenden insbesondere für Stillstandsüberwachung!
Überwachung einiger Merkmale des Lesekopfs (Ansprechzeit, der Bereich analoger Signale, z. B. elektrischer Widerstand, Kapazität)	60%	Diagnose von spezifischen Merkmalen von Leseköpfen, nur für Geschwindigkeits und Positionsleseköpfen ()	Überwachung des einkanaligen Teilsystems von einkanaligen Lesekopfsystemen

5.2.2.3 Lesekopfkombinationen und Diagnosekenndaten

Lesekopf A	Lesekopf B	Sichere Geschw.	Sichere Richt.	Sichere absolute Position	Fehlerrusschluss	DC		
						1-kanaliges Teilsystem	2-kanaliges Teilsystem dynamisch	2-kanaliges Teilsystem nicht-dynamisch (Stillstandsüberwachung)
safePXV/PUS	NC	X	X	X	****)	n.a.	99%	97%
safe-WCS/PUS	safe-WCS/PUS	X	X	X		n.a.	99%	90 ... 95 %



**Hinweis!**

\*\*\*\*) Für einen möglichen Fehlerrusschluss sind die einschlägigen Hinweise in der Norm EN ISO 13849-2, Tabellen unter Anhang D sinngemäß zu beachten. Um eine sicherheitstechnische Bewertung der Gesamtanordnung zu treffen, können die Kenngrößen aus der Tabelle "Technische Kenndaten" (siehe Kapitel 3.3) verwendet werden, da diese bereits die Kombination einer Auswerteeinheit mit einem safePXV/PUS-Lesekopf darstellen.

5.2.2.4 Spezifische Diagnosemaßnahmen

Schnittstelle	Lesekopf	Überwachung Versorgungsspannung	Plausibilitätstest Positionssignal versus Geschwindigkeit	Lesekopfschnittstellen spezifische Diagnosen
Schnittstelle X35-x	safePXV/PUS	X <sup>1)</sup>	X	X <sup>1)</sup>
	safeWCS/PUS	X <sup>2)</sup>	X	X <sup>2)</sup>

**1) Diagnosemaßnahmen für Lesekopfschnittstelle safePXV/PUS:**

- Prüfung der Übertragung der sicheren Position mittels CRC32
- Analyse und Auswertung der Fehlerbits des Lesekopfs
- Plausibilisierung des DataMatrix-Codebands durch dynamische Farbumschaltung

**2) Folgende Diagnosemöglichkeiten sind beim safeWCS/PUS-Lesekopf gegeben:**

- Prüfung der Übertragung der Position mittels CRC
- Analyse und Auswertung der Fehlerbits des Lesekopfs
- Überwachung der Adressierung und der Datenlänge

5.2.2.5

**Sicherheitsgerichtete Abschaltsschwellen Lesekopfsysteme für Positions- und Geschwindigkeitserfassung**

Als Basismaßnahme werden zwischen den beiden Messkanälen A und B für Geschwindigkeit und Position der PUS-Auswerteeinheit Plausibilitätstests mit den aktuellen Werten der Position und Geschwindigkeit durchgeführt und gegen parametrierbare Schwellen getestet.

Die **Abschaltsschwelle Inkremental** beschreibt die tolerierbare Positionsabweichung zwischen den beiden Erfassungskanälen A und B in der Einheit der Messstrecke.

Die **Abschaltsschwelle Geschwindigkeit** beschreibt die tolerierbare Geschwindigkeitsabweichung zwischen den beiden Erfassungskanälen A und B.

Für die Ermittlung der für die Applikation optimalen Parameterwerte stehen Diagnosefunktionen innerhalb des SCOPE-Dialogs des Parametriertools zur Verfügung.



**Hinweis!**

Geschwindigkeit und Beschleunigung sind erfasste Werte mit einer minimalen digitalen Auflösung. Dieser Umstand begrenzt die kleinstmögliche Erfassung der Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung und bestimmt die digitale Schrittweite für die Eingabewerte.

**Geschwindigkeitsauflösung**

Die Erfassung der Geschwindigkeit erfolgt bis zu einer Frequenz von 500 Hz bzw. 500 Schritte/s im Frequenzmessverfahren, darunter in einem Zeitmessverfahren. Hieraus ergibt sich der nachfolgend dargestellte Verlauf des Erfassungsfehlers:

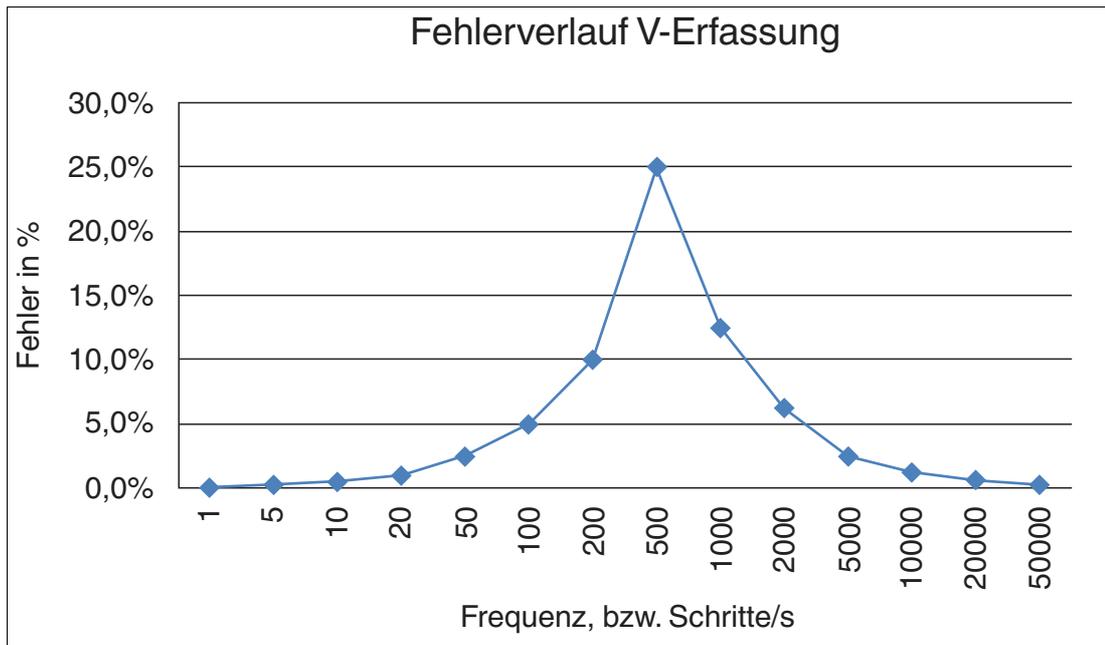


Abbildung 5.10 Fehlerverlauf V-Erfassung

### Beschleunigungsauflösung

Die digitale Auflösung der Beschleunigung wird durch die maximale Torzeit von 256 ms und die Auflösung der Leseköpfe beschränkt. Unten aufgeführte Grafiken zeigen die niedrigste, messbare Beschleunigung in Abhängigkeit der Auflösung in Umdrehung/min, mm/s<sup>2</sup> und m/s<sup>2</sup>.

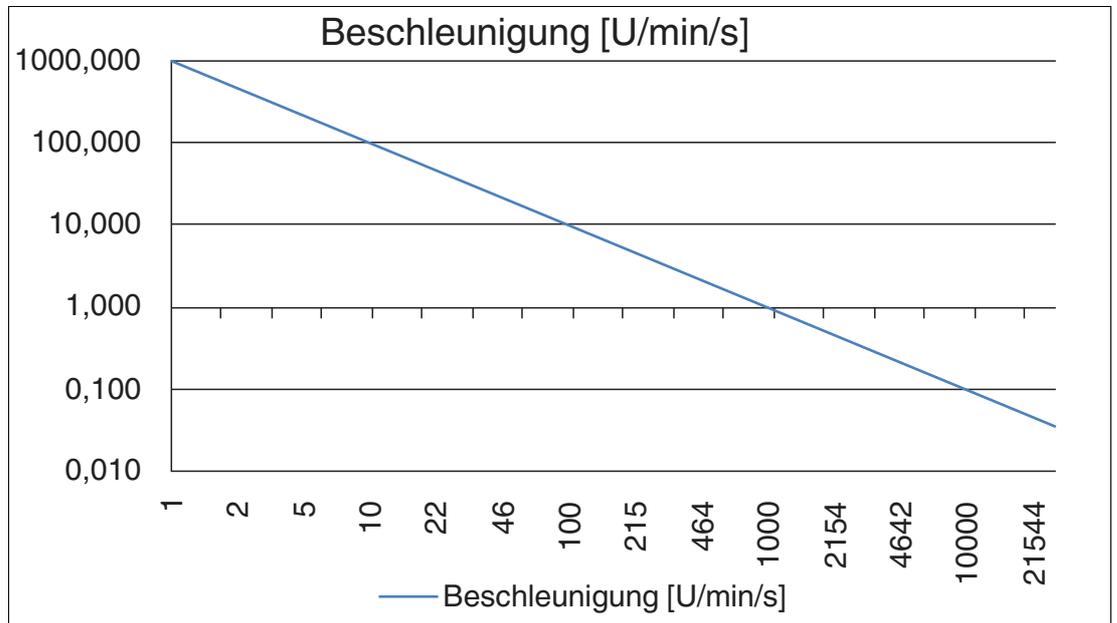


Abbildung 5.11 Beschleunigungsauflösung, rotatorisch (U/min/s)

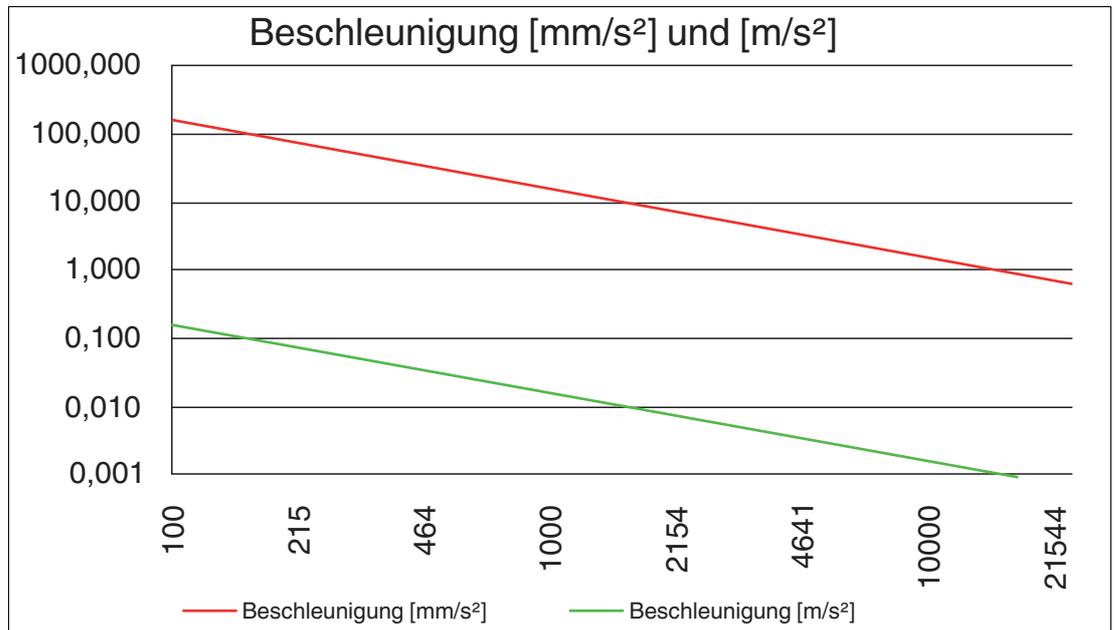


Abbildung 5.12 Beschleunigungsauflösung, linear (mm/s<sup>2</sup> und m/s<sup>2</sup>)

**Vorsicht!**

## Sicherheitshinweis

- Der Fehler kann durch geeignete Wahl der Lesekopfauflösung für den jeweiligen Anwendungsfall optimiert werden.
- Für Applikationen mit begrenzter Auflösung, und/oder Zeitvarianz des Abtastsignals, kann die Funktionsfähigkeit der verwendeten Überwachungsfunktionen durch Einsatz eines Mittelwertfilters verbessert werden. Durch den Mittelwertfilter werden digitale Störanteile der Leseköpfe "geglättet". Dies wird jedoch auf Kosten einer erhöhten Reaktionszeit des Gesamtsystems erreicht.
- Die Filterzeit kann variabel zwischen 0 und 64 in Stufen von 8 eingestellt werden. Die Dimension ist "ms". Für die Ermittlung der Reaktionszeit des Gesamtsystems müssen die Filterzeiten zu den angegebenen Reaktionszeiten der Auswerteeinheit addiert werden.

**Vorsicht!**

## Sicherheitshinweis

- Für eine sicherheitstechnische Beurteilung des Teilsystems sind die Leseköpfe (MTTF<sub>D</sub>, PFH-Zahlen etc.) heranzuziehen.
- Werden durch den Hersteller zur Gewährleistung der angegebenen sicherheitstechnischen Kennwerte spezifische Diagnosen gefordert, so sind diese gemäß vorstehender Tabelle "Spezifische Diagnosemaßnahmen für Positions- und Geschwindigkeitsleseköpfe" in Bezug auf den spezifischen Lesekopf zu prüfen. Im Zweifel ist eine Abklärung durch den Hersteller erforderlich.
- Die in der Tabelle angeführten DC-Werte sind konservativ anzusetzen und die Einhaltung der Randbedingungen zu gewährleisten.
- Zur Ermittlung des DC-Wertes für Sicherheitsfunktionen mit Stillstandüberwachung ist u.U. eine Abschätzung der Häufigkeit des dynamischen Zustands erforderlich. Als Richtwert kann hier ein DC von 90% angenommen werden.
- Fehlerausschlüsse sind nach den einschlägigen Normen zulässig. Die dabei angeführten Randbedingungen sind dauerhaft zu gewährleisten.
- Wenn mehrere Lesekopfsysteme zur ordnungsgemäßen Funktion einer einzelnen Sicherheitsfunktion erforderlich sind, sind deren Teilwerte jeweils korrekt nach gewähltem Verfahren zusammenzuführen. Dies gilt auch für eine Kombination aus digitalen und analogen Leseköpfen (z.B. sicher reduzierte Geschwindigkeit bei geöffneter Schutztür = Türkontakt + Lesekopf für Geschwindigkeitserfassung)
- Durch geeignete Auswahl der Auflösung des Lesekopfsystems ist eine ausreichende geringe Toleranz in Bezug auf die jeweiligen Abschaltsschwellen der einzelnen Sicherheitsfunktionen zu gewährleisten.
- Bei Verwendung des Lesekopf-Eingangsfilters ist die Verlängerung der Reaktionszeit bei der Beurteilung der sicherheitstechnischen Funktion zu berücksichtigen.

### 5.2.2.6 Sicherheitstechnische Bewertung der Lesekopftypen bzw. deren Kombination

Aufgrund der in der PUS-Auswerteeinheit implementierten Überwachungsfunktionen werden bei Applikationen mit Lesekopfsystemen zunächst keine gesonderten Anforderungen an den inneren Aufbau der Lesekopfelektronik gestellt, d.h. in der Regel kann mit Standardleseköpfen gearbeitet werden.

Generell ist eine sicherheitstechnische Bewertung der Gesamtanordnung zu treffen. Hierbei sind die Angaben des Lesekopfs (PFH, MTTF) sowie der DC aus den Tabellen siehe Kapitel 5.2.2.2 heranzuziehen.

Bei Verwendung von Einzelleseköpfen ist mindestens ein Fehlerausschluss für die mechanische Betätigungskette sowie des einkanaligen Teils unter Beachtung der einschlägigen Vorgaben aus EN ISO 13849-1 zu treffen. Die Hinweise unter siehe Kapitel 5.2.2 sind weiter zu beachten.

PL d und höher nach EN ISO 13849-1 wird in der Regel durch eine Kombination aus zwei Leseköpfen mit vorrangig unterschiedlicher Technologie und getrennter mechanischer Anbindung erreicht.

Die Verwendung eines Kompaktlesekopfs mit innerem 2-kanaligem Aufbau unterschiedlicher Technologie ist ebenso geeignet für Anwendungen bis PL e nach EN ISO 13849-1 jedoch unter Beachtung der spezifisch erforderlichen Fehlerausschlüsse und deren Zulässigkeit. In der Regel sollten hierfür Leseköpfe mit nachgewiesenen sicherheitstechnischen Eigenschaften verwendet werden, deren Sicherheitsniveau mindesten dem geforderten Niveau entspricht.



#### Vorsicht!

Sicherheitshinweis

- Die Verwendung von Standardleseköpfen bzw. eine Kombination von Standardleseköpfen ist zulässig. Für die Gesamtanordnung bestehend aus Leseköpfen, weiteren Leseköpfen/Schaltelementen zur Auslösung der Sicherheitsfunktion, der PUS-Auswerteeinheit und dem Abschaltkanal ist eine sicherheitstechnische Bewertung erforderlich. Zur Ermittlung des erreichten Sicherheitsniveaus sind u.a. die Angaben des Herstellers (PFH, MTTF) und des DC gemäß Vorgaben unter siehe Kapitel 5.2.2 heranzuziehen.
- Bei Verwendung von nur einem Lesekopf muss der Fehlerausschluss Wellenbruch / Fehler in der mechanischen Lesekopfanbindung getroffen werden. Hierzu sind geeignete Maßnahmen zu treffen, z.B. eine formschlüssige Anbindung des Lesekopfs mittels Nut-Keil oder Sicherungsstift. Die einschlägigen Hinweise des Herstellers sowie der EN ISO 13849-1 hinsichtlich Anforderung und Zulässigkeit des Fehlerausschlusses sind zu beachten.
- Als Einzellesekopfs sind vorzugsweise nur Leseköpfe mit nachgewiesenen sicherheitstechnischen Eigenschaften zu verwenden. Das Sicherheitsniveau dieser Leseköpfe muss mindestens dem angestrebten Sicherheitsniveau der Gesamtanordnung entsprechen. Die Hinweise des Herstellers in Bezug auf Diagnosemaßnahmen, mechanischer Anbindung und Maßnahmen der Spannungsversorgung sind zu beachten.

### Durch die PUS-Auswerteeinheit werden generell folgende Fehler des externen Lesekopfsystems erkannt

- Kurzschlüsse zwischen den sicherheitsrelevanten Signalleitungen
- Unterbrechungen an den sicherheitsrelevanten Signalleitungen
- Steht auf 0 oder 1 auf einem oder allen sicherheitsrelevanten Signalleitungen

Jedem Lesekopftyp sind weitere, spezifische Diagnosen zur Fehlerrückmeldung des externen Lesekopfsystems zugeordnet. Die jeweiligen Diagnosemaßnahmen sind nachstehend bei den einzelnen Lesekopftypen zusammen mit den Grenzparametern aufgelistet

---



#### Vorsicht!

Sicherheitshinweis

- Die Diagnosemaßnahmen weisen naturgemäß Toleranzen infolge von Messungenauigkeiten auf. Diese Toleranzen sind bei der sicherheitstechnischen Bewertung jeweils zu berücksichtigen.
  - Die Grenzwerte für die jeweiligen Diagnosemaßnahmen sind z.T. parametrierbar bzw. fest vorgegeben. Die sich hieraus ergebenden Diagnosedeckungsgrade sind applikationsbezogen zu bewerten und in die sicherheitstechnische Gesamtbewertung einzubeziehen.
-

### 5.3 Sicherheitstechnische Kenndaten und Beschaltung der Ausgänge

Die Auswerteeinheit verfügen jeweils über sichere Ausgänge unterschiedlichen Typs. Bei der Beschaltung ist die jeweilige Charakteristik gemäß nachstehender Beschreibung zu berücksichtigen.

#### 5.3.1 Charakteristik der Ausgangselemente

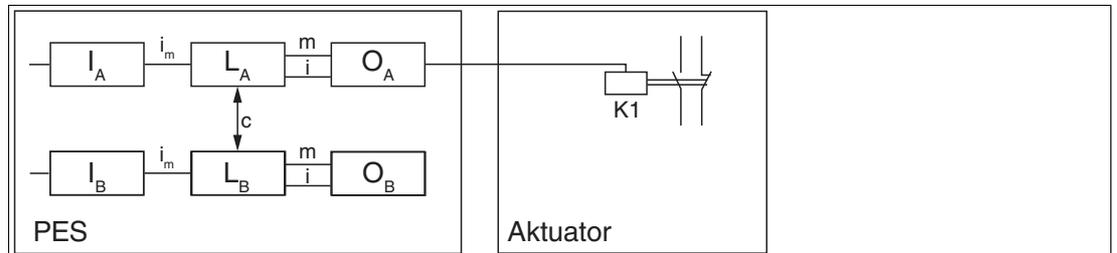


Abbildung 5.13 Einkanaliger Ausgang PUS-Auswerteeinheit und einkanaliger Aktuator ohne Diagnose

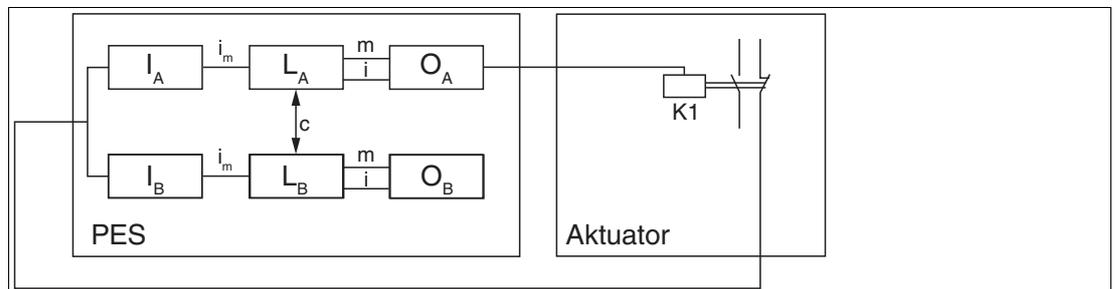


Abbildung 5.14 Einkanaliger Ausgang PUS-Auswerteeinheit und einkanaliger Aktuator mit Diagnose

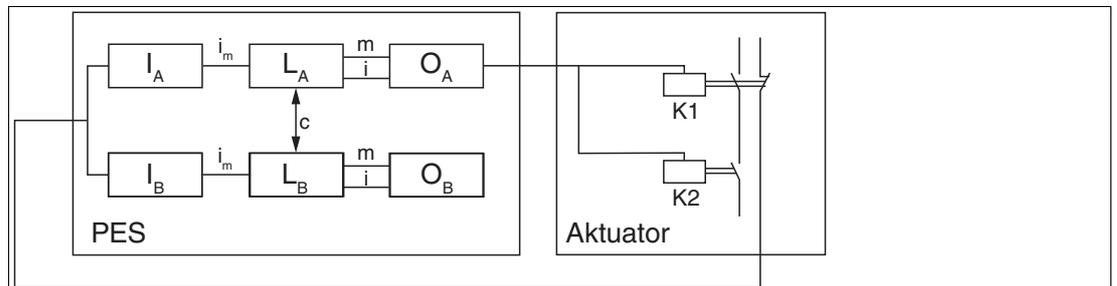


Abbildung 5.15 Einkanaliger Ausgang PUS-Auswerteeinheit (Rel 1 / 2, DO 0/1P, DO 0/1M) und zweikanaliger Aktuator

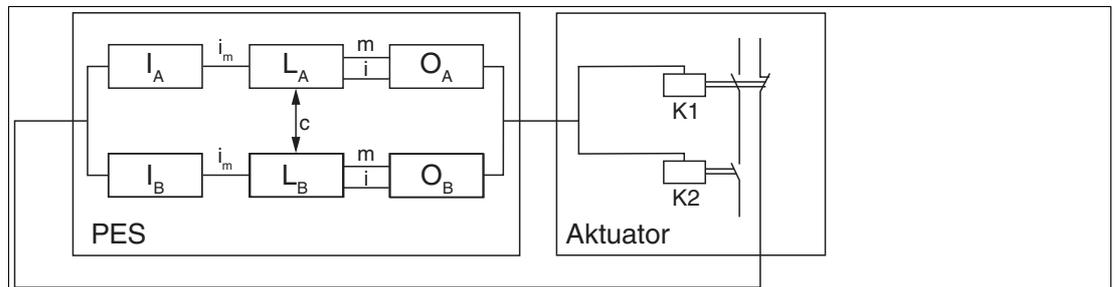


Abbildung 5.16 Einkanaliger Ausgang PUS-Auswerteeinheit mit intern zweikanaliger Verarbeitung (IQQx) und zweikanaliger Aktuator mit mind. einkanaliger Diagnose

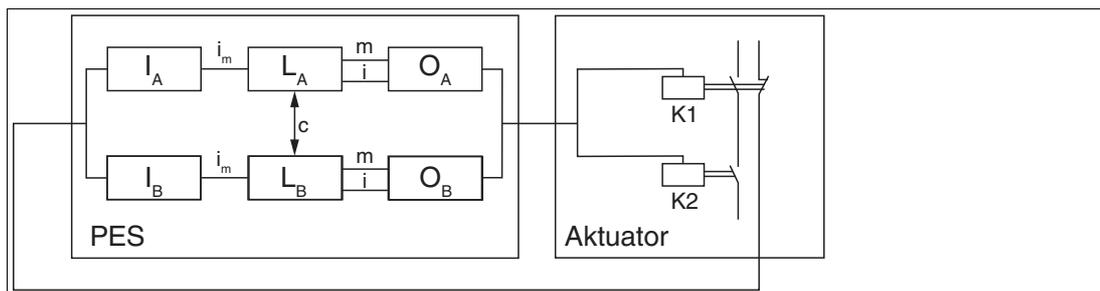


Abbildung 5.17 Einkanaliger Ausgang PUS-Auswerteeinheit mit intern zweikanaliger Verarbeitung (IQQx) und zweikanaliger Aktuator mit zweikanaliger Diagnose

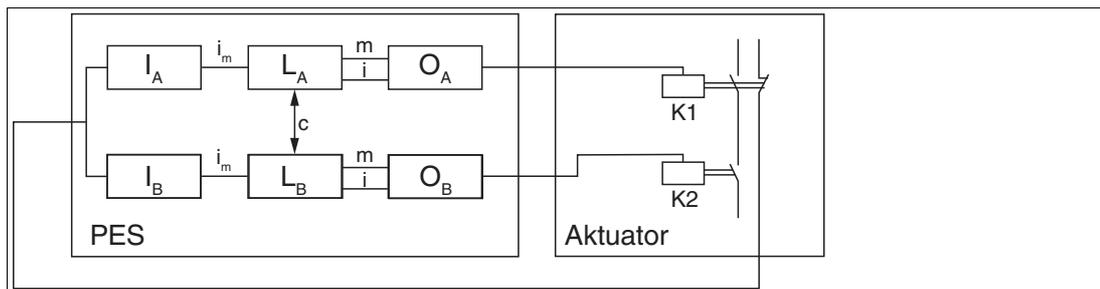


Abbildung 5.18 Zweikanaliger Ausgang PUS-Auswerteeinheit und zweikanaliger Aktuator mit einkanaliger Diagnose

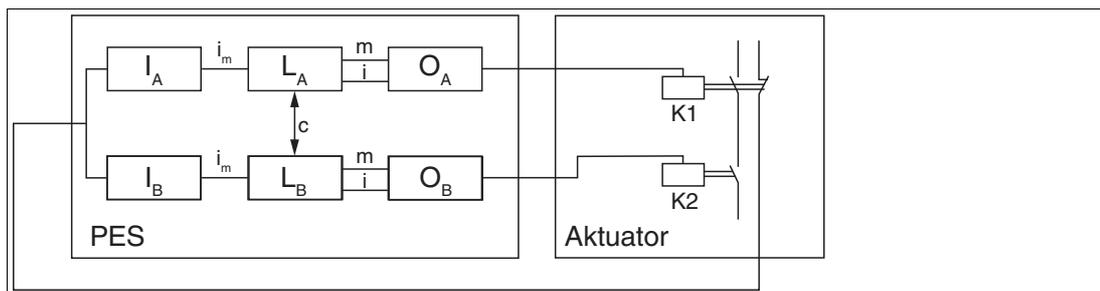


Abbildung 5.19 Zweikanaliger Ausgang PUS-Auswerteeinheit und zweikanaliger Aktuator mit zweikanaliger Diagnose

## 5.3.2 Diagnosen im Abschaltkreis

Die Abschaltkreise verfügen über fest implementierte und parametrierbare Diagnosefunktionen. Bestimmte Diagnosefunktionen schließen auch den externen Teil des Abschaltkanals mit ein. Abhängig von der Nutzung dieser Diagnosefunktionen ergeben sich unterschiedliche DC-Werte.

### 5.3.2.1 Diagnosefunktionen

#### Fest implementierte Diagnosefunktionen

##### Kreuzweises Rücklesen der Ausgänge

Sämtliche Sicherheitsausgänge werden jeweils im komplementären Kanal zurück gelesen. Fehler im internen Abschaltkreis der PUS-Auswerteeinheit werden so mit DC = Hoch detektiert.

##### Testung der Abschaltfähigkeit für Q4 und Q5 (nur Ansteuerung des Relais), Q0, Q1, Q2, Q3

Die Abschaltfähigkeit dieser Ausgänge wird zyklisch getestet. Ein Ausfall der Abschaltmöglichkeit wird eindeutig erkannt.

##### Parametrierbare Diagnosefunktionen

##### Rücklesen des Aktuatorstatus über Hilfskontakte, Stellungsanzeigen etc.

Der aktuelle Status des Aktuators wird durch Rücklesen von entsprechend geeigneten Hilfskontakten oder Stellungsanzeigen erfasst und mit dem Sollstatus verglichen. Eine Abweichung wird so eindeutig erkannt.



#### Hinweis!

Der DC ist abhängig von einer einkanaligen oder zweikanaligen Diagnose sowie von der Schalthäufigkeit.

---

##### Testung der Abschaltfähigkeit für IQQx, Q0 – Q3

Die Abschaltfähigkeit dieser Ausgänge wird nach Aktivierung der Funktion zyklisch getestet. Ein Ausfall der Abschaltmöglichkeit wird eindeutig erkannt.

## 5.3.2.2

## Übersicht DC in Bezug auf gewählte Diagnosefunktionen

Maßnahme	DC	Anmerkung	Verwendung
Überwachung der Ausgänge durch einen Kanal ohne dynamischen Test	0 ... 90%	DC abhängig von der Schaltfrequenz Bei Verwendung von Elementen zur Schaltverstärkung (externe Relais oder Schütze) nur wirksam in Verbindung mit Rücklesefunktion der Schaltkontakte	Überwachung von elektromechanischen, pneumatischen oder hydraulischen Aktuatoren / Ausgängen
Redundanter Abschaltfad mit Überwachung eines der Antriebselemente	90%	Bei Verwendung von Elementen zur Schaltverstärkung (externe Relais oder Schütze) nur wirksam in Verbindung mit Rücklesefunktion der Schaltkontakte	Überwachung von Ausgängen mit direkter Funktion als Sicherheitsschaltkreis oder Überwachung von Sicherheitsschaltkreisen mit Elementen zur Schaltverstärkung oder pneumatischen / hydraulischen Steuerventilen in Verbindung mit Rücklesefunktion von deren Schaltstatus
Kreuzvergleich von Ausgangssignalen mit unmittelbarem und Zwischenergebnissen in der Logik (L) und zeitlich und logische Programmlaufüberwachung und Erkennung statischer Ausfälle und Kurzschlüsse (bei Mehrfach-Ein-/Eingängen)	99%	Bei Verwendung von Elementen zur Schaltverstärkung (externe Relais oder Schütze) nur wirksam in Verbindung mit Rücklesefunktion der Schaltkontakte Für Applikationen mit häufiger Anforderung der Sicherheitsabschaltung sollten in kurzen Zeitintervallen z.B. bei Schichtbeginn, 1 x pro Woche getestet werden. Ein Test sollte jedoch mindestens zyklisch 1 x pro Jahr erfolgen.	Überwachung von Ausgängen mit direkter Funktion als Sicherheitsschaltkreis oder Überwachung von Sicherheitsschaltkreisen mit Elementen zur Schaltverstärkung oder pneumatischen / hydraulischen Steuerventilen in Verbindung mit Rücklesefunktion von deren Schaltstatus

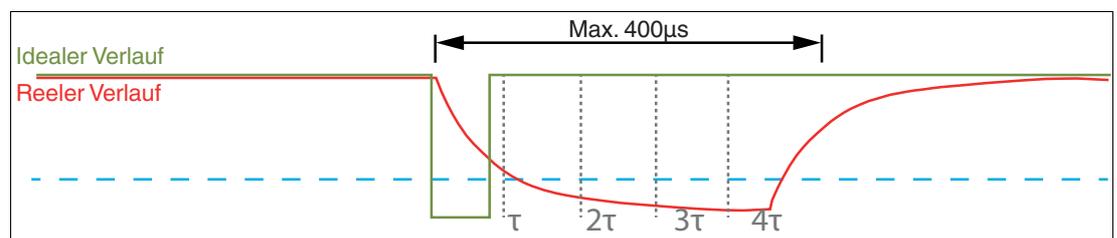
### 5.3.3 Zulässige kapazitive und induktive Last an sicheren Ausgängen

Die sicheren Ausgänge der PUS-Auswerteeinheit weisen OSSD-Charakter auf. D.h. die Ausgänge werden zum Test der Abschaltfähigkeit zyklisch abgeschaltet und der Status rückgelesen.

#### Die Prüfung der Abschaltfähigkeit erfolgt nach folgenden Kriterien / Funktionen

- Nach Abschaltung des Ausganges darf die Ausgangsspannung max. 5,6 V betragen
- Der zulässige Spannungspegel muss spätestens nach 400  $\mu\text{s}$  erreicht werden
- Wird der zulässige Spannungspegel erreicht gilt der Test als erfolgreich, der Ausgang wird ohne weitere Verzögerung wieder aktiviert
- Wird der zulässige Spannungspegel auch nach 400  $\mu\text{s}$  noch nicht erreicht wird ein Alarm ausgelöst und sämtliche sichere Ausgänge (Zweitkanal bei sicheren Ausgängen!) werden deaktiviert

Die nachstehende Darstellung zeigt den idealen (grüne Kurve) und typischen (rote Kurve) Verlauf.



Zur Ermittlung der maximal zulässigen Kapazität oder Induktivität ist die Zeitkonstante  $\tau$  des realen RC- bzw. RL-Glieds am Ausgang zu betrachten.

Dieses RC- bzw. RL-Glied bestimmt die reale Entladekurve:

Der Spannungspegel von max. 5,6 V wird sicher nach  $3\tau$  erreicht.

Damit gilt:

$$3\tau < 350\mu\text{s}$$

$$\tau < 100\mu\text{s}$$

Mit dem Zusammenhang

$$\tau = RC = L/R$$

kann die max. verwendbare kapazitive oder induktive Last in Verbindung mit deren ohmschen Last ermittelt werden:

$$C_{\text{max}} = \tau/R = 10^{-4}/R \quad \text{bzw.} \quad L_{\text{max}} = \tau R = 10^{-4}R$$

Typische Werte für die Kapazität C sind  $C = 20 \text{ nF}$  und für die Längsinduktivität  $L = 100 \text{ mH}$

## 5.3.4 Digitale Ausgänge

### 5.3.4.1 Kenndaten der Basisausgänge

Die PUS-Auswerteeinheit stellt verschiedene Arten von Ausgängen zur Verfügung, die entweder einzeln oder in Gruppen zusammengeschaltet werden können.

Ausgang	Architektur nach EN ISO 13849-1	Bemerkung
Kombination von 2 Relais Q4 – Q5	4	Vollständiger Abschaltkanal entsprechend Architektur Kategorie 4 nach EN ISO 13849-1
Q4 – Q13	Nicht sicher	Nur funktional
Q1_PP und Q2_PN	4	Vollständiger Abschaltkanal entsprechend Architektur Kategorie 4 nach EN ISO 13849-1
Q1_PP	Nicht sicher	Nur funktional
Q2_PN	Nicht sicher	Nur funktional
Q3_PP und Q4_PN	4	Vollständiger Abschaltkanal entsprechend Architektur Kategorie 4 nach EN ISO 13849-1
Q3_PP	Nicht sicher	Nur funktional
Q4_PN	Nicht sicher	Nur funktional
Q1 – Q4	4	Vollständiger Abschaltkanal entsprechend Architektur Kategorie 4 nach EN ISO 13849-1
Y1	Nicht sicher	Hilfsausgang
Y2	Nicht sicher	Hilfsausgang

Die Qx\_PP, Qx\_PN und Qx-Ausgänge werden in allen Betriebszuständen einem Plausibilitätstest unterzogen. Im eingeschalteten Zustand werden alle Ausgänge mit einem zyklischen Testimpuls auf korrekte Funktion geprüft. Dazu wird der Ausgang maximal für eine Testdauer  $TT < 500 \mu s$  (typisch  $200 \mu s$ ) auf den jeweils inversen Wert geschaltet, d.h. ein pp-Ausgang wird kurzzeitig auf 0 V DC-Potential und ein pn-Ausgang kurzzeitig auf 24 V DC Potential geschaltet.

Die Relaisausgänge werden bei jedem Schaltspiel auf Plausibilität überwacht. Zum Erhalten der Sicherheitsfunktion müssen die Relaisausgänge zyklisch geschaltet und somit getestet werden. Der Schalt-/Testzyklus ist abhängig von der Applikation festzulegen.

#### Warnung!

##### Sicherheitshinweis

- Für Applikationen mit häufiger Anforderung der Sicherheitsabschaltung sollten in kurzen Zeitintervallen z.B. bei Schichtbeginn, 1 x pro Woche getestet werden. Ein Test sollte jedoch mindestens zyklisch 1 x pro Jahr erfolgen.
- Die Testfunktion der Ausgänge wird bei Gruppen- und Einzelansteuerung ausgeführt. Die Hilfsausgänge werden nicht getestet.
- Die High-Side (Qx\_PP) und Low-Side (Qx\_PN) Ausgänge dürfen einzeln nicht für Sicherheitsaufgaben verwendet werden. Die Verwendung für Sicherheitsaufgaben ist nur in Kombination High-Side / Low-Side zulässig (Achtung: nicht relevant ab FW-Release 05-00-00-01)**

- Ein Mischbetrieb bei den Relaiskontakten ist **nicht** erlaubt!

Mischbetrieb: Ein gefährliches Berührungsspannungspotenzial darf nicht mit einer Schutzkleinspannung gemischt werden.

##### Beispiel:

**FALSCH:** Über Q1.1 + Q1.2 werden 230 V AC (120 V AC cULus) geschaltet und über Q2.1+Q2.2 werden 24 V DC geschaltet.

**RICHTIG:** Über Q1.1 + Q1.2 und Q2.1 + Q2.2 werden jeweils 230 V AC (120 V AC cULus) geschaltet.

Oder über Q1.1 + Q1.2 und Q2.1 + Q2.2 werden jeweils 24 V DC geschaltet.

**Die Ausgänge können wie folgt belastet werden**

Ausgang	Spannung	Spannung
Relais Qx	24 V DC	2,0 A (DC13, Pilot Duty)
Relais Qx	230 V AC	2,0 A (AC15)
	120 V DC	2,0 A (Pilot Duty)
Yx	24 V DC	250 mA
Qx_P(P)	24 V DC	2 A
Qx_N	GNDEXT	2 A
Qx	24 V DC	0,5 A / 2 A



**Warnung!**

Sicherheitshinweis

- Für sicherheitstechnische Anwendungen dürfen nur externe Schaltelemente mit einem minimalen Haltestrom von > 1,2 mA verwendet werden.
- Für sicherheitstechnische Anwendungen dürfen in Verbindung mit der Kombination p-/nschaltende Ausgänge nur externe Schaltelemente
  - bei einem Lastwiderstand  $\geq 100 \Omega$  mit einem minimalen Haltestrom von > 2 mA bzw.
  - bei Lastwiderstand  $< 100 \Omega$  mit einer Halteleistung > 0,4 mW
 verwendet werden.

**Nur relevant bei PUS-Auswerteeinheit bis HW-Release 11-xx-xx...**

- Für das Ausgangssystem ist eine Reihe von Diagnosemaßnahmen implementiert. Zu beachten ist hier insbesondere die Einbeziehung von Elementen zur Schaltverstärkung wie Relais, Schütze etc. im Abschaltkreis.
- Bei Verwendungen in der Aufzugstechnik nach EN 81-20/-50 bzw. EN 81-1/-2 dürfen die Ausgänge der internen Relais nicht zum Schalten von Spannungen über 24 V verwendet werden, da dies die Vorgaben der EN 81-20/-50 bzw. EN 81-1/-2 nicht zulassen. Bei Zuwiderhandlung erlischt die Gewährleistung und Pepperl+Fuchs leistet keinerlei Schadensersatz



**Hinweis!**

Wenn die Hilfsausgänge zu Steuerungszwecken eingesetzt werden, muss beachtet werden, dass nach einem POR der Steuerung die Hilfsausgänge in der Hochlaufphase in einen undefinierten Zustand sind.

5.3.4.2 **Beschaltungsbeispiele Basisausgänge**

5.3.4.3 **Einkanalig schaltender Relais- oder Halbleiterausgang ohne Prüfung**

Zur Anschaltung mehrphasiger Anwendungen bzw. bei erhöhtem Strombedarf können externe Schütze verwendet werden. Bei einer einkanaligen Anschaltung ohne externe Prüfung ist zu beachten, dass ein Verkleben eines oder mehrerer externer Kontakte von der PUS-Auswerteeinheit nicht erkannt wird. Das nachfolgende Schaltbeispiel ist für Sicherheitsanwendungen nur eingeschränkt geeignet, es kann maximal PL b nach EN ISO 13849-1 erreicht werden!

