Handbuch

AC500-S Sicherheitshandbuch V1.1.0

Übersetzung der englischen Originalausgabe.
Im Zweifelsfall gilt das englische Originaldokument.

Power and productivity
for a better world™

ABB Automation Products GmbH
Eppelheimer Str. 82
68123 Heidelberg, Deutschland
Telefon: +49 62 21 701 1444
Telefax: +49 62 21 701 1382
E-Mail: plc.sales@de.abb.com
Internet: www.abb.com/plc

3ADR025091M0107

Jegliche Vervielfältigung, Verwendung oder Weitergabe an Dritte ist ohne ausdrückliche Genehmigung streng verboten.
© Copyright 2012-2018 ABB. Alle Rechte vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung **7**
1.1 Verwendungszweck 7
1.2 Dokumentenhistorie 8
1.3 Gültigkeit 11
1.4 Wichtige Anwenderinformation 11
1.5 Definitionen, Begriffe, Abkürzungen 12
1.6 Zertifizierung zur funktionalen Sicherheit 14
1.7 Referenzen / zugehörige Dokumente 15
1.8 Anwendbare Normen 15
2 Übersicht AC500-S-Sicherheitssteuerung **18**
2.1 Übersicht 18
2.1.1 System 19
2.1.2 Sicherheitskomponenten 20
2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung 23
2.3 Sicherheitskreis 24
2.4 Sicherheitswerte 24
2.5 Fachpersonal 25
2.6 Lebenszyklus 25
2.7 Installation der Sicherheitsmodule 25
2.8 Modulaustausch 26
2.9 Neustartverhalten von AC500-S 26
2.10 Austausch von Komponenten der AC500-S-Sicherheitssteuerung 26
2.11 Umweltgerechte Entsorgung 26
2.12 Sichere Kommunikation 27
2.13 Sicherheitsfunktion und Reaktion auf Fehler 29
2.13.1 Sicherheits-CPU (SM560-S / SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4) 29
2.13.2 Sicherheitsmodule mit sicheren Eingangskanälen (DI581-S, DX581-S und AI581-S) 30
2.13.3 Sicherheitsmodule mit sicheren Ausgangskanälen (DX581-S) 30
2.14 Sicherheitsfunktionstest 30
2.15 Fehlerbehebung 31
2.16 FAQ - Sicherheitssteuerung AC500-S 38
3 AC500-S-Sicherheitsmodule **43**
3.1 Sicherheits-CPU — SM560-S / SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 43
3.1.1 Verwendungszweck 43
3.1.2 Funktionalität 44
3.1.3 Montage, Abmessungen und elektrischer Anschluss 53
3.1.4 Diagnose und LED-Statusanzeige 55
3.1.5 Zustände der Sicherheits-CPU 66
3.1.6 Interaktion von Sicherheits-CPU und PM5xx 71
3.1.7 Technische Daten 74
3.1.8 Bestelldaten 79
3.2 Allgemeines Verhalten des Sicherheits-E/A-Moduls 79
3.2.1 Übersicht 79

Inhaltsverzeichnis

3.2.2 Zustände des Sicherheits-E/A-Moduls ... 80
3.2.3 Unterspannung/Überspannung ... 91
3.2.4 Diagnose ... 92
3.3 DI581-S Digitales Sicherheits-Eingabemodul ... 96
3.3.1 Verwendungszweck ... 96
3.3.2 Funktionalität ... 98
3.3.3 Montage, Abmessungen und elektrischer Anschluss ... 103
3.3.4 Interner Datenaustausch ... 107
3.3.5 Konfiguration der Ein- und Ausgänge ... 107
3.3.6 Parametrierung ... 108
3.3.7 Anschlussbeispiele ... 108
3.3.8 LED-Statusanzeige ... 121
3.3.9 Technische Daten ... 121
3.3.10 Bestelldaten ... 128
3.4 DX581-S Digitales Sicherheits-E/A-Modul ... 129
3.4.1 Verwendungszweck ... 129
3.4.2 Funktionalität ... 131
3.4.3 Montage, Abmessungen und elektrischer Anschluss ... 136
3.4.4 Interner Datenaustausch ... 140
3.4.5 Konfiguration der Ein- und Ausgänge ... 140
3.4.6 Parametrierung ... 141
3.4.7 Anschlussbeispiele ... 141
3.4.8 LED-Statusanzeige ... 151
3.4.9 Technische Daten ... 151
3.4.