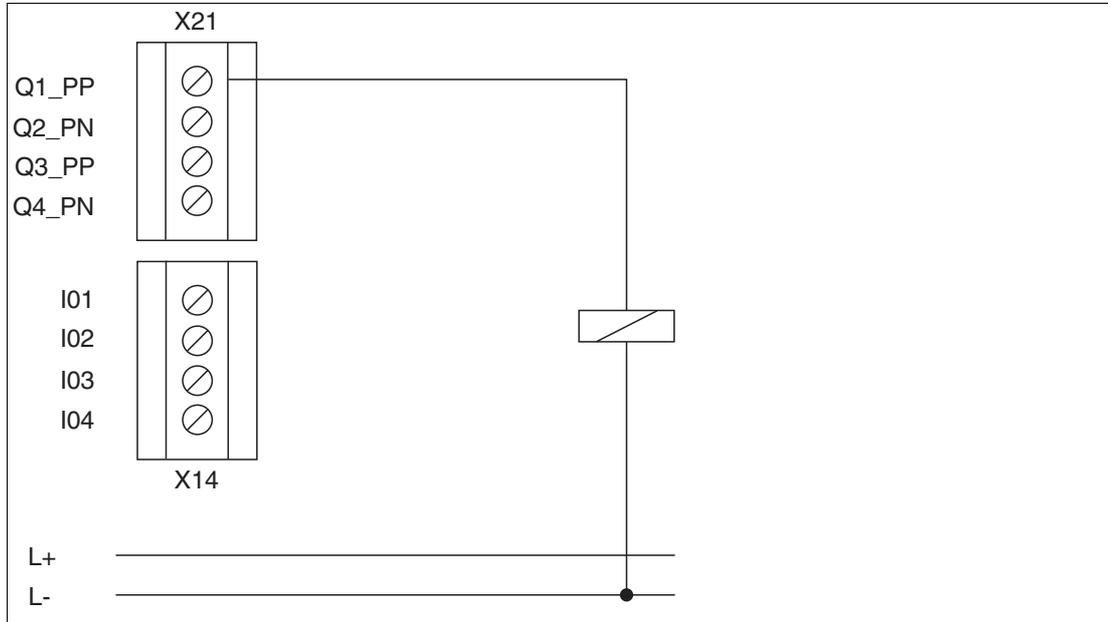


Abbildung 5.20 Einkanalig schaltender P-Ausgang

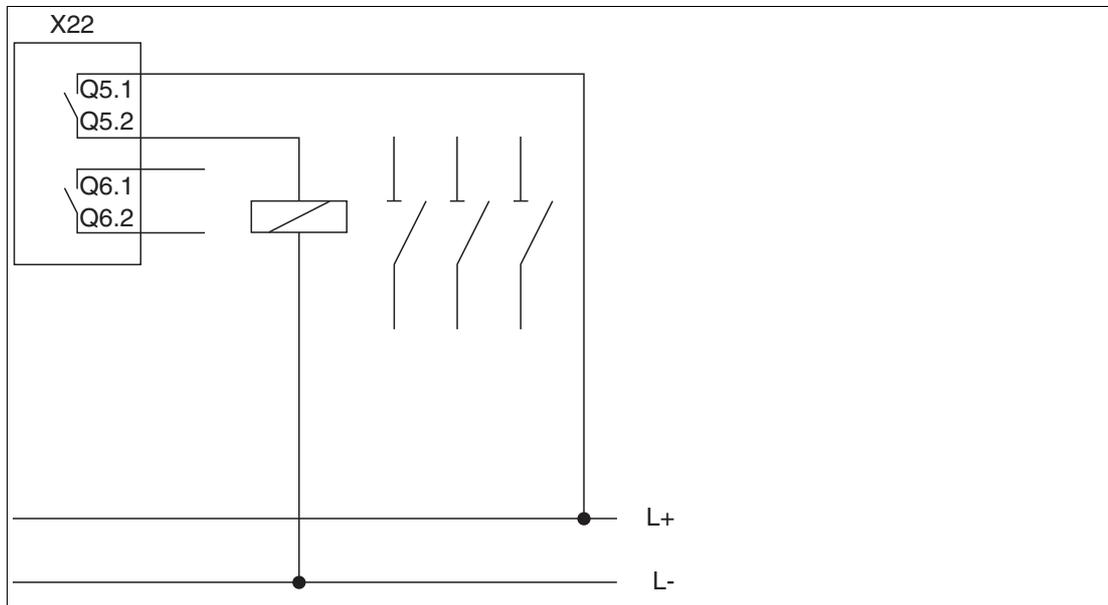


Abbildung 5.21 Einkanalig schaltender Relaisausgang



**Warnung!**

Sicherheitshinweis

- Nicht empfohlen für Sicherheitsanwendungen! Siehe hierzu auch Hinweise in der EN ISO 13849-1 zur Anwendung und erforderlichen Fehlerausschlüssen.

### 5.3.4.4 Einkanalig schaltender Relais- oder Halbleiterausgang mit externem Schaltverstärker und Testung

Bei Verwendung externer Schaltverstärker, bzw. nachgeordneter elektromechanischer, pneumatischer oder hydraulischer Bauteile wird zur Erreichung von PL c oder höher eine Einrichtung zur Testung der kompletten Kette und eine Melde-/Warneinrichtung bei erkanntem Fehler benötigt.

Insbesondere sind für elektromechanische Geräte zwangsgeführte Hilfskontakte bzw. für hydraulische oder pneumatische Komponenten Meldekontakte der Ventilstellung erforderlich. Die Melde-/Warneinrichtung muss unmittelbar dem Bediener die Gefahrensituation kenntlich machen.

Der erzielbare PL ist stark von der Testrate abhängig, es kann **maximal PL d** nach EN ISO 13849-1 erreicht werden!

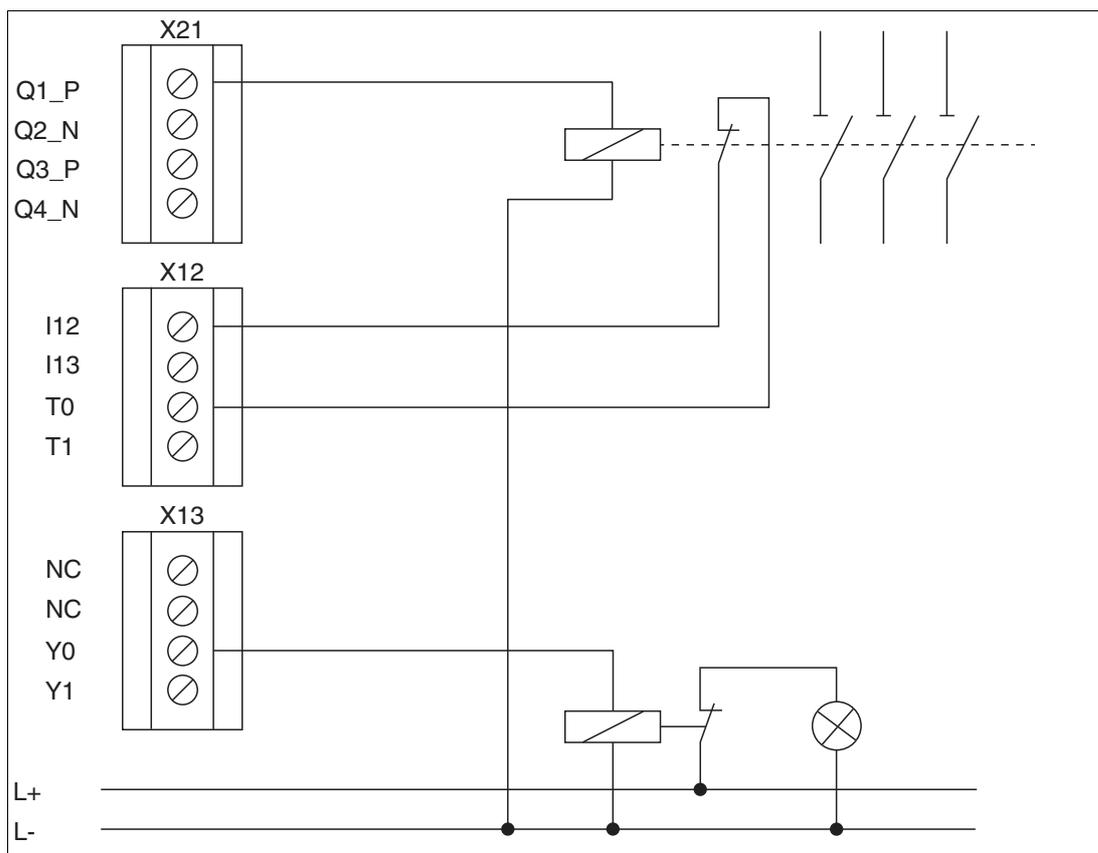


Abbildung 5.22 Einkanalig schaltender Relaisausgang mit Testung



#### Warnung!

##### Sicherheitshinweis

- Nur bedingt empfohlen für Sicherheitsanwendungen! Siehe hierzu auch Hinweise in der EN ISO 13849-1 zur Anwendung und erforderlichen Fehlerausschlüssen.
- Für Kategorie 2 ist eine Testrate  $> 100 \cdot$  Anforderungsrate erforderlich
- Wird bei einem Test der Sicherheitsfunktion eine Gefahrensituation erkannt, so müssen geeignete Steuerungsmaßnahmen eingeleitet werden.  
Für PL d muss ein sicherer Zustand eingeleitet werden, der nicht aufgehoben werden darf, bis der Fehler beseitigt ist.
- Für PL bis einschließlich PL c ist es außerdem möglich durch eine Warn- oder Meldeeinrichtung auf einen Fehler hinzuweisen, sofern ein sicherer Zustand nicht eingeleitet werden kann.

### 5.3.4.5 Einkanalig schaltender Relais- oder Halbleiterausgang mit zweikanaligem externem Kreis mit Testung

Für Sicherheitsanwendungen ab PL c nach EN ISO 13849-1 wird empfohlen, bzw. gefordert zwei externe Abschaltetelemente anzusteuern. Weiter wird zur Erreichung von PL c oder höher eine Einrichtung zur Testung der kompletten Kette und eine Melde-/Warneinrichtung bei erkanntem Fehler benötigt – siehe Kapitel 5.3.4.4.

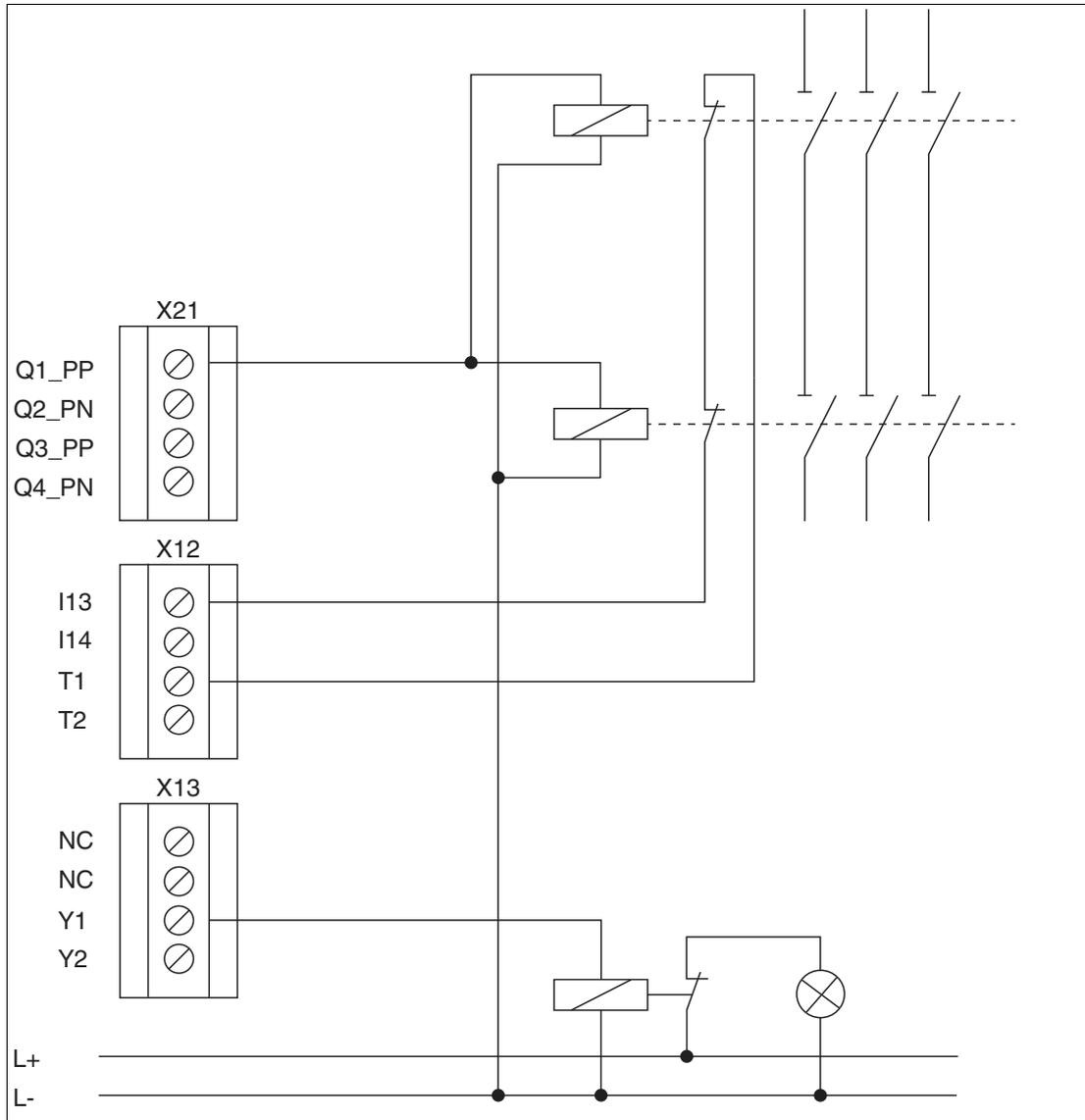


Abbildung 5.23 Einkanalig schaltender Ausgang Q0\_P mit zweikanaligem externem Kreis und Überwachung an Eingang 12 als Sammelrückmeldung

Die beiden externen Überwachungskontakte werden in Reihe geschaltet, vom Taktsignal T0 gespeist und über Eingang 12 eingelesen. Als Rückleseeingang wurde Eingang 12 verwendet, es kann jedoch auch jeder andere Eingang zugewiesen werden.

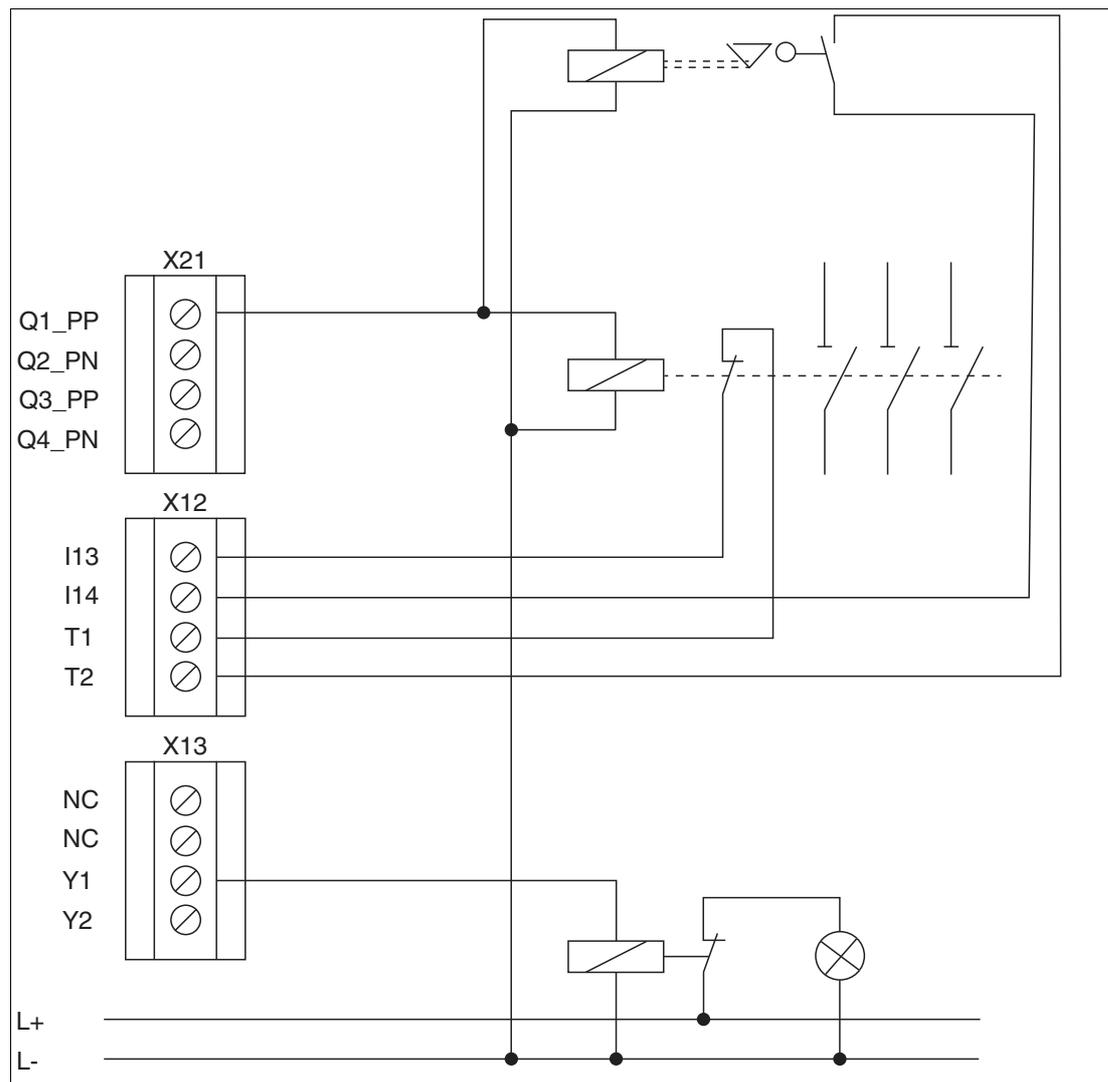


Abbildung 5.24 Einkanalig schaltender Ausgang Q1\_PP mit zweikanaligem externem Kreis als Kombination elektromechanisches Element und hydraulisches/pneumatisches Ventil und Überwachung an zwei Eingängen



**Warnung!**

Sicherheitshinweis

- Nur bedingt empfohlen für Sicherheitsanwendungen! Siehe hierzu auch Hinweise in der EN ISO 13849-1 zur Anwendung und erforderlichen Fehlerausschlüssen.
- Für PL c und höher ist eine Melde/Warkeinrichtung erforderlich welche unmittelbar dem Bediener die Gefahrensituation kenntlich macht.
- Bei erhöhten Anforderungen ist zu beachten, dass alle 24 Stunden mindestens 1 Schaltvorgang stattfinden muss, um die Schaltfähigkeit des externen Leistungsschützes zu testen.

### 5.3.4.6 Zweikanalig schaltender Relaisausgang mit externer Überwachung - Sammelrückmeldung

Für Sicherheitsanwendungen ab PL d nach EN ISO 13849-1 kommen zwei Relais auf der PUS-Auswerteeinheit und zwei externe Leistungsschütze zum Einsatz.

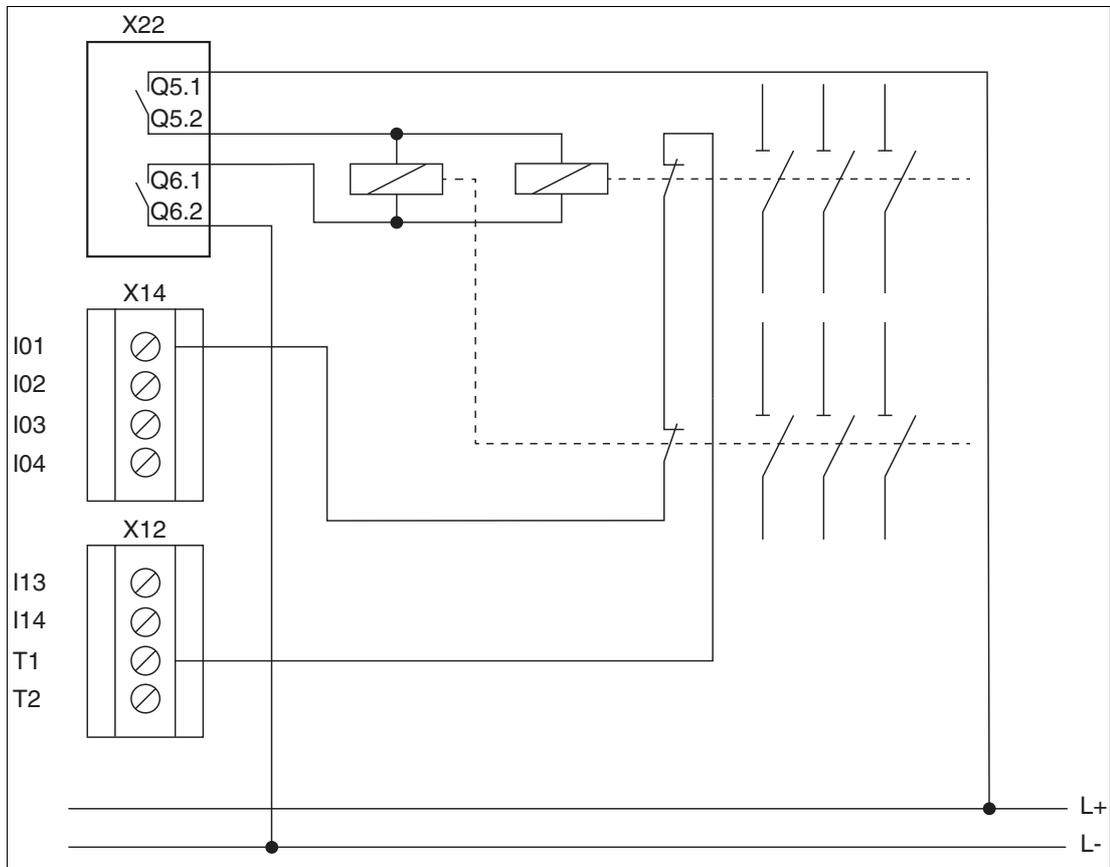


Abbildung 5.25 Zweikanalig schaltender Relaisausgang mit externer Überwachung – Sammelrückmeldung

Die Beiden externen Überwachungskontakte werden in Reihe geschaltet, von Taktsignal T1 gespeist und von I01 (als EMU – Eingang konfiguriert) eingelesen. Bei erhöhten Anforderungen ist zu beachten, dass mindestens alle 24 Stunden mindestens 1 Schaltvorgang stattfinden muss.



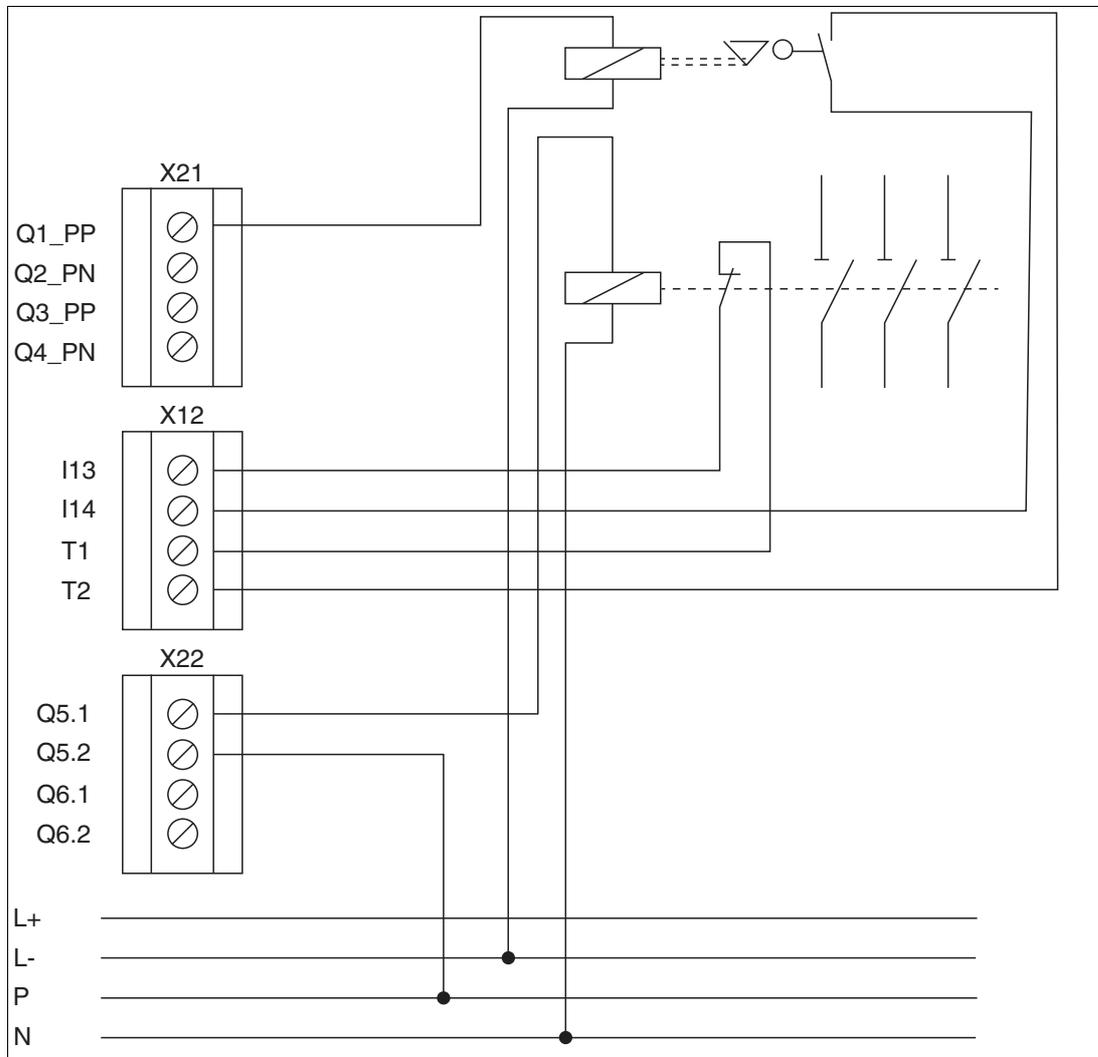
#### Warnung!

Sicherheitshinweis

- Zur Erreichung von PL e nach EN ISO 13849-1 wird eine ausreichend hohe Testrate gefordert.
- Für Applikationen mit häufiger Anforderung der Sicherheitsabschaltung sollten in kürzen Zeitintervallen z.B. bei Schichtbeginn, 1 x pro Woche getestet werden. Ein Test sollte jedoch mindestens zyklisch 1 x pro Jahr erfolgen.

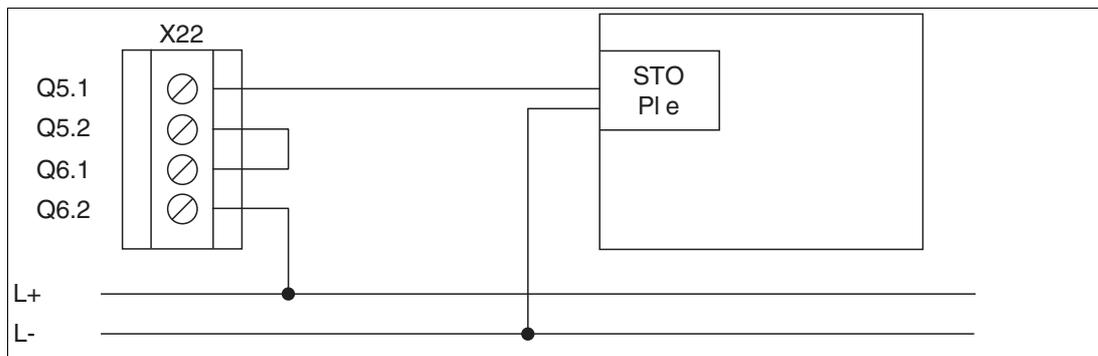
**5.3.4.7 Zweikanaliger Ausgang mit Relaisausgang und Halbleiterausgang – externer Ansteuerkreis mit Überwachung**

Für Sicherheitsanwendungen ab PL d und höher nach EN ISO 13849-1. Die Ansteuerung des externen Kreises erfolgt zweikanalig über einen Relais- und einen Halbleiterausgang. Jeder der beiden externen Abschaltpfade wird überwacht. Für PL e nach EN ISO 13849-1 ist eine ausreichend hohe Testrate sowie  $MTTF_D = \text{hoch}$  für den externen Kreis gefordert.



**5.3.4.8 Zweikanaliger Ausgang mit Relaisausgang - externer Ansteuerkreis in PL e**

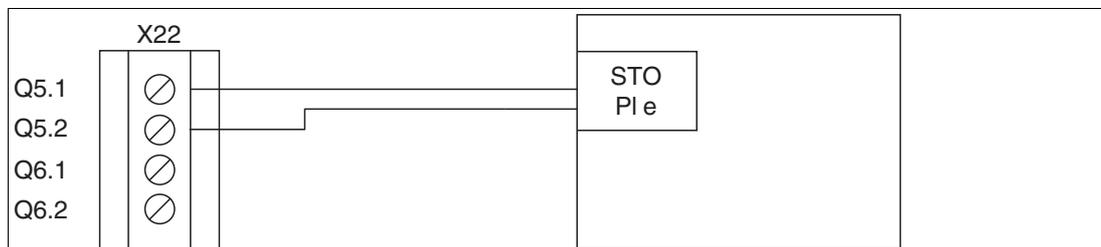
Für Sicherheitsanwendungen ab PL d und höher nach EN ISO 13849-1. Die Ansteuerung des externen Kreises erfolgt zweikanalig über die Relaisausgänge. Für PL e nach EN ISO 13849-1 ist eine ausreichend hohe Testrate sowie PL e für den externen Kreis gefordert.



2022-11

### 5.3.4.9 Zweikanaliger Ausgang mit Halbleiterausgang und externen Ansteuerkreis in PL e

Für Sicherheitsanwendungen ab PL d und höher nach EN ISO 13849-1. Die Ansteuerung des externen Kreises erfolgt zweikanalig über Halbleiterausgänge. Für PL e nach EN ISO 13849-1 ist PL e für den externen Kreis gefordert.



### 5.3.4.10 Beschaltung eines Hilfsausgangs

Beide auf der PUS-Auswerteeinheit implementierten Halbleiterausgänge können für funktionale Applikationen beschaltet werden. Die Ausgänge werden nicht gepulst.

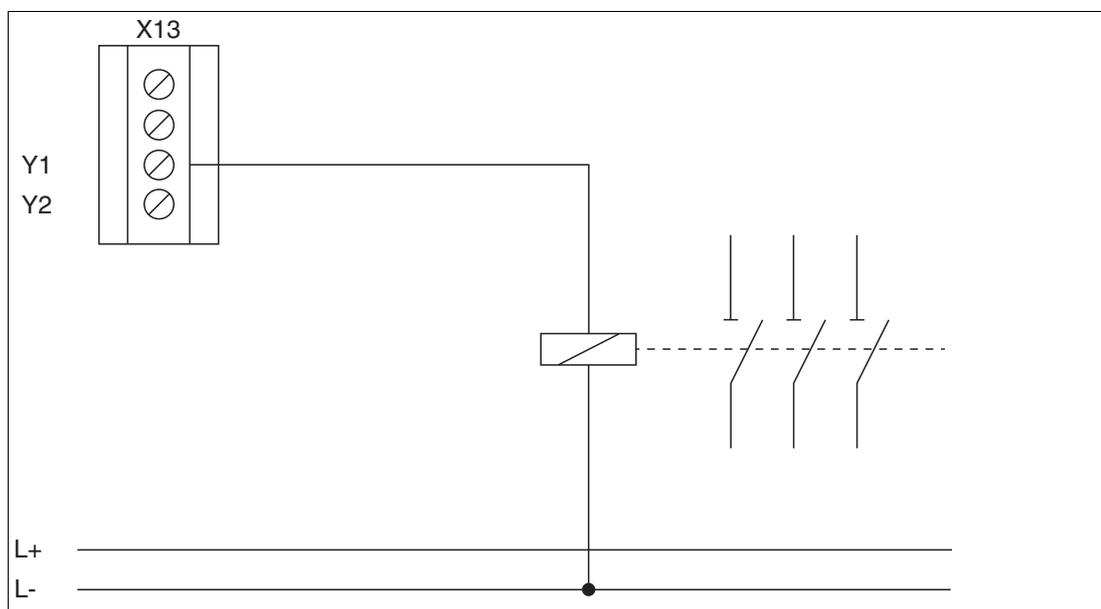


Abbildung 5.26 Beschaltung eines Hilfsausgangs

Anwendungen mit Hilfsausgängen sind für Sicherheitsanwendungen nicht zugelassen!

5.3.4.11 Übersicht erreichbarer PL für digitale Sicherheitsausgänge



**Vorsicht!**

Nicht bedingt empfohlen für Sicherheitsanwendungen!

Für eine sicherheitstechnische Beurteilung des Teilsystems Ausgang sind bei Verwendung von externen Elementen im Abschaltkreis, z.B. zur Schaltverstärkung, deren Herstellerangaben (MTTF<sub>D</sub>, FIT-Zahlen, B10d-Wert etc.) heranzuziehen.

Die in der Tabelle angeführten DC-Werte sind konservativ anzusetzen und die Einhaltung der Randbedingungen (siehe Tabelle unter "Anmerkungen") zu gewährleisten.

Fehlerrückmeldungen sind nach den einschlägigen Normen zulässig. Die dabei angeführten Randbedingungen sind dauerhaft zu gewährleisten.

Bei Verwendung von Elementen zur Schaltverstärkung in Sicherheitskreisen ist deren Funktion mittels geeigneter Rücklesekontakte etc. zu überwachen (siehe Schaltbeispiele). Geeignete Rücklesekontakte sind Kontakte welche zwangsschaltend mit den Kontakten im Abschaltkreis verbunden sind.

Die Schaltfähigkeit der externen Schaltverstärker ist zyklisch zu prüfen. Der Zeitraum zwischen 2 Prüfungen ist nach Anforderung durch die Applikation festzulegen und durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen. Geeignete Maßnahmen können organisatorischer (Aus- und Einschalten bei Schichtbeginn etc.) oder technischer (automatisches, zyklisches Schalten) Natur sein.

Übersicht erreichbarer PL für digitale Sicherheitsausgänge

Ausgang Auswerteeinheit	Aktuator/ externer Abschaltkreis	Kategorie nach EN ISO 13849-1	DC		MTTF <sub>D</sub> Aktuator	Erzielbarer PL nach EN ISO 13849-1	Randbedingung	Fehlerrückmeldung
Einkanalig ohne dynamischen Ausgangstest Q5 oder Q6 Q1_PP, Q2_PN, Q3_PP, Q4_PN	Einkanalig Schütz, Ventil, Bremse etc. ohne direkte Rückführung zur Diagnose	Kat. B	0 %		Mittel	b	Schütz und nachgeordnete Aktuatoren geeignet ausgelegt für Sicherheitsanwendung	
	Einkanalig Schütz, Ventil, Bremse etc. mit überwachtem zwangsggeführten Hilfskontakt	Kat. 2	60 ... 90 %	Abhängig von Schaltfrequenz	Mittel	b	Hilfsausgang erforderlich zur Warnung bei erkannter Fehlfunktion Schütz und nachgeordnete Aktuatoren geeignet ausgelegt für Sicherheitsanwendung	
							Hoch	c
					d	Wie vor DC = 90% durch in Bezug auf die Applikation ausreichend hohe Testrate		

Ausgang Auswerteeinheit	Aktuator/ externer Abschaltkreis	Kategorie nach EN ISO 13849-1	DC		MTTF <sub>D</sub> Aktuator	Erzielbarer PL nach EN ISO 13849-1	Randbedingung	Fehlerrusschluss
Einkanalig ohne dynamischen Ausgangstest Q5 oder Q6 oder Einkanalig Q1_PP, Q2_PN, Q3_PP, Q4_PN	Zweikanalig Schütz, Ventil, Bremse etc. mit direkter Rückführung zur Diagnose mind. in einem Kanal oder Aktuator einkanalig angesteuert mit Sicherheitsfunktion Kat. 3 (z.B. STO)	Kat. 2	90 %	Überwachung nur in einem externen Abschaltkreis	Mittel Hoch	c d	Hilfsausgang erforderlich zur Warnung bei erkannter Fehlfunktion Schütz und nachgeordnete Aktuatoren geeignet ausgelegt für Sicherheitsanwendung	Kurzschluss an externer Ansteuerung

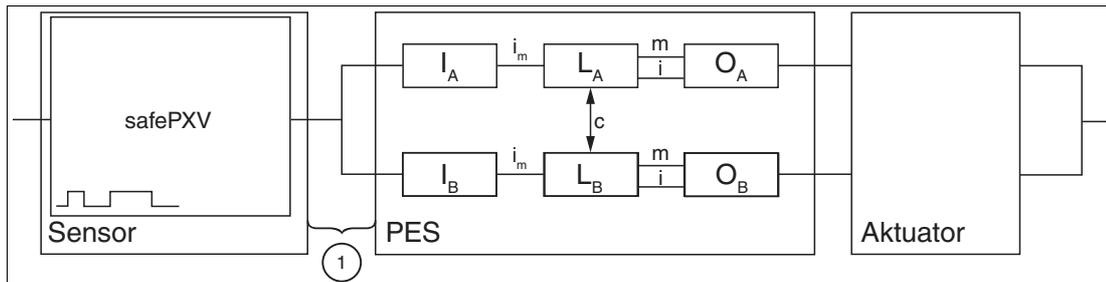
Ausgang Auswerteeinheit	Aktuator/ externer Abschaltkreis	Kategorie nach EN ISO 13849-1	DC		MTTF <sub>D</sub> Aktuator	Erzielbarer PL nach EN ISO 13849-1	Randbedingung	Fehlerrauschluss
Zweikanalig ohne dynamischen Ausgangstest Q1 und Q2 2 x	Zweikanalig Schütz, Ventil, Bremse etc. mit direkter Rückführung zur Diagnose mind. in einem Kanal oder Aktuator mit Sicherheitsfunktion Kat. 4 (z.B. STO)	Kat. 3	90 %	Überwachung in beiden externen Abschaltkreisen	Mittel oder Hoch	d	Schütz und nachgeordnete Aktuatoren geeignet ausgelegt für Sicherheitsanwendung Überwachung elektromechanischer Komponenten durch zwangsgeführte Schalter, Stellungenüberwachung von Schaltventilen etc. Ausgänge IQQ1..40 je 1 x aus unterschiedlichen Gruppen (jeweils Gruppen von 6/4 zusammenhängende IQQ-Ports, z.B. IQQ1..6,IQQ7..10) oder Ansteuerung zeitversetzt auf Steuerungsebene	Kurzschluss an externer Ansteuerung
Zweikanalig Q1 und Q2 oder Zweikanalig mit dynamischen Ausgangstest Q1_PP und, Q2_PN, Q3_PP und Q4_PN 2 x	Zweikanalig Schütz, Ventil, Bremse etc. mit direkter Rückführung zur Diagnose in beiden Kanälen oder Aktuator mit Sicherheitsfunktion Kat. 4 (z.B. STO)	Kat. 4	99 %	Überwachung in beiden externen Abschaltkreisen	Hoch	e	Schütz und nachgeordnete Aktuatoren geeignet ausgelegt für Sicherheitsanwendung Überwachung elektromechanischer Komponenten durch zwangsgeführte Schalter, Stellungenüberwachung von Schaltventilen etc. Für Applikationen mit häufiger Anforderung der Sicherheitsabschaltung sollten in kurzen Zeitintervallen z.B. bei Schichtbeginn 1 x pro Woche getestet werden. Ein Test sollte jedoch mindestens zyklisch 1 x pro Jahr erfolgen.	Kurzschluss an externer Ansteuerung in beiden Kanälen

## 5.4 Sicherheitstechnische Kenndaten und Beschaltung der Leseköpfe safePXV/PUS mit PUS-F161-\*\*-PXV Auswertereinheit

### 5.4.1 Allgemeiner sicherheitstechnischer Aufbau

Die PUS-Auswertereinheit verfügt über Schnittstellen zum Anschluss eines safePXV/PUS-Lesekopfs.

Durch die Verwendung des Lesekopfs ist das maximal zu erreichende Sicherheitsniveau, wie in den technischen Kenndaten aufgeführt, gegeben. Für das entsprechende Teilsystem ergibt sich folgende Systembetrachtung:



1 Grauer Kanal

Lesekopf mit zweikanaligem Teilsystem. Diagnose durch getrennte Signalverarbeitung in zwei Kanäle und Quervergleich in der PES sowie weiteren spezifischen Diagnosen.



#### Hinweis!

Um eine sicherheitstechnische Bewertung der Gesamtanordnung zu treffen, können die Kenngrößen aus der Tabelle "Technische Daten" (siehe Kapitel 3.3) verwendet werden, da diese bereits die Kombination der Auswertereinheit mit dem Lesekopf darstellen.



#### Vorsicht!

Maßnahmen zur Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)

Es ist auf eine EMV-gemäße Installation zu achten. Besondere Beachtung sollte die Kabelführung und die Verarbeitung der Schirmung finden.

Weiterhin wird vorausgesetzt, dass die elektromagnetische Verträglichkeit des Gesamtsystems durch einschlägig bekannte Maßnahmen sichergestellt wird.

### 5.4.2 Allgemeine Diagnosemaßnahmen

Zur Fehlererkennung im Lesekopf ist in der PUS-Auswertereinheit eine Reihe von Diagnosemaßnahmen implementiert. Die Aktivierung der Diagnosemaßnahmen erfolgt automatisch mit Auswahl des Lesekopftyps.

### 5.4.3 Lesekopftyp und Diagnosekenndaten

Lesekopf	Sichere Richtung	Sichere Geschwindigkeit	Sichere Position	Eigenschaften
safePXV/PUS	x	x	x	SIL3 (EN 61508), PL e Kat. 4 (EN ISO 13849) PFHD: $13,39 * 10^{-9}$ MTTFD: 37,6 a DC: 97,0 % Diese Kenndaten beziehen sich auf eine Verwendung des safePXV/PUS-Lesekopfs zusammen mit den implementierten Diagnosemaßnahmen der PUS-Auswerteeinheit.



#### Hinweis!

##### Sicherheitshinweise

- Für eine sicherheitstechnische Beurteilung der Teilsysteme (safePXV/PUS-Lesekopf) und PES (PUS-Auswerteeinheit) können obige Kenndaten verwendet werden.
- Die in der Tabelle angeführten Werte sind konservativ anzusetzen und die Einhaltung der Randbedingungen zu gewährleisten.
- Durch Bewegung der Achse können Fehler aufgedeckt werden, welche im Stillstand nicht erkannt werden.
- Fehlerausschlüsse sind nach den einschlägigen Normen zulässig. Die dabei angeführten Randbedingungen sind dauerhaft zu gewährleisten.

### 5.4.4 Diagnosemaßnahmen für Lesekopfschnittstelle

safePXV/PUS-spezifische Diagnosemaßnahmen sowie allgemeine Lesekopfdiagnosen:

- Validierung der Prüfsumme (CRC32), mit der die sichere Position abgesichert ist
- Zwangsdynamisierung durch Farbumschaltung des Lesekopfs sowie Prüfen der Erwartungshaltung
- Zwangsdynamisierung durch Positionsoffset des zweikanaligen Codebandes sowie Prüfen der Erwartungshaltung
- Zeitliche Erwartungshaltung durch oben genannte Farbumschaltung anhand eines fest definierten Farbmusters
- Logische Erwartungshaltung durch oben gennante Farbumschaltung anhand eines fest definierten Farbmusters
- Ausschluss einer Fehladressierung des Lesekopfs durch Verwendung nur eines Lesekopfs
- Überwachung auf Maximalgrenzen der Applikation
- Plausibilitätstest Positionsdaten MPUA/MPUB
- Plausibilitätstest Geschwindigkeitsdaten MPUA/MPUB

### 5.4.5 Fehlermodell nach DIN EN 61800-5-2 und IEC 61784

In der Norm DIN EN 61800-5-2 ist in der Tabelle D.8 allgemein ein Fehlermodell für Bewegungs- und Lagerückführungssensoren festgelegt. In der Norm IEC 61784 sind zusätzlich Fehlermodelle für die Kommunikationsschnittstellen gelistet. Die in der nachstehenden Tabelle aufgelisteten Diagnosen und Maßnahmen greifen auf dieses Fehlermodell zu und geben einen Überblick über die möglichen Aufdeckungsmöglichkeiten in der Auswerteeinheit.

Einheit Block	Ausfallart Fehlerannahme	Fehlerauswirkung/ Einfluss	Fehlervermeidung	Wird durch Diagnose aufgedeckt	Fehlererkennung Diagnosemöglichkeit
<b>Lagerückführungssensoren</b>					
+Ub	Unterspannung	Keine Versorgung, keine Funktion	-	ja	Zeitliche Erwartungshaltung, Datensicherung, Logische Erwartungshaltung
	Überspannung	Ausfall, Beschädigung des DSP/RS-485, keine Datenübertragung	-	ja	Zeitliche Erwartungshaltung, Datensicherung, Logische Erwartungshaltung
	Drift	Ausfall DSP oder RS-485, dadurch keine Positionsübertragung	-	ja	Zeitliche Erwartungshaltung, Datensicherung, Logische Erwartungshaltung
RS-485	Stuck-at +Ub	Fehlerhafte Datenübertragung	-	ja	Datensicherung, logische Erwartungshaltung
	Stuck-at GND	Fehlerhafte Datenübertragung	-	ja	Datensicherung, logische Erwartungshaltung
	Unterbrechung	Fehlerhafte Datenübertragung	-	ja	Datensicherung, logische Erwartungshaltung
	Kurzschluss	Fehlerhafte Datenübertragung	-	ja	Datensicherung, logische Erwartungshaltung
	Drift	Fehlerhafte Datenübertragung	-	ja	Datensicherung, logische Erwartungshaltung
I1	Stuck-at +Ub	Dauerbeleuchtung blau	-	ja	Logische Erwartungshaltung der Farbumschaltung
	Stuck-at GND	Ausfall Beleuchtung blau	-	ja	Logische Erwartungshaltung der Farbumschaltung
	Unterbrechung	Ausfall Beleuchtung blau	-	ja	Logische Erwartungshaltung der Farbumschaltung
	Kurzschluss	Falsche Beleuchtung blau	-	ja	Logische Erwartungshaltung der Farbumschaltung
	Drift	Falsche Beleuchtung blau	-	ja	Logische Erwartungshaltung der Farbumschaltung
I12	Stuck-at +Ub	Dauerbeleuchtung rot	-	ja	Logische Erwartungshaltung der Farbumschaltung
	Stuck-at GND	Ausfall Beleuchtung rot	-	ja	Logische Erwartungshaltung der Farbumschaltung
	Unterbrechung	Ausfall Beleuchtung rot	-	ja	Logische Erwartungshaltung der Farbumschaltung
	Kurzschluss	Falsche Beleuchtung rot	-	ja	Logische Erwartungshaltung der Farbumschaltung
	Drift	Falsche Beleuchtung rot	-	ja	Logische Erwartungshaltung der Farbumschaltung

Einheit Block	Ausfallart Fehlerannahme	Fehlerauswirkung/ Einfluss	Fehlervermeidung	Wird durch Diagnose aufgedeckt	Fehlererkennung Diagnosemöglichkeit
SYNC	Stuck-at +Ub	Dauerhaft aktiv, keine Abtastung des Lesekopfs	-	ja	Kein Update der SPI Daten, zeitliche Erwartungshaltung
	Stuck-at GND	Keine Abtastung des Lesekopfs und keine Positionsdaten	-	ja	Kein Update der SPI Daten, zeitliche Erwartungshaltung
	Unterbrechung	Keine Abtastung des Lesekopfs und keine Positionsdaten	-	ja	Kein Update der SPI Daten, zeitliche Erwartungshaltung
	Kurzschluss	Falsche Abtastung des Lesekopfs und damit nicht aktuelle Daten	-	ja	Logische Erwartungshaltung
	Drift	Falsche oder keine Abtastung des Lesekopfs und damit nicht aktuelle Daten	-	ja	Logische Erwartungshaltung
SPI KI	Stuck-at +Ub	Ungültige Daten	-	ja	Datensicherung
	Stuck-at GND	Ungültige Daten	-	ja	Datensicherung
	Unterbrechung	Keine Daten	-	ja	Datensicherung
	Kurzschluss	Ungültige Daten	-	ja	Datensicherung
	Drift	Ungültige Daten	-	ja	Datensicherung
Befestigung	Lösen	Falsche Abtastung des DataMatrix-Codebands, keine/falsche Position	-	ja	Überwachung auf Maximalgrenzen, Datensicherung, Logische Erwartungshaltung
	Falsche Montage	Falsche Abtastung des DataMatrix-Codebands, keine/falsche Position	Anweisung für korrekte Montage im Handbuch des Lesekopfs	ja	Überwachung auf Maximalgrenzen, Datensicherung, Logische Erwartungshaltung

Einheit Block	Ausfallart Fehlerannahme	Fehlerauswirkung/ Einfluss	Fehlervermeidung	Wird durch Diagnose aufgedeckt	Fehlererkennung Diagnosemöglichkeit
Maßverkörperung	Lösen	Falsche Abtastung des DataMatrix-Codebands, keine/falsche Position, Positionssprung	Anweisung für korrekte Montage im Handbuch des Lesekopfs	ja	Überwachung auf Maximalgrenzen, Datensicherung, Logische Erwartungshaltung
	Verschmutzung	Falsche Abtastung des DataMatrix-Codebands, keine/falsche Position, Positionssprung	Anweisung für Wartung und Betrieb im Handbuch des Lesekopfs	ja	Überwachung auf Maximalgrenzen, Datensicherung, Logische Erwartungshaltung
	Verdeckung	Falsche Abtastung des DataMatrix-Codebands, keine/falsche Position, Positionssprung	Anweisung für korrekte Montage im Handbuch des Lesekopfs	ja	Überwachung auf Maximalgrenzen, Datensicherung, Logische Erwartungshaltung
	Falsche Bemaßung	Position außerhalb des Messbereichs	Anweisung für korrekten Betrieb im Handbuch des Lesekopfs	ja	Überwachung auf Maximalgrenzen
Kamera	Verschmutzung	Falsche/keine Position	Anweisung für Wartung und Betrieb im Handbuch des Lesekopfs	ja	Datensicherung, Überwachung auf Maximalgrenzen, Erwartungshaltung
	Beschädigung	Falsche/keine Position	-	ja	Datensicherung, Überwachung auf Maximalgrenzen, Erwartungshaltung Datensicherung, Überwachung auf Maximalgrenzen, Erwartungshaltung
	Keine Funktion	Falsche/keine Position; Einfrieren der Position	-	ja	Datensicherung, Überwachung auf Maximalgrenzen, Erwartungshaltung
Blitz	Verschmutzung	Falsche/keine Position	Anweisung für Wartung und Betrieb im Handbuch des Lesekopfs	ja	Datensicherung, Überwachung auf Maximalgrenzen, Erwartungshaltung
	Beschädigung	Falsche/keine Position	-	ja	Datensicherung, Überwachung auf Maximalgrenzen, Erwartungshaltung
	Keine Funktion	Falsche/keine Position	-	ja	Datensicherung, Überwachung auf Maximalgrenzen, Erwartungshaltung

Einheit Block	Ausfallart Fehlerannahme	Fehlerauswirkung/ Einfluss	Fehlervermeidung	Wird durch Diagnose aufgedeckt	Fehlererkennung Diagnosemöglichkeit
DSP	Falsche/keine Funktion	Falsche/keine Position, keine Datenübertragung	-	ja	Datensicherung, Überwachung auf Maximalgrenzen, Logische Erwartungshaltung
	Einfrieren	Kein Positionsupdate	-	ja	Zeitliche Dynamisierung, Dynamisierung Belichtung, Logische Erwartungshaltung
	Falsche Zeitbasis	Veraltete Position	-	ja	Zeitliche Dynamisierung, Dynamisierung Belichtung, Logische Erwartungshaltung
	Datenverfälschung	Falsche Position, ungültige Daten	-	ja	Datensicherung, Überwachung auf Maximalgrenzen, Logische Erwartungshaltung
<b>Lesekopf mit Rechnerschnittstelle</b>					
Datenübertragung	Wiederholung	Veraltete Position	-	ja	Datensicherung, Dynamisierung durch Farbumschaltung und Erwartungshaltung
	Verlust	Keine oder veraltete Position	-	ja	Datensicherung, Dynamisierung durch Farbumschaltung und Erwartungshaltung
	Einfügung	Ungültige Daten, falsche Position	-	ja	Datensicherung, Dynamisierung und Erwartungshaltung Farbumschaltung
	Falsche Abfolge	Ungültige Daten, falsche Position	-	ja	Datensicherung, Erwartungshaltung für, Farbumschaltung
	Falsche Daten	Falsche Position	-	ja	Datensicherung, Dynamisierung und Erwartungshaltung Farbumschaltung
	Verzögerung	Veraltete Position	-	ja	Dynamisierung durch Farbumschaltung und Erwartungshaltung
	Maske- rade/Adressie- rung	Falsche Position	Verwen- dung von nur einem PXV-Lese- kopf	ja	Datensicherung, nur exklusive Datenverbindung
<b>Lesekopf mit synthetisch generierten Ausgangssignalen</b>					
SYNC	Einfrieren	Falsche Abtastung des Lesekopfs und damit nicht aktuelle Daten	-	ja	Logische Erwartungshaltung
	Zeitversatz	Falsche Abtastung des Lesekopfs und damit nicht aktuelle Daten	-	ja	Logische Erwartungshaltung
RS-485	Falscher Pegel	Keine oder falsche Kommunikation	-	ja	Datensicherung, zeitliche Erwartungshaltung
	Einfrieren	Keine Kommunikation	-	ja	Zeitliche Erwartungshaltung, Logische Erwartungshaltung
	Dauersenden	Ungültige Daten	-	ja	Zeitliche Erwartungshaltung, Logische Erwartungshaltung
	Ausfall	Keine Daten	-	ja	Datensicherung, Erwartungs- haltung

2022-11

Einheit Block	Ausfallart Fehlerannahme	Fehlerauswirkung/ Einfluss	Fehlervermeidung	Wird durch Diagnose aufgedeckt	Fehlererkennung Diagnosemöglichkeit
SPI KI	Falscher Pegel	Ungültige Position	-	ja	Datensicherung, Erwartungshaltung
	Einfrieren	Ungültige oder veraltete Position	-	ja	Zeitliche Erwartungshaltung, Logische Erwartungshaltung
	Dauersenden	Ungültige oder veraltete Position	-	ja	Zeitliche Erwartungshaltung, Logische Erwartungshaltung
	Ausfall	Keine Position	-	ja	Datensicherung, Erwartungshaltung
I1/I2	Einfrieren	Falsche Beleuchtung	-	ja	Logische Erwartungshaltung der Farbumschaltung
	Falsches Signal	Falsche Beleuchtung	-	ja	Logische Erwartungshaltung der Farbumschaltung
Kamera + DSP	Einfrieren	Veraltete Position	-	ja	Zeitliche Erwartungshaltung, Logische Erwartungshaltung
	Ausfall	Keine oder veraltete Position	-	ja	Datensicherung, Dynamisierung durch Farbumschaltung und Erwartungshaltung
	Datenfehler/Verfälschung	Falsche Position	-	ja	Zeitliche Erwartungshaltung, Logische Erwartungshaltung
<b>Linearlesekopf</b>					
Data-Matrix-Codeband	Versatz	Unlesbare, ungültige Position	Anweisung für korrekte Montage im Handbuch des Lesekopfs	ja	Datensicherung, Erwartungshaltung Prüfung auf Maximalbereich
	Beschädigung	Keine oder ungültige Position	Anweisung für Wartung und Betrieb im Handbuch des Lesekopfs	ja	Datensicherung, Erwartungshaltung Prüfung auf Maximalbereich

### 5.4.6 Sichere Position

Die Genauigkeit der sicheren Position des safePXV/PUS-Lesekopfs ist durch eine Genauigkeit von 20 mm gegeben. Dies wird durch den Abstand der Codemarker auf dem DataMatrix-Codeband gegeben. Die sichere Position des safePXV/PUS-Lesekopfs besitzt zusätzlich eine Ungenauigkeit, die durch das Sichtfenster des Lesekopfs gegeben ist. Die sichere Position ist somit wie folgt zu betrachten:

$$X = X_{\text{safe}} \pm \Delta X = X_{\text{safe}} \pm 1/2 X_{\text{FOV}}$$

Das Lesefenster ist abhängig von dem Abstand des Lesekopfs zu dem DataMatrix-Codeband und kann dem entsprechenden Handbuch entnommen werden.

Leserabstand Lesekopf zum DataMatrix-Codeband [mm]	Lesefenstermaße [mm]
76	40
100	53
140	77

### 5.4.7 Sichere Geschwindigkeit

Die sichere Geschwindigkeit wird nicht von dem Lesekopf selbst geliefert, sondern innerhalb der PUS-Auswerteeinheit anhand der sicheren Position bestimmt. Hierzu stehen verschiedene Filter zur Auswahl, die die Geschwindigkeitsermittlung anhand der sicheren Position mit einer generellen Auflösung von 20 mm verbessern können. Zur Verfügung stehen drei Filter:

- Mittelwertfilter mit einstellbarem Filterfenster
- Modifizierter Mittelwertfilter mit einstellbarem Filterfenster; hierbei bezieht sich die Modifikation auf die sichere Position vor Verwendung des Filters, wodurch das Messrauschen reduziert werden kann
- Alpha-Beta-Filter mit den Parametern alpha und beta.

Generelle Anwendungshinweise der Filter können aus folgender Tabelle entnommen werden.

Filter	Beschreibung
Mittelwertfilter, modifizierter Mittelwertfilter	<p>Der Mittelwertfilter lässt sich einfach konfigurieren, da er nur einen Filterparameter besitzt, das Filterfenster. Die mittlere Reaktionszeit entspricht dem Filterfenster.</p> <p><b>Benutzungsempfehlungen für die Mittelwertfilter:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der modifizierte Mittelwertfilter reduziert das Messrauschen.</li> <li>• Der Mittelwertfilter eignet sich bei Applikationen, bei denen eine minimale Reaktionszeit nicht notwendig ist.</li> <li>• Für eine schnellere Reaktionszeit ist ein kleineres Filterfenster zu wählen. Dies hat den Nachteil eines höheren Messrauschens.</li> <li>• Für ein geringeres Messrauschen ist ein größeres Filterfenster zu wählen.</li> </ul>
Alpha-Beta-Filter	<p>Für den Alpha-Beta-Filter steht die folgenden Auswahl von Parameterpaaren zur Verfügung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\alpha = 0,200</math>; <math>\beta = 0,060</math> (schnell mit hohen Messrauschen)</li> <li>• <math>\alpha = 0,248</math>; <math>\beta = 0,032</math> (Kompromiss zwischen schnell/kurze Reaktionszeit und langsam/hohe Reaktionszeit)</li> <li>• <math>\alpha = 0,378</math>; <math>\beta = 0,022</math> (langsam mit kleinem Messrauschen)</li> </ul> <p><b>Benutzungsempfehlungen für den Alpha-Beta-Filter:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Alpha-Beta-Filter sollte verwendet werden, wenn eine schnelle Reaktionszeit auf Geschwindigkeitsänderungen gewünscht ist. Die genannten Parameterkombinationen sind schneller als die des Mittelwertfilters.</li> <li>• Ist eine schnelle Reaktionszeit gewünscht, so kann die erste obige Parameterkombination verwendet werden. Diese hat jedoch den Nachteil eines höheren Messrauschens.</li> <li>• Ist ein niedriges Messrauschen nötig, um einen kleineren Geschwindigkeitsgrenzwert einzustellen, so ist die dritte Parameterkombination zu benutzen. Diese hat eine langsamere Reaktionszeit zufolge.</li> </ul>

Eine Übersicht der gefilterten Geschwindigkeiten ist aus unten stehender Abbildung zu entnehmen.

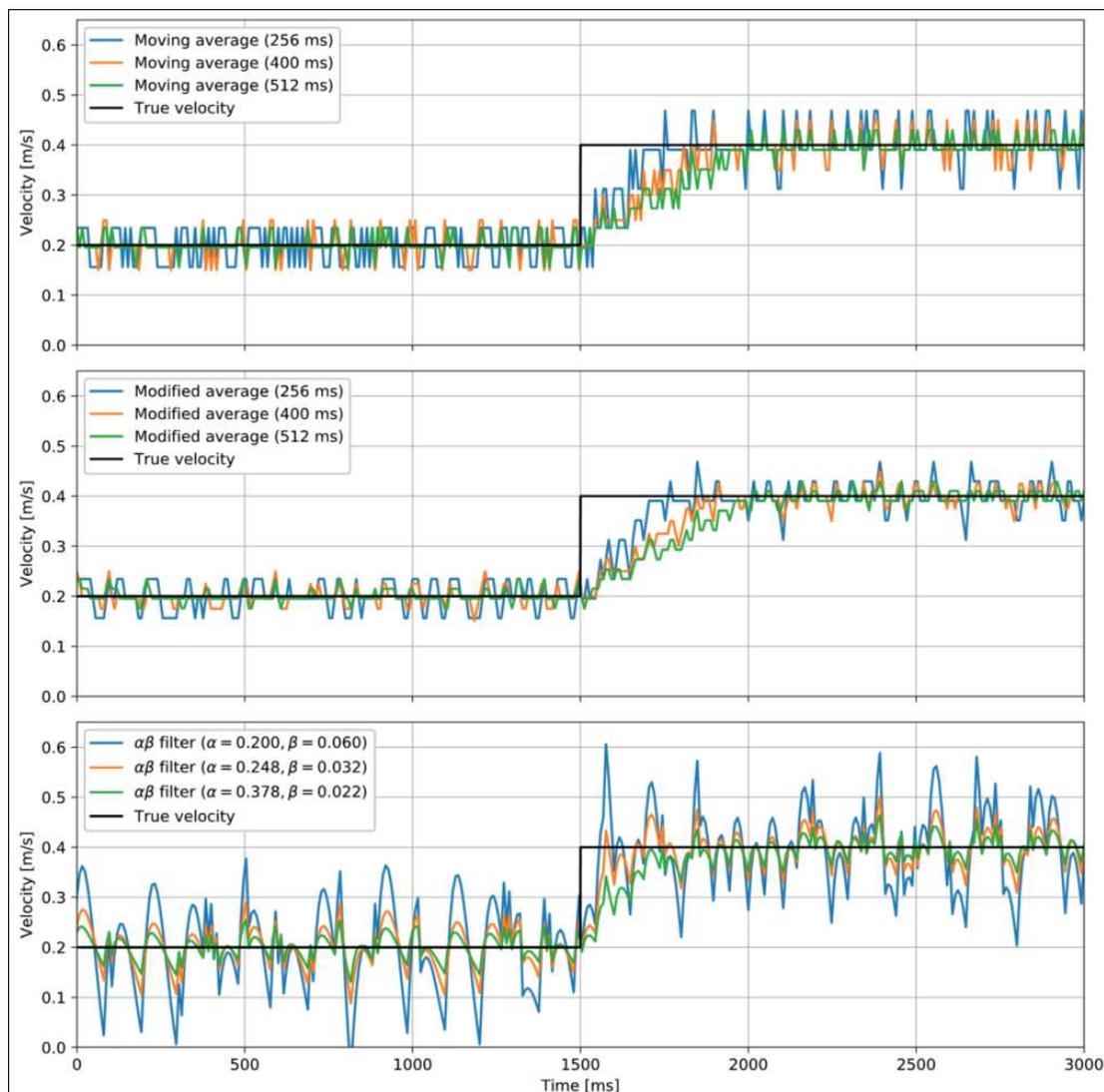


Abbildung 5.27 Überblick der Geschwindigkeitsfilter

**Obere Darstellung** Mittelwertfilter mit Filterfenstern von 32, 50 und 64 Zyklen

**Mittlere Darstellung** Modifizierter Mittelwertfilter mit Filterfenstern von 32, 50 und 64 Zyklen

**Untere Darstellung** Alpha-Beta-Filter mit den drei gegebenen Parameterkombinationen



**Hinweis!**

- Eine korrekte Konfiguration der Filter ist dem Programmierhandbuch zu entnehmen.
- Bei der Überwachung eines Geschwindigkeitsgrenzwertes ist die Benutzung des "Over-speed Distance Monitorings" (Option in Sicherheitsfunktion SLS) in Kombination mit dem Mittelwertfilter empfohlen.
- Die sicherheitsrelevanten Kenndaten bzgl. der Geschwindigkeit, Reaktionszeit sowie Fehlerdistanz, sind dem entsprechendem Kapitel zu entnehmen. Diese Kenndaten müssen beachtet werden.
- Bei Benutzung der Sicherheitsfunktion SOS ist die Überwachung mittels Relativposition empfohlen.

### 5.4.8 Sicherheitstechnische Bewertung des Lesekopfs

Durch die implementierten Überwachungsfunktionen innerhalb der Auswerteeinheit im Zusammenspiel mit dem safePXV/PUS-Lesekopf, können die sicherheitstechnischen Kenndaten direkt verwendet werden. Eine Verwendung der Auswerteeinheit ist für PL e nach EN ISO 13849-1 geeignet. Bei Verwendung weiterer Geräte ist eine weitere Bewertung der Gesamtanordnung durchzuführen. Dazu müssen die entsprechenden Angaben der Hersteller verwendet werden.



#### Vorsicht!

Sicherheitshinweise

EMV-Maßnahmen wie Schirmung etc. sind zu beachten.

Oben genanntest PL ist nur bei Verwendung einer PUS-Auswerteeinheit mit dem sicheren safePXV/PUS-Lesekopf gültig.

Durch die PUS-Auswerteeinheit werden Fehler des sicheren safePXV/PUS-Lesekopfs erkannt. Entsprechende Diagnosen und welche Fehler dadurch aufgedeckt werden können, sind den Kapiteln zuvor zu entnehmen.



#### Vorsicht!

Sicherheitshinweise

Die Diagnosemaßnahmen weisen naturgemäß Toleranzen infolge von Messungenauigkeiten auf. Diese Toleranzen sind bei der sicherheitstechnischen Bewertung jeweils zu berücksichtigen.

Die Grenzwerte für die jeweiligen Diagnosemaßnahmen sind z.T. parametrierbar bzw. fest vorgegeben. Die sich hieraus ergebenden Diagnosedeckungsgrade sind applikationsbezogen zu bewerten und in die sicherheitstechnische Gesamtbewertung einzubeziehen.



#### Vorsicht!

Sicherheitshinweise

Die Lesekopfanschlüsse dürfen während des Betriebes nicht aufgesteckt oder abgezogen werden. Es können elektrische Bauteile am Lesekopfanschluss zerstört werden.

Schalten Sie angeschlossene Leseköpfe und die PUS-Auswerteeinheit vor dem Aufstecken oder Abziehen der Lesekopfanschlüsse spannungsfrei.

### 5.4.9 Lesekopfkonfiguration

Die wichtigsten Eingangsgrößen für die Überwachungsfunktionen der Baugruppe sind sichere Position und Geschwindigkeit. Diese werden zweikanalig aus den angeschlossenen safePXV/PUS-Leseköpfen generiert. Die Verwendung der PUS-Auswerteeinheit mit einem safePXV/PUS-Lesekopf ist für PL e nach EN ISO 13849-1 geeignet.

Die sichere Konfiguration der PUS-Auswerteeinheit erfolgt über die Software safeControl Expert und anschließender Verifizierung der Konfiguration auf Plausibilität. Nähere Informationen zur Konfigurierung entnehmen Sie bitte der Dokumentation des Konfigurationstools.



#### Hinweis!

Bei DataMatrix-Codelesern als Positionsleseköpfe, z.B. bei dem hier betrachteten safePXV/PUS-Lesekopf, muss als Messlänge mindestens der Maximalwert des verwendeten DataMatrix-Codebands eingegeben werden. Bei zu geringer Eingabe kann es zu einer Verfälschung der Position bzw. zu einem fehlerhaften Positionssprung kommen. Mindestens der Teil der Messstrecke mit dem höchsten Positionswert auf dem DataMatrix-Codeband ist auf korrekte Position zu prüfen.

## 6 Anschluss und Installation

### 6.1 Integration der PUS-Auswerteeinheit

Die PUS-Auswerteeinheit ist vorgesehen für die Montage im Feld.

Weiter ist über den Einbauort sowie den Eigenschaften der umgebenden elektronischen Baugruppen die Einhaltung sowohl der spezifizierten Umwelt- als auch EMV-Eigenschaften in Bezug auf die Auswerteeinheit sowie auch auf die Umgebung sicherzustellen. Die Gesamtanordnung ist sowohl hinsichtlich der Einflüsse auf die Eigenschaften der Auswerteeinheit als auch auf die Umgebung zu prüfen.

Beachten Sie folgende Hinweise bevor Sie mit dem Ein- oder Ausbau der Auswerteeinheit beginnen:



#### Vorsicht!

Elektrostatische Entladung

Zerstören von elektrischen Bauteilen.

Beachten Sie die ESD-Hinweise im Kapitel "Sicherheitshinweise" (siehe Kapitel 2.7).



#### Warnung!

Kondensation von Luftfeuchtigkeit im Gerät

Zerstören von elektrischen Bauteilen.

Ein Gerät nicht über längeren Zeitraum einer hohen Luftfeuchtigkeit aussetzen. Wenn ein kaltes Gerät (z.B. nach einem längeren Transport in kalter Umgebung) in eine wesentlich wärmere Umgebung gebracht wird, kann Kondensfeuchtigkeit im Gerät auftreten. Es ist solange mit dem Anschluss eines Geräts an die Versorgung zu warten, bis die Temperatur des Geräts der Raumtemperatur entspricht, und die Feuchtigkeit wieder verdunstet ist.

### 6.2 Allgemeine Installationshinweise

Bei der Installation unbedingt die Sicherheitshinweise beachten!

#### Schutzart IP20

Führen Sie alle Signalleitungen für die Anschaltung der digitalen Eingänge und Kontaktüberwachungen getrennt.

Trennen Sie in jedem Fall 230 V AC (120 V AC cULus) Spannungen von Niederspannungsleitungen, falls diese Spannungen im Zusammenhang mit der Applikation verwendet werden.

Die Kabellängen für die Digitalen Eingänge und Ausgänge und sämtlicher Leseköpfe dürfen im Regelfall **30 m** nicht überschreiten.

Falls die Kabellängen einen Wert von **30 m** überschreiten, sind geeignete Maßnahmen zum Fehlerausschluss von unzulässiger Überspannung zu treffen. Geeignete Maßnahmen sind beispielsweise Blitzschutz für Außenleitungen, Überspannungsschutz der Anlage im Innenbereich, geschützte Kabelverlegung.

#### Nur cULus

Die Leitungslänge von 30 m darf nicht überschritten werden.

## Maßnahmen zur Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)

Die PUS-Auswerteeinheit ist für den Einsatz im Antriebsumfeld vorgesehen und erfüllt die oben genannten EMV-Anforderungen. Weiterhin wird vorausgesetzt, dass die elektromagnetische Verträglichkeit des Gesamtsystems durch einschlägig bekannte Maßnahmen sichergestellt wird.



### Warnung!

#### Sicherheitshinweis

- Es ist sicherzustellen, dass die Spannungsversorgungsleitungen der PUS-Auswerteeinheit und "schaltenden Leitungen" des Stromrichters getrennt voneinander verlegt werden.
- Signalleitungen und Leistungsleitungen der Stromrichter sind in getrennten Kabelkanälen zu führen. Der Abstand der Kabelkanäle sollte mindestens 10 mm betragen.
- Zum Anschluss der Leseköpfe sind ausschließlich geschirmte Leitungen zu verwenden. Das Kabel zur Übertragung der Signale muss für RS-485-Standard geeignet sein (paarweise verdrehte Leitungen).
- Die Schirmung auf der Lesekopfseite muss nach einschlägig bekannten Methoden ausgeführt sein.
- Es ist auf eine EMV-gemäße Installation der Stromrichtertechnik im Umfeld der PUS-Auswerteeinheit zu achten. Besondere Beachtung sollte die Kabelführung und die Verarbeitung der Schirmung für die Motorleitung und den Anschluss des Bremswiderstandes finden. Hier müssen die Installationsrichtlinien des Stromrichtergeräteherstellers unbedingt Beachtung finden.
- Alle Schütze im Umfeld des Umrichters müssen mit entsprechender Schutzbeschaltung ausgerüstet sein.
- Alle Schütze oder vergleichbare Schaltverstärker müssen mit entsprechender Schutzbeschaltung (z.B. Freilaufdioden) ausgerüstet sein.
- Es sind geeignete Maßnahmen zum Schutz gegen Überspannung zu treffen.
- Verwendete Symbole gemäß UL 61010-1
  - Die Temperatur an den Anschlussklemmen kann über 60 °C betragen. Ab dieser Temperatur müssen geeignete Kabeltypen verwendet werden.

## 6.3 EMV-Schutzmaßnahmen

Über den Einbauort, geeigneten Schutzmaßnahmen sowie den Eigenschaften der umgebenden elektronischen Baugruppen ist die Einhaltung sowohl der spezifizierten Umwelt- als auch EMV-Eigenschaften in Bezug auf die Baugruppe sowie auch auf die Umgebung sicherzustellen.

Insbesondere sind folgende Anmerkungen und Vorgaben zu beachten: Die Auswerteeinheit ist für den industriellen Einsatz vorgesehen, dabei werden die EMV-Prüfvorschriften EN 61800-3 und EN 61326-3-1 zugrunde gelegt. Voraussetzung ist, dass die elektromagnetische Verträglichkeit des Gesamtsystems durch einschlägig bekannte Maßnahmen sichergestellt wird. Folgende Maßnahmen stellen den bestimmungsgemäßen Betrieb sicher:

- Verlegen Sie die Spannungsversorgungsleitungen der Auswerteeinheit und "schaltende Leitungen" des nicht-sicheren bzw. des Leistungsteils der Gesamtanordnung getrennt voneinander.
- Führen Sie Signalleitungen und Leistungskabel von Umrichtern in getrennten Kabelkanälen. Der Abstand der Kabelkanäle muss mindestens 10 mm betragen.
- Im Umfeld der Baugruppe dürfen nur geschirmte Motorzuleitungen verwendet werden. Achten Sie auf eine EMV-gerechte Installation von Umrichtern im Umfeld der Auswerteeinheit.
- Beachten Sie besonders die Kabelführung und die Verarbeitung der Schirmung für die Motorzuleitung und den Anschluss des Bremswiderstandes.
- Legen Sie den Schirm des Motor-, Lesekopf- und Signalkabels auf beiden Seiten (Motor und Umrichter) auf. Die Steuerleitungen zwischen Umrichter und Auswerteeinheit müssen geschirmt sein. Der Schirm muss am Umrichter aufgelegt werden.
- Alle Schütze im Umfeld der Auswerteeinheit müssen mit entsprechenden Entstörgliedern ausgerüstet sein.
- 24 V Spannungsversorgung ungeschirmt



### Hinweis!

Die Funktion der Auswerteeinheit unter Berücksichtigung der EMV-Einflüsse der umgebenden Bauteile der Gesamtanordnung ist mittels geeigneter Tests im Rahmen der Zertifizierung der Gesamtanordnung nachzuweisen.

## 6.4 Einbau und Montage



### Hinweis!

#### Einbauort

Der Einbau der Auswerteeinheit erfolgt ausschließlich in Schaltschränken, die mindestens der Schutzart IP54 genügen.

Die Baugruppen müssen senkrecht auf einer Hutschiene befestigt werden.

Bei Benutzung in nicht geschlossenen Räumen muss sichergestellt sein, dass die Umweltbedingungen der einzelnen Baugruppen (siehe technischen Daten) eingehalten werden.



### Hinweis!

#### Luftzirkulation

Bei den Lüftungsschlitzen muss ein Freiraum nach oben und unten von 30 mm eingehalten werden. Eine Aneinanderreihung von Erweiterungsbaugruppen ist erlaubt. Bei benachbarten Geräten, die eine Abwärme erzeugen können, muss ein Abstand von 20 mm eingehalten werden.



### Hinweis!

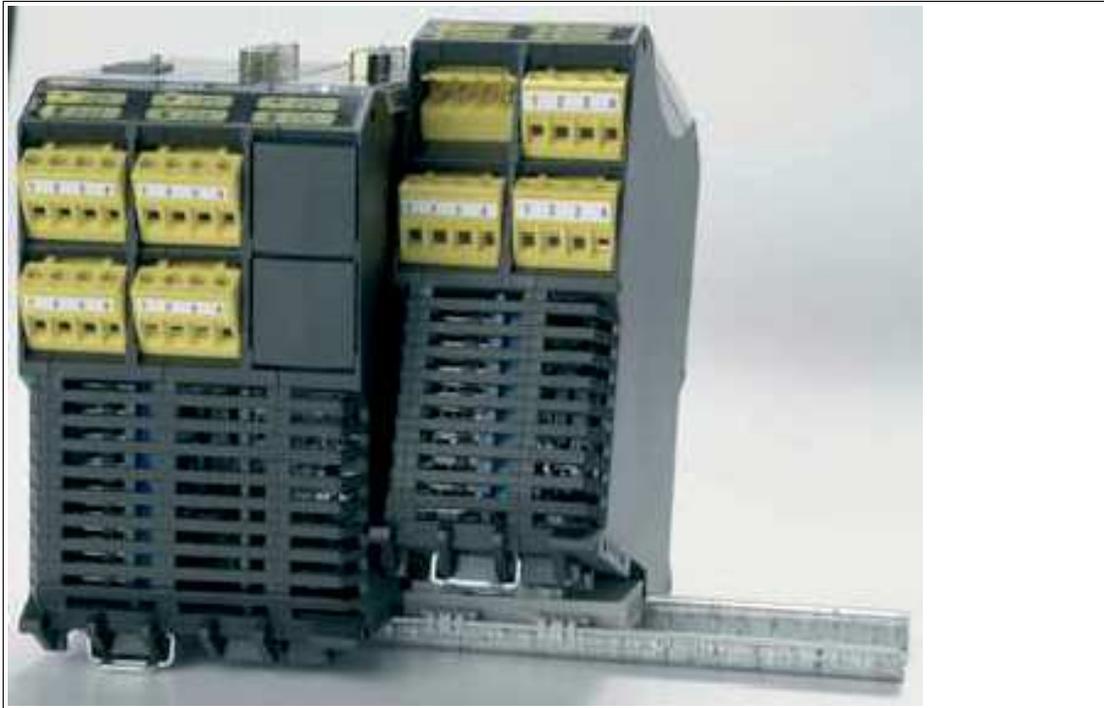
#### Für cULus

Der Einbau ist nur im Innenbereich gestattet (indoor use only).

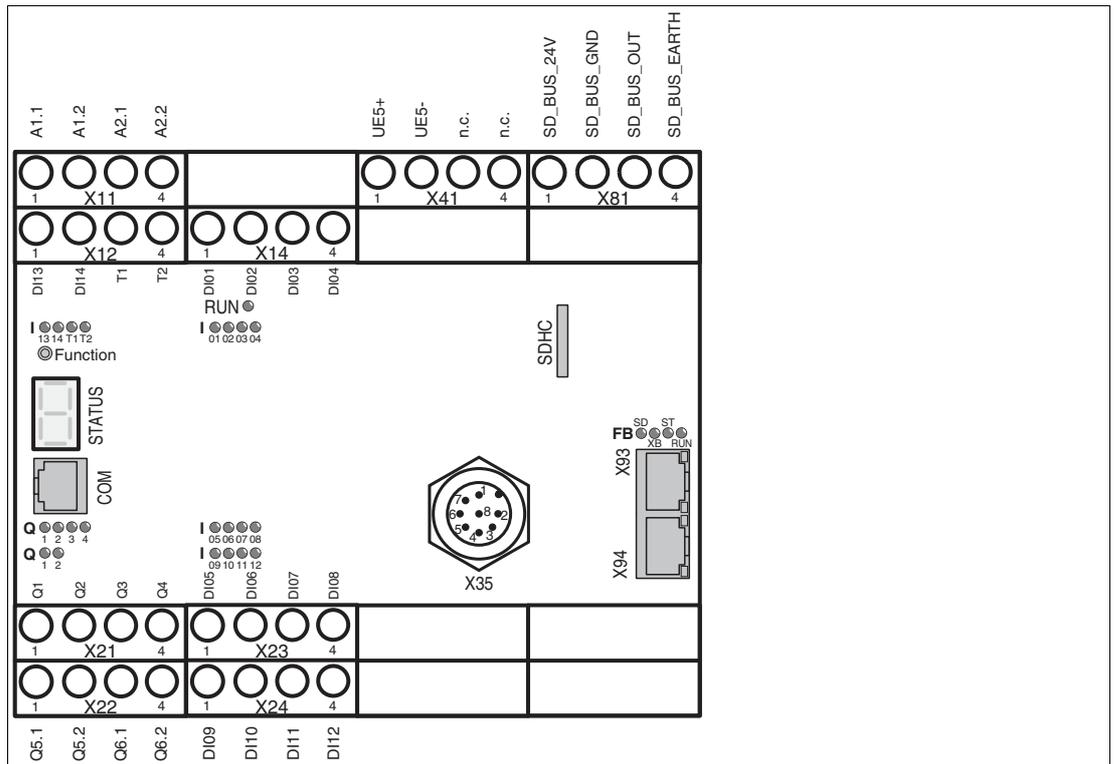
## 6.5 Montage der PUS-Auswerteeinheit auf der Hutschiene

Die Montage der PUS-Auswerteeinheit erfolgt auf Hutschiene mittels Schnapp-Klinke.

Die PUS-Auswerteeinheiten werden schräg von oben in die Schiene eingeführt und nach unten eingeschnappt. Die Demontage erfolgt mittels eines Schraubendrehers, welcher in den Schlitz der nach unten herausgeführten Klinke eingeführt, und anschließend nach oben bewegt wird.



## 6.6 Klemmenbelegung PUS-F161-B\*-PXV



### Schnittstelle für Spannungsversorgung und I/O

Klemmenbelegung		
Klemme	Pin	Beschreibung
X11	1 - A1.1	Spannungsversorgung Gerät +24 V DC
	2 - A1.2	Spannungsversorgung Gerät +24 V DC Ausgänge
	3 - A2.1	Spannungsversorgung Gerät 0 V DC
	4 - A2.2	
X12	1 - I13	Sichere digitale Eingänge
	2 - I14	
	3 - T1	Taktausgänge
	4 - T2	
X13	1 - NC	Keine Funktion
	2 - NC	
	3 - NC	
	4 - NC	
X14	1 - I01	Sichere digitale Eingänge
	2 - I02	
	3 - I03	
	4 - I04	

Klemmenbelegung		
Klemme	Pin	Beschreibung
X21	1 - Q1	Ausgang pn-schaltender Q1_PP / pp- Schaltender Q1
	2 - Q2	Ausgang pn-schaltender Q2_PN/ pp- Schaltender Q2
	3 - Q3	Ausgang pn-schaltender Q3_PP/ pp- Schaltender Q3
	4 - Q4	Ausgang pn-schaltender Q4_PN / pp-Schaltender Q4
X22	1 - Q5.1	Sicherer Relaisausgang
	2 - Q5.2	
	3 - Q6.1	Sicherer Relaisausgang
	4 - Q6.2	
X23	1 - I05	Sichere digitale Eingänge
	2 - I06	
	3 - I07	
	4 - I08	
X24	1 - I09	Sichere digitale Eingänge
	2 - I10	
	3 - I11	
	4 - I12	
X41	1 - UE5+	Spannungsversorgung Lesekopf +24 V DC, X35
	2 - UE5-	Spannungsversorgung Lesekopf 0 V DC, X35
	3 - NC	Keine Funktion
	4 - NC	
X81	1 – SD_- BUS_24V	Spannungsversorgung SD-BUS +24 V DC
	2 – SD_- BUS_GND	Spannungsversorgung SD-BUS 0 V DC
	3 – SD_- BUS_OUT	SD-BUS Ausgang
	4 – FUNC_E- ARTH	Funktional Earth

**Diagnose- und Konfigurationsschnittstelle**

RJ10-Buchse, 4-polig		
Schnittstelle	Pin	Bezeichnung
COM	1	GND
	2	RS-485-
	3	RS-485+
	4	VCCH

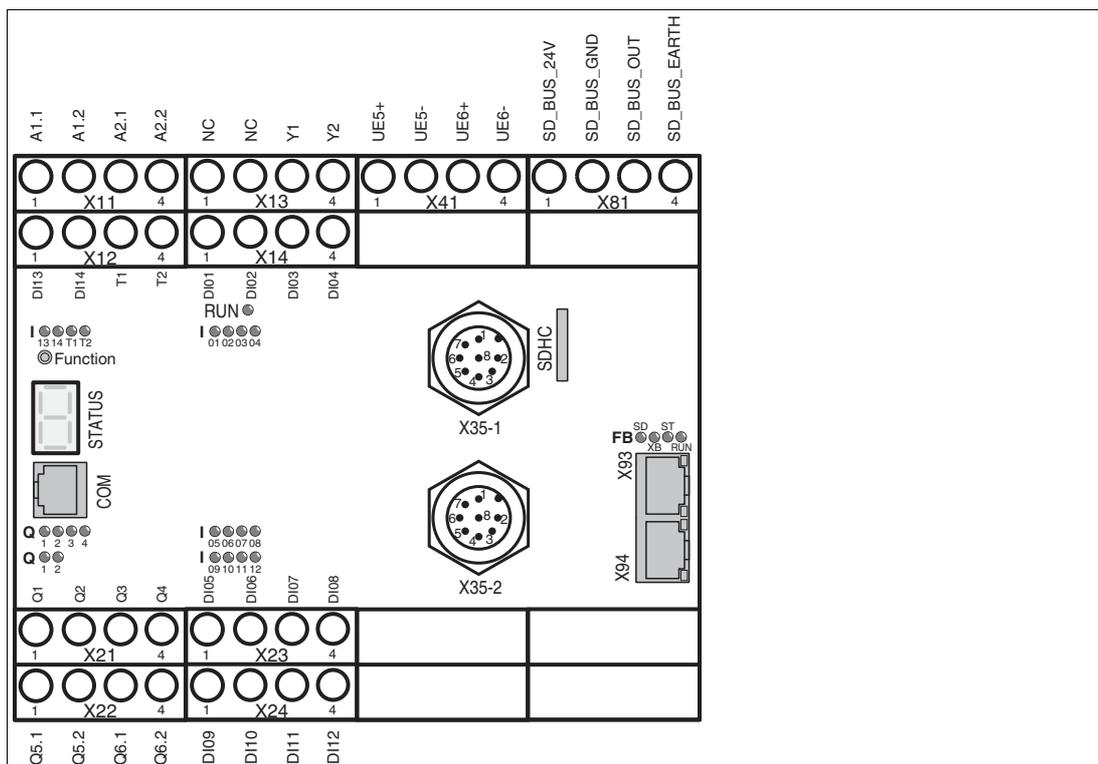
**Feldbusschnittstelle**

RJ45-Buchse Feldbusschnittstelle				
Schnittstelle	Pin	Bezeichnung	Beschreibung	Farbe
X93 / X94	1	TX+	Transmit Data +	Weiß-orange
	2	TX-	Transmit Data -	Orange
	3	RX+	Receive Data +	Weiß-grün
	4	nc	Nicht genutzt	Blau
	5	nc	Nicht genutzt	Weiß-blau
	6	RX-	Receive Data -	Grün
	7	nc	Nicht genutzt	Weiß-braun
	8	nc	Nicht genutzt	Braun

**Lesekopfschnittstelle**

RS-485-Schnittstelle für Lesekopf		
Schnittstelle	Pin	Bezeichnung
X35 M12-Buchse, 8-polig	1	I/O2 (Enable Blue)
	2	UB+
	3	Data + / TX / 485+
	4	Data - / RX / 485-
	5	O1 (Sync. Out)
	6	I1 (Enable Red)
	7	GND
	8	I/O3

## 6.7 Klemmenbelegung PUS-F161-B\*-WCS



### Schnittstelle für Spannungsversorgung und I/O

Klemmenbelegung		
Klemme	Pin	Beschreibung
X11	1 - A1.1	Spannungsversorgung Gerät +24 V DC
	2 - A1.2	Spannungsversorgung Gerät +24 V DC Ausgänge
	3 - A2.1	Spannungsversorgung Gerät 0 V DC
	4 - A2.2	
X12	1 - I13	Sichere digitale Eingänge
	2 - I14	
	3 - T1	Taktausgänge
	4 - T2	
X13	1 - NC	Keine Funktion
	2 - NC	
	3 - Y1	Hilfsausgänge
	4 - Y2	
X14	1 - I01	Sichere digitale Eingänge
	2 - I02	
	3 - I03	
	4 - I04	

Klemmenbelegung		
Klemme	Pin	Beschreibung
X21	1 - Q1	Ausgang pn-schaltender Q1_PP / pp-Schaltender Q1
	2 - Q2	Ausgang pn-schaltender Q2_PN/ pp-Schaltender Q2
	3 - Q3	Ausgang pn-schaltender Q3_PP/ pp-Schaltender Q3
	4 - Q4	Ausgang pn-schaltender Q4_PN / pp-Schaltender Q4
X22	1 - Q5.1	Sicherer Relaisausgang
	2 - Q5.2	
	3 - Q6.1	Sicherer Relaisausgang
	4 - Q6.2	
X23	1 - I05	Sichere digitale Eingänge
	2 - I06	
	3 - I07	
	4 - I08	
X24	1 - I09	Sichere digitale Eingänge
	2 - I10	
	3 - I11	
	4 - I12	
X41	1 - UE5+	Spannungsversorgung Lesekopf +24 VDC, X35-1
	2 - UE5-	Spannungsversorgung Lesekopf 0 VDC, X35-1
	3 - UE6+	Spannungsversorgung Lesekopf +24 VDC, X35-2
	4 - UE6-	Spannungsversorgung Lesekopf 0 VDC, X35-2
X81	1 – SD_- BUS_24V	Spannungsversorgung SD-BUS +24 VDC
	2 – SD_- BUS_GND	Spannungsversorgung SD-BUS 0 VDC
	3 – SD_- BUS_OUT	SD-BUS Ausgang
	4 – FUNC_E- ARTH	Funktional Earth

**Diagnose- und Konfigurationsschnittstelle**

RJ10-Buchse, 4-polig		
Schnittstelle	Pin	Bezeichnung
COM	1	GND
	2	RS-485-
	3	RS-485+
	4	VCCH

### Feldbusschnittstelle

RJ45-Buchse Feldbusschnittstelle				
Schnittstelle	Pin	Bezeichnung	Beschreibung	Farbe
X93 / X94	1	TX+	Transmit Data +	Weiß-orange
	2	TX-	Transmit Data -	Orange
	3	RX+	Receive Data +	Weiß-grün
	4	nc	Nicht genutzt	Blau
	5	nc	Nicht genutzt	Weiß-blau
	6	RX-	Receive Data -	Grün
	7	nc	Nicht genutzt	Weiß-braun
	8	nc	Nicht genutzt	Braun

### Lesekopfschnittstelle

RS-485-Schnittstelle für Lesekopf		
Schnittstelle	Pin	Bezeichnung
X35-1 / X35-2 2x M12-Buchse, 8-polig	1	NC
	2	UB+
	3	Data +
	4	Data -
	5	nc
	6	nc
	7	GND
	8	nc

## 6.8 Externe 24 V DC – Spannungsversorgung

Die PUS-Auswerteeinheit benötigt eine Spannungsversorgung von 24 V DC (siehe hierzu SELV oder PELV, EN 50178). Bei der Projektierung und Installation des vorgesehenen Netzgerätes sind folgende Randbedingungen zu beachten:

Die minimale und maximale Toleranz der Versorgungsspannung muss unbedingt beachtet werden.

Nominalspannung	24 V DC
Minimal: 24 V DC - 15%	20,4 V DC
Maximal: 24 V DC + 20%	28,8 V DC

Beachten Sie bei der Projektierung und Installation des vorgesehenen Netzgerätes folgende Randbedingungen:

- Beachten Sie unbedingt die minimale und maximale Toleranz der Versorgungsspannung.
- Um eine möglichst kleine Restwelligkeit der Versorgungsspannung zu erreichen wird der Einsatz eines 3-phasigen Netzgerätes oder eines elektronisch geregelten Gerätes empfohlen. Das Netzgerät muss den Anforderungen nach EN 61000-4-11 genügen (Spannungseinbruch).
- Die sichere galvanische Trennung zum Spannungsversorgungsnetz (z. B. 230 V AC) muss in jedem Fall gewährleistet werden. Wählen Sie dazu Netzgeräte aus, die der EN 60950 entsprechen. Achten Sie neben der Auswahl des geeigneten Gerätes auf einen Potenzialausgleich zwischen PE und 0 V DC auf der Sekundärseite.
- Sichern Sie die Auswerteeinheit extern mit einer Sicherung ab, wenn Strom außerhalb des erlaubten Bereichs liegt. Beachten Sie bei der Auslegung der Verbindungskabel die örtlichen Vorschriften. Die minimale und maximale Toleranz der Versorgungsspannung muss unbedingt beachtet werden.
- Die Fremdspannungsfestigkeit der Auswerteeinheit beträgt 32 V DC (abgesichert durch Suppressordioden am Eingang).



### Warnung!

Personengefährdung durch elektrischen Schlag!

Versorgen Sie die Auswerteeinheit ausschließlich aus Spannungsquellen, welche Schutzkleinspannung aufweisen (z.B. SELV oder PELV nach EN 61131-2). Wird eine SELV-Spannungsquelle verwendet kann Sie durch die Bauweise der Baugruppe und der Anschlüsse zu PELV werden (Erdbezug!). Schutzkleinspannungskreise müssen immer sicher isoliert von Stromkreisen mit gefährlicher Spannung verlegt werden.



### Vorsicht!

Brandgefahr bei Bauteilausfall!

Auf Basis der Kabel- und Steckerspezifikationen müssen in der Endanwendung entsprechende externe Sicherungen eingesetzt werden.



### Vorsicht!

Verwendung von externen Netzteilen

Bei Verwendung von externen Netzteilen ist sicherzustellen, dass im Fehlerfall keine höhere Spannung als 60 V auftreten kann. Das tatsächliche Verhalten des verwendeten Netzteils muss beim jeweiligen Hersteller nachgefragt werden, da gemäß Norm EN 60950 im Fehlerfall bis zu 120 V zulässig sind.



**Vorsicht!**

Vorsicherung

Die Auswerteeinheit ist einzeln extern mit einer Vorsicherung von 3,15 A (min. 30 V DC) abzusichern. Die Sicherung muss in der Nähe der Klemmen angeordnet sein.

Empfohlener Sicherungstyp: 3,15 A-Leistungsschutzschalter (Klasse B) oder Schmelzsicherung (träge).



**Vorsicht!**

GND-Anschlüsse

Alle GND-Anschlüsse der Geräte, die mit den Eingängen der Auswerteeinheit verbunden sind, müssen mit dem GND der Auswerteeinheit (Spannungsversorgung) verbunden werden.

**Klemmenbelegung PUS-Auswerteeinheit (X11)**



Klemme	Pin	Beschreibung
X11	1 - A1.1	Spannungsversorgung Gerät +24 V DC
	2 - A1.2	Spannungsversorgung Gerät +24 V DC Ausgänge
	3 - A2.1	Spannungsversorgung Gerät 0 V DC
	4 - A2.2	

**Klemmenbelegung safePXV/PUS-Lesekopf (X41)**



Klemme	Pin	Beschreibung
X41	1 - UE5+	Spannungsversorgung Lesekopf +24 VDC, X35-1
	2 - UE5-	Spannungsversorgung Lesekopf 0 VDC, X35-1
	3 - NC	Keine Funktion
	4 - NC	

### Klemmenbelegung safeWCS/PUS-Leseköpfe (X41)



Klemme	Pin	Beschreibung
X41	1 - UE5+	Spannungsversorgung Lesekopf +24 VDC, X35-1
	2 - UE5-	Spannungsversorgung Lesekopf 0 VDC, X35-1
	3 - UE6+	Spannungsversorgung Lesekopf +24 VDC, X35-2
	4 - UE6-	Spannungsversorgung Lesekopf 0 VDC, X35-2

Eingänge der Auswerteeinheit sind:

- Digitaleingänge
- Digitale I/Os
- Lesekopfanschlüsse

### Anmerkung (safePXV/PUS-Lesekopf)

Die Anschlüsse GND\_ENC sind nicht intern mit GND verbunden!

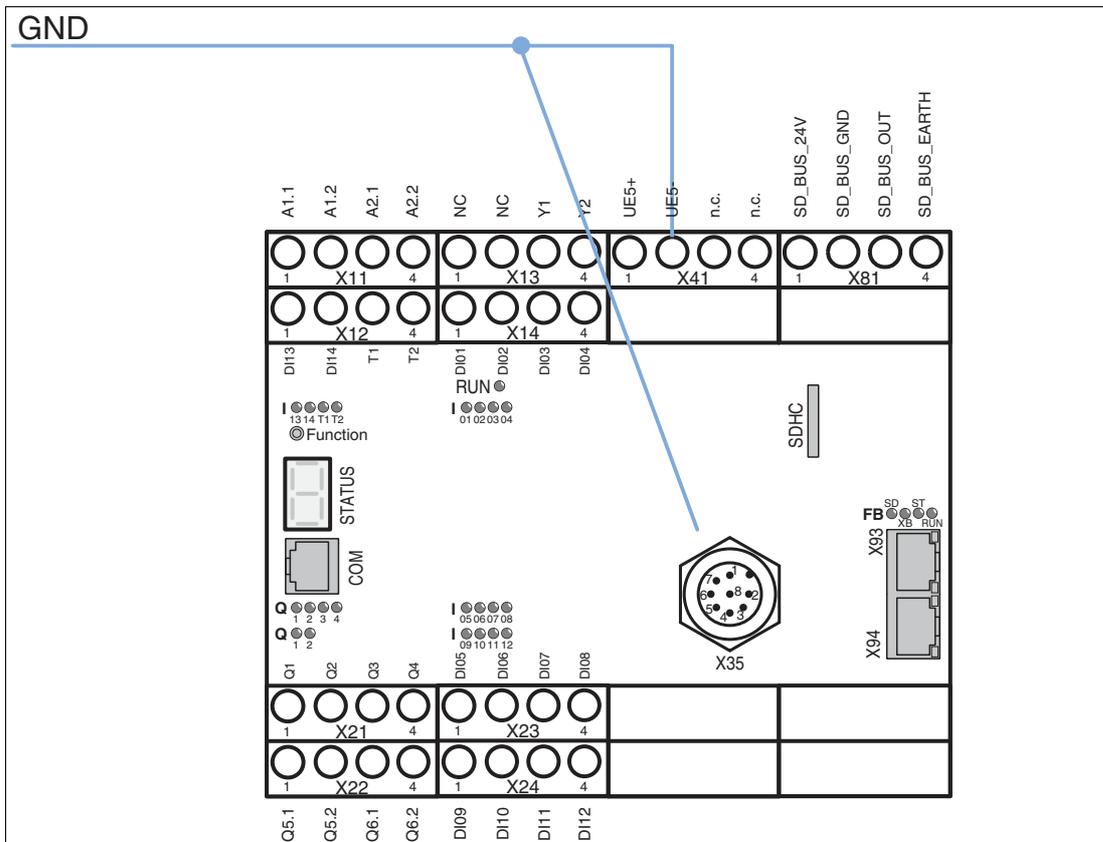


Abbildung 6.1

### Anmerkung (safeWCS/PUS-Leseköpfe)

Die Anschlüsse GND\_ENC sind nicht intern mit GND verbunden!

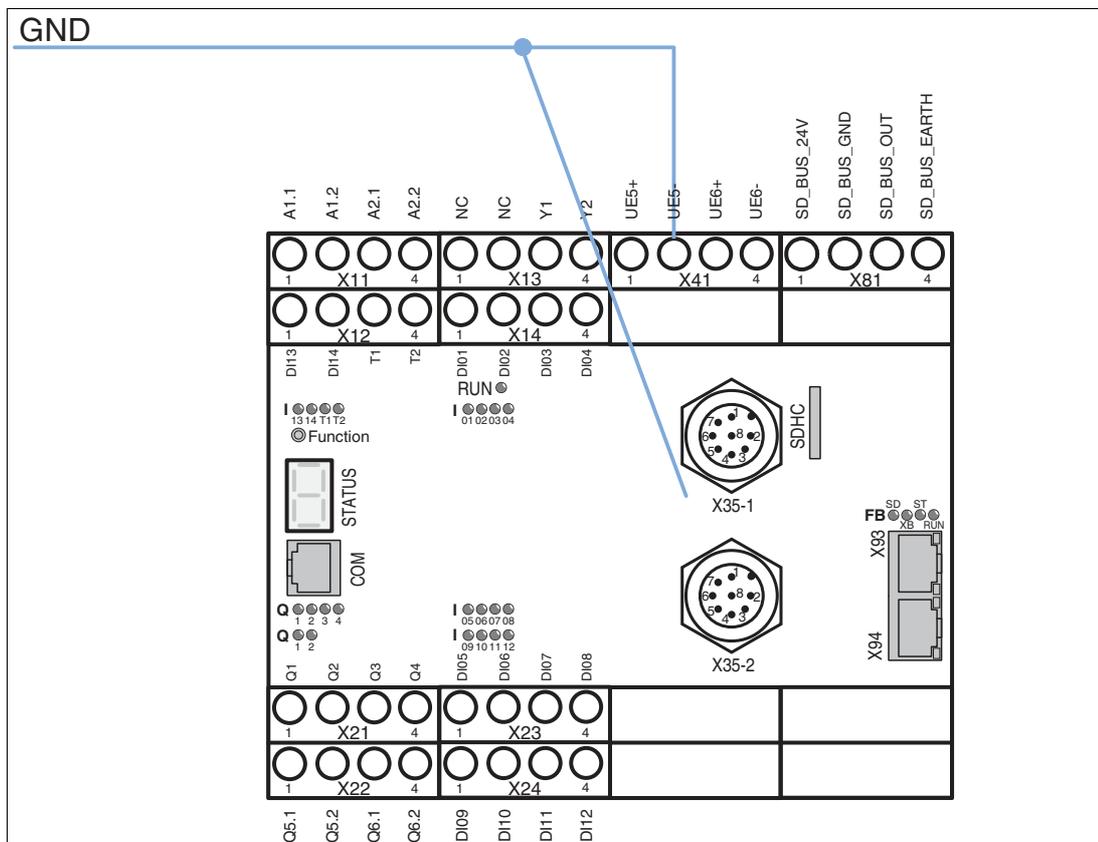


Abbildung 6.2

### 6.9 Anschluss der externen Versorgungsspannung der Leseköpfe safePXV/PUS bzw. safeWCS/PUS

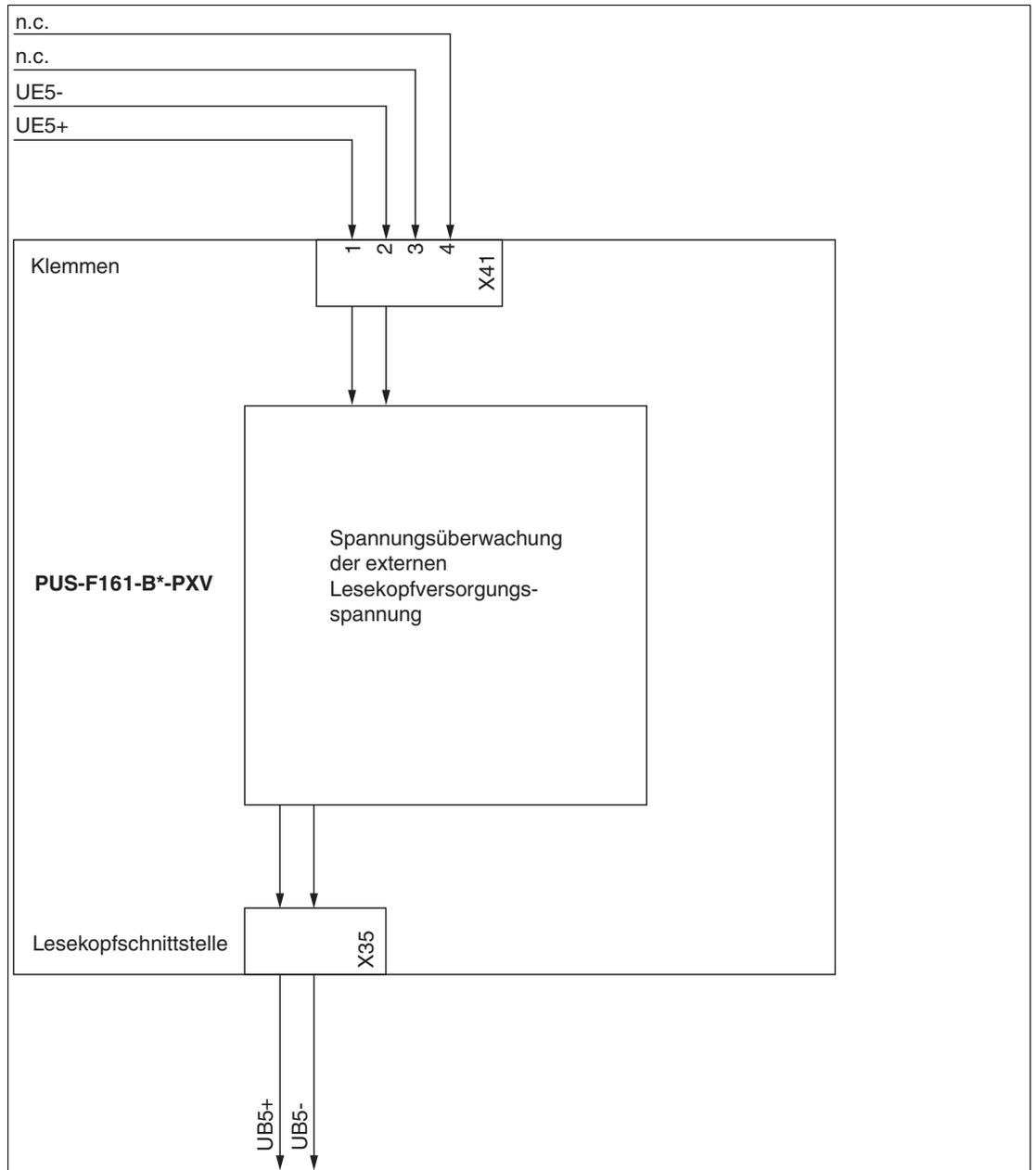


Abbildung 6.3 Anschluss der externen Versorgungsspannung der Leseköpfe safePXV/PUS

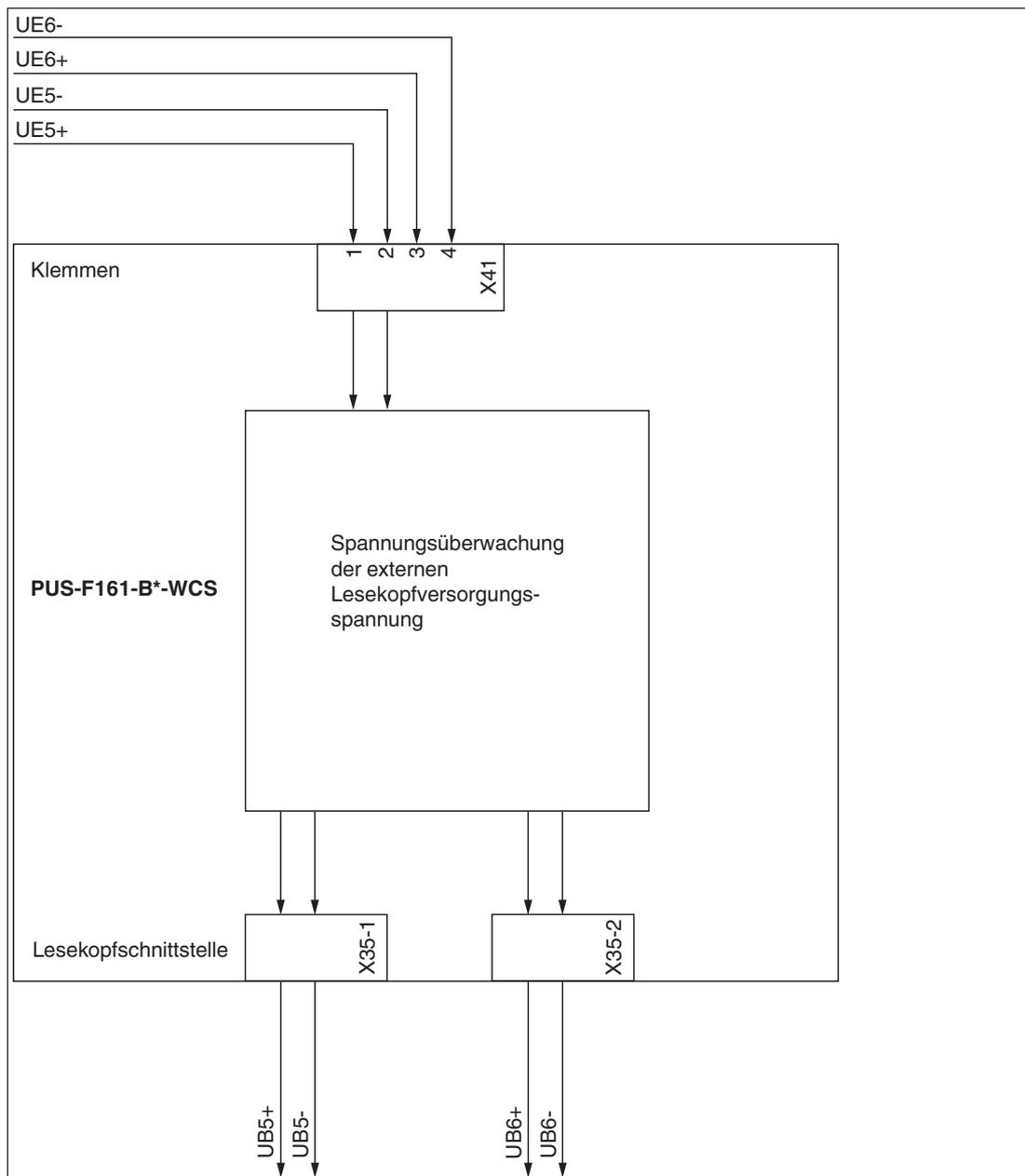


Abbildung 6.4 Anschluss der externen Versorgungsspannung der Leseköpfe safeWCS/PUS

Die PUS-Auswerteeinheit unterstützt Lesekopfspannungen von 5 V, 8 V, 10 V, 12 V, 20 V und 24 V, die intern entsprechend der gewählten Konfiguration überwacht werden.

Wird ein Lesekopfsystem nicht über die PUS-Auswerteeinheit versorgt, so muss dennoch eine Versorgungsspannung an Klemme X41 angeschlossen und entsprechend konfiguriert werden.



**Hinweis!**

Die Spannung der safeWCS/PUS-Leseköpfe muss 10 ... 30 V sein.

Die Spannung der safePXV/PUS-Leseköpfe muss 14,5 ... 30 V sein.

Die Lesekopfversorgung ist mit maximal 2 A abzusichern.



**Vorsicht!**

GND-Anschluss

Der GND-Anschluss des Lesekopfs muss mit dem GND der Auswerteeinheit verbunden werden.

Überwachung der Versorgungsspannung entsprechend der gewählten Nominalspannung:

Nominal Spannung	Minimale Spannung	Maximale Spannung
5 V DC	4,4 V DC	5,6 V DC
8 V DC	7 V DC	9 V DC
10 V DC	8 V DC	12 V DC
12 V DC	10 V DC	14 V DC
20 V DC	16 V DC	24 V DC
24 V DC	20 V DC	29,5 V DC

## 6.10 Anschluss der Digitaleingänge

- Die Auswerteeinheit verfügt über 14 sichere digitale Eingänge. Diese sind zum Anschluss von ein- oder zweikanaligen Signalen mit und ohne Taktung, bzw. ohne Querschlossprüfung geeignet.
- Die angeschlossenen Signale müssen einen "High"-Pegel von 24 V DC (+15 V DC... +30 V DC) aufweisen und einen "Low"-Pegel von (-3 V DC... +5 V DC, Typ1 nach EN 61131-2). Die Eingänge sind intern mit Eingangsfiltren versehen.
- Eine geräteinterne Diagnosefunktion prüft zyklisch die korrekte Funktion der Eingänge inklusive der Eingangsfiltren. Ein erkannter Fehler versetzt die PUS-Auswerteeinheit in den Alarmzustand. Gleichzeitig werden alle Ausgänge der Auswerteeinheit passiviert.
- Neben den eigentlichen Signaleingängen stellt die Auswerteeinheit zwei Taktausgänge T1 und T2 zur Verfügung. Bei den Taktausgängen handelt es sich umschaltende 24 V DC Ausgänge.  
Die Taktausgänge sind ausschließlich für die Überwachung der digitalen Eingänge (DI01 ... DI14) vorgesehen und können für keine anderen Funktionen innerhalb der Applikation Verwendung finden.
- Die Schaltfrequenz beträgt 125 Hz für jeden Ausgang. Bei der Projektierung ist zu beachten, dass die Ausgänge maximal mit einem Gesamtstrom von 250 mA belastet werden dürfen.
- Weiterhin können zugelassene OSSD-Ausgänge ohne Einschränkung an die Eingänge I01 ... I14 angeschlossen werden.
- Bei einkanaliger Verwendung der Eingänge ist das erreichbare Sicherheitsniveau auf SIL 2 bzw. PL d eingeschränkt, wenn in regelmäßigen Abständen eine Anforderung der Sicherheitsfunktion erfolgt.  
Grundsätzlich ist eine sicherheitstechnische Verwendung der Eingänge nur in Verbindung mit den Pulsausgängen vorgesehen.
- Werden die Taktausgänge nicht verwendet, muss durch externe Maßnahmen, insbesondere eine geeignete Kabelführung, ein Kurzschluss in der externen Verdrahtung zwischen verschiedenen Eingängen und gegen die Versorgungsspannung der Auswerteeinheit ausgeschlossen werden.
- Jeder Eingang der Auswerteeinheit kann individuell für folgende Signalquellen konfiguriert werden:
  - Eingang wird Takt T1 zugeordnet
  - Eingang wird Takt T2 zugeordnet
  - Eingang wird 24 V DC Dauerspannung zugeordnet

## 6.11 Anschluss der Positions- und Geschwindigkeitsleseköpfe

### 6.11.1 Allgemeine Hinweise

Die PUS-Auswerteeinheit verfügt über eine externe Lesekopfschnittstelle zum Anschluss eines safePXV/PUS-Lesekopfs bzw. zwei externe Lesekopfschnittstellen zum Anschluss der beiden safeWCS/PUS-Leseköpfe.

#### Wichtig

Die Spannungsversorgung des Lesekopfsystems erfolgt über die an der Auswerteeinheit vorgegebenen Klemmen. Diese Spannung wird zum Lesekopfstecker geführt und von einem internen Diagnoseprozess überwacht.

- Wird der Lesekopf mit einer externen Spannung versorgt, so muss diese über den Lesekopfstecker geführt werden. Die entsprechende Klemme (Lesekopf-Versorgungsspannung) auf der PUS-Auswerteeinheit bleibt frei.
- Wird eine externe Lesekopf-Versorgungsspannung über den Lesekopfstecker nicht rückgeführt, so ist ein Ausfall dieser Versorgung in die Fehlerbetrachtung des Gesamtsystems mit einzubeziehen. Insbesondere muss daher der Nachweis geführt werden, dass bei unterschreiten / überschreiten der spezifizierten Betriebsspannung des Lesekopfsystems dieser Fehler erkannt wird, bzw. ausgeschlossen werden kann.

## EMV - Maßnahmen wie Schirmung etc. sind zu beachten

Die beiden Leseköpfe müssen zueinander rückwirkungsfrei sein. Dies gilt sowohl für den elektrischen als auch für den mechanischen Teil.

Sind beide Leseköpfe über gemeinsame mechanische Teile mit der zu überwachenden Einrichtung gekoppelt, muss die Verbindung formschlüssig aufgebaut sein und darf keine verschleißbehafteten Teile (Ketten, Zahnriemen etc.) aufweisen. Ist dies dennoch der Fall, so sind zusätzliche Überwachungseinrichtungen für die mechanische Anbindung der Leseköpfe erforderlich (z.B. Überwachung eines Zahnriemens).

Bei aktiver Positionsverarbeitung muss mindestens ein Lesekopf verwendet werden.

Bei Verwendung von zwei gleichwertigen Leseköpfen ist zu beachten, dass der Lesekopf mit der höheren Auflösung als Lesekopf 1 (Prozess) und der Lesekopf mit der niedrigeren Auflösung als Lesekopf 2 (Referenz) konfiguriert wird.



### Vorsicht!

#### GND-Anschlüsse

Die GND-Anschlüsse der Leseköpfe müssen mit dem GND der Auswerteeinheit verbunden werden. Dies gilt in gleicher Weise auch für Resolver.



### Vorsicht!

#### Lesekopfanschlüsse

Die Lesekopfanschlüsse dürfen während des Betriebes nicht aufgesteckt oder abgezogen werden. Es können elektrische Bauteile am Lesekopf zerstört werden.

- Schalten Sie angeschlossene Leseköpfe und die PUS-Auswerteeinheit vor dem Aufstecken oder Abziehen der Lesekopfanschlüsse spannungsfrei. Achten Sie bei extern versorgten Leseköpfen auf das Abschalten der externen Versorgungsspannung (z.B. Umrichter).
- Für die Daten- und Clock-Signale bzw. Spur A und Spur B sind paarweise verdrehte Leitungen für die Signalübertragung nach RS-485 Standard zu verwenden. Bei der Auswahl des Drahtquerschnittes sind der Stromverbrauch des Lesekopfs und die Kabellänge der Installation im Einzelfall zu berücksichtigen.

### Bei der Verwendung von Leseköpfen gilt außerdem

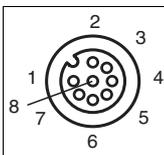
Im Slave-Mode wird das Taktsignal von einem externen Prozess erzeugt und wird mit dem Datensignal von der Auswerteeinheit eingelesen. Durch diese Art der Abtastung entsteht eine Schwebung und in Folge ein Abtastfehler der folgenden Größenordnung:

$$F = (\text{Abtastzeit des Lesekopfs durch externes System [ms]} / 8 \text{ [ms]}) * 100 \%$$

Die Größe des entstehenden Abtastfehlers **F** muss bei der Festlegung der Schwellen in den verwendeten Überwachungsfunktionen berücksichtigt werden, da dieser Fehler nicht kompensiert werden kann!

## 6.11.2 Lesekopfschnittstelle X35

Die Auswerteeinheit PUS-F161-B\*-PXV verfügt über 1 Lesekopfeingang für die Auswertung eines Lesekopfs.



### Lesekopfschnittstelle

RS-485-Schnittstelle für Lesekopf			
Schnittstelle	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
X35 M12-Buchse, 8-polig	1	I/O2 (Enable Blue)	Ansteuerung blaue Beleuchtung
	2	UB+	Versorgungsspannung
	3	Data + / TX / 485+	Datenübertragung
	4	Data - / RX / 485-	Datenempfang
	5	O1 (Sync. Out)	SYNC-Signal des Lesekopfs
	6	I1 (Enable Red)	Ansteuerung rote Beleuchtung
	7	GND	Masse
	8	I/O3	Nicht belegt

### Erdung

Das Abschirmen ist eine Maßnahme zur Dämpfung elektromagnetischer Störungen. Verwenden Sie bitte nur Anschlussleitungen mit Schirmgeflecht. Vermeiden Sie Anschlussleitungen mit Folienschirm.

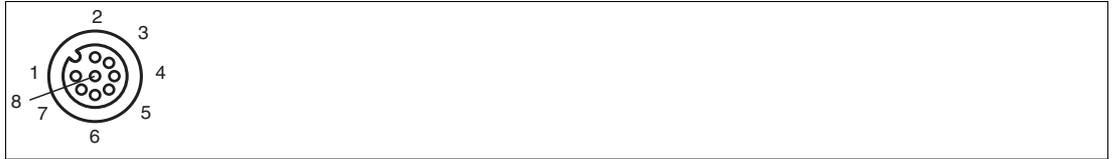


### Hinweis!

Die Abschirmung wird beidseitig aufgelegt, d. h. an der Auswerteeinheit und am Lesekopf. Die als Zubehör erhältliche Erdungsklemme (PCV-SC12) ermöglicht das einfache Einbeziehen in den Potenzialausgleich.

### 6.11.3 Lesekopfschnittstelle X35-1 / X35-2

Die Auswerteeinheit PUS-F161-B\*-WCS verfügt über 2 Lesekopfeingänge für die Auswertung der WCS-Leseköpfe WCS3B-LS221-U1 und WCS3B-LS221-U2.



#### Lesekopfschnittstelle

RS-485-Schnittstelle für Lesekopf			
Schnittstelle	Pin	Bezeichnung	Beschreibung
X35-1 / X35-2 2x M12-Buchse, 8-polig	1	NC	Nicht belegt
	2	UB+	Versorgungsspannung
	3	Data +	Datenübertragung
	4	Data -	Datenempfang
	5	NC	Nicht belegt
	6	NC	Nicht belegt
	7	GND	Masse
	8	NC	Nicht belegt

#### Erdung

Das Abschirmen ist eine Maßnahme zur Dämpfung elektromagnetischer Störungen. Verwenden Sie bitte nur Anschlussleitungen mit Schirmgeflecht. Vermeiden Sie Anschlussleitungen mit Folienschirm.



#### Hinweis!

Die Abschirmung wird beidseitig aufgelegt, d. h. an der Auswerteeinheit und am Lesekopf. Die als Zubehör erhältliche Erdungsklemme (PCV-SC12) ermöglicht das einfache Einbeziehen in den Potenzialausgleich.

## 6.12 Konfiguration der Messstrecken

### 6.12.1 Allgemeine Beschreibung der Lesekopfkonfiguration

Die wichtigsten Eingangsgrößen für die Überwachungsfunktionen der Baugruppe sind sichere Position, Geschwindigkeit und Beschleunigung.

Diese werden zweikanalig aus den angeschlossenen Leseköpfen generiert. Für PL e nach EN ISO 13849-1 wird eine Architektur entsprechend Kategorie 4, d.h. durchgehend 2-kanalige Erfassung mit hohem Diagnosedeckungsgrad benötigt. Für etwaige einkanalige Anteile (z.B. mechanischer Anschluss des Lesekopfs mit nur einer Welle/Befestigung) können gegebenenfalls Fehlerausschlüsse nach EN ISO 13849-2 zugrunde gelegt werden. Für PL d nach EN ISO 13849-1 kann mit reduziertem Diagnosedeckungsgrad gearbeitet werden. Unter Berücksichtigung der zulässigen Fehlerausschlüsse nach EN ISO 13849-2 können u.U. auch einfach aufgebaute Leseköpfe ausreichen (nur Geschwindigkeitsüberwachung). Weitere Informationen zu den Überwachungsfunktionen siehe Kapitel 5.4.9.

Die weitere Konfiguration wird im **Programmierhandbuch safeControl Expert** beschrieben.

## 7 Reaktionszeit der Auswerteeinheit

Die Reaktionszeit ist eine wichtige sicherheitstechnische Eigenschaft und für jede Applikation / applikative Sicherheitsfunktion zu betrachten. Im nachfolgenden Kapitel sind die Reaktionszeiten für einzelne Funktionen, u.U. auch in Abhängigkeit von weiteren Parametern gelistet. Sind diese Angaben für eine spezifische Applikation nicht ausreichend, ist das tatsächliche Zeitverhalten gegen das Sollverhalten durch gesonderte Messungen zu validieren. Dies betrifft insbesondere auch die Verwendung von Filterfunktionen.



### Vorsicht!

Sicherheitshinweis:

- Die Reaktionszeiten sind für jede applikative Sicherheitsfunktion im Sollverhalten festzulegen und gegen den tatsächlichen Wert mit Hilfe der nachstehenden Angaben zu vergleichen.
- Bei Verwendung von Filterfunktionen ist besondere Vorsicht geboten. Je nach Filterlänge / -zeit kann es zu einer erheblichen Verlängerung der Reaktionszeit kommen die bei der sicherheitstechnischen Auslegung mit zu betrachten ist.
- Bei besonders kritischen Aufgabenstellungen ist das Zeitverhalten durch Messungen zu validieren.
- Bei Geräteanlauf / Alarm- bzw. Fehlerreset können u.U. (abhängig vom Applikationsprogramm) die Ausgänge für die Dauer der Reaktionszeit aktiv werden. Dies ist bei der Planung der Sicherheitsfunktionen zu berücksichtigen
- Bei Verwendung von sicheren Feldbusanbindungen (z.B. PROFIsafe, FSoE) ist die Systemlaufzeit (Watchdog) mit einzuberechnen.

### 7.1 Reaktionszeiten im Standardbetrieb

Grundlage der Berechnung von Reaktionszeiten ist die Zykluszeit der Auswerteeinheit. Diese beträgt im Betrieb **T<sub>zyklus</sub> = 8 ms**. Die angegebenen Reaktionszeiten entsprechen der jeweiligen Maximallaufzeit für den konkreten Anwendungsfall innerhalb der Auswerteeinheit. Je nach Anwendung müssen noch weitere, applikationsabhängige Reaktionszeiten der verwendeten Leseköpfe und Aktuatoren hinzugerechnet werden, um die Gesamtlaufzeit zu erhalten.

Funktion	Reaktionszeit [ms]	Erläuterung
Aktivierung einer Überwachungsfunktion durch ENABLE mit anschließender Abschaltung über Digitalen Ausgang	24 *)	Aktivierung einer Überwachungsfunktion durch das ENABLE-Signal.
Aktivierung einer Überwachungsfunktion durch ENABLE mit anschließender Abschaltung über Sicherheitsrelais	47 *)	Aktivierung einer Überwachungsfunktion durch das ENABLE-Signal.
Reaktion einer bereits aktivierten <b>Überwachungsfunktion</b> inklusive SPS Bearbeitung bei Positions- und Geschwindigkeitsverarbeitung über Digitalen Ausgang	16 *)	Bei einer bereits über ENABLE aktivierten Überwachungsfunktion benötigt die Baugruppe einen Zyklus, um den aktuellen Geschwindigkeitswert zu berechnen. Im nächsten Zyklus wird nach Berechnung der Überwachungsfunktion die Information durch die Steuerung weiterverarbeitet und ausgegeben, d.h. nach implementierter Logik führt dies z.B. zum Schalten eines Ausganges.

Funktion	Reaktionszeit [ms]	Erläuterung
Reaktion einer bereits aktivierten Überwachungsfunktion inklusive SPS Bearbeitung bei Positions- und Geschwindigkeitsverarbeitung über Sicherheitsrelais	39 *)	Bei einer bereits über ENABLE aktivierten Überwachungsfunktion benötigt die Baugruppe einen Zyklus, um den aktuellen Geschwindigkeitswert zu berechnen. Im nächsten Zyklus wird nach Berechnung der Überwachungsfunktion die Information durch die Steuerung weiterverarbeitet und ausgegeben, d.h. nach implementierter Logik führt dies z.B. zum Schalten eines Ausgangs.
Aktivierung Digitaler Ausgang über Digitalen Eingang	16	Aktivierung eines Eingangs und Schalten des Ausgangs
Aktivierung Ausgang Relais über Digitalen Eingang	26	Aktivierung eines Eingangs und Schalten des Ausgangs
Deaktivierung Digitaler Ausgang über Digitalen Eingang	16	Deaktivierung eines Eingangs und damit Deaktivierung des Ausgangs
Deaktivierung Ausgang Relais über Digitalen Eingang	47	Deaktivierung eines Eingangs und damit Deaktivierung des Ausgangs
Mittelwertfilter (Einstellung siehe Lesekopfdialog safeControl Expert)	0 ... 64	Gruppenlaufzeit des Mittelwertbildners. Diese Laufzeit wirkt nur auf Überwachungsfunktionen in Zusammenhang mit Position / Geschwindigkeit / Beschleunigung, jedoch nicht auf die Logikverarbeitung.

\*) : Bei Verwendung eines Mittelwertfilters muss dessen Reaktionszeit aufaddiert werden.

## 7.2 Reaktionszeiten für FAST\_CHANNEL

FAST\_CHANNEL bezeichnet eine spezielle Eigenschaft der Auswerteeinheit auf Geschwindigkeitsanforderungen schneller zu reagieren, als dies mit der Bearbeitung des Sicherheitsprogramms im Normalzyklus (= 8 msec) möglich ist. Die Abtastzeit des FAST\_CHANNEL beträgt 2 msec.

Folgende Reaktionszeiten können angegeben werden:

- 4 msec (Worst-Case-Bedingung)



### Vorsicht!

Sicherheitshinweis

Bei Verwendung des FAST\_CHANNEL ist zu beachten, dass eine Abschaltung in der oben angegebenen Zeit für eine vorgegebene Geschwindigkeitsschwelle nur dann stattfinden kann, falls die Lesekopfinformation über eine ausreichende Auflösung verfügt. Die kleinste auflösbare Schaltschwelle des FAST\_CHANNEL benötigt mindestens 2 Flankenwechsel am jeweils gewählten Leseköpfen innerhalb einer Zeit von 2 msec.

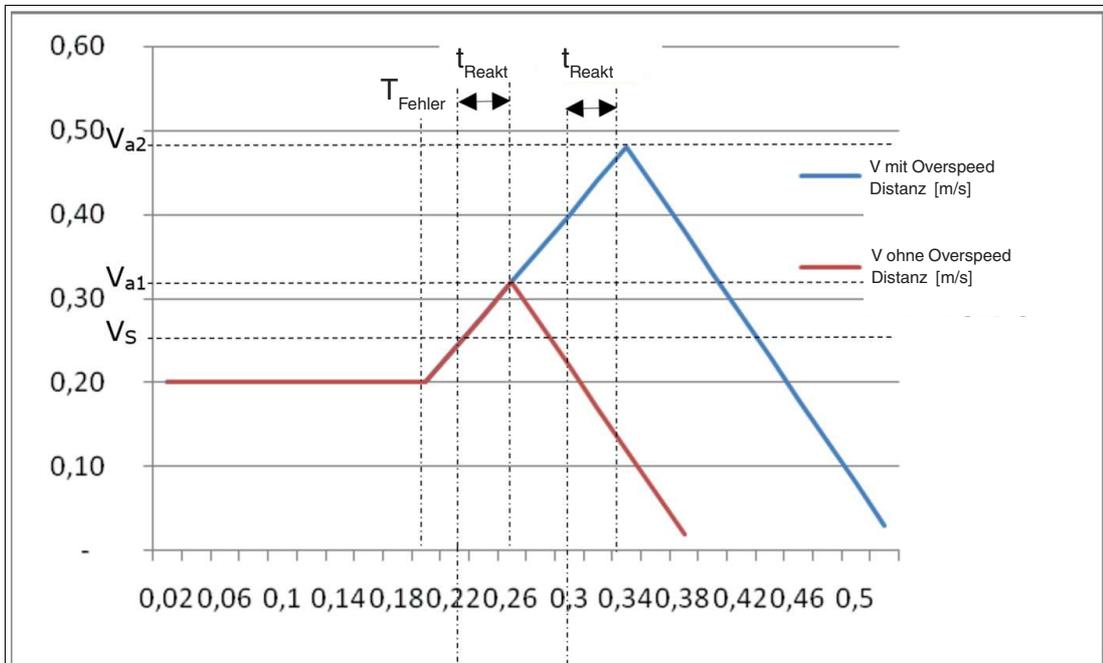
- Diese Funktion ist nur in Verwendung mit sicheren Halbleiterausgängen möglich.
- Der FAST\_CHANNEL darf nicht auf SSI-Listener wirken

### 7.3 Reaktionszeiten für Fehlerdistanzüberwachung

Für die Berechnung der Worst-Case-Bedingung ergibt sich folgendes Berechnungsschema:

Systemgeschwindigkeit zum Abtastzeitpunkt:	$V(t)$
Systemgeschwindigkeit bei Reaktion der Auswerteeinheit:	$V_A$
Schwellwert für Überwachung (SLS oder SCA):	$V_S = \text{konstant für alle } t$
Parametriertes Filterwert:	$XF = \text{konstant für alle } t$
Maximal mögliche Beschleunigung der Applikation:	$a_F = \text{konstant für alle } t$
Verzögerung nach Abschalten:	$a_V = \text{konstant für alle } t$
Abtastzeitpunkt für Eintritt eines Worst-Case-Ereignisses:	$T_{\text{Fehler}}$
Reaktionszeit der Auswerteeinheit:	$t_{\text{Reakt}}$

Für die Worst-Case-Betrachtung wird angenommen, dass sich der Antrieb zunächst mit einer Geschwindigkeit  $V(k)$  genau auf der parametrisierten Schwelle  $V_0$  bewegt und dann mit maximal möglichem Wert  $a_0$  beschleunigt.



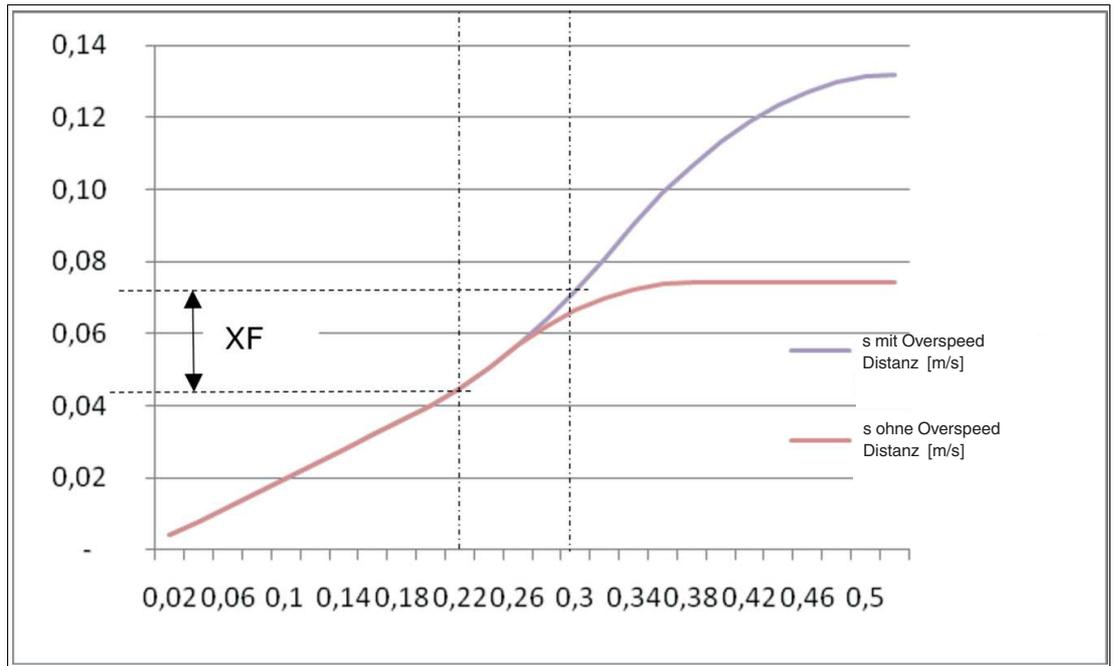


Diagramm: Verhalten des Antriebs mit und ohne Overspeed Distanz

Für den Verlauf V und s ergeben sich ohne Overspeed Distanz folgende Zusammenhänge:

Parameter	Berechnungsverfahren	Bemerkung
$t_{\text{Reakt}}$	Wert aus Angabe Reaktionszeit Auswerteeinheit + Verzögerungszeit in externer Abschaltkette	Verzögerungszeit in externer Abschaltkette aus Angabe Relais- / Schütz-, Bremshersteller etc.
$a_F, a_V$	n.a.	Abschätzung aus Applikation
$V_{a1}$	$= V_S + a_F \cdot t_{\text{Reakt}}$	

Für den Verlauf V und s mit Overspeed Distanz gilt:

Parameter	Berechnungsverfahren	Bemerkung
$t_{\text{Reakt}}$	Wert aus Angabe Reaktionszeit Auswerteeinheit + Verzögerungszeit in externer Abschaltkette	Verzögerungszeit in externer Abschaltkette aus Angabe Relais- / Schütz-, Bremshersteller etc.
$a_F, a_V$	n.a.	Abschätzung aus Applikation
$V_{a2}$	$= a_F \cdot t_{\text{Reakt}} + (V_S^2 + 2 \cdot XF)^{1/2}$	

Der Filter verschiebt in seiner Wirkung die eingestellte Geschwindigkeitsschwelle  $V_a$  um einen Betrag **delta\_v\_filter** nach oben. Für die Applikation sind die neuen Werte für die Reaktionszeit ( $T_{\text{react}} = T_{\text{PSU}} + T_{\text{filter}}$ ), sowie die daraus resultierende Geschwindigkeit bei Abschaltung durch die Auswerteeinheit zu berücksichtigen.

## 7.4 Reaktionszeiten für sichere Positionsermittlung mit safePXV/PUS

### Ermittlung und Überprüfung der Reaktionszeiten und Fehlerdistanzen

Die Reaktionszeit und die Fehlerdistanz sind wichtige sicherheitstechnische Eigenschaften und für jede Applikation / applikative Sicherheitsfunktion zu betrachten. Im nachfolgenden Kapitel sind die Reaktionszeiten und Fehlerdistanzen für einzelne Funktionen, u.U. auch in Abhängigkeit von weiteren Parametern gelistet. Sind diese Angaben für eine spezifische Applikation nicht ausreichend, ist das tatsächliche Zeitverhalten gegen das Sollverhalten durch gesonderte Messungen zu validieren. Dies betrifft insbesondere auch die Verwendung von Filterfunktionen.



#### Gefahr!

Erhebliche Beeinträchtigung der Sicherheit bei inkorrekt bestimmten Reaktionszeiten / Fehlerdistanzen

Die Reaktionszeiten und Fehlerdistanzen sind für jede applikative Sicherheitsfunktion im Sollverhalten festzulegen und gegen den tatsächlichen Wert mit Hilfe der nachstehenden Angaben zu vergleichen.

Bei besonders kritischen Aufgabenstellungen ist das Verhalten durch Messungen zu validieren.

Bei Geräteanlauf / Alarm- bzw. Fehlerreset können u.U. (abhängig vom Applikationsprogramm) die Ausgänge für die Dauer der Reaktionszeit aktiv werden. Dies ist bei der Planung der Sicherheitsfunktionen zu berücksichtigen (z.B. Eingangselement Zeitüberwacht löst nach 3 s einen Alarm aus).

#### 7.4.1 Reaktionszeiten im Standardbetrieb

Grundlage der Berechnung von Reaktionszeiten ist die worst case Reaktionszeit der Auswerteeinheit bei Verwendung mit einem sicheren safePXV/PUS-Lesekopf. Diese Reaktionszeit beträgt:

**T\_worstcase = 263 ms**

und ist durch die Datenaufnahme, -verarbeitung sowie –diagnose gegeben.

Weitere Reaktionszeiten, die nur die Auswerteeinheit betreffen, sind dem entsprechenden Kapitel zu entnehmen. Diese basieren auf der Zykluszeit der Auswerteeinheit von:

**T\_Zyklus = 8 ms**

Je nach Anwendung müssen noch weitere, applikationsabhängige Reaktionszeiten der verwendeten Leseköpfe und Aktuatoren hinzugerechnet werden, um die Gesamtlaufzeit zu erhalten.



#### Hinweis!

- Die hier genannte Reaktionszeit ist für die Auswertung der sicheren Position zu verwenden.
- Werden erlaubte Nullpositionen des Lesekopfs, kein DataMatrix-Code auf dem DataMatrix-Codeband gesehen, so erhöht sich die Reaktionszeit um die Zahl der erlaubten Nullpositionen mal der Zykluszeit der Auswerteeinheit.
- Wird die sichere Geschwindigkeit für Sicherheitsfunktionen verwendet, so erhöht sich unter Umständen die Reaktionszeit oder es muss als sicherheitstechnische Kenngröße die Fehlerdistanz betrachtet werden.

## 7.4.2 Fehlerdistanzen bei Geschwindigkeitsbetrachtungen



### Hinweis!

- Bei Benutzung der sicheren Geschwindigkeit für Sicherheitsfunktionen ist die Verwendung des "Overspeed Distance Monitorings" empfohlen. Die sicherheitstechnische Kenngröße ist somit die Fehlerdistanz.
- Fehlerdistanzen unterscheiden sich je nach verwendetem Geschwindigkeitsfilter.
- Für Benutzung des "Overspeed Distance Monitorings" ist ausschließlich die Verwendung der beiden Mittelwertfilter empfohlen.
- Die genaue Konfiguration des "Overspeed Distance Monitorings" ist dem Programmierhandbuch zu entnehmen.
- Grundlage für die folgenden Betrachtungen ist die Annahme von einem Geschwindigkeitsgrenzwert von 15% über der funktionalen Geschwindigkeit sowie eine Geschwindigkeit auf Grund einer Fehlfunktion von 5% über der Grenzgeschwindigkeit.
- Worst case Fehlerdistanzen treten bei einer kleinen Überschreitung des Geschwindigkeitslimits auf; bei Zunahme der Geschwindigkeitsänderung nimmt die Fehlerdistanz ab. Bei sicherheitsrelevanten Betrachtungen muss der worst case angenommen werden.
- Die Reaktionszeit der gefilterten Geschwindigkeit kann auch an dieser Stelle nicht kleiner als die worst case Reaktionszeit des Gesamtsystems betragen ( $T_{\text{worstcase}} = 263 \text{ ms}$ ).

Grundlage der Bestimmung der Fehlerdistanz bildet die Einstellung der "erlaubten Distanz" innerhalb des "Overspeed Distance Monitorings". Zunächst soll die Betrachtung der beiden Mittelwertfilter dargestellt werden. Die daraufhin folgende Betrachtung der Fehlerdistanz geht von folgenden Einstellungen aus:

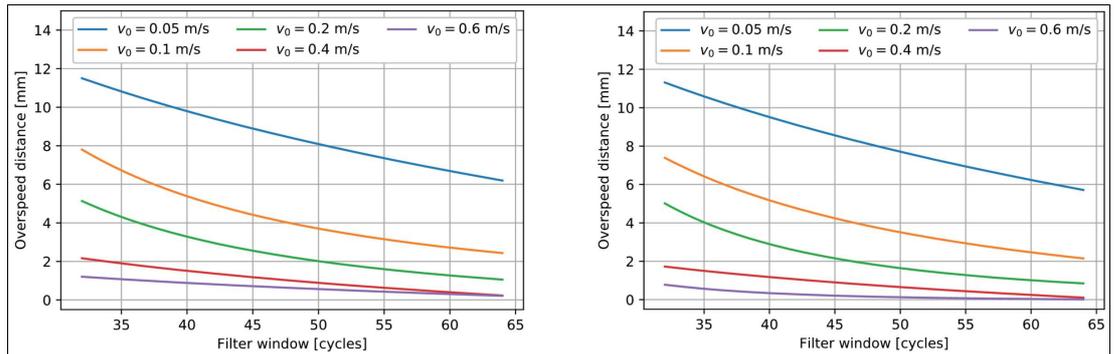


Abbildung 7.1 Einstellung der "erlaubten Distanz" für den Mittelwertfilter (links) und den modifizierten Mittelwertfilter (rechts) als Funktion des Filterfensters für verschiedene funktionale Geschwindigkeiten.

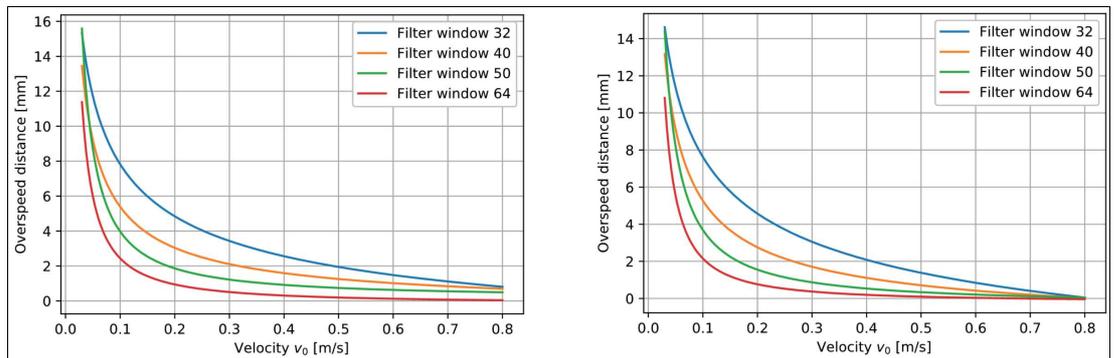


Abbildung 7.2 Einstellung der "erlaubten Distanz" für den Mittelwertfilter (links) und den modifizierten Mittelwertfilter (rechts) als Funktion der funktionalen Geschwindigkeit für verschiedene Filterfenster.



**Vorsicht!**

Bei den Mittelwertfiltern ist die Verwendung des normalen Mittelwertfilters mit einem Filterfenster von 400 ms (50 Zyklen) oder weniger (mögliches Minimum sind 256 ms bzw. 32 Zyklen) empfohlen. Dies bedingt eine minimierte Fehlerdistanz sowie eine minimierte Reaktionszeit.

Bei Verwendung von oben genannten "erlaubten Distanzen" ergeben sich die entsprechenden Fehlerdistanzen wie in unten stehender Abbildung gezeigt. Hierbei verschwindet der Einfluss des Filterfensters sowie das rauschärmere Verhalten des modifizierten Filters, wie später bei den Reaktionszeiten dargestellt. Die Fehlerdistanzen lassen sich wie folgt berechnen:

- Gleitender Mittelwert:  $0,39 \text{ s } v_0 + 0,16 \text{ m}$
- Modifizierter Mittelwert:  $0,40 \text{ s } v_0 + 0,15 \text{ m}$

Einfluss der Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  auf die Fehlerdistanz des gleitenden und modifizierten Mittelwerts:

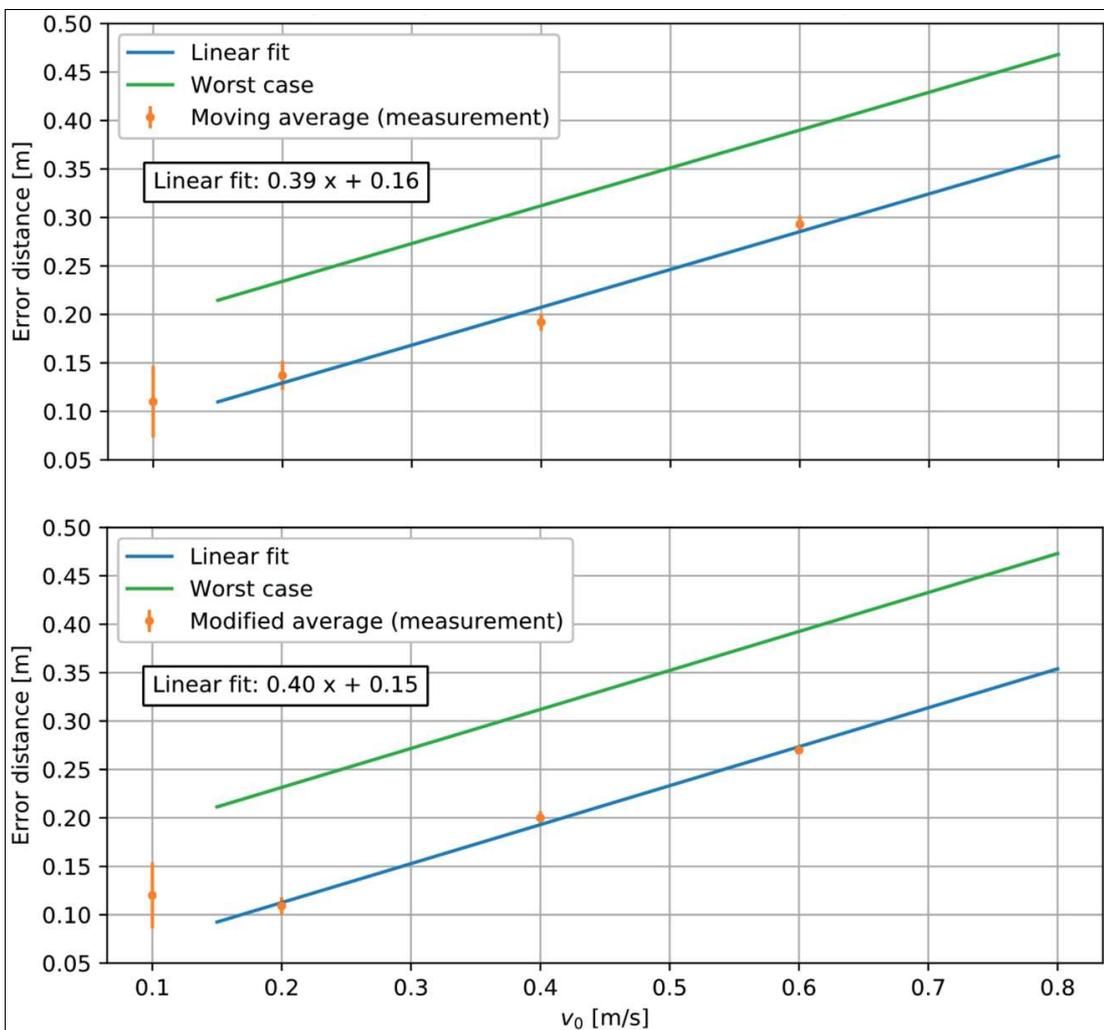


Abbildung 7.3 Fehlerdistanzen für den Mittelwertfilter (oben) und den modifizierten Mittelwertfilter (unten). Die sicherheitstechnischen Kenngrößen sind als Funktion der funktionalen Geschwindigkeit dargestellt. Die blaue Linie entspricht der mittleren Fehlerdistanz, die grüne Linie der worst case Fehlerdistanz. Die Textbox zeigt die Funktion der worst case Fehlerdistanz mit der die Werte für die worst case Fehlerdistanz berechnet werden können.



**Hinweis!**

- Fehlerdistanzen sind nur für das dargestellte Intervall an funktionalen Geschwindigkeiten nutzbar, da außerhalb des Intervalls die Werte abweichen können.
- Bei Verwendung von "erlaubten Distanzen", die von oben genannten Wert abweichen, müssen die Fehlerdistanzen korrigiert werden.

Die Korrektur der worst case Fehlerdistanz bei abweichenden "erlaubten Distanzen" kann wie folgt berechnet werden:

$$d_{worst\ case}^{new} = d_{worst\ case}^{old} + \frac{v_1}{v_1 - v_{lim}} \cdot \Delta d_{lim}$$

Hierbei entspricht:

$d_{worst\ case}^{new}$ : neue Fehlerdistanz

$d_{worst\ case}^{old}$ : aus der obigen Grafik bestimmte Fehlerdistanz

$\Delta d_{lim}$ : Erhöhung der "erlaubten Distanz" im Vergleich zu obiger Empfehlung

$v_1$ : die Endgeschwindigkeit auf Grund einer Fehlfunktion (als worst case müssen hier 5% über dem Geschwindigkeitslimit angenommen werden)

$v_{lim}$ : die Grenzgeschwindigkeit

Bei Verwendung des Alpha-Beta-Filters müssen analoge Betrachtungen durchgeführt werden. Die "erlaubte Distanz" ist aus unten stehender Abbildung zu entnehmen.

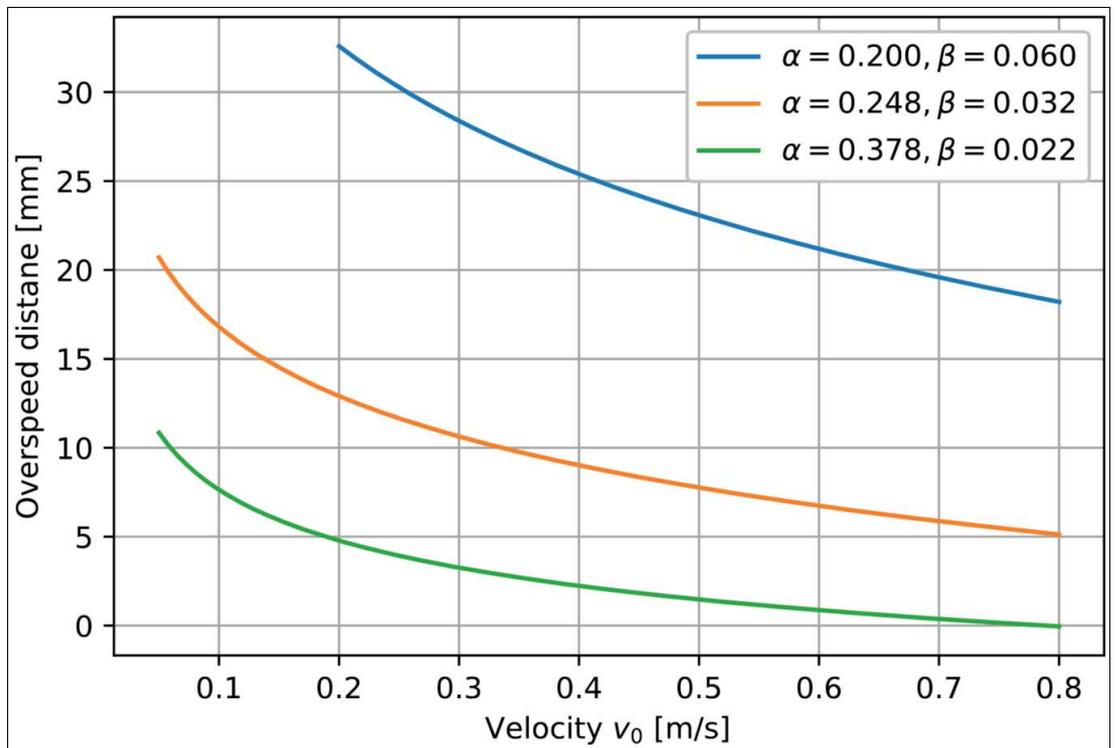


Abbildung 7.4 Einstellung der "erlaubten Distanz" für den Alpha-Beta-Filter als Funktion der funktionalen Geschwindigkeit für 3 verschiedene Parameterkombinationen

**Hinweis!**

- Bei Benutzung des Alpha-Beta-Filters müssen die genannten Parameterkombinationen verwendet werden. Andere Kombinationen sind nicht auf ihre sicherheitstechnischen Kenngrößen untersucht.
- Für die Benutzung des "Overspeed Distance Monitorings" ist nur die Verwendung von Alpha = 0,378 sowie Beta = 0,022 empfohlen.
- Generell wird die Verwendung der Mittelwertfilter für das "Overspeed Distance Monitorings" empfohlen.

Die worst case Fehlerdistanzen für den Alpha-Beta-Filter mit Alpha = 0,378 und Beta = 0,022 sind in unten stehender Grafik aufgezeigt. Die Fehlerdistanzen lassen sich wie folgt berechnen:

- $a = 0,378, b = 0,022: 0,25 \text{ s} \cdot v_0 + 0,21 \text{ m}$

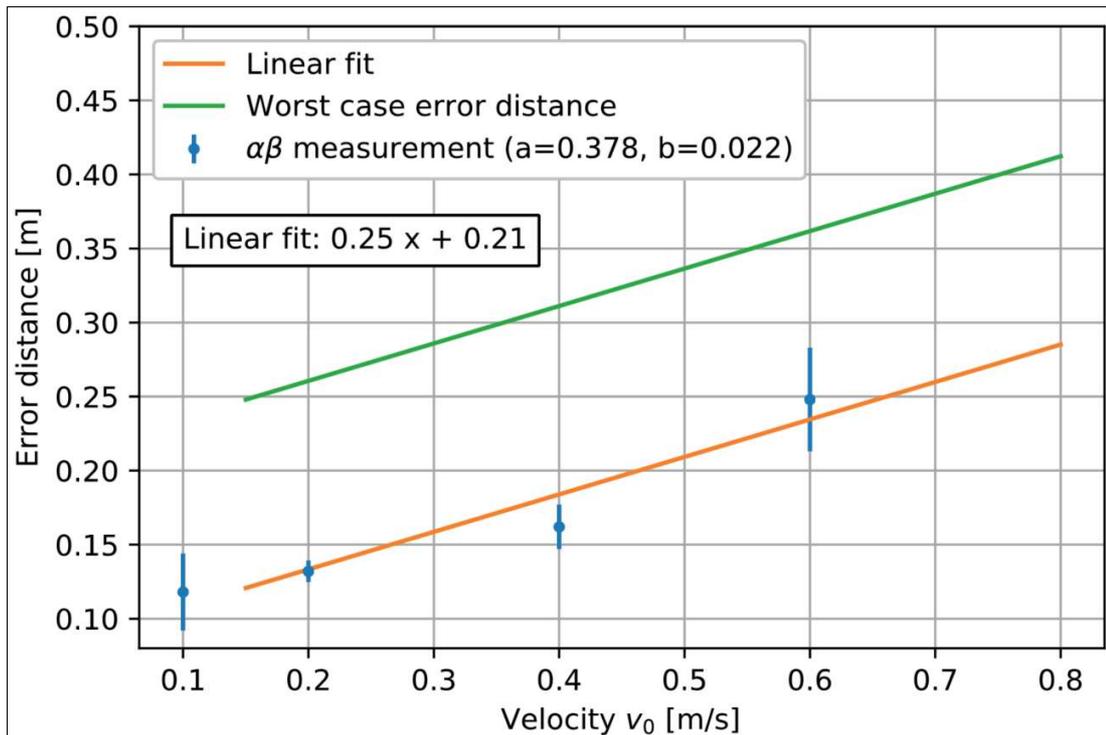


Abbildung 7.5 Fehlerdistanzen für den Alpha-Beta-Filter als Funktion der funktionalen Geschwindigkeit. Die sicherheitstechnischen Kenngrößen sind als Funktion der funktionalen Geschwindigkeit dargestellt. Die orange Linie entspricht der mittleren Fehlerdistanz, die grüne Linie der worst case Fehlerdistanz. Die Textbox zeigt die Funktion der worst case Fehlerdistanz mit der die Werte für die worst case Fehlerdistanz berechnet werden können

**Hinweis!**

- Fehlerdistanzen sind nur für das dargestellte Intervall an funktionalen Geschwindigkeiten nutzbar, da außerhalb des Intervalls die Werte abweichen können.
- Bei Benutzung von "erlaubten Distanzen", die von oben genannten Wert abweichen, müssen die Fehlerdistanzen wie bereits oben dargestellt korrigiert werden.

### 7.4.3 Reaktionszeiten bei Geschwindigkeitsbetrachtungen



**Hinweis!**

Die Reaktionszeiten der gefilterten Geschwindigkeit kann nicht kleiner sein als die worst case Reaktionszeit des Gesamtsystems, wie sie weiter oben aufgeführt ist ( $T_{worstcase} = 263 \text{ ms}$ ).

Kann das "Overspeed Distance Monitoring" nicht wie oben dargestellt verwendet werden, so müssen die Reaktionszeiten der Filter betrachtet werden. Die Einstellung der zu überwachen Grenzgeschwindigkeit ist dabei in Abhängigkeit des erwarteten Messrauschens zu wählen, so dass ein zufälliges Auslösen der Sicherheitsfunktion bei der funktionalen Geschwindigkeit vermieden werden kann. Das erwartete Messrauschen ist in der unten stehenden Abbildung gezeigt.



**Hinweis!**

Es wird empfohlen Grenzgeschwindigkeiten einzustellen, die um ca. 5 mal dem Messrauschen über der funktionalen Geschwindigkeit liegen.

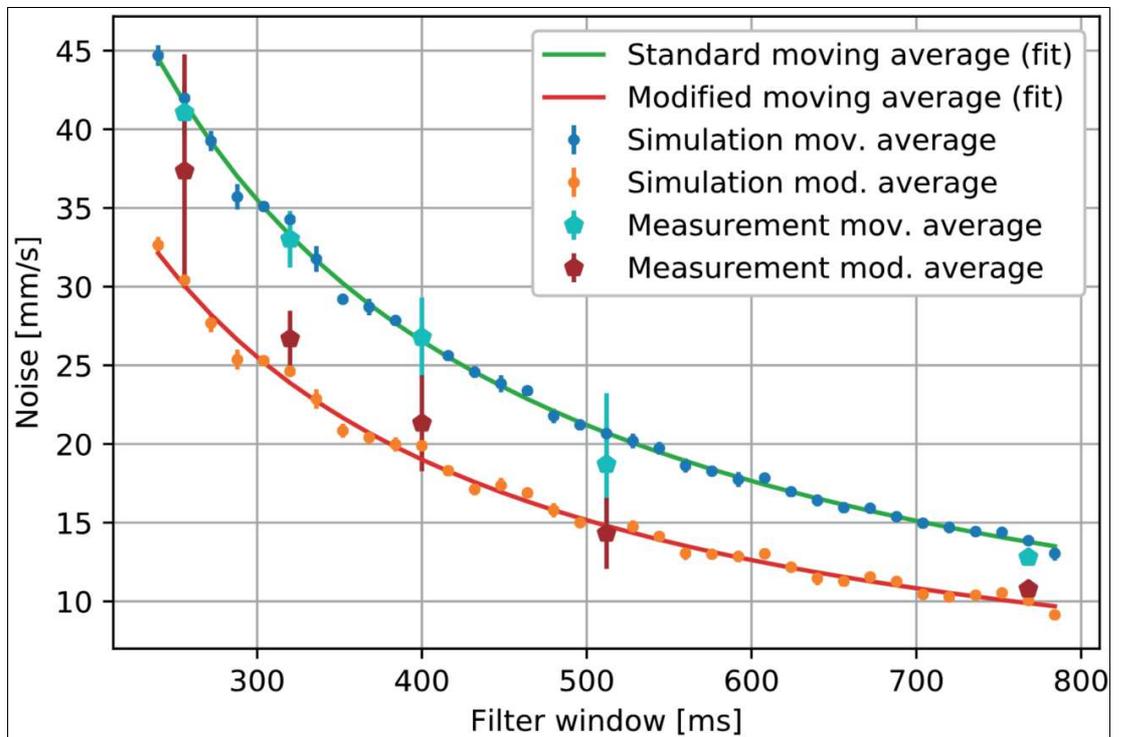


Abbildung 7.6 Erwartetes Messrauschen für den Mittelwertfilter sowie den modifizierten Mittelwertfilter. Das hier dargestellte Messrauschen kann zur Einstellung des Geschwindigkeitsgrenzwertes verwendet werden. Die grüne Kurve entspricht dem Messrauschen des Mittelwertfilters, die rote Kurve dem Messrauschen des modifizierten Mittelwertfilters. Empfohlen ist ein Grenzwert von 5 mal dem dargestellten Messrauschen

Die worst case Reaktionszeiten für die Mittelwertfilter sind aus unten stehender Abbildung zu entnehmen.

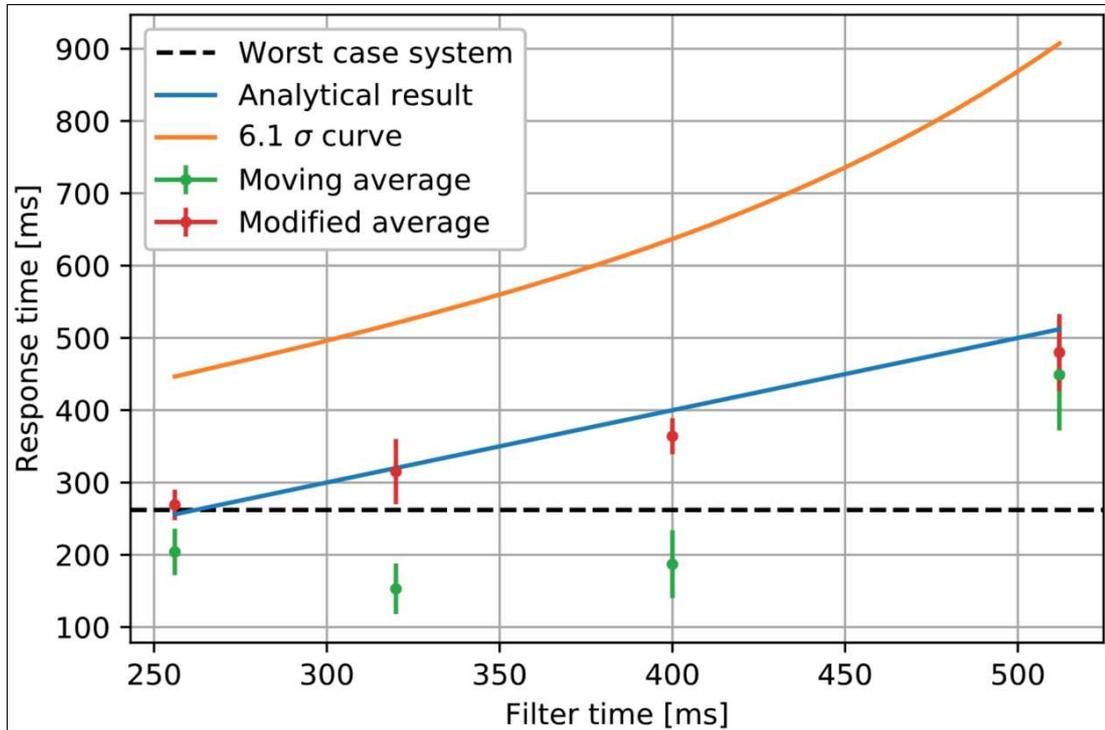


Abbildung 7.7 Reaktionszeiten des Mittelwertfilters sowie des modifizierten Mittelwertfilters als Funktion der eingestellten Filterzeit. Die orangene Kurve entspricht der worst case Reaktionszeit für beide Mittelwertfilter und ist unabhängig von dem eingestelltem Geschwindigkeitsgrenzwert



**Hinweis!**

- Die Reaktionszeiten des Mittelwertfilters und des modifizierten Mittelwertfilters unterscheiden sich bei worst case Betrachtungen nicht.
- Auf Grund des niedrigeren Messrauschens ist eine Verwendung des modifiziertem Mittelwertfilters empfohlen.

Der Alpha-Beta-Filter besitzt im Gegensatz zu den Mittelwertfiltern eine schnellere Reaktionszeit aber größeres Messrauschen. Das mittlere Messrauschen kann aus folgender Tabelle abgeschätzt werden.

Alpha-Beta	Noise [mm/s]
a = 0,248; b = 0,032	67
a = 0,200; b = 0,060	126
a = 0,378; b = 0,022	34



**Hinweis!**

Es wird empfohlen Grenzggeschwindigkeiten einzustellen, die um ca. 5 mal dem Messrauschen über der funktionalen Geschwindigkeit liegen.

Die worst case Reaktionszeiten sind aus unten stehender Abbildung bzw. Tabelle zu entnehmen.

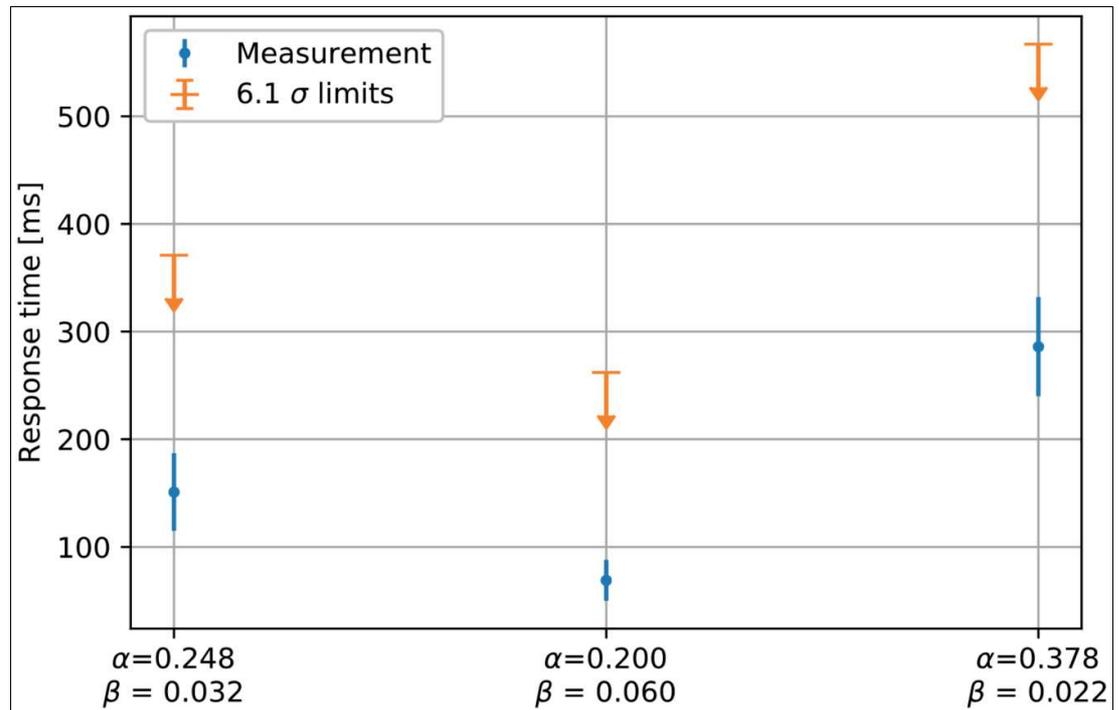


Abbildung 7.8 Worst case Reaktionszeiten (orange Pfeile) für den Alpha-Beta-Filter für 3 verschiedene Parameterkombinationen

Alpha	Beta	Reaktionszeit [ms]
0,248	0,032	371
0,200	0,060	263
0,378	0,022	568

## 8 Inbetriebnahme

### 8.1 Vorgehensweise

Eine Inbetriebnahme darf nur durch qualifiziertes Personal vorgenommen werden! Beachten Sie bitte bei der Inbetriebnahme die Sicherheitshinweise!

### 8.2 Allgemeine Hinweise

Voraussetzung für eine erfolgreiche Inbetriebnahme sind:

- Die richtige Projektierung des Systems
- Die korrekte und vollständige Montage aller Bauteile
- Die korrekte und vollständige Verkabelung aller Bauteile
- Installations- und aller verwendeten Komponenten



#### Vorsicht!

Arbeiten an elektrischen Bauteilen

Zerstören von elektrischen Bauteilen. Verletzungsrisiko durch elektrische Spannung.

Führen Sie Verkabelungsarbeiten nur mit entsprechender Qualifizierung und unter Beachtung der Sicherheitsbestimmungen durch.

Überprüfen Sie die Verkabelung und Isolierung vor dem Einschalten der Versorgungsspannung.

### 8.3 Schritte für die Inbetriebnahme

- Stellen Sie sicher, dass folgende Punkte korrekt und der Anwendung entsprechend ausgeführt wurden:
  - Die Installation der Auswerteeinheit
  - Die Verdrahtung
  - Die Klemmenbelegung und Kabelführung
- Verhindern Sie ein unbeabsichtigtes Anlaufen des Motors durch geeignete Maßnahmen. Treffen Sie je nach Applikation zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen, um eine Gefährdung von Mensch und Maschine zu vermeiden.
- Schalten Sie die Netzspannung und ggf. die 24 V DC Versorgungsspannung ein
- Parametrieren Sie die Geräte gemäß Applikation
- Konfigurieren Sie die Feldbusanbindung gemäß Applikation



#### Vorsicht!

Bevor die in Betrieb genommene Anlage in den Regelbetrieb übergeht muss eine Validierung durchgeführt werden.

Für die Inbetriebnahme des safePXV/PUS-Lesekopfs sind weitere Schritte zu betrachten. Diese sind zusätzlich zu den oben genannten Punkten durchzuführen.

Beachten Sie hierzu das Handbuch des jeweiligen Lesekopfs.

**Hinweis!**

- Der Lesekopf darf nur innerhalb der technischen Spezifikation wie in der Dokumentation des Lesekopfs betrieben werden.
- Der Abstand des Lesekopfs hat Einfluss auf des Sichtfeld des Lesekopfs und damit auf die Genauigkeit der sicheren Position.
- Bei Verwendung einer Auswerteeinheit mit Kommunikationsschnittstelle können die verfügbaren Diangosedaten (Warnung und Codequalität) dazu verwendet werden, eine korrekte und stabile Montage des safePXV/PUS-Lesekopfs zu überprüfen. Eine Beschreibung dieser Diangosedaten ist im Handbuch des Lesekopfs zu finden.
- Ein Lösen, Verschieben, Verdrehen des Lesekopfs oder der Einfluss von Fremdlicht können zu einer Fehlfunktion des Lesekopfs führen.
- Um einen stabileren Betrieb zu ermöglichen, kann eine bestimmte Anzahl an Nullpositionen (kein Codemarker im Sichtfeld) erlaubt werden. So wird die Auswertung des Lesekopfs unempfindlicher gegenüber verschmutzten Codemarkern oder kurzzeitigen Verlassen des Sichtbereichs. Hierbei verlängert sich jedoch die Reaktionszeit.
- Die Lektüre des Handbuchs des safePXV/PUS-Lesekopfs ist für weitere Informationen zur Inbetriebnahme des Lesekopfs zu beachten.

**Warnung!**

Fehlgebrauch

Ein Fehlgebrauch des Positioniersystems safePXV/PUS kann zu gefährlichen Situationen führen.

**Hinweis!**

Typische Probleme, die bei der Inbetriebnahme des Lesekopfs auftreten können:

- Zu großer Abstand zum DataMatrix-Codeband in z- oder y-Richtung. Hierbei kann keine Position mehr gelesen werden, was durch die Auswerteeinheit erkannt wird. Der korrekte Abstand muss auf der ganzen Messtrecke eingehalten werden.
- EMV-Einflüsse durch ungeschirmte Leitungen können die Kommunikation stören. Dies wird durch unterschiedliche Diangosen der Auswerteeinheit aufgezeigt, siehe Fehlerliste der Auswerteeinheit. Eine korrekte Schirmung aller Leitungen der Applikation muss gewährleistet sein.
- Zu helle Fremdlichtquellen können ein korrektes Auslesen der Position verhindern. Der Einfluss von Fremdlicht muss klein gehalten werden.
- Der Temperaturbereich muss gemäß Spezifikation des Lesekopfs und der Baugruppen eingehalten werden.

## 8.4 Einschaltsequenzen

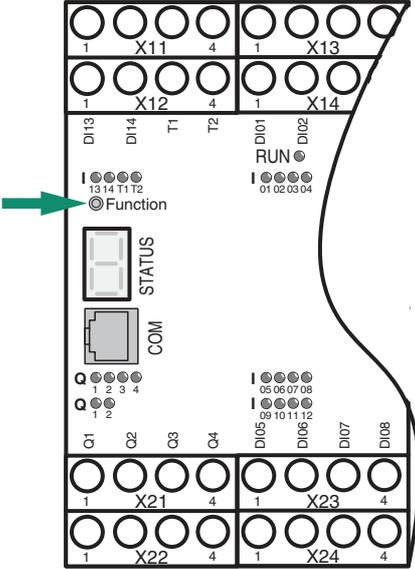
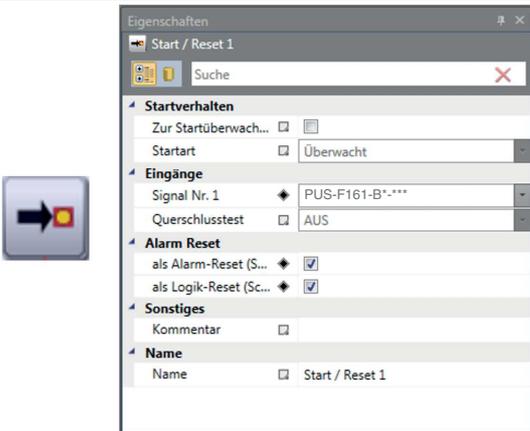
Nach jedem Neustart der Baugruppe werden bei fehlerfreiem Lauf folgende Phasen durchlaufen und an der frontseitigen Siebensegmentanzeige angezeigt:

Siebensegmentanzeige	Modus	Beschreibung	
"1"	STARTUP	Synchronisation zwischen beiden Prozessorsystemen und Prüfung der Konfiguration-/Firmwaredaten	
"2"	SENDCONFIG	Verteilung der Konfigurations-/Firmwaredaten und nochmalige Prüfung dieser Daten. Anschließend Bereichsprüfung der Konfigurationsdaten.	
"3"	STARTUP BUS	Falls vorhanden, Initialisierung eines Bussystems	
"4"	RUN	Normalbetrieb des Systems. Alle Ausgänge werden nach dem aktuellen Zustand der Logik geschaltet.	
"5"	STOP	Im Stop-Modus können Parameter- und Programmdateien extern geladen werden.	
"A"	ALARM	Alarm kann über Digitaleingang oder frontseitigen Quittierungstaster rückgesetzt werden.	
"E"	ECS-Alarm ICS-Alarm ACS-Alarm	ECS-Alarm kann über Digitaleingänge oder frontseitigem Quittierungstaster rückgesetzt werden.	
"F"	Fehler	Fehler kann nur über EIN/AUS der Auswerteeinheit rückgesetzt werden.	
"."	FBus Status	<b>Busteilnehmer F-Bus (PROFIsafe/FSoE):</b>	
		aus:	F-Bus nicht verwendet
		langames Blinken:	F-Bus konfiguriert, keine Verbindung zum Hauptgerät
		schnelles Blinken:	Verbindung zum Hauptgerät, F-Bus Aktivierung ausstehend
ein:	F-Bus verbunden		

## 8.5 Resetverhalten

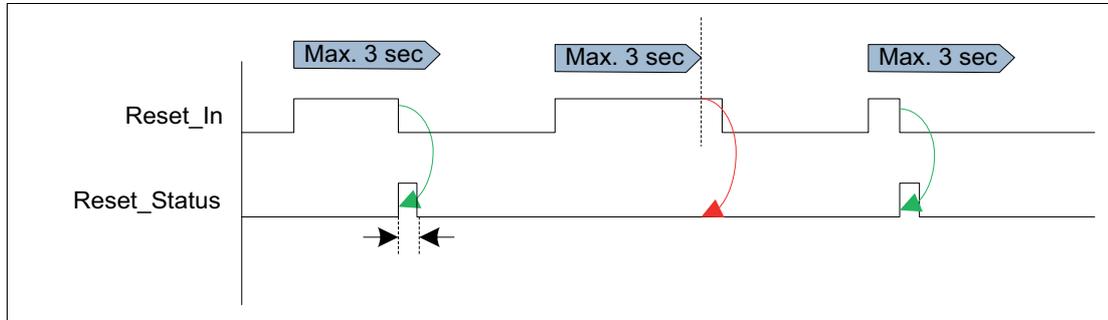
Die Resetfunktion differenziert sich in eine Anlauffunktion nach Spannungswiederkehr = General Reset und einem Status-/Alarm-Reset = Internal Reset. Letzterer wird über den frontseitigen Taster oder einen entsprechend konfigurierten Eingang = Reset-Element mit aktivierter "Alarm-Reset"-Funktion ausgelöst. Nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht zu den Resetfunktionen und deren Wirkung.

### 8.5.1 Resettypen und auslösendes Element

Resettypen	Auslösendes Element	Bemerkung
General Reset	Spannungswiederkehr / Geräteanlauf	Resetfunktion nach einem kompletten Aus- und Einschalten der Auswerteeinheit
Internal Reset		Auslösen des internen Reset mittels frontseitigem Resetaster
		Konfigurieren eines Reseteingangs

### 8.5.2 Zeitverhalten Reset

Der Reseteingang für den internen Reset wird im "RUN"-Modus zeitlich überwacht. Ein interner Reset wird mit der fallenden Flanke des Reseteingangs unter der Bedingung  $T < 3 \text{ sec}$  zwischen steigender / fallender Flanke ausgelöst.



### 8.5.3 Resetfunktion

Funktionseinheit	General Reset	Internal Reset	Funktion
Schwerwiegender Fehler	X		Rücksetzen Fehler
Alarm	X	X	Rücksetzen Alarm
Überwachungsfunktionen	X	X	Rücksetzen einer angesprochenen Überw.-Funktion
Flip-Flop	X	X	Status = Reset
Timer	X	X	Timer = 0

Der Status der Überwachungsfunktionen wird nach einem Reset neu gebildet.

- Prozesswerte führen bei Überschreiten der parametrisierten Grenzen zu keiner Änderung des Ausgangsstatus der Überwachungsfunktion.
- Zeitbasierende Funktionen - Timer führen zu einem Rücksetzen des Ausgangsstatus der Überwachungsfunktion. Ein Ansprechen erfolgt nur bei neuerlichem Überschreiten der parametrisierten Grenzwerte.

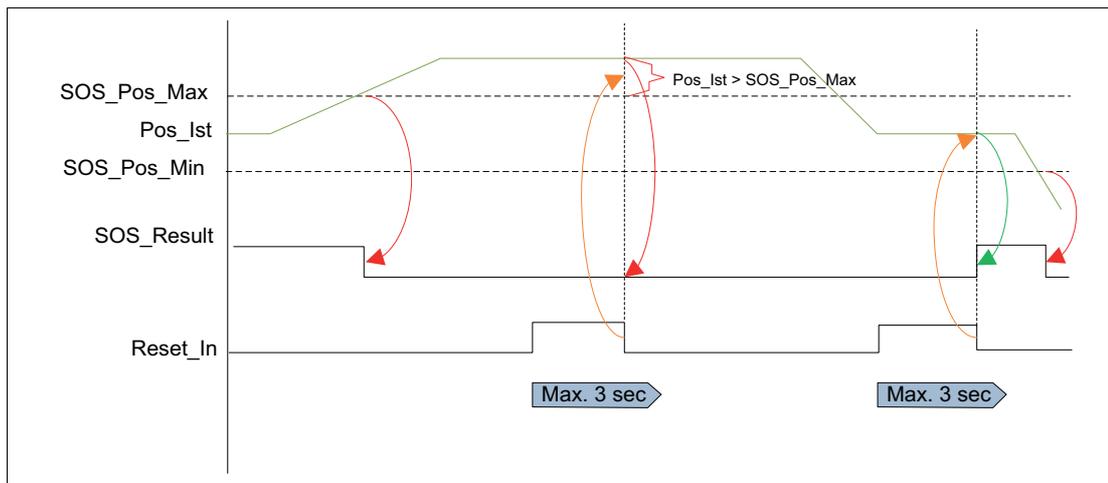


Abbildung 8.1 Prozesswert (Position) —> keine Änderung des Ausgangsstatus bei Reset im Alarmzustand

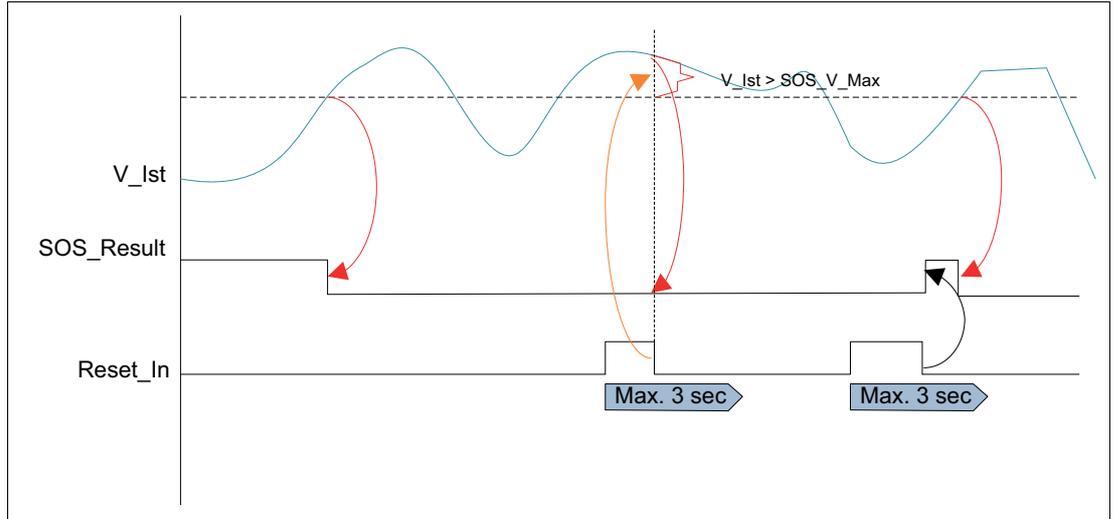


Abbildung 8.2 Prozesswert (Geschwindigkeit) → keine Änderung des Ausgangsstatus bei Reset im Alarmzustand

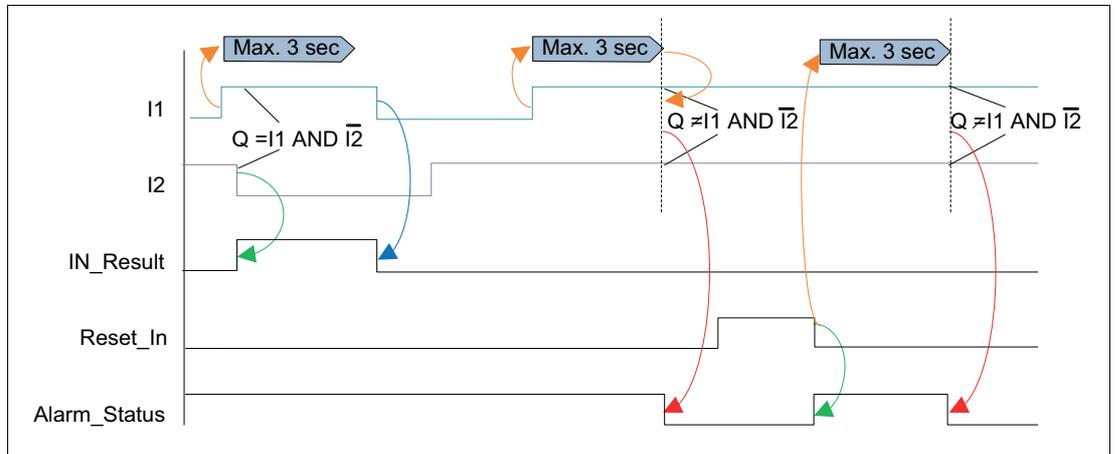


Abbildung 8.3 Zeitbasierende Funktion → Rücksetzen des Ausgangszustand, Ansprechen bei neuerlichem Überschreiten der Grenze



**Vorsicht!**

Sicherheitshinweis

- Bei zeitbasierenden Funktionen, z. B. zeitliche Überwachung von komplementären Eingangssignalen, wird der Ausgangszustand rückgesetzt und erst bei neuerlichem Überschreiten des (zeitlichen) Grenzwertes ein als fehlerhaft definierter Zustand detektiert.
- Zur Absicherung gegen falsche Benutzung, z.B. wiederholtes Auslösen der Resetfunktion zur Umgehung eines Alarmzustandes, müssen gegebenenfalls applikativ Maßnahmen in der SPS-Programmierung ergriffen werden.

## 8.5.4 Beispiel Reset-Funktion mit Absicherung gegen falsche Benutzung

### Funktion

An einer Maschine soll eine Absicherung des Gefahrenbereichs im Normalbetrieb durch eine trennende Schutzeinrichtung und im Einrichtbetrieb durch einen Zustimmtaster in Verbindung mit Stillstandsüberwachung und sicher reduzierter Geschwindigkeit erfolgen.

Das Vorhandensein der trennenden Schutzeinrichtung wird durch einen elektrischen Lesekopf überwacht. Bei geöffneter Schutzeinrichtung ist ein Verfahren nur bei betätigtem Zustimmtaster möglich.

Im Programm wird dies durch eine Funktion "Schutztüre" (2-kanalig mit Zeitüberwachung) und einer Funktion "Zustimmung" realisiert.

Das Logiksignal "Schutztüre" wird mittels einer Eingangsvorverarbeitung mit komplementären Eingängen und Zeitüberwachung erzeugt. Die Zeitüberwachung dieses Elements ist fest auf 3 Sekunden eingestellt.

Bei offener Schutztüre (Signal "LOW" am Schalterausgang X23.1 und X23.2 (ID 369)) kann die Achse mit reduzierter Geschwindigkeit verfahren werden, wenn die Zustimmung X14.1 und X14.2 (ID 318) aktiv ist.

### Problemstellung

Wird einen Fehler "Querschluss" am Schutztüreeingang simuliert, dann zeigt die Auswerteeinheit den Alarm 6701 an.

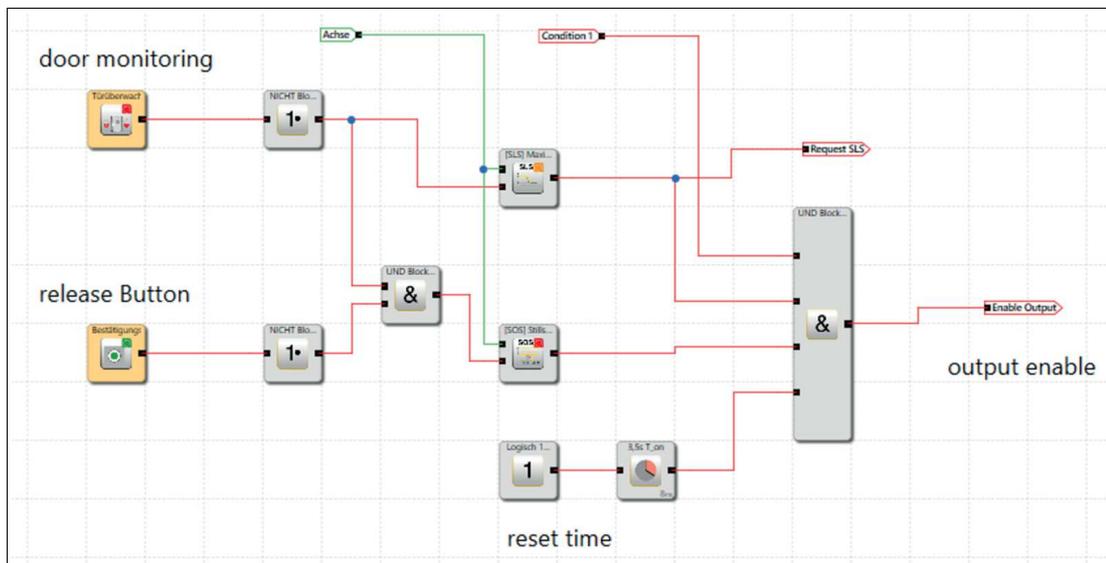
Dieser kann quittiert werden und das Signal "Schutztüre" (ID 369) bleibt korrekterweise auf "0".

Nach Ablauf der Zeitüberwachung von 3 Sekunden wird erneut der Alarm 6701 ausgelöst.

Wird in diesem Zeitraum die Zustimmung gedrückt, kann die Achse wieder für 3 Sekunden verfahren werden.

### Applikative Maßnahme

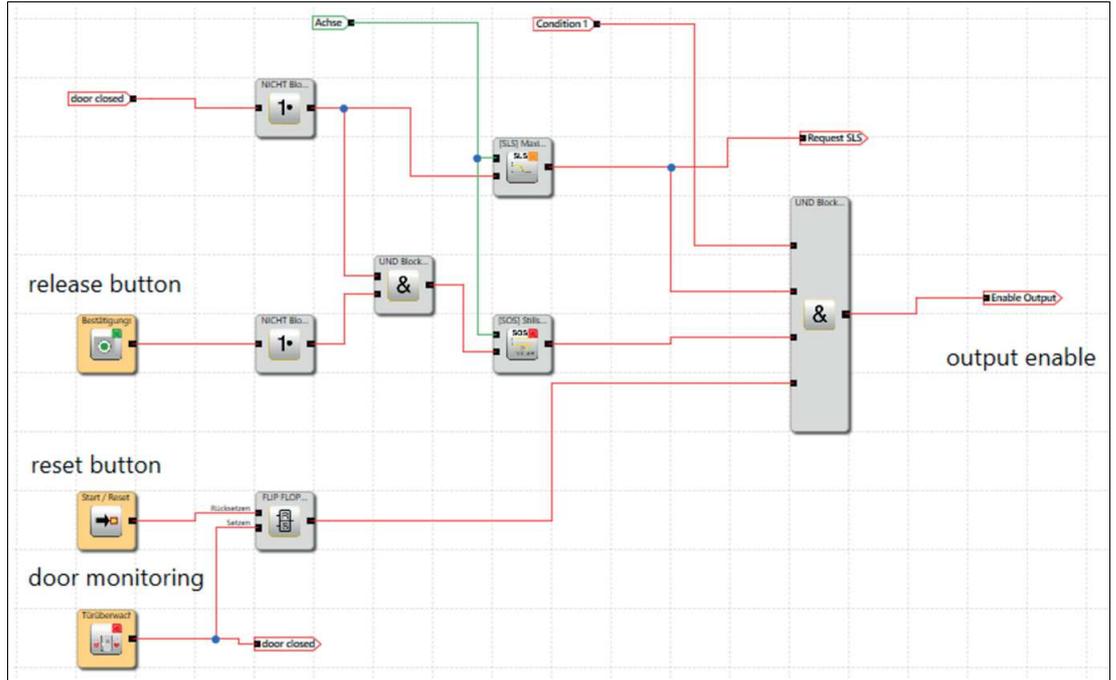
Durch Verknüpfung innerhalb des SPS-Programms wird eine Aktivierung der Ausgänge unter zeitlicher Umgehung des Alarmzustandes verhindert.



### Beispiel

Die Freigabefunktion der Ausgänge (ID 88) wird zusätzlich mit einem "reset timer" verknüpft. Dieser verhindert für  $t > 3$  sec die Aktivierung der Ausgänge nach einem Reset → die neuerliche Wirkung einer zeitlichen Überwachung wird sichergestellt.





**Beispiel**

Die Freigabefunktion der Ausgänge (ID 88) wird zusätzlich mit einem "FF" verknüpft. Dieses verhindert die Aktivierung der Ausgänge nach einem Reset und anstehenden Fehler im Eingangskreis. Erst nach 1-maligem Anlegen eines fehlerfreien Eingangssignals werden die Ausgänge freigegeben.

**8.6**

**LED-Anzeige**

Farbe	Modus	Beschreibung
grün	blinkend	System OK, Konfiguration validiert
gelb	blinkend	System OK, Konfiguration noch nicht validiert
rot	blinkend	Alarm
rot	an	Schwerwiegender Fehler
gelb/rot	blinkend	System OK, Konfiguration nicht validiert, SMMC konfiguriert aber Teilnehmer fehlt
grün/rot	blinkend	System OK, Konfiguration validiert, SMMC konfiguriert aber Teilnehmer fehlt



**Hinweis!**

Für alle Betriebszustände außer RUN werden die Ausgänge von der Firmware passiviert, d.h. sicher abgeschaltet. Im Zustand RUN ist der Zustand der Ausgänge abhängig vom implementierten SPS-Programm.

## 8.7 Parametrierung

Die Parametrierung erfolgt über das Programm safeControl Expert. Um die Daten an die Baugruppe senden zu können wird ein Programmieradapter benötigt, dessen Treiber vor dem Benutzen erstmals installiert werden muss.

Die Beschreibung der Parametrierung finden Sie im Programmierhandbuch safeControl Expert.

## 8.8 Funktionsprüfung

Um die Sicherheit der Auswerteeinheit zu gewährleisten muss einmal pro Jahr eine Funktionsprüfung der Sicherheitsfunktionen durchgeführt werden. Dazu müssen die in der Parametrierung verwendeten Bausteine (Eingänge, Ausgänge, Überwachungsfunktionen und Logikbausteine) hinsichtlich ihrer Funktion bzw. Abschaltung getestet werden (siehe Programmierhandbuch safeControl Expert).

## 8.9 Validierung

Für die Sicherstellung der implementierten Sicherheitsfunktionen muss vom Anwender nach erfolgter Inbetriebnahme und Parametrierung eine Überprüfung und Dokumentation der Parameter und Verknüpfungen vorgenommen werden. Dies wird durch den Validierungsassistenten in der Programmieroberfläche unterstützt (siehe Kapitel Sicherheitstechnische Prüfung).

## 9 Sicherheitstechnische Prüfung

Für die Sicherstellung der implementierten Sicherheitsfunktionen muss vom Anwender nach erfolgter Inbetriebnahme und Parametrierung eine Überprüfung und Dokumentation der Parameter und Verknüpfungen vorgenommen werden. Dies wird durch die Parametriersoftware safeControl Expert unterstützt (siehe Programmierhandbuch safeControl Expert).

Auf den ersten zwei Seiten können allgemeine Angaben zur Anlage gemacht werden. Auf den folgenden Seiten des Validierungsreports werden alle verwendeten Funktionen mit ihren Parametern als Einzelnachweis der sicherheitstechnischen Prüfung abgedruckt.

### Hier müssen Sie die folgenden Eintragungen zwingend vornehmen:

- Seriennummer (identisch zur Seriennummer auf dem Typenschild)
- Identität zur Auswerteeinheit

Hier bestätigt der verantwortliche Prüfer der Sicherheitsbaugruppe, dass der in der Programmoberfläche angezeigten CRC identisch ist mit dem in der Auswerteeinheit hinterlegtem CRC.

Nach der Eingabe aller Header-Daten kann der Validierungsreport über die Schaltfläche "Speichern" generiert werden. Das Parametriertool erzeugt dann einen Report (.PDF) mit dem Dateinamen des Programmdateisatzes. Der Report enthält folgende Informationen:

- Die 3 Seiten der oben editierten Header-Daten
- Die Konfiguration der Leseköpfe
- Die Parameter der vorhandenen Überwachungsfunktionen
- SPS-Programm als Anweisungsliste

Nach der Übertragung der Konfigurations- und Programmdateien zur Auswerteeinheit blinkt die Status-LED in der Farbe "Gelb". Dies zeigt an, dass die Konfigurationsdaten noch nicht validiert wurden. Mit Bestätigung der Taste "KONFIGURATION SPERREN" am Ende des Validierungsdialogs werden die Daten als "Validiert" gekennzeichnet und die LED blinkt in der Farbe "Grün".

## 10 Wartung

### 10.1 Sicherheitshinweise zur Geräteinstandhaltung



#### Vorsicht!

Sicherheitshinweise zur Geräteinstandhaltung

Bei Beschädigung des Geräts muss das Gerät außer Betrieb gesetzt werden und durch ausgebildetes Fachpersonal wieder instandgesetzt bzw. ausgetauscht werden.

Das Gerät darf nur durch ausgebildetes Fachpersonal geöffnet und es dürfen nur die von Pepperl+Fuchs ausdrücklich erlaubten Instandhaltungsarbeiten vorgenommen werden. Sonstige Manipulationen am Gerät haben den Verlust der Garantieleistung zur Folge.

#### Firmwareupdate

Hinweise zum Durchführen eines Firmwareupdates für den CPU-Teil entnehmen Sie bitte dem Programmierhandbuch.

#### Reparaturen

Reparaturen am Gerät sind nicht zulässig. Das Gerät muss immer komplett getauscht und die defekte Baugruppe an Pepperl+Fuchs gesendet werden.



#### Hinweis!

##### Verlust der Zulassung

Unerlaubte Manipulationen an der Auswerteeinheit haben den Verlust der Zulassung zur Folge.

### 10.2 Modifikation / Umgang mit Änderungen am Gerät

Wartungsarbeiten sind ausschließlich vom qualifizierten Personal vorzunehmen.



#### Hinweis!

##### Reparatur

Geräte sind immer komplett zu tauschen.

Eine Reparatur kann ausschließlich durch den Hersteller erfolgen.



#### Hinweis!

##### Manipulation

Bei interner Manipulation durch den Anwender (z. B. Austausch von Bauelementen, Lötvorgänge durch den Anwender) erlischt jede Garantieleistung.



#### Hinweis!

##### Änderungen an der Hardware

Änderungen an der Hardware können ausschließlich durch den Hersteller erfolgen.



#### Hinweis!

##### Änderungen an der Firmware

Änderungen an der Firmware (Firmwareupdate) können ausschließlich durch den Hersteller erfolgen.

**Hinweis!****Bei unzulässiger Modifikation**

Bei Modifikation der Baugruppe erlischt die Sicherheitszulassung!

**10.3****Gerätetausch****Gefahr!**

Lebensgefahr durch fehlende Sicherheitsfunktion

Veränderungen am Gerät oder ein Defekt des Geräts können zum Ausfall des Geräts führen. Die Funktion des Geräts und des Sicherheitskreises ist nicht mehr gewährleistet.

Reparieren, verändern oder manipulieren Sie nicht das Gerät.

**Vorsicht!**

Zerstörung des Lesekopfs

Grundsätzlich darf kein steckbarer Anschluss Auswerteeinheit unter Spannung getrennt oder wieder gesteckt werden. Insbesondere bei den angeschlossenen Positions- bzw. Geschwindigkeitsleseköpfe besteht die Gefahr einer Zerstörung des Lesekopfs.

**Gerät warten, reparieren oder austauschen**

Im Fall einer Wartung, Reparatur oder eines Austausches des Geräts gehen Sie wie folgt vor:

1. Erstellen Sie geeignete Wartungspläne für die regelmäßige Wartung des Sicherheitskreises.
2. Während das Gerät gewartet, repariert oder ausgetauscht wird, funktioniert die Sicherheitsfunktion nicht.  
Treffen Sie geeignete Maßnahmen, um Personal und Betriebsmittel zu schützen, während die Sicherheitsfunktion nicht verfügbar ist.  
Sichern Sie die Anwendung gegen versehentliches Wiedereinschalten.
3. Trennen Sie den Stromrichter von der Hauptversorgung.
4. Schalten Sie die Spannungsversorgung der Auswerteeinheit aus und lösen Sie die Verbindung.
5. Lösen Sie den Stecker des Lesekopfs.
6. Tennen Sie alle steckbaren Verbindungen.
7. Nehmen Sie die Auswerteeinheit von der Hutschiene und verpacken Sie diese EMV-gerecht.
8. Reparieren Sie kein defektes Gerät. Lassen Sie das Gerät immer durch den Hersteller reparieren.
9. Ersetzen Sie das Gerät im Fall eines Defekts immer durch ein Originalgerät.
10. Bringen Sie die Auswerteeinheit auf die Hutschiene an.
11. Stellen Sie alle Verbindungen her.
12. Schalten Sie den Stromrichter ein.
13. Schalten Sie die Versorgungsspannung ein.
14. Beim Austausch der Auswerteeinheit muss die neue Baugruppe mit den entsprechenden Daten des Projekts neu bespielt werden. Die können Sie mit Hilfe der Konfigurationssoftware safeControl Expert durchführen.

**Hinweis!**

Die Baugruppe bildet einen gesamt-CRC. Dieser muss nach dem Austausch der Baugruppe identisch sein.

**10.4 Wartungsintervalle**

Handlung	Angabe
Austausch der Auswerteeinheit	Siehe Kapitel 3.3
Funktionsprüfung	Siehe Kapitel 8

**10.5 Entsorgung**

Das Gerät, die eingebauten Komponenten, die Verpackung sowie eventuell enthaltene Batterien müssen entsprechend den einschlägigen Gesetzen und Vorschriften im jeweiligen Land entsorgt werden.

## 11 Technische Daten PUS-F161-B\*-PXV

### Kenndaten funktionale Sicherheit

Performance Level nach EN ISO 13849-1	PL e
PFH / Architektur	12,6 FIT /Kat 4
Sicherheits-Integritätslevel (SIL) nach IEC 61508	SIL 3
Gebrauchsdauer ( $T_M$ )	20 a

### Kenndaten funktionale Sicherheit mit Verwendung des safePXV/PUS-Lesekopfs

Max. erreichbarer Performance Level nach EN ISO 13849-1	PL e
PFH / Architektur	13,39 FIT /Kat 4 MTTF <sub>d</sub> = 37,6 a DC = 97,0 %
Sicherheits-Integritätslevel (SIL) nach IEC 61508	SIL 3
Gebrauchsdauer ( $T_M$ )	20 a (max. Einsatzdauer)

### Allgemeine Daten

Anzahl sichere digitale Eingänge	14 (OSSD fähig)	
Anzahl sichere digitale Ausgänge		
	pn-schaltend **	2
	pp-schaltend **	4
Anzahl sichere digitale I/O	-	
Anzahl Relaisausgänge	2	
Anzahl sichere Analoge Eingänge	-	
Anzahl Hilfsausgänge	2	
Anzahl Pulsausgänge (Taktausgänge)	2	
Anschlussart	Steckklemmen mit Feder – oder Schraubanschluss	
Achsüberwachung (Achsen / Lesekopfschnittstellen)	1 / 1	
Lesekopfschnittstellen (Klemmen)	RS-485, X35	

### Elektrische Daten

Versorgungsspannung (Toleranz)	24 V DC; 2 A (-15%, +20%)	
Sicherung	X11.1	max. 30 V DC; 3,15 A
	X11.2	max. 30 V DC; max. 10 A
Max. Leistungsaufnahme (Logik)	6,8 W	
Nennaten digitale Eingänge	24 V DC; 20 mA Typ1 nach IEC 61131-2	
Nennaten digitale Ausgänge		

	pn-schaltend		24 V DC; 2A
	pp-schaltend		24 V DC; 2A
	Hilfsausgänge		-
	Nenndaten Pulsausgänge (Taktausgänge)		24 V DC; 250 mA
Nenndaten Relaisausgänge	Schließer	DC 13	24 V DC; 2 A
		AC 15	230 V AC; 2 A
Nenndaten sichere Analoge Eingänge			-

### Elektrische Daten für UL

Nenndaten digital Ausgänge			
	pn-schaltend	Temperatur Rating 30°C	24 V DC; 2 A (G.P.)
		Temperatur Rating 50°C	24 V DC; 1,8 A (G.P.)
	pp-schaltend	Temperatur Rating 30°C	24 V DC; 2 A (G.P.)
		Temperatur Rating 50°C	24 V DC; 1,8 A (G.P.)
	Max. Summenstrom (pn oder pp)	8 A	
	Hilfsausgänge	-	
Nenndaten Relaisausgänge	Schließer	24 V DC; 2 A (Pilot Duty) 120 V AC; 2 A (Pilot Duty)	

### Umwelt

Temperatur	0 °C ... +50 °C Betrieb -25 °C ... +70 °C Lagerung, Transport
Schutzklasse	IP20
Klimaklasse	3k3 nach DIN 60 721-3
Min-, Maximal relative Luftfeuchte (keine Betauung)	5 % ... 85 %
EMV	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-6-7, EN 61800-3, EN 61326-3, EN 62061
Betriebsmitteleinsatz	2000 m
Überspannungskategorie	III

### Mechanische Daten

Gehäuselänge	115
Gehäusebreite	90
Gehäusehöhe	100
Masse	490 g
Befestigung	Hutschiene
Anzahl T-Bus	4
Min. Anschlussquerschnitt / AWG	0,2 mm <sup>2</sup> / 24
Max. Anschlussquerschnitt / AWG	2,5 mm <sup>2</sup> / 12

2022-11

## 12 Technische Daten PUS-F161-B\*-WCS

### Kenndaten funktionale Sicherheit

Performance Level nach EN ISO 13849-1	PL e
PFH / Architektur	12,6 FIT /Kat 4
Sicherheits-Integritätslevel (SIL) nach IEC 61508	SIL 3
Gebrauchsdauer (T <sub>M</sub> )	20 a

### Allgemeine Daten

Anzahl sichere digitale Eingänge	14 (OSSD fähig)	
Anzahl sichere digitale Ausgänge		
	pn-schaltend **	2
	pp-schaltend **	4
Anzahl sichere digitale I/O	-	
Anzahl Relaisausgänge	2	
Anzahl sichere Analoge Eingänge	-	
Anzahl Hilfsausgänge	2	
Anzahl Pulsausgänge (Taktausgänge)	2	
Anschlussart	Steckklemmen mit Feder – oder Schraubanschluss	
Achsüberwachung (Achsen / Lesekopfschnittstellen)	1 / 1	
Lesekopfschnittstellen (Klemmen)	RS-485, X35-1 / 35-2	

### Elektrische Daten

Versorgungsspannung (Toleranz)	24 V DC; 2 A (-15%, +20%)		
Sicherung	X11.1	max. 30 V DC; 3,15 A	
	X11.2	max. 30 V DC; max. 10 A	
Max. Leistungsaufnahme (Logik)	6,8 W		
Nenndaten digitale Eingänge	24 V DC; 20 mA Typ1 nach IEC 61131-2		
Nenndaten digitale Ausgänge			
	pn-schaltend	24 V DC; 2A	
	pp-schaltend	24 V DC; 2A	
	Hilfsausgänge	24 VDC; 250 mA	
	Nenndaten Pulsausgänge (Taktausgänge)	24 V DC; 250 mA	
Nenndaten Relaisausgänge	Schließer	DC 13	24 V DC; 2 A
		AC 15	230 V AC; 2 A
Nenndaten sichere Analoge Eingänge	-		

### Elektrische Daten für UL

Nenndaten digital Ausgänge
----------------------------

	pn-schaltend	Temperatur Rating 30°C	24 V DC; 2 A (G.P.)
		Temperatur Rating 50°C	24 V DC; 1,8 A (G.P.)
	pp-schaltend	Temperatur Rating 30°C	24 V DC; 2 A (G.P.)
		Temperatur Rating 50°C	24 V DC; 1,8 A (G.P.)
	Max. Summenstrom (pn oder pp)	8 A	
	Hilfsausgänge	24 VDC; 250mA (G.P.)	
Nenndaten Relaisausgänge	Schließer	24 V DC; 2 A (Pilot Duty) 120 V AC; 2 A (Pilot Duty)	

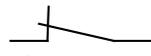
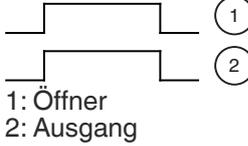
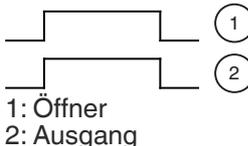
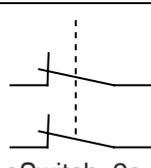
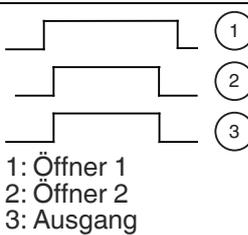
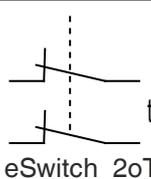
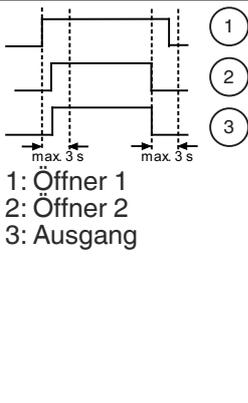
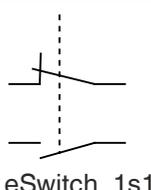
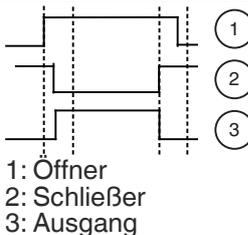
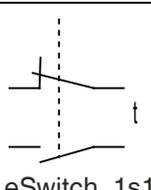
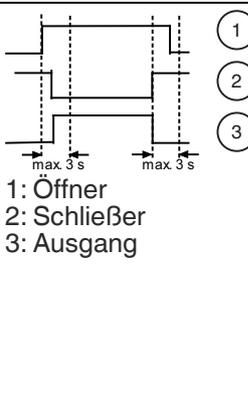
### Umwelt

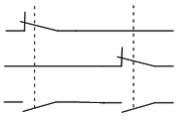
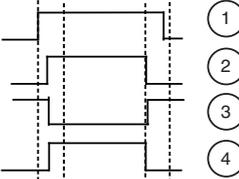
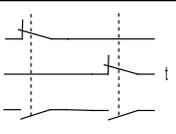
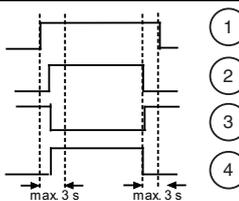
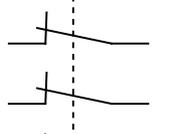
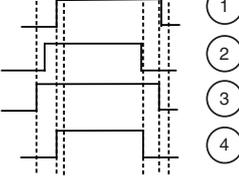
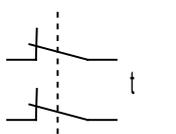
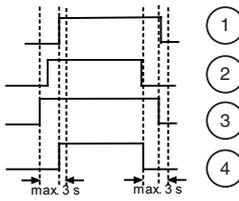
Temperatur	0 °C ... +50 °C Betrieb -25 °C ... +70 °C Lagerung, Transport
Schutzklasse	IP20
Klimaklasse	3k3 nach DIN 60721-3
Min-, Maximal relative Luftfeuchte (keine Betauung)	5 % ... 85 %
EMV	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-6-7, EN 61800-3, EN 61326-3, EN 62061
Betriebsmitteleinsatz	2000 m
Überspannungskategorie	III

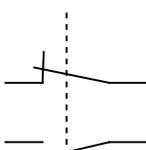
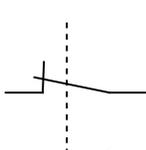
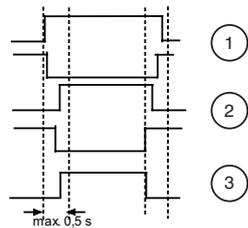
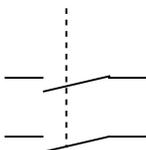
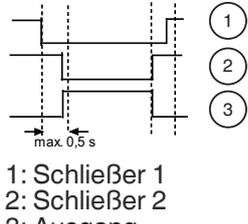
### Mechanische Daten

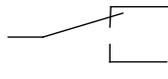
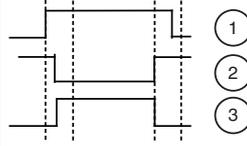
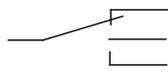
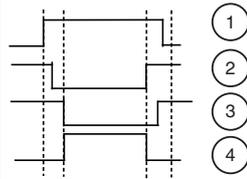
Gehäuselänge	115
Gehäusebreite	90
Gehäusehöhe	100
Masse	490 g
Befestigung	Hutschiene
Anzahl T-Bus	4
Min. Anschlussquerschnitt / AWG	0,2 mm <sup>2</sup> / 24
Max. Anschlussquerschnitt / AWG	2,5 mm <sup>2</sup> / 12

### 13 Schaltertypen

Typ	Schaltzeichen	Wahrheitstabelle	Logikfunktion	Funktionsblock	Funktion																
1	 eSwitch_1o	<table border="1"> <tr> <td>Ö</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	Ö	A	0	0	1	1	LD E.1 ST IE.X		Schließer, nur in Darstellung Öffner	 <p>1: Öffner 2: Ausgang</p>									
Ö	A																				
0	0																				
1	1																				
2	 sSwitch_1s	<table border="1"> <tr> <td>S</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	S	A	0	0	1	1	LD E.1 ST IE.X		Schließer, wie Typ 1	 <p>1: Öffner 2: Ausgang</p>									
S	A																				
0	0																				
1	1																				
3	 eSwitch_2o	<table border="1"> <tr> <td>Ö1</td> <td>Ö2</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	Ö1	Ö2	A	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	LD E.1 AND E.2 ST IE.X		UND-Verknüpfung beider Eingänge	 <p>1: Öffner 1 2: Öffner 2 3: Ausgang</p>
Ö1	Ö2	A																			
0	0	0																			
1	0	0																			
0	1	0																			
1	1	1																			
4	 eSwitch_2oT	<table border="1"> <tr> <td>Ö1</td> <td>Ö2</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	Ö1	Ö2	A	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	LD E.1 OR E.2 ST META_EN.1  LD E.1 AND E.2 ST MET-B_EN.1  LD MET.1 ST IE.X	Zeitüberwachung MET1 ... MET4	Wie 3, jedoch mit zeitlicher Überwachung von Zustandsänderungen. Bei Signalwechsel an S oder Ö Muss komplementäres Signal innerhalb Zeit t = 3 s folgen. Falls nicht auf Störung erkennen und A = 0	 <p>1: Öffner 1 2: Öffner 2 3: Ausgang</p>
Ö1	Ö2	A																			
0	0	0																			
1	0	0																			
0	1	0																			
1	1	1																			
5	 eSwitch_1s1o	<table border="1"> <tr> <td>S</td> <td>Ö</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </table>	S	Ö	A	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	LD E.1 AND NOT E.2 ST IE.X		Überwachung auf S = inaktiv und Ö = aktiv	 <p>1: Öffner 2: Schließer 3: Ausgang</p>
S	Ö	A																			
0	0	0																			
1	0	0																			
0	1	1																			
1	1	0																			
6	 eSwitch_1s1oT	<table border="1"> <tr> <td>S</td> <td>Ö</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </table>	S	Ö	A	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	LD E.1 OR NOT E.2 ST META_EN.1  LD E1 AND NOT E2 ST MET-B_EN.1  LD MET.1 ST IE.X	Zeitüberwachung MET1 ... MET4	Wie 5, jedoch mit zeitlicher Überwachung von Zustandsänderungen. Bei Signalwechsel an S oder Ö muss komplementäres Signal innerhalb Zeit t = 3 s folgen. Falls nicht auf Störung erkennen und A = 0	 <p>1: Öffner 2: Schließer 3: Ausgang</p>
S	Ö	A																			
0	0	0																			
1	0	0																			
0	1	1																			
1	1	0																			

Typ	Schaltzeichen	Wahrheitstabelle	Logikfunktion	Funktionsblock	Funktion																										
7	 eSwitch_2s2o	<table border="1"> <thead> <tr> <th>S1</th> <th>Ö1</th> <th>S2</th> <th>Ö2</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	S1	Ö1	S2	Ö2	A	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	LD E.1 AND E.2 AND NOT E.3 ST IE.X		Überwachung auf $S1 * S2 =$ inaktiv v und $Ö1 * Ö2 =$ aktiv	 <p>1: Öffner 1 2: Öffner 2 3: Schließer 4: Ausgang</p>
S1	Ö1	S2	Ö2	A																											
1	0	1	0	0																											
0	1	1	0	0																											
0	1	0	1	1																											
1	0	0	1	0																											
8	 eSwitch_2s2oT	<table border="1"> <thead> <tr> <th>S1</th> <th>Ö1</th> <th>S2</th> <th>Ö2</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	S1	Ö1	S2	Ö2	A	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	LD E.1 OR E.2 OR NOT E.3 ST META_EN.1  LD E.1 AND E.2 AND NOT E.3 ST MET-B_EN.1  LD MET.1 ST IE.X	Zeitüberwachung MET1 ... MET4	Wie 6, jedoch mit zeitlicher Überwachung von Zustandsänderungen. Bei Signalwechsel an S (Achtung Sammelleitung!) oder Ö muss komplementäres Signal innerhalb Zeit $t = 3$ s folgen. Falls nicht auf Störung erkennen und $A = 0$	 <p>1: Öffner 1 2: Öffner 2 3: Schließer 4: Ausgang</p>
S1	Ö1	S2	Ö2	A																											
1	0	1	0	0																											
0	1	1	0	0																											
0	1	0	1	1																											
1	0	0	1	0																											
9	 eSwitch_3o	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ö1</th> <th>Ö2</th> <th>Ö3</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Ö1	Ö2	Ö3	A	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	LD E.1 AND E.2 AND E.3 ST IE.X		UND-Verknüpfung der drei Eingänge	 <p>1: Öffner 1 2: Öffner 2 3: Öffner 3 4: Ausgang</p>	
Ö1	Ö2	Ö3	A																												
0	0	0	0																												
1	0	0	0																												
0	1	0	0																												
1	1	0	0																												
1	1	1	1																												
10	 eSwitch_3oT	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ö1</th> <th>Ö2</th> <th>Ö3</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Ö1	Ö2	Ö3	A	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	LD E.1 OR E.2 OR E.3 ST META_EN.1  LD E.1 AND E.2 AND E.3 ST MET-B_EN.1 LD MET.1  ST IE.X	Zeitüberwachung MET1 ... MET4	Wie 8, jedoch mit zeitlicher Überwachung von Zustandsänderungen. Bei Signalwechsel an einer der Ö-Eingänge müssen die weiteren Eingänge innerhalb Zeit $t = 3$ s folgen. Falls nicht auf Störung erkennen und $A = 0$	 <p>1: Öffner 1 2: Öffner 2 3: Öffner 3 4: Ausgang</p>	
Ö1	Ö2	Ö3	A																												
0	0	0	0																												
1	0	0	0																												
0	1	0	0																												
1	1	0	0																												
1	1	1	1																												

Typ	Schaltzeichen	Wahrheitstabelle	Logikfunktion	Funktionsblock	Funktion																										
11	  eTwoHand_2o	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ö1</th> <th>S1</th> <th>Ö2</th> <th>S2</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Ö1	S1	Ö2	S2	A	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	LD NOT E.1 OR E.2 OR NOT E.3 OR E.4 ST MEZ_EN.1  LD E.1 AND NOT E2 AND E3 AND NOT E4 ST MEZ_EN.2  LD NOT E1 AND E.2 AND NOT E3 AND E.4 ST MEZ_EN.3  LD MEZ.1 ST IE.X	Zweihandbedienung MEZ	Überwachung auf $S1 * S2 =$ inaktiv und $Ö1 * Ö2 =$ aktiv + zeitliche Überwachung dieses Zustands. D.h. erfolgt Signalwechsel eines S von 1->0 oder Ö von 0->1 dann müssen die weiteren Signale (d.h. weiterer S = 0, bzw. Ö = 1) innerhalb von 0,5 s folgen. Wenn nicht bleibt Ausgang = 0. Keine Störungsauswertung! Keine zeitliche Überwachung bei Wechsel auf inaktiven Zustand.	 1: Öffner 1 2: Öffner 2 3: Ausgang
Ö1	S1	Ö2	S2	A																											
0	1	0	1	0																											
1	0	0	1	0																											
1	0	1	0	0																											
0	1	0	1	1																											
12	 eTwoHand_2s	<table border="1"> <thead> <tr> <th>S1</th> <th>S2</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	S1	S2	A	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	LD E.1 OR E.2 ST MEZ_EN.1  LD NOT E.1 AND NOT E.2 ST MEZ_EN.2  LD E.1 AND E.2 ST MEZ_EN.3  LD MEZ.1 ST IE.X	Zweihandbedienung MEZ	Überwachung auf $S1 * S2 =$ inaktiv + zeitliche Überwachung dieses Zustands. D.h. erfolgt Signalwechsel eines S von 1->0 dann muss das weitere Signal (d.h. weiteres S = 0) innerhalb von 0,5 s folgen. Wenn nicht bleibt Ausgang = 0. Keine Störungsauswertung! Keine zeitliche Überwachung bei Wechsel auf inaktiven Zustand.	 1: Schließer 1 2: Schließer 2 3: Ausgang										
S1	S2	A																													
1	0	0																													
0	1	0																													
0	0	0																													
1	1	1																													

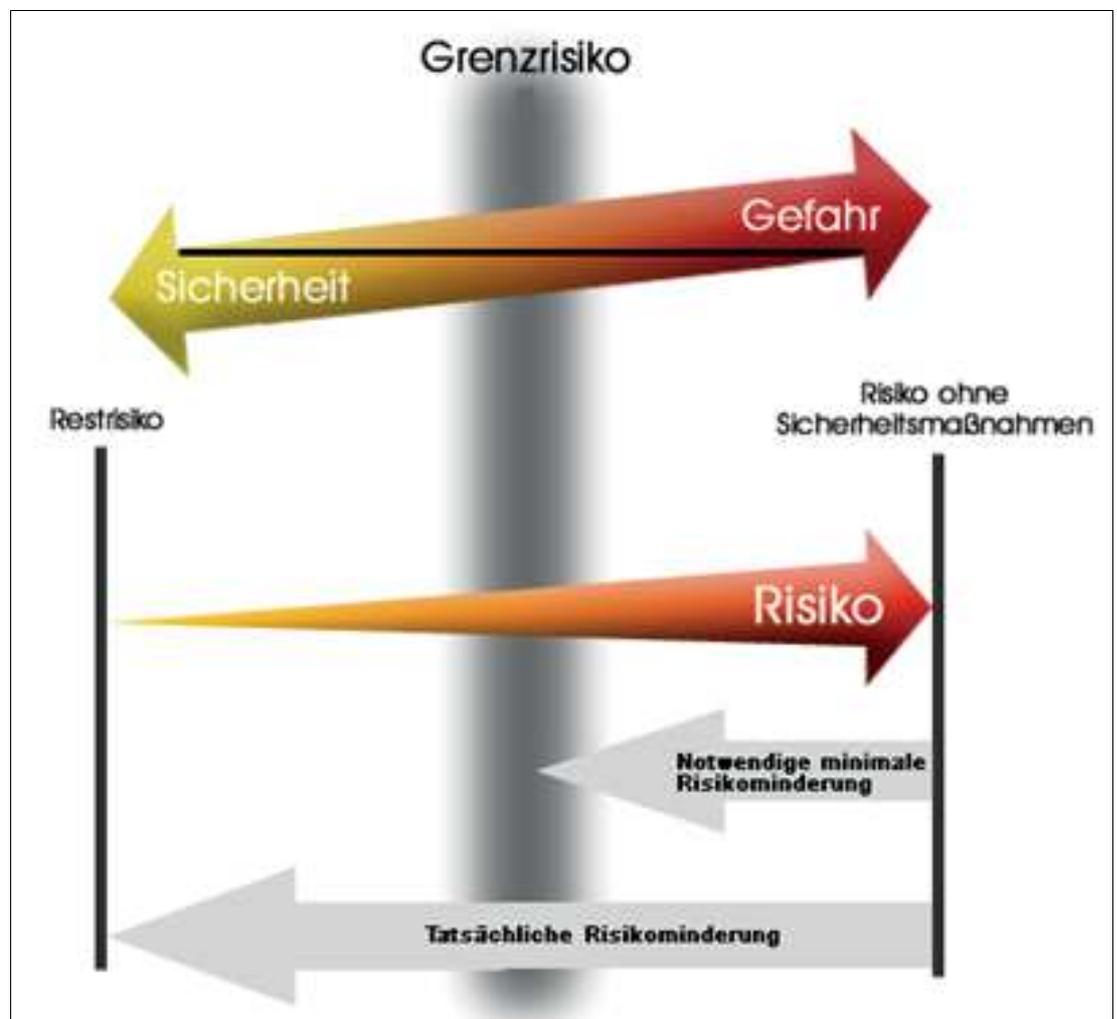
Typ	Schaltzeichen	Wahrheitstabelle	Logikfunktion	Funktionsblock	Funktion																																																							
13	 eMode_1s1o	<table border="1"> <thead> <tr> <th>S1</th> <th>S2</th> <th>A1</th> <th>A2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	S1	S2	A1	A2	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	<p>LD E.1 AND NOT E.2 ST IE.X1</p> <p>LD NOT E.1 AND E.2 ST IE.X2</p>	Wahlschalter	Eindeutige Verknüpfung der zulässigen Schalterstellungen	 <p>1: Öffner 2: Schließer 3: Ausgang</p>																																		
S1	S2	A1	A2																																																									
1	0	1	0																																																									
0	1	0	1																																																									
0	0	0	0																																																									
1	1	0	0																																																									
14	 eMode_3switch	<table border="1"> <thead> <tr> <th>S1</th> <th>S2</th> <th>S3</th> <th>A1</th> <th>A2</th> <th>A3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	S1	S2	S3	A1	A2	A3	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<p>LD E.1 AND NOT E.2 AND NOT E.3 ST IE.X1</p> <p>LDN E.1 AND E2 AND NOT E.3 ST IE.X2</p> <p>LDN E.1 AND NOT E.2 AND E.3 ST IE.X3</p>	Wahlschalter	Eindeutige Verknüpfung der zulässigen Schalterstellungen	 <p>1: Schalter 1 2: Schalter 2 3: Schalter 3 4: Ausgang 1</p>
S1	S2	S3	A1	A2	A3																																																							
1	0	0	1	0	0																																																							
0	1	0	0	1	0																																																							
0	0	1	0	0	1																																																							
1	1	0	0	0	0																																																							
1	0	1	0	0	0																																																							
0	1	1	0	0	0																																																							
1	1	1	0	0	0																																																							
0	0	0	0	0	0																																																							

## 14 Hinweise für Entwurf, Programmieren, Validieren und Testen von sicherheitstechnischen Applikationen

Nachfolgende Hinweise beschreiben die Vorgehensweise für Entwurf, Programmieren, Validieren und Testen von sicherheitstechnischen Applikationen. Die Hinweise sollen dem Anwender helfen, alle Schritte von der Risikobeurteilung bis zum Systemtest einzuordnen, leicht zu verstehen und anzuwenden. Zum besseren Verständnis der jeweiligen Punkte werden die einzelnen Schritte anhand von Beispielen näher erläutert.

### 14.1 Risikobetrachtung

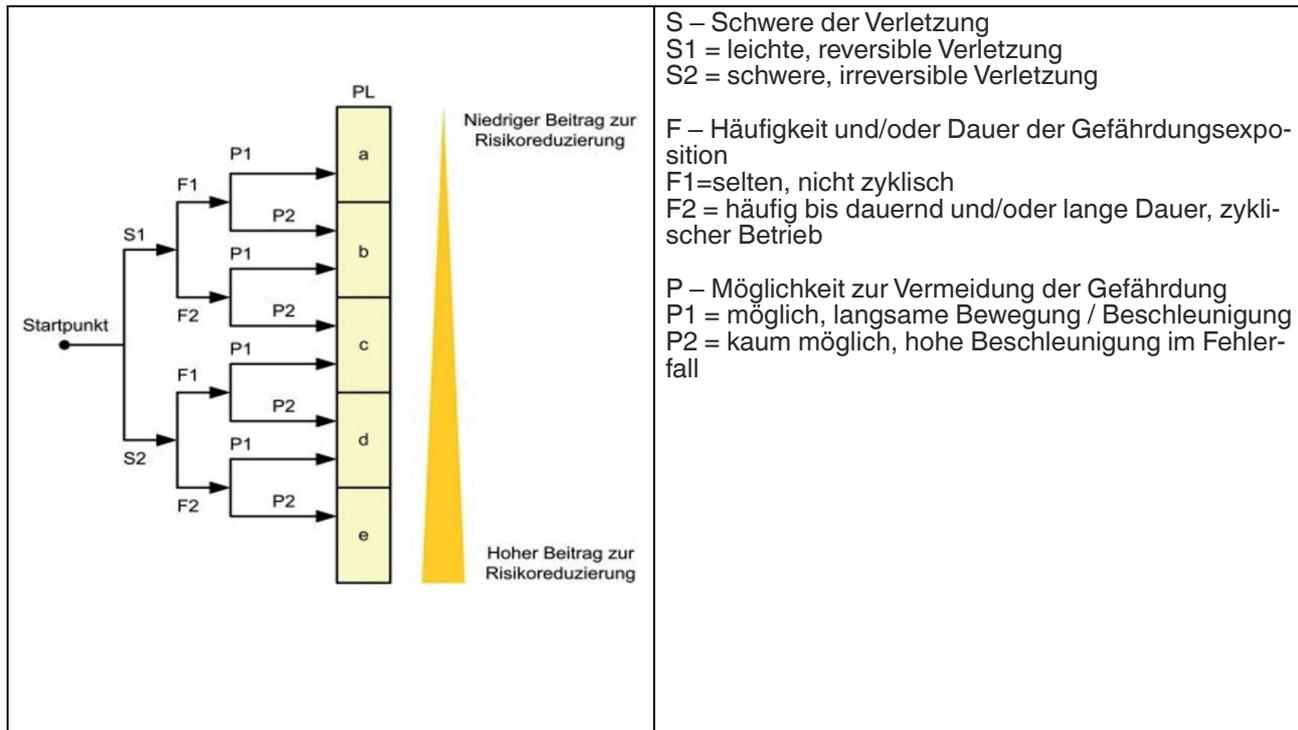
Grundsätzlich muss der Hersteller einer Maschine die Sicherheit einer von ihm konstruierten, bzw. gelieferten Maschine gewährleisten. Für die Beurteilung der Sicherheit sind die jeweils gültigen einschlägigen Richtlinien und Normen heranzuziehen. Ziel der Sicherheitsbetrachtung und der daraus abgeleiteten Maßnahmen muss eine Reduzierung der Gefährdung von Personen auf ein akzeptierbares Niveau sein.



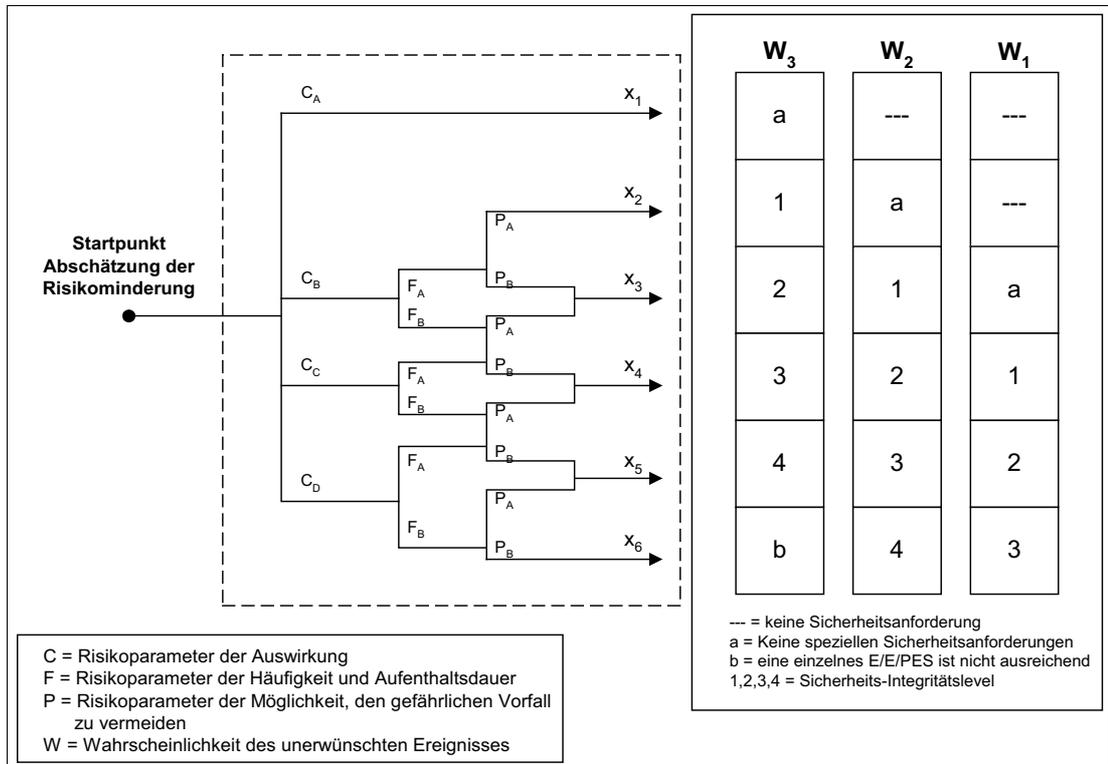
Die Analyse der Gefährdungen muss sämtliche Betriebszustände der Maschine wie Betreiben, Rüsten und Warten bzw. Aufstellen und Außerbetriebstellen sowie auch vorhersehbare Fehlanwendungen berücksichtigen. Die hierzu erforderliche Vorgehensweise für die Risikobeurteilung und den Maßnahmen zu deren Reduzierung sind z.B. in den einschlägigen Normen

- EN ISO 13849-1 Sicherheit von Maschinen
- IEC 61508 Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener e/e/p e Systeme enthalten.

**Risikobeurteilung nach EN ISO 13849-1**



**Risikobeurteilung nach IEC 61508**



Die zu betrachtenden Risiken sind ebenso in einschlägigen Richtlinien und Normen enthalten, bzw. sind vom Hersteller aufgrund seiner spezifischen Kenntnisse der Maschine gesondert zu betrachten.

Für innerhalb der EU in Verkehr gebrachte Maschinen sind die mindestens zu betrachtenden Risiken in der EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG bzw. in der jeweils letztgültigen Fassung dieser Richtlinie spezifiziert.

Weitere Hinweise für die Risikobeurteilung und die sichere Gestaltung von Maschinen sind in den Normen

- EN 14121 Sicherheit von Maschinen - Risikobeurteilung
- EN 12100 Sicherheit von Maschinen - Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze enthalten.

Maßnahmen die zur Reduzierung identifizierter Gefährdungen angewendet werden müssen im Niveau mindestens demjenigen der Gefährdung entsprechen. Derartige Maßnahmen und die Anforderungen hieran sind ebenso beispielhaft in den oben angeführten Richtlinien und Normen enthalten.

## 14.2 Erforderliche Technische Unterlagen

Vom Hersteller sind verschiedene technische Unterlagen zu liefern. Deren Mindestumfang ist ebenso in den einschlägigen Richtlinien und Normen enthalten.

So sind z.B. gemäß EU-Maschinenrichtlinie mindestens folgende Unterlagen zu liefern:

1. Die technischen Unterlagen umfassen:
- a) eine technische Dokumentation mit folgenden Angaben bzw. Unterlagen:
- eine allgemeine Beschreibung der Maschine
  - eine Übersichtszeichnung der Maschine und die Schaltpläne der Steuerkreise sowie Beschreibungen und Erläuterungen, die zum Verständnis der Funktionsweise der Maschine erforderlich sind
  - vollständige Detailzeichnungen, eventuell mit Berechnungen, Versuchsergebnissen, Bescheinigungen usw., die für die Überprüfung der Übereinstimmung der Maschine mit den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen erforderlich sind
  - die Unterlagen über die Risikobeurteilung, aus denen hervorgeht, welches Verfahren angewandt wurde; dies schließt ein:
    - i) eine Liste der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen, die für die Maschine gelten
    - ii) eine Beschreibung der zur Abwendung ermittelter Gefährdungen oder zur Risikominderung ergriffenen Schutzmaßnahmen und gegebenenfalls eine Angabe der von der Maschine ausgehenden Restrisiken
  - die angewandten Normen und sonstige technische Spezifikationen unter Angabe der von diesen Normen erfassten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen
  - alle technischen Berichte mit den Ergebnissen der Prüfungen, die vom Hersteller selbst oder von einer Stelle nach Wahl des Herstellers oder seines Bevollmächtigten durchgeführt wurden
  - ein Exemplar der Betriebsanleitung der Maschine
  - gegebenenfalls die Einbauerklärung für unvollständige Maschinen und die Montageanleitung für solche unvollständigen Maschinen
  - gegebenenfalls eine Kopie der EG-Konformitätserklärung für in die Maschine eingebaute andere Maschinen oder Produkte,
  - eine Kopie der EG-Konformitätserklärung
- b) bei Serienfertigung eine Aufstellung der intern getroffenen Maßnahmen zur Gewährleistung der Übereinstimmung aller gefertigten Maschinen mit den Bestimmungen dieser Richtlinie

Quelle BGIA Report 2/2008

Die Unterlagen sind dabei leichtverständlich und in der jeweiligen Landessprache abzufassen.

### 14.3 Erforderliche Schritte zu Entwurf, Realisierung und Prüfung

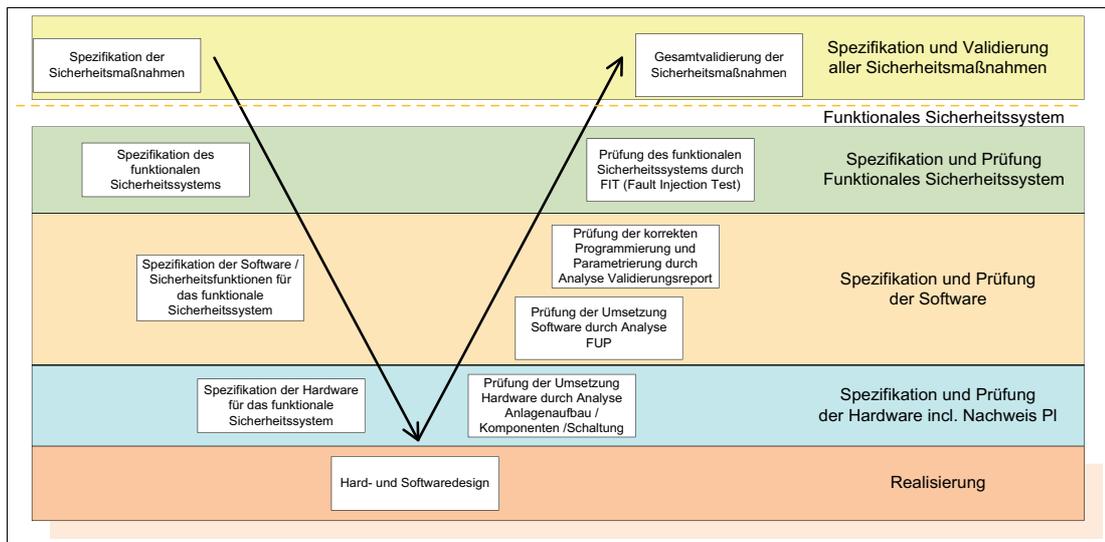
Die Realisierung von Anlagenteilen mit sicherheitstechnischer Funktion bedarf einer besonderen Sorgfalt in der Planung, Realisierung und Prüfung. Auch hierzu sind Leitlinien in den einschlägigen Normen (vgl. EN ISO 13849-2, bzw. IEC 61508) enthalten. Der Aufwand richtet sich hierbei nach der Komplexität der Aufgabenstellung für Anlagenteile mit sicherheitstechnischer Funktion.

Die PUS-Auswerteeinheit bietet für die Realisierung derartiger Funktionen mit Hilfe von sicherheitsgerichteten Steuer- und Überwachungsfunktionen eine effiziente Unterstützung in Form der Systemarchitektur (Architektur Kat. 4 nach EN ISO 13849-1) und vor allem auch der Programmiersprache und geprüfter Sicherheitsfunktionen an. Die Programmierung erfolgt in der nach den Sicherheitsnormen empfohlenen Form FUP (Funktionsplan orientierte Programmierung). Sie entspricht weiter den Anforderungen an eine Programmiersprache mit eingeschränktem Sprachumfang (LVL) für die wesentlichen Vereinfachungen in Dokumentation und Testumfang gelten.

In jedem Fall bedürfen die einzelnen Schritte einer sorgfältigen Planung und Analyse der verwendeten Methoden und Systeme. Die einzelnen Schritte sind weiter gut nachvollziehbar zu dokumentieren.

#### V-Modell (vereinfacht)

Die Umsetzung von sicherheitstechnischen Funktionen bedarf einer strukturieren Vorgehensweise wie sie beispielhaft das in einschlägigen Normen empfohlene V-Modell aufzeigt. Nachfolgend ist beispielhaft die Vorgehensweise für Applikationen mit Baugruppen der PUS-Auswerteeinheit aufgezeigt.



### 14.3.1 Phasen des V-Modells

Benennung	Beschreibung	
	Designphase	Validierungsphase
Spezifikation und Validierung aller passiver und aktiver Sicherheitsmaßnahmen	Spezifikation aller zu treffender Sicherheitsmaßnahmen wie Abdeckungen, Abschrankungen, max. Maschinenparameter, sicherheitstechnische Funktionen etc.	Prüfung aller passiver und aktiver Sicherheitsmaßnahmen auf deren ordnungsgemäßen Umsetzung und Wirksamkeit
Spezifikation der funktionalen Sicherheitssysteme	Spezifikation der aktiven Sicherheitssysteme und deren Zuordnung auf die zu reduzierenden Risiken wie z.B. reduzierte Geschwindigkeit. Im Einrichtbetrieb, Stopp-Modus, Überwachung von Zugangsbereichen etc. Spezifikation des PLr bzw. geforderten SIL für jede einzelne Sicherheitsfunktion	Prüfung aller aktiven Sicherheitssystemen auf deren Wirksamkeit und Einhaltung der spezifizierten Parameter wie z.B. fehlerhaft erhöhte Geschwindigkeit, fehlerhafter Stopp, Ansprechen von Überwachungseinrichtungen etc. mittels praktischer Tests
Spezifikation der Software / Sicherheitsfunktionen	Spezifikation der Funktionalität der einzelnen Sicherheitsfunktionen inkl. Definition des Abschaltkreises etc Definition der Parameter für die einzelne Sicherheitsfunktion wie z.B. max. Geschwindigkeit, Stopprampen und Kategorie etc.	Prüfung der korrekten Umsetzung der Funktionsvorgaben durch Analyse FUP-Programmierung Validierung des Applikationsprogramms und der Parameter durch Vergleich Validierungsreport mit FUP bzw. Vorgaben für Parameter
Spezifikation der Hardware	Spezifikation des Anlagenaufbaus und der Funktionen der einzelnen Sensoren, Befehlsgeräte, Steuerungskomponenten und Aktuatoren in Bezug auf die Sicherheitsfunktionen	Prüfung der korrekten Umsetzung der Vorgaben. Ermittlung der Ausfallwahrscheinlichkeit bzw. PL mittels Analyse der Gesamtarchitektur und der Kenndaten aller beteiligten Komponenten, jeweils bezogen auf die einzelnen Sicherheitsfunktionen
Hard- und Softwaredesign	Konkrete Planung und Umsetzung des Anlagenaufbaus / Verdrahtung. Konkrete Umsetzung der Sicherheitsfunktionen durch Programmierung in FUP	nil

## 14.3.2 Spezifikation der Sicherheitsanforderungen (Gliederungsschema)

Basis der anzuwendenden Normen, z.B. Produktnormen sind die Sicherheitsanforderungen im Einzelnen zu analysieren.

1	Allgemeine Produkt- und Projektangaben
1.1	Produktidentifikation
1.2	Autor, Version, Datum, Dokumentenname, Dateiname
1.3	Inhaltsverzeichnis
1.4	Begriffe, Definitionen, Glossar
1.5	Versionshistorie und Änderungsvermerke
1.6	Für die Entwicklung relevante Richtlinien, Normen und technische Regeln
2	Funktionale Angaben zur Maschine, soweit sicherheitstechnisch von Bedeutung
2.1	Bestimmungsgemäße Verwendung und vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung/-bedienung
2.2	Prozessbeschreibung (Betriebsfunktionen)
2.3	Betriebsarten (z.B. Einrichtbetrieb, Automatikbetrieb, Betrieb mit lokalem Bezug oder von Teilen der Maschine)
2.4	Kenndaten, z.B. Zykluszeiten, Reaktionszeiten, Nachlaufwege
2.5	Sonstige Eigenschaften der Maschine
2.6	Sicherer Zustand der Maschine
2.7	Wechselwirkung zwischen Prozessen (siehe auch 2.2) und manuellen Aktionen (Reparatur, Einrichten, Reinigen, Fehlersuche usw.)
2.8	Handlungen im Notfall
3	Erforderliche(r) Performance Level (PL <sub>r</sub> )
3.1	Referenz auf vorhandene Dokumentation zur Gefährdungsanalyse und Risikobeurteilung der Maschine
3.2	Ergebnisse der Risikobeurteilung für jede ermittelte Gefährdung oder Gefährdungssituation und Festlegung der zur Risikominderung jeweils erforderlichen Sicherheitsfunktion(en)
4	Sicherheitsfunktionen (Angaben gelten für jede Sicherheitsfunktion)
	- Funktionsbeschreibung („Erfassen - Verarbeiten - Ausgeben“) einschließlich aller funktionaler Eigenschaften (siehe auch Tabellen 5.1 und 5.2)
	- Aktivierungs-/Deaktivierungsbedingungen oder -ereignisse (z.B. Betriebsarten der Maschine)
	- Verhalten der Maschine beim Auslösen der Sicherheitsfunktion
	- zu berücksichtigende Wiederanlaufbedingungen
	- Leistungskriterien/Leistungsdaten
	- Ablauf (zeitliches Verhalten) der Sicherheitsfunktion mit Reaktionszeit
	- Häufigkeit der Betätigung (d.h. Anforderungsrate), Erholungszeiten nach Anforderung
	- sonstige Daten
	- einstellbare Parameter (soweit vorgesehen)
	- Einordnung und Zuordnung von Prioritäten bei gleichzeitiger Anforderung und Bearbeitung mehrerer Sicherheitsfunktionen
	- funktionales Konzept zur Trennung bzw. Unabhängigkeit/Rückwirkungsfreiheit zu Nicht-Sicherheitsfunktionen und weiteren Sicherheitsfunktionen
5	Vorgaben für den SRP/CS-Entwurf
5.1	Zuweisung, durch welche SRP/CS und in welcher Technologie die Sicherheitsfunktion realisiert werden soll, vorgesehene Betriebsmittel
5.2	Auswahl der Kategorie, vorgesehene Architektur (Struktur) als sicherheitsbezogenes Blockdiagramm mit Beschreibung
5.3	Schnittstellenbeschreibung (Prozessschnittstellen, interne Schnittstellen, Bedienerchnittstellen, Bedien- und Anzeigeelemente usw.)
5.4	Einschaltverhalten, Umsetzung des erforderlichen Anlaufverhaltens und Wiederanlaufverhaltens
5.5	Leistungsdaten: Zykluszeiten, Reaktionszeiten usw.
5.6	Verhalten des SRP/CS bei Bauteilausfällen und -fehlern (Erreichen und Aufrechterhalten des sicheren Zustandes) einschließlich Zeitverhalten
5.7	Zu berücksichtigende Ausfallarten von Bauteilen, Baugruppen oder Blöcken und ggf. Begründung für Fehlerausschlüsse
5.8	Konzept zur Umsetzung der Erkennung und Beherrschung von zufälligen und systematischen Ausfällen (Selbsttests, Testschaltungen, Überwachungen, Vergleiche, Plausibilitätsprüfungen, Fehlererkennung durch den Prozess usw.)
5.9	Quantitative Aspekte
5.9.1	Zielwerte für $MTTF_d$ und $DC_{avg}$
5.9.2	Schalthäufigkeit verschleißbehafteter Bauteile
5.9.3	Häufigkeit von Maßnahmen zur Fehleraufdeckung
5.9.4	Gebrauchsdauer, falls abweichend von der Berechnungsgrundlage der vorgesehenen Architekturen (20 Jahre)
5.10	Betriebs- und Grenzdaten (Betriebs- und Lagertemperaturbereich, Feuchteklasse, IP-Schutzart, Schock-/Vibrations-/EMV-Störfestigkeitswerte, Versorgungsdaten mit Toleranzen usw.) (IP = International Protection, EMV = elektromagnetische Verträglichkeit)
5.11	Anzuwendende Grundnormen für die Konstruktion (zur Ausrüstung, zum Schutz gegen elektrischen Schlag/gefährliche Körperströme, zur Störfestigkeit gegen Umgebungsbedingungen usw.)
5.12	Technische und organisatorische Maßnahmen für einen gesicherten Zugriff auf sicherheitsrelevante Parameter bzw. SRP/CS-Eigenschaften (Manipulationsschutz, Zugangssicherung, Programm-/Datenschutz) und zum Schutz gegen unbefugtes Bedienen (Schlüsselschalter, Code usw.), z.B. bei Sonderbetriebsarten
5.13	Allgemeine technische Voraussetzungen und organisatorische Rahmenbedingungen für die Inbetriebnahme, Prüfung und Abnahme sowie Wartung und Instandhaltung

Quelle: Allgemeine Vorgabe, Auszug BGIA Report 2/2008 zu EN ISO 13849-1

Beispiel für einen Handhabungsautomaten:

Funktionsbeschreibung:

Der Handhabungsautomat dient zur automatischen Aufnahme von unterschiedlich hohen LKW Kabinen. Nach der Aufnahme wird die Höhe der Kabine sicher erfasst, damit im Arbeiterbereich die Kabine nicht unter eine bestimmte Höhe abgesenkt werden kann. Im Arbeiterbereich darf der Automat eine maximale Geschwindigkeit nicht überschreiten. Nachdem die Kabine fertig bearbeitet wurde wird sie am Ende der Bearbeitungsstraße wieder abgesetzt und der Handhabungsautomat fährt über eine Rücklaufbahn wieder zum Anfang der Strecke zurück um erneut eine Kabine aufzunehmen.

Grenzen der Maschine:

Räumliche Grenzen: Im Arbeiterbereich muss genügend Raum für die Arbeiter vorhanden sein, um alle nötigen Arbeiten an der Kabine ausführen zu können. Im Rücklauf muss genügend Raum für das leere Gehänge des Automaten vorhanden sein. Zeitliche Grenzen: Beschreibung der Lebensdauer, Beschreibung von Alterungsprozessen, die zur Änderung von Maschinenparametern führen können (z.B. Bremsen). Für solche Fälle müssen Überwachungsmechanismen vorgesehen werden. Verwendungsgrenzen: Der Automat holt automatisch neue Kabinen und fährt sie durch einen Bearbeitungsbereich. Im Bearbeitungsbereich halten sich Arbeiter auf, usw. Folgende Betriebsarten sind vorgesehen: Einrichtbetrieb, Automatischer Betrieb, Servicebetrieb usw.

Identifizierung von Gefährdungen:

Folgende mechanische Gefährdungen sind bei dem Handhabungsautomaten relevant:

Gefährdung 1: Quetschen durch abfahrende Kabine / Hebebalken

Gefährdung 2: Stoßen durch fahrende Kabine / Hebebalken

Gefährdung 3: Quetschen durch zu schnelles Absenken der Kabine im Fehlerfall

Gefährdung 4:....

Risikoanalyse:

G1: Das Gewicht der Kabine und des Hebebalkens ist so hoch, dass es zu irreversiblen Quetschungen oder Todesfällen kommen kann.

G2: Durch fahrende Kabinen/ Hebebalken kann es zu Stößen mit irreversiblen Verletzungen führen kann.

G3: ....

Risikoabschätzung:

Unter Berücksichtigung aller Betriebsbedingungen ist eine Risikominderung erforderlich.

Inhärent (Risiken aus dem Projekt) sichere Konstruktion

Das Bewegen der Kabine in x -und y-Richtung im Arbeiterbereich ist nicht vermeidbar. Im Bearbeitungsbereich muss die Kabine auf/ab und vorwärts bewegt werden.

Folgende Maßnahmen können ergriffen werden:

- Gefährdungen durch zu schnelle Bewegungen vermeiden
- Gefährdungen durch zu geringe Abstände vermeiden

**Beispiel für eine Risikobeurteilung**

Risikobeurteilung nach EN 12100:2010				Datum:	03.08.2011
Projektnummer		20			
Kunde		BBH		Umform - Transferpresse	
<b>01 Mechanische Gefährdungen</b>					
Beschreibung	Norm	Lösung	Risiko		
<b>01.07 Schwerkraft</b>					
Lebensphase II	Kategorie	alle Betriebsarten		R5	
Quetschen; Pressen	EN 60204-1		S4/A1/E1/M2	<input checked="" type="checkbox"/> Elektrisch	
<p>Beim Verlust der Energieversorgung (Stromausfall) droht das Absinken des Kraftrazegers. Falls in diesem Moment sich der Werk in der Presse befindet droht das Absinken des Kraftrazegers auf den Werker.</p>		<p>Beim Energieverlust gehen die Sicherheitsventile in der sicheren Zustand und eine Pressenbewegung ist nicht mehr möglich.</p>			
<b>01.13 sich bewegende Teile</b>					
Lebensphase II	Kategorie	Einlegebetrieb		R19	
Quetschen; Pressen	EN 692 EN 61800-5-2 EN ISO 13849-1 EN ISO 13849-2 EN 574 EN ISO 11161		S4/A3/E4/M2	<input checked="" type="checkbox"/> Elektrisch	
<p>Beim Einlegen des Werkstückes muss das Pressenkissen bewegt werden. Dabei befindet sich die Hand in der Presse. Die Presse arbeitet ist dabei aktiv und kann sich bewegen. Es droht ein Schliessen der Presse, während sich die Hand und Arm imn Werkzeug befinden.</p>		<p>Die Bewegung der Presse kann nur mit sicher reduzierter Geschwindigkeit bewegt werden. (SLS) Dazu wird ein sicherheitsgerichteter Joystick benutzt. Wenn der Joystick - Knopf losgelassen wird, dann wird der Stillstand überwacht. (SOS) Erst wenn die Hand aus dem Werkzeug genommen wird und die Zweihandbedienung ausgelöst wird, dann kann das Werkzeug geschlossen werden. Wird die sicher reduzierte Geschwindigkeit von &gt; 10m/s oder der Stillstand verletzt, dann wird über die Sicherheitskette die Sicherheitsventile ausgelöst und die Presse geht in den sicheren Zustand. Die Sicherheitssteuerung SMX von BBH stellt in SIL3 sicher, daß Stillstand und sicher reduzierte Geschwindigkeit sicherheitsgerichtet ermöglicht wird.</p>			
<b>03 Thermische Gefährdungen</b>					
Beschreibung	Norm	Lösung	Risiko		
www.Csaafe.biz Lebensphase I=Transport II=Montage III=Betrieb IV=Entsorgung 1 / 2					

Risikobeurteilung nach EN 12100:2010				Datum:	03.08.2011
Projektnummer		20			
Kunde		BBH		Umform - Transferpresse	
<b>03.03 Objekte oder Materialien hoher oder niedriger Tem</b>					
Lebensphase III	Kategorie	Einlegebetrieb Umrüsten Reinigung und Sauberhaltung Fehlersuche und Fehlerbeseitigung (Eingreifen der Be		R6	
Verbrennung;	EN 60204-1 EN ISO 13849-1 EN ISO 13849-2		S3/A2/E2/M1	<input checked="" type="checkbox"/> Elektrisch	
<p>Das Vorheizwerkzeug für die Schäumenanlage wird auf eine Temperatur von 120° aufgewärmt. Es droht die Berührung oder eine Übertemperatur im Fehlerfall.</p>		<p>Die Temperatur der Vorwärmeinheit wird überwacht, dass eine gefährlichere Temperatur nicht erreicht werden kann. Zusätzlich wird vor der Berührung mit einem Wamschild gewarnt. Die Temperatur im Normalbetrieb nicht so hoch das ein signifikante Gefährdung auftritt. Die Temperatur wird über sichere, analoge Eingänge und einem Wärmesensor überwacht, so daß im Fehlerfall die Vorwärmeinheit abgeschaltet wird und gegen wiedereischen geschützt ist.</p>			
www.Csaafe.biz Lebensphase I=Transport II=Montage III=Betrieb IV=Entsorgung 2 / 2					

### 14.3.3 Spezifikation des funktionalen Sicherheitssystems

Abgeleitet aus der allgemeinen Gefährdungs- und Risikoanalyse der Maschine sind die aktiven Schutzfunktionen zu identifizieren und spezifizieren.

Aktive Schutzfunktionen sind z.B. sicher reduzierte Geschwindigkeit in bestimmten Anlagenzuständen, überwachte Stopp- und Stillstandsfunktionen, Bereichsüberwachungen, Verarbeitung von Überwachungseinrichtungen wie Lichtgitter, Schalmatten etc.

Die Sicherheitsfunktionen sind jeweils abzugrenzen und die spezifischen Anforderungen in Funktion und Sicherheitsniveau zu definieren.

#### 14.3.3.1 Definition der Sicherheitsfunktionen

Die Definition der Sicherheitsfunktion muss:

- das abzudeckende Risiko benennen
- die genaue Funktion beschreiben
- alle beteiligten Sensoren, Befehlsgeräte auflisten
- alle Steuergeräte benennen
- den angesprochenen Abschaltkreis bezeichnen

enthalten.

Die Definition soll als Grundlage für die Spezifikation des HW- und Softwaredesigns dienen.

Für jede der so definierten Sicherheitsfunktionen sind die evtl. zu verwendeten Parameter wie z.B. max. Anlagengeschwindigkeit im Einrichtbetrieb etc. zu bestimmen.

Beispiele für Sicherheitsfunktionen:

SF1: STO (sicher abgeschaltetes Moment) zum Schutz gegen sicheres Anlaufen

SF2: Sichere Geschwindigkeiten

SF3: Sichere Positionen

SF4.:.....

#### 14.3.3.2 Erforderlicher Performance Lever (PLr) (zusätzlich Not-Halt)

Aus den oben erkannten Sicherheitsfunktionen SF1 muss nun der erforderliche Performance Level bestimmt werden. Aus dem Beispiel unten ist der Entscheidungsweg ersichtlich.

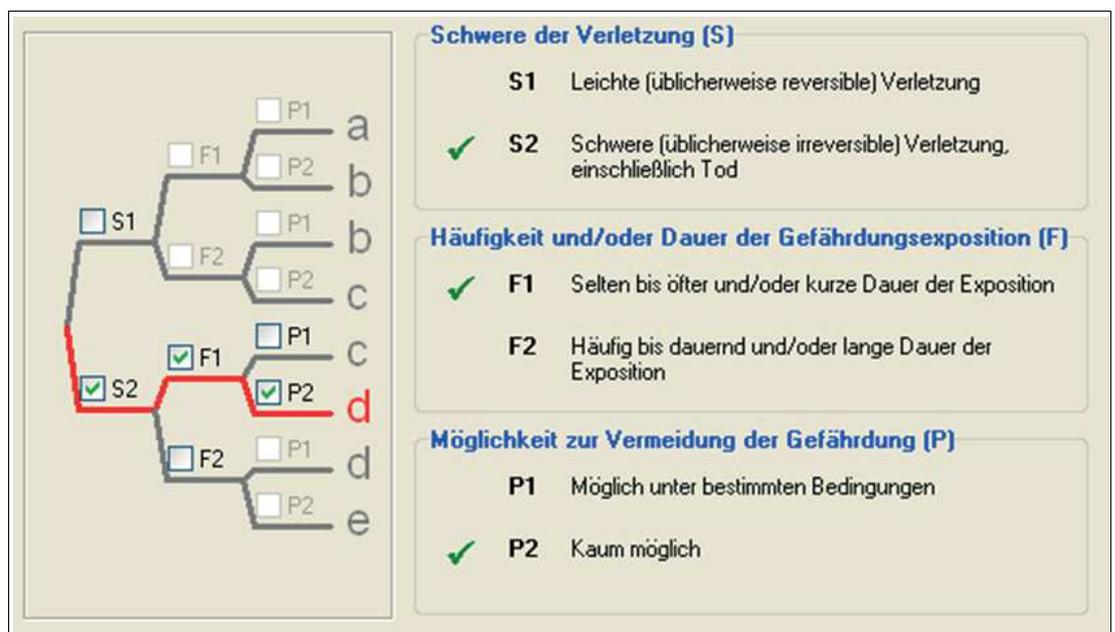


Abbildung 14.1 Beispiel für SF1: Ergebnis PF = d (Quelle Sistema)

**14.3.3.3 Beispiel - Spezifikation der Sicherheitsfunktionen in Tabellenform**

Lfd.-Nr.	Sicherheitsfunktion	Ref aus GFA	PIr	Messwert /Lesekopf	Umsetzung in Software	Soll-Parameter	Eingang/ Aktivierung	Reaktion/Ausgang
1.1	Begrenzung der max. Fahrgeschwindigkeit Fahrwerk auf Überwachung der maximalen Geschwindigkeit	2.3	e	1 x safePXV/PUS-Lesekopf 1 x safePXV/PUS-Lesekopf an Motor / Antriebsrad	Überwachung mittels geprüfter Sicherheitsfunktion SLS auf feste Grenzen:	550mm/s Fehlerdistanz-überwachung: 200mm	Ständig  Reset: Quittierungstaster	Betriebsstopp  SF 1.7.1
1.2	Begrenzung der max. Fahrgeschwindigkeit Fahrwerk im Werker Arbeitsbereich Überwachung der maximalen Geschwindigkeit auf < 0,33 m/s	2.4	e	1 x safePXV/PUS-Lesekopf  1 x safePXV/PUS-Lesekopf an Motor / Antriebsrad	Überwachung mittels geprüfter Sicherheitsfunktion SLS auf feste Grenzen:	60 mm/s Fehlerdistanz-überwachung: 200mm	Identifizierung Werker Arbeitsbereich über Position Fahrwerk UND NICHT Einrichten  Reset: Quittierungstaster	SF 1.7.1
1.3	Begrenzung der max. Fahrgeschwindigkeit Fahrwerk im Einrichtbetrieb Überwachung der maximalen Geschwindigkeit auf < 0,07 m/s	3.1	1 x safePXV/PUS-Lesekopf  1 x safePXV/PUS-Lesekopf an Motor / Antriebsrad	Überwachung mittels geprüfter Sicherheitsfunktion SLS auf feste Grenzen:	70mm/s Fehlerdistanz-überwachung: 200mm	Betriebsart Einrichten UND Taster "Sicherheit brücken"  Reset: Quittierungstaster	Betriebsart Einrichten UND Taster "Sicherheit brücken"  Reset: Quittierungstaster	SF 1.7.1

1.4	<p>Auffahrschutz Fahrwerk</p> <p>Überwachung der Abstände der Fahrwerke auf Mindestabstand mittels redundanter Laserabstandsmesung</p>	2.5	d	2 x Laserdistanz-messeinrichtungen	<p>Überwachung der Abstände mittels geprüfter Funktion SAC.</p> <p>Die analogen Messwerte Distanz werden Gegenseitig auf max. Toleranz verglichen Auf Mindestwerte überwacht (Funktion SAC) Min. Distanzwert 25% des max. Wertes Messeinrichtung</p>		<p>Fahrwerk innerhalb Werker Arbeitsbereich</p> <p>Reset: Quittierungstaster</p>	SF 1.7.1
1.6.1		5.1	e	<p>1 x safePXV/PUS-Lesekopf</p> <p>1 x safePXV/PUS-Lesekopf an Motor / Antriebsrad</p>	<p>Muting der Diagnosen für Leseköpfe Fahrwerk mittels geprüfter Funktion SCA</p> <p>Vor jeder Lücke wird Muting gestartet, ein falscher Lesekopfwert dann kurzzeitig unterdrückt. In der Lücke führt ein Lesekopfwert außerhalb 2 bis 160000mm zum Muting</p>		<p>Pos 1 (7626 - 7850)</p> <p>Pos 2 (11030-1263)</p> <p>Pos 3 (75134-5338)</p> <p>Pos 4 (145562-145622)</p> <p>Pos 5 (143935-143995)</p> <p>Pos 6 (80000-80060)</p>	SF 1.6.2

### 14.3.3.4 Softwarespezifikation

Die Softwarespezifikation bezieht sich auf die vorangegangene Spezifikation der Sicherheitsfunktionen. Sie kann auch ersetzt werden durch eine entsprechend ausgearbeitete Spezifikation der Sicherheitsfunktionen sofern diese alle Vorgaben enthält.

Es wird jedoch empfohlen eine extrahierte Liste zu erstellen. Diese sollte folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung der Sicherheitsfunktion
- Funktionsbeschreibung
- Parameter soweit vorhanden
- Auslösendes Ereignis / Betriebszustand
- Reaktion / Ausgang

Die Spezifikation sollte in der Detaillierung geeignet für eine spätere Validierung der Programmierung sein.

#### Beispiel Softwarespezifikation

Lfd.-Nr.	Sicherheitsfunktion	PLr	Messwert /Lese-kopf	Lösung neu	Eingang/ Aktivierung	Reaktion/ Ausgang
1.4	Überwachung V_Seil zu V_Soll Überwachung der Differenz zwischen Geschwindigkeit Hauptantrieb und Seiltrieb auf Maximalwert	d	Digitaler Lesekopf,  Tachogenerator Seilscheibe	Überwachung mittels geprüfter Funktion SLS + SAC mit Vergleich von Geschwindigkeitsbereichen / Analogwertbereichen = Vergleich zur Diagnose der Geschwindigkeitserfassung Abschaltung 2-kanalig neu (siehe unten)	Ständig  Reset: Quittierungstaster	Betriebsstopp  SF 1.3.1
1.6	Rücklaufsperr Überwachung auf Rücklauf	d	Mechanischer Endschalter 22S2  Digitaler Lesekopf	Überwachung mittels geprüfter Funktion Richtungs-Überwachung SDI	NOT (Hilfskontakt 28K4 - Revisionsfahrt)  Reset: Quittierungstaster	Betriebsstopp  SF 1.3.1
1.15	Stufenweise Abschaltung 3 Aktivieren der Sicherheitsbremse	e	-	Verarbeitung von SF in safeControl Expert	SF 1.2 SF 1.3.2 SF 1.7 SF 1.8	Setzen Sicherheitsbremse
1.8	Stillstand funktional	d	Digitaler Lesekopf	Stillstandsüberwachung mittels geprüfter Funktion SOS	Reglersperre ODER Betriebsbremse setzen	SF 1.15/ Sicherheitsbremse setzen
1.9	Richtungsüberwachung	e	Digitaler Lesekopf	Überwachung mittels geprüfter Funktion Richtungs-Überwachung SDI	28K1 = VOR 28K2 = ZURÜCK = sichere "signale von Steuerung "Frey""	Betriebsstopp  SF 1.3.1

### 14.3.3.5 Hardwarespezifikation

In der Hardwarespezifikation soll, der gesamte Anlagenaufbau und insbesondere die hier verwendeten Komponenten mit deren spezifischen Kenndaten beschrieben werden. Die Hardwarespezifikation dient als Grundlage für die Bestimmung des erreichten Sicherheitsniveaus auf Basis der Architektur und der Kenndaten aller an einer Sicherheitsfunktion beteiligten Geräte.

In der Hardwarespezifikation sind weiter auch die konstruktiven Maßnahmen zum Schutz gegen systematische und Common cause Fehler zu benennen.

### 14.3.3.6 Auswahl SRP/CS und Betriebsmittel

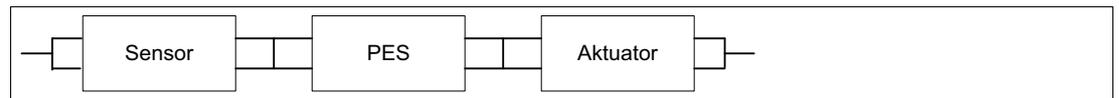
Die Auswahl der SRP/CS (Safety related parts of control system) ist geeignet für die Erzielung des angestrebten Sicherheitsniveaus für jede Sicherheitsfunktion zu treffen. In einer Gesamtübersicht des Anlagenaufbaus sind die Komponenten mit sicherheitsrelevanter Funktion zu bezeichnen und den einzelnen Sicherheitsfunktionen zuzuordnen. Für diese Komponenten sind die sicherheitstechnischen Kennzahlen zu ermitteln.

Die Kennzahlen umfassen folgende Werte:

- MTTFd = mean time to failure, die mittlere Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall)
- DC avg = Mittlerer Diagnosedeckungsgrad
- CCF = common cause failure, Ausfall aufgrund gemeinsamer Ursache

Bei einer SRP/CS sind auch die Software und systematische Fehler zu betrachten.

Grundsätzlich ist eine Analyse der an einer Sicherheitsfunktion beteiligten SRP/CS nach dem Schema Sensor / PES / Aktuator durchzuführen.



14.3.3.7 Beispiel für Vorgabe HW

Sicherheitsfunktion		Sicher reduzierte Geschwindigkeit		SF 2.2		Sicher überwachte limitierte Geschwindigkeit bei geöffneter Tür					
Typ	Benennung	Funktion	Bezeichnung	Kenndaten							Anmerkung
				Architektur	MTTFD [Jahre]	PFH [1/h]	B10d	Quelle	DC [%]	Quelle	
Sensor	Sensor 1	Türzuhaltung - Überwachung der Zugangstür	A 3.1	4			100000	Datenblatt	99	Inst. Handb. PUS	
	Sensor 2.1	Sensor - Motor-Feedback SIN/COS	G 1.1	4	30			Allg. Vorgabe	99	Inst. Handb. PUS	Kat. 4 in Verbindung m. Ausw. PUS
PES	Sicherheits-SPS	Zentrale Sicherheits-SPS für Steuerung und Auswertung von sicherheitsrelevanten Funktionen	A 4.1			1,4 E-8		Datenblatt SXM			
Aktuator	STO	Safe Torque Off an Umrichter	A 5.1	4	150			Datenblatt Umrichter	99	Inst. Handb. PUS	Kat. 4 in Verbindung m. 2. Kanal
	Netzschütz	Schütz in Netzleitung des Umrichters	K 5.1	4			20 E6	Datenblatt Schütz	99	Inst. Handb. PUS	Kat. 4 in Verbindung m. 2. Kanal

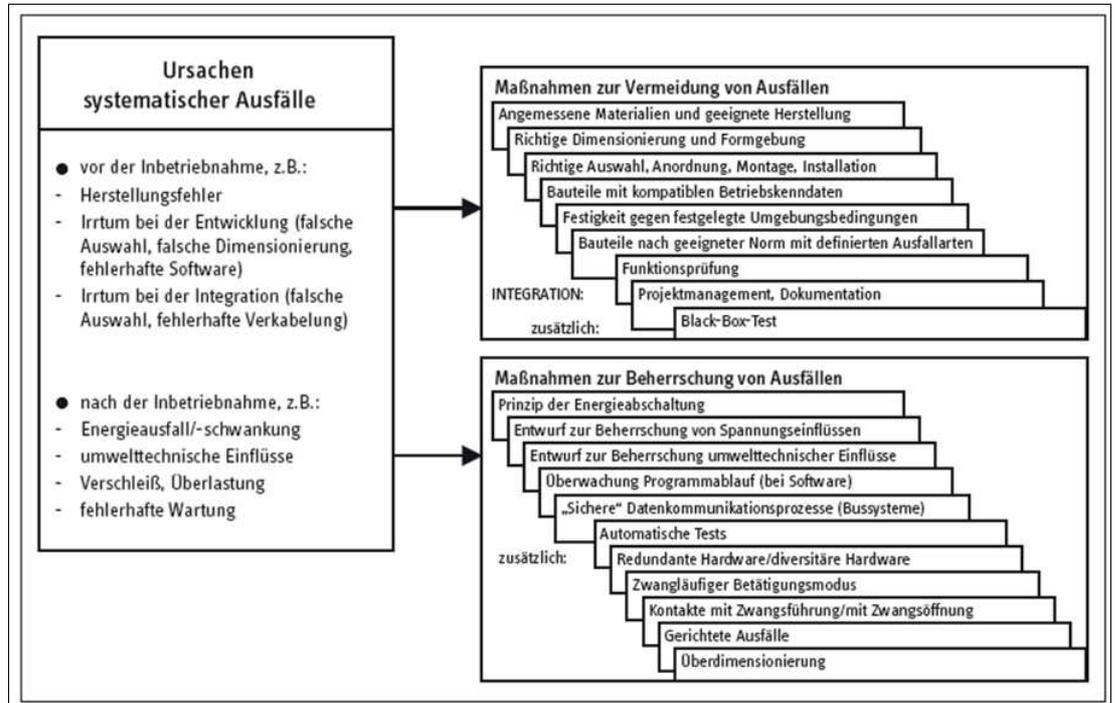
### 14.3.3.8 Betrachtung von systematischen Ausfällen

Innerhalb der HW-Spezifikation sind weiter auch systematische Ausfälle zu betrachten.

Beispiel zu Maßnahmen gegen systematische Ausfälle:

Energieabfall während des Betriebs. Ist hier eine Gefährdung gegeben muss ein Energieabfall wie ein Betriebszustand betrachtet. Die SRP/CD muss diesen Zustand beherrschen, so dass der sichere Zustand erhalten bleibt.

Maßnahmen gegen systematische Ausfälle nach Anhang G DIN EN ISO 13849-9



Quelle BGIA Report 2/2008

#### Fehlerausschlüsse

Werden für bestimmte Geräte oder Anlagenkomponenten Fehlerausschlüsse getroffen so sind diese im Einzelnen zu benennen und zu spezifizieren.

Fehlerausschlüsse können z.B. mech. Wellenbruch, Klebenbleiben von Schaltkontakten, Kurzschlüsse in Kabeln und Leitungen usw. sein.

Die Zulässigkeit der Fehlerausschlüsse soll begründet werden, z.B. durch Referenzierung auf zulässige Fehlerausschlüsse nach einschlägigen Normen z.B. EN ISO 13849-1)

Sind für diese Fehlerausschlüsse gesonderte Maßnahmen erforderlich so sind diese zu benennen.

Beispiele für Fehlerausschlüsse und zugeordnete Maßnahmen:

- Formschlüssige Verbindung bei mech. Wellenverbindungen
- Dimensionierung auf Basis ausreichender theoretischer Grundlagen bei Bruch von Komponenten der Sicherheitskette
- Zwangsführung in Verbindung mit Zwangstrennung bei Klebenbleiben von Schaltkontakten
- Geschützte Verlegung innerhalb der Schaltanlage bei Kurzschlüssen in Kabeln und Leitungen, sowie Verlegung von Kabel in Kabelschächten – besonders für den Einsatz in der Aufzugstechnik nach EN 81-20/-50 bzw. EN 81-1/-2

### 14.3.3.9 Hard- und Softwaredesign

Die Umsetzung der Vorgaben aus den HW- und SW-Spezifikation erfolgt im eigentlichen Anlagendesign.

Die Vorgaben für die zu verwendenden Komponenten und deren Verschaltung aus der HW-Spezifikation sind ebenso einzuhalten wie die Vorgaben für die Fehlerausschlüsse. Beides ist mit geeigneten Mitteln sicherzustellen und zu dokumentieren.

In der Software sind ebenso die Vorgaben aus der SW-Spezifikation zu beachten und komplett umzusetzen.

Weiter sind hier die übergeordneten Vorgaben an die SW von sicherheitstechnischer Programmierung zu beachten. Dies sind u.a.:

- Aufbau des Programms modular und klar strukturiert
- Zuordnung von Funktionen zu den Sicherheitsfunktionen
- Verständliche Darstellung der Funktionen durch:
  - Eindeutige Bezeichnungen
  - Verständliche Kommentierungen
- Weites gehende Verwendung von geprüften Funktionen / Funktionsbausteinen
- Defensive Programmierung

### 14.3.3.10 Prüfung des HW-Designs

Nach Abschluss der Planung ist das HW-Design auf die Einhaltung der Vorgaben aus der HW-Spezifikation zu prüfen.

Weiter ist die Einhaltung des spezifizierten Sicherheitsniveau für jede einzelne Sicherheitsfunktion durch geeignete Analyse zu prüfen. Die Analyseverfahren sind in den einschlägigen Normen beschrieben (z.B. EN ISO 13849-1).

#### Analyse Schaltplan

Anhand des Schaltplans und der Stückliste ist die Einhaltung der Vorgaben in sicherheitstechnischer Hinsicht zu überprüfen. Insbesondere ist zu prüfen:

- die korrekte Verschaltung der Komponenten gemäß Vorgabe,
- der zweikanalige Aufbau soweit vorgegeben
- die Rückwirkungsfreiheit von parallelen, redundanten Kanälen.
- Die Verwendung der Komponenten gemäß Vorgabe
- Die Prüfung soll durch nachvollziehbare Analyse erfolgen.

**14.3.3.11 Iterative Überprüfung des erreichten Sicherheitsniveaus**

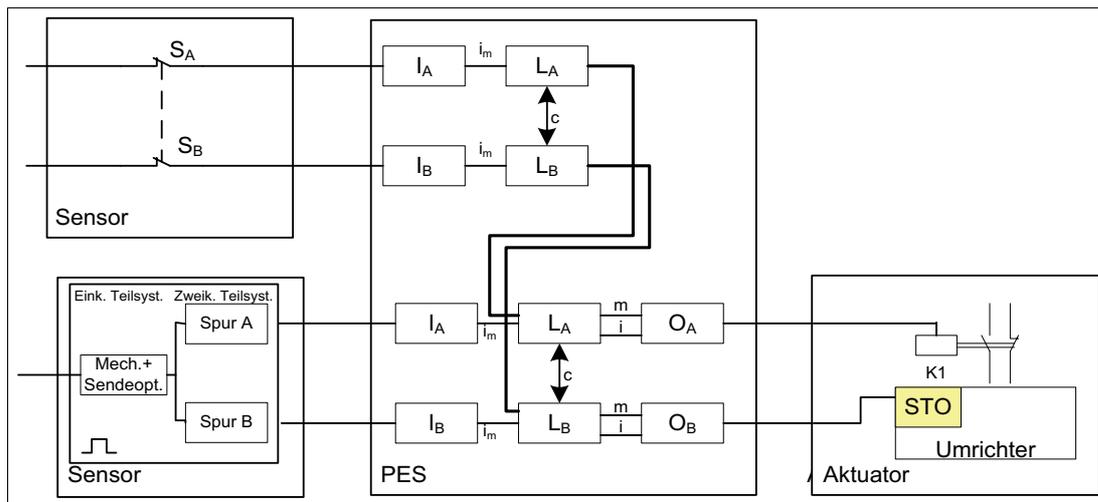
Das erreichte Sicherheitsniveau ist anhand des Schaltungsaufbaus (=Architektur einkanalig / zweikanalig / mit oder ohne Diagnose), der Gerätekenndaten (Angaben Hersteller oder einschlägige Quellen) und des Diagnosedeckungsgrads (Angabe Hersteller PES oder allgemeine Quellen) zu ermitteln. Die einschlägigen Verfahren sind der zugrunde gelegten Sicherheitsnorm zu entnehmen.

Beispielhaft ist eine Berechnung nach EN ISO 13849-1 dargestellt:

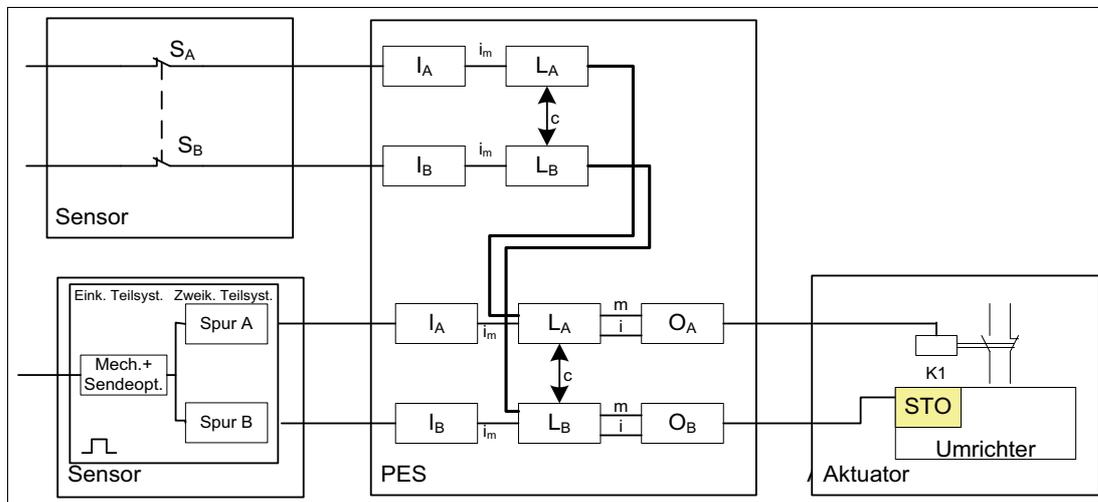
Sicherheitsfunktion:

Sicher reduzierte Geschwindigkeit bei geöffneter Zugangstür

Aufbauschema:



Sicherheitstechnisches Aufbauschema:



Berechnung nach EN ISO 13849-1:

**Kanal A - Abschaltung über Netzschutz:**

Komponente	MTTF <sub>d</sub> [Jahre]	DC
<b>Türschuttschalter</b> <sup>1</sup>	B <sub>10d</sub> =100000 n <sub>op</sub> = 30/AT = 9270/Jahr (309 AT/Jahr)  $MTTF_d = \frac{B_{10d}}{0,1 \cdot n_{op}} = 107,87 \text{ a}$	DC <sub>Switch</sub> = 99 %
<b>SIN/COS-Sensor</b>	MTTF <sub>d</sub> = 30 Jahre	DC <sub>Sensor</sub> = 99 %
<b>PES</b> <sup>2</sup>	λ <sub>d</sub> =1884,21 fit  $MTTF_d = \frac{10^9}{365 \cdot 24 \cdot \lambda_d} = 60,59 \text{ a}$	DC <sub>PES</sub> = 94,5 %
<b>Netzschütz</b> <sup>3</sup>	B <sub>10d</sub> = 1,3 ? 10 <sup>6</sup> N <sub>op</sub> 20/AT = 6180/Jahr (309 AT/Jahr)  $MTTF_d = \frac{B_{10d}}{0,1 \cdot n_{op}} = 2103,56 \text{ a}$	DC <sub>Contactor</sub> = 96 %
$MTTF_d^A = \frac{1}{\frac{1}{MTTF_d^{Switch}} + \frac{1}{MTTF_d^{Encoder}} + \frac{1}{MTTF_d^{PES}} + \frac{1}{MTTF_d^{Contactor}}} = 16,78 \text{ a}$		

1. Wert für MTTF<sub>d</sub> aus EN ISO 13849-1, Tabelle C.1

2. Wert aus firmeninterner HW FMEA; Annahme einer PUS-Auswerteeinheit mit Relais Platine, CPU Platine, Verarbeitungs-Teilsystem und Ausgangsteilsystem mit HighSide/LowSide Kombination

3. Wert für MTTF<sub>d</sub> aus EN ISO 13849-1, Tabelle C.1; Annahme "worst case" durch "Schütz mit nominaler Last"

**Kanal B – Abschaltung über STO/Umrichter:**

Komponente	MTTF <sub>d</sub> [Jahre]	DC
<b>Türschuttschalter (s.o.)</b>	B <sub>10d</sub> =100000 n <sub>op</sub> = 30/AT = 9270/Jahr (309 AT/Jahr)  $MTTF_d = \frac{B_{10d}}{0,1 \cdot n_{op}} = 107,87 \text{ a}$	DC <sub>Switch</sub> = 99 %

2022-11

<b>SIN/COS-Sensor (s.o.)</b>	MTTF <sub>d</sub> = 30 Jahre	DC <sub>Sensor</sub> = 99 %
<b>PES (s.o.)</b>	λ <sub>d</sub> =1884,21 fit  $MTTF_d = \frac{10^9}{365 \cdot 24 \cdot \lambda_d} = 60,59 \text{ a}$	DC <sub>PES</sub> = 94,5 %
<b>STO/Umrichter<sup>1</sup></b>	MTTF <sub>d</sub> = 150 Jahre	DC <sub>Contactor</sub> = 90 %
$MTTF_d^B = \frac{1}{\frac{1}{MTTF_d^{Switch}} + \frac{1}{MTTF_d^{Encoder}} + \frac{1}{MTTF_d^{PES}} + \frac{1}{MTTF_d^{STO}}} = 15,20 \text{ a}$		

1. Wert für MTTF<sub>d</sub> aus EN ISO 13849-1, Tabelle C.1

Resultierender PL für beide Kanäle:

<b>Symmetrisierung beider Kanäle:</b>	$MTTF_d = \frac{2}{3} \left[ MTTF_d^A + MTTF_d^B \cdot \frac{1}{\frac{1}{MTTF_d^A} + \frac{1}{MTTF_d^B}} \right] = 16,00 \text{ a}$
<b>DC Mittelwert</b>	$DC_{avg} = \frac{\sum_i \frac{DC_i}{MTTF_i}}{\sum_i \frac{1}{MTTF_i}} = 97,2 \%$
<b>PL</b>	<p>MTTF<sub>d</sub>= 16,00 Jahre (mittel) DC<sub>avg</sub>= 97,4 % (mittel)</p> <p>PL ="d" (aus EN ISO 13849-1, Tabellen 5,6, und 7)</p> <p>Bestimmend für den PL ist in diesem Fall der MTTF<sub>d</sub>-Wert des Sin/Cos-Sensors. Soll ein höheres Sicherheitsniveau erzielt werden, so ist ein Sensor mit einer entsprechend höheren Qualität zu verwenden.</p>

**Anmerkung:**

Die hier verwendeten charakteristischen Werte der einzelnen Komponenten wurden beispielhaft gewählt und müssen für Nutzeranwendungen entsprechend angepasst werden.

**HINWEIS**

Eine Ermittlung des PL ist u.a. auch mit dem Programmtool "Sistema" der BGIA möglich.

### 14.3.3.12 Verifikation Software (Programm) und Parameter

Die Verifikation findet in zwei Schritten statt:

1. Überprüfung des FUP in Bezug auf die spezifizierte Funktionalität
2. Überprüfung des FUP gegen das AWL-Listing des Validierungsreports, bzw. der vorgegebenen Parameter gegen denjenigen im Validierungsreport gelisteten.

### 14.3.3.13 Überprüfung FUP

Zur Überprüfung ist der tatsächlich programmierte FUP gegen die Vorgaben der Spezifikation zu vergleichen.

#### HINWEIS

Der Vergleich ist umso effizienter als je deutlicher die Programmierung in Bezug auf die Sicherheitsfunktionen strukturiert wurde.

#### Beispiel:

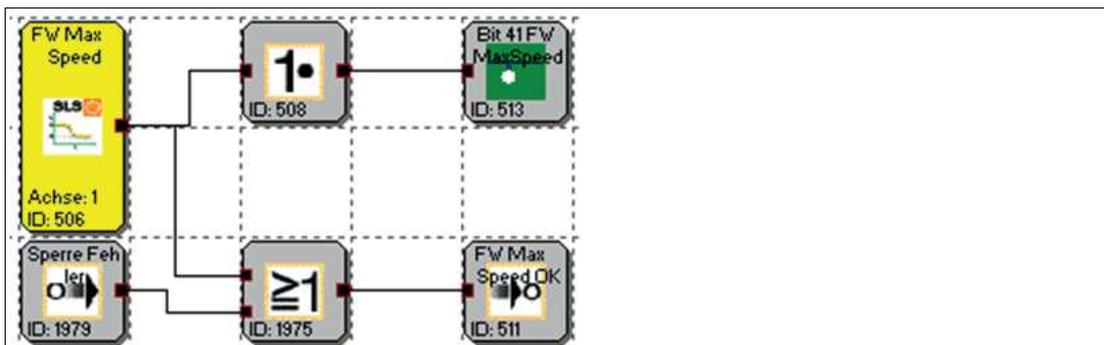
Sicherheitsfunktion:

1.1 Begrenzung der max. Fahrgeschwindigkeit Fahrwerk auf 1,1 VMax

Überwachung der maximalen Geschwindigkeit auf < 1,1 VMax

FW Max Speed OK (ID 548) (wird gebrückt durch Lücke vorhanden):

FW Max Speed ist dauerhaft aktiviert und spricht dann an, wenn eine Geschwindigkeit von 550mm/s überschritten wird.



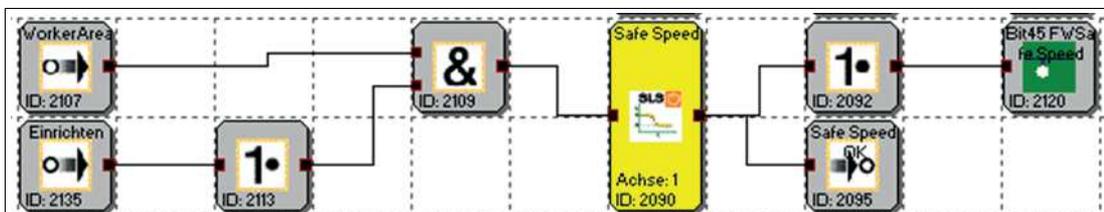
Sicherheitsfunktion:

Begrenzung der max. Fahrgeschwindigkeit Fahrwerk im Werker Arbeitsbereich

Überwachung der maximalen Geschwindigkeit auf < 0,33 m/s

Safe Speed OK (ID 2124) (wird gebrückt durch Lücke vorhanden):

Safe Speed Ok spricht an, wenn in der Workerarea und bei keinem Einrichten die sichere Geschwindigkeit SLS (ID 2090) überschritten wird.



Parameter SLS Safe Speed:

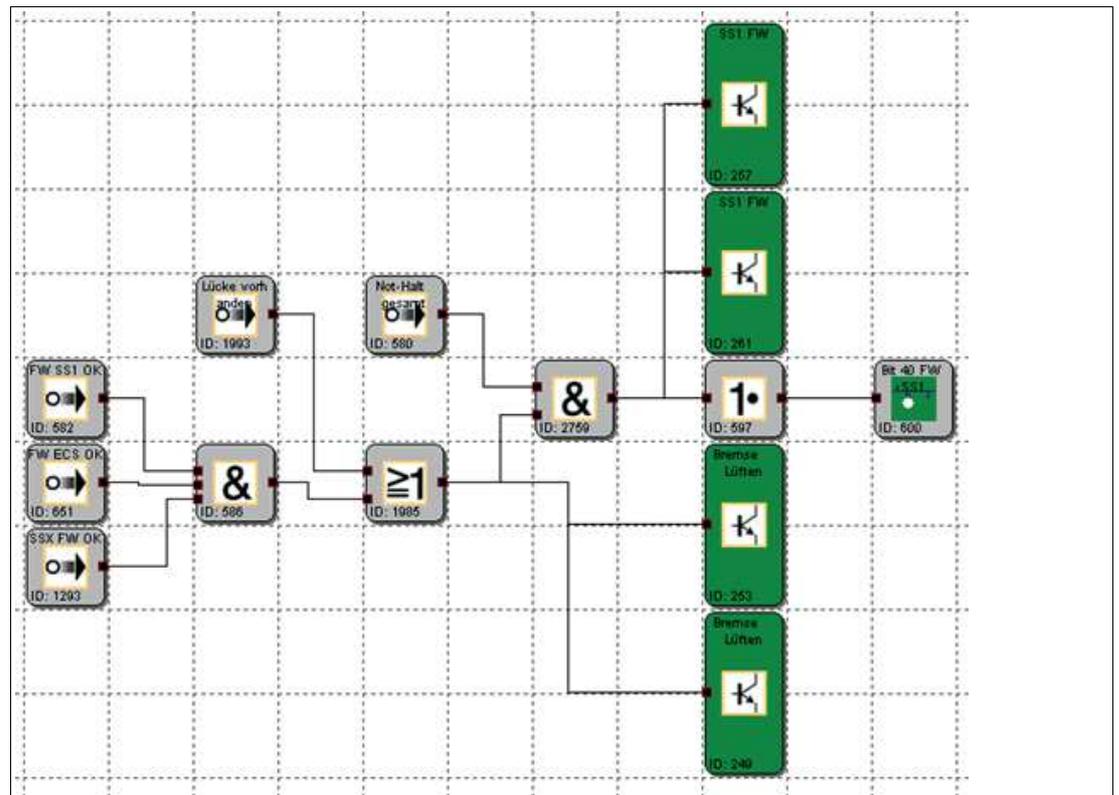
60mm/s, keine weiteren Parameter

Sicherheitsfunktion:

Abschaltung Fahrwerk

Abschaltung Fahrtrieb und Deaktivieren Bremsen

Abschaltungen am Fahrwerk



Das Fahrwerk wird über zwei Ausgänge abgeschaltet (IQQ1.5 ID 257 und 1.6 ID 261). Die Bremsen werden über zwei Ausgänge gelüftet (IQQ1.3 ID 253 und 1.4 ID 249). Es erfolgt eine Meldung an die SPS über Bit 40 (ID 600). Bei Not-Halt wird die Abschaltung sofort ausgeführt.

**Hubwerk**

Sicherheitsfunktion

Not-Aus Taster Eingänge und Abschaltausgänge

1.1 Not-Aus Kopfsteuerung

Zweikanaliger Not-Aus mit Pulsüberwachung.

Wird an der übergeordneten Steuerung ein Not-Aus ausgelöst kann dieser Not-Aus mit Zustimmung 'Sicherheit brücken' überbrückt werden.

Not-Aus Taster Kopfsteuerung

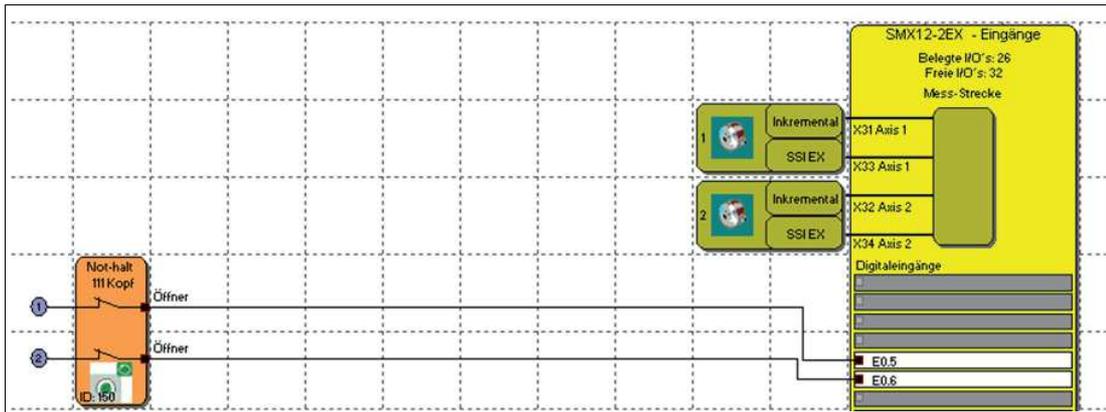


Abbildung 14.2 **Abb.32: Not-Aus Kontakte vom Not-Ausrelais mit Pulsen von der PUS-Auswerteeinheit**

### 14.3.3.14 Validieren FUP gegen AWL und Parameter mittels Validierungsreport

Die im FUP erfolgte Programmierung ist jeweils mit dem AWL-Listing des Validierungsreports zu vergleichen.

Beispiel AWL-Listing im Validierungsreport

Validierungsreport

Validierungsreport

PLC Programm			
Index	Befehl	Operand	validiert
1	S1	SLI_EN.1	
2	S1	SLI_EN.2	
3	S1	SLI_EN.3	
4	S1	SCA_EN.1	
5	S1	SCA_EN.2	
6	S1	SCA_EN.3	
7	S1	SLS_EN.2	
8	S1	SCA_EN.4	
9	S1	SLS_EN.3	
10	S1	SLS_EN.4	
11	S1	SLI_EN.5	
12	SQH		
13	LD	E0.1	
14	ST	MX.2	
15	SQC		
16	SQH		
17	LD	E0.3	
18	AND	E0.4	
19	ST	MX.3	
20	SQC		

Es wird eine schrittweise Prüfung empfohlen. Die Prüfung ist umso effizienter je strukturierter die Programmierung im FUP ausgeführt wurde.

Nach Prüfung des Programms sind die Parameter gegen die Vorgaben in der Spezifikation durch Vergleich zu prüfen.

Beispiel SLS:

**Validierungsreport**

Safe Limited Speed (SLS)				
Index	Parameter	Wert		validiert
SLS -0	Gewählte Achse:	1		
	Geschwindigkeitsschwelle:	2	0	
SLS-1	Gewählte Achse:	1		
	Geschwindigkeitsschwelle:	500	0	
SLS-2	Gewählte Achse:	1		
	Geschwindigkeitsschwelle:	2	0	
	Beschleunigungsschwelle:	2	0	
SLS-3	Gewählte Achse:	1		
	indigkeitschwelle:	2	0	
	Zugeordnete SSX Rampe:	0		

Beispiel Sensorkonfiguration

**Validierungsreport**

Achskonfiguration / Sensorschnittstelle				
Achse 1				
Allgemeine Parameter				
Messstrecke:	500	0		
Typ:	Rotatorisch			
	Nein			
Positionsverarbeitung:	Aktiv			
Maximalgeschwindigkeit:	2000	0		
Inkrementale Abschaltung:	10000	0		
Abschaltung Geschwindigkeit:	100	0		
Sensor				
Typ:	SSI-Standard		SSI-Standard	
Format:	Binär		Binär	
Drehrichtung:	Steigend		Steigend	
Versorgungsspannung:	0		0	
Auflösung:	1024	Schritte/1000mm	64	Schritte/1000mm

2022-11

Achskonfiguration / Sensorschnittstelle				
Achse 1				
Offset:	0	Schritte	0	Schritte
	Allgemeine Parameter korrekt konfiguriert			
	Parameter Sensor 1 korrekt			
	Parameter Sensor 2 korrekt			

### 14.3.3.15 Durchführung der Systemtests / FIT (fault injection test)

Für den FIT (fault injection test) muss der Hersteller eine vollständige Liste von zu testenden Funktionen erstellen. Diese Liste umfasst die definierten Sicherheitsfunktionen sowie Fehler-tests zur Überprüfung der richtigen Reaktion der SRP/CS auf diese Fehler.

#### Beispiele Testliste:

Nr.	Einrichtung	Test	Ergebnis
1 Test SLS für max. Geschw. Einrichtbetrieb			
	Aktivieren Einrichtbetrieb Fahrt mit max. erlaubter Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagnose der tatsächlichen Geschwindigkeit versus SLS Grenze</li> <li>Manipulation der Einrichtgeschwindigkeit über erlaubte reduzierte Geschwindigkeit</li> </ul>	
2 Test SSX für Stop-Kategorie 2			
	Fahrt mit max. Geschwindigkeit Betätigen Not-Aus	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagnose der SSX-Rampe gegen die tatsächliche Verzögerungsrampe</li> <li>Einstellen einer unzulässig schwachen Verzögerung</li> <li>Verfahren der Achse nach erreichtem Stillstand durch Manipulation des Antriebs</li> </ul>	
3 Test der 2-kanaligen Türüberwachung			
	Betriebsmodus Einrichtbetrieb anwählen	Diagnose der inaktiven Überwachung bei geschlossener Tür (durch Diagnosefunktion FUP) Diagnose der aktiven Überwachung bei offener Tür (durch Diagnosefunktion FUP) Abklemmen eines Kanals und Öffnen der Tür Querschluss zwischen beiden Eingängen erzeugen	

## 15 Anhang

### 15.1 Anhang A - Einstufung der Schaltertypen



#### Hinweis!

Die einzelnen Schalter der folgenden Eingangselemente können den digitalen Eingängen DI1 bis DI8 jeweils frei wählbar zugeordnet werden.

#### Zustimmtaster

Schaltertyp	Bemerkung	Einstufung PL nach EN ISO 13849-1	Einstufung SIL nach IEC 61508
1 Öffner	Zustimmschalter einfach	PL d	SIL 2
1 Schließer	Zustimmschalter einfach	PL d	SIL 2
2 Öffner	Zustimmschalter erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
2 Öffner Zeitüberwachung	Zustimmschalter überwacht	PL e	SIL 3

#### Not-Aus

Schaltertyp	Bemerkung	Einstufung Kategorie	Einstufung SIL
1 Öffner	Not-Aus einfach	PL d <sup>1)</sup>	SIL 2
2 Öffner	Not-Aus erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
2 Öffner Zeitüberwachung	Not-Aus überwacht	PL e	SIL 3

1): Fehlerausschlüsse und Randbedingungen nach EN ISO 13849-2 sind zu beachten!

#### Türüberwachung

Schaltertyp	Bemerkung	Einstufung Kategorie	Einstufung SIL
2 Öffner	Türüberwachung erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
2 Öffner Zeitüberwachung	Türüberwachung überwacht	PL e	SIL 3
1 Schließer + 1 Öffner	Türüberwachung erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
1 Schließer + 1 Öffner Zeitüberwachtl	Türüberwachung überwacht		SIL 3
2 Schließer + 2 Öffner	Türüberwachung erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
2 Schließer + 2 Öffner Zeitüberwachtl	Türüberwachung überwacht	PL e	SIL 3
3 Öffner	Türüberwachung erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
3 Öffner Zeitüberwachung	Türüberwachung überwacht	PL e	SIL 3

### Zweihandtaster

Schaltertyp	Bemerkung	Einstufung Kategorie	Einstufung SIL
2 Wechsler	Zweihandtaster erhöhte Anforderung	Typ III C PL e	SIL 3
2 Schließer	Zweihandtaster überwacht	Typ III A PL e	SIL 1



#### Hinweis!

Bei diesen Eingangselementen findet eine feste Pulszuordnung statt, die vom Anwender nicht beeinflusst werden kann!

### Lichtvorhang

Schaltertyp	Bemerkung	Einstufung Kategorie	Einstufung SIL
2 Öffner	Lichtvorhang erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
2 Öffner Zeitüberwachung	Lichtvorhang überwacht	PL e	SIL 3
1 Schließer + 1 Öffner	Lichtvorhang erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
1 Schließer + 1 Öffner Zeitüberwachtl	Lichtvorhang überwacht	PL e	SIL 3

### Betriebsartenwahlschalter

Schaltertyp	Bemerkung	Einstufung Kategorie	Einstufung SIL
2 Stellungen	Betriebsartenwahlschalter überwacht	PL e	SIL 3
3 Stellungen	Betriebsartenwahlschalter überwacht	PL e	SIL 3



#### Vorsicht!

Sicherheitshinweis

Beim Zustandswechsel des Schalters ist durch das zu erstellende safeControl-Expert-Programm sicherzustellen, dass die Ausgänge der Auswerteeinheit deaktiviert werden (Hinweis: Norm 60204-Teil1-Abschnitt 9.2.3).

### Sensor

Schaltertyp	Bemerkung	Einstufung Kategorie	Einstufung SIL
1 Öffner	Sensoreingang einfach	PL d	SIL 2
1 Schließer	Sensoreingang einfach	PL d	SIL 2
2 Öffner	Sensoreingang erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
2 Öffner Zeitüberwachung	Sensoreingang überwacht	PL e	SIL 3

Schaltertyp	Bemerkung	Einstufung Kategorie	Einstufung SIL
1 Schließer + 1 Öffner	Sensoreingang erhöhte Anforderung	PL e	SIL 3
1 Schließer + 1 Öffner Zeitüberwachtl	Sensoreingang überwacht	PL e	SIL 3

**Start- / Resetelement**

Schaltertyp	Bemerkung	Einstufung Kategorie	Einstufung SIL
1 Schließer	Alarmreset einfach (Auswertung Flanke)	-	-
1 Schließer	Logikreset einfach	PL d	SIL 2
1 Schließer	Startüberwachung einfach (Sonderfunktion)	-	-



**Hinweis!**

Der Alarmreseteingang kann mit 24 V-Dauerspannung betrieben werden und ist flankengesteuert.

## 16 Änderungshistorie

Im Kapitel "Änderungshistorie" wird zu jeder Dokumentationsversion des Installationshandbuchs die jeweilige Änderung aufgeführt, die in diesem Dokument vorgenommen wurde.

Dokumenten-version	Änderung	Siehe
DOCT-8116	Erstausgabe des Installationshandbuchs	-
DOCT-8116A	Titelseite - PUS-F161-B**-WCS ergänzt Abbildung angepasst	
	Identifikation - Sichere Auswerteeinheit PUS-F161-B*-WCS und WCS-Leseköpfe ergänzt	Siehe Kapitel 1.2
	Mitgeltende Dokumente - Referenz zum WCS-Handbuch ergänzt	Siehe Kapitel 1.7
	Bestimmungsgemäße Verwendung angepasst	Siehe Kapitel 2.1
	Gerätebeschreibung - sichere Auswerteeinheit PUS-F161-B*-WCS ergänzt	Siehe Kapitel 3
	Kapitel Geräteübersicht PUS-F161-B*-WCS ergänzt	Siehe Kapitel 3.2
	Technische Daten PUS-F161-B*-PXV und PUS-F161-B*-WCS	Siehe Kapitel 3.3
	Kapitel Typenschild PUS-F161-B**-WCS ergänzt	Siehe Kapitel 3.5
	Lieferumfang - WCS-Leseköpfe ergänzt	Siehe Kapitel 3.7
	Kapitelüberschrift angepasst, Hinweis entfernt	Siehe Kapitel 4.3.1
	Textanpassung	Siehe Kapitel 4.3.2
	Allgemeiner sicherheitstechnischer Aufbau - PUS-Auswerteeinheit und WCS-Leseköpfe	Siehe Kapitel 5.2.2.1
	Lesekopfkombinationen und Diagnosekenndaten - WCS ergänzt	Siehe Kapitel 5.2.2.3
	Spezifische Diagnosemaßnahmen - WCS ergänzt	Siehe Kapitel 5.2.2.4
	Kapitel Klemmenbelegung PUS-F161-B*-WCS ergänzt	Siehe Kapitel 6.7
	Externe 24 V DC - Spannungsversorgung - WCS ergänzt	Siehe Kapitel 6.8
	Anschluss der externen Versorgungsspannung der Leseköpfe safePXV/PUS bzw. safeWCS/PUS	Siehe Kapitel 6.9
Kapitel Lesekopfschnittstelle X35-1 / X35-2 ergänzt	Siehe Kapitel 6.11.3	
Kapitel Technische Daten PUS-F161-B*-WCS ergänzt	Siehe Kapitel 12	

# Your automation, our passion.

## Explosionsschutz

- Eigensichere Barrieren
- Signaltrenner
- Feldbusinfrastruktur FieldConnex®
- Remote-I/O-Systeme
- Elektrisches Ex-Equipment
- Überdruckkapselungssysteme
- Bedien- und Beobachtungssysteme
- Mobile Computing und Kommunikation
- HART Interface Solutions
- Überspannungsschutz
- Wireless Solutions
- Füllstandsmesstechnik

## Industrielle Sensoren

- Näherungsschalter
- Optoelektronische Sensoren
- Bildverarbeitung
- Ultraschallsensoren
- Drehgeber
- Positioniersysteme
- Neigungs- und Beschleunigungssensoren
- Feldbusmodule
- AS-Interface
- Identifikationssysteme
- Anzeigen und Signalverarbeitung
- Connectivity

### Pepperl+Fuchs Qualität

Informieren Sie sich über unsere Qualitätspolitik:

[www.pepperl-fuchs.com/qualitaet](http://www.pepperl-fuchs.com/qualitaet)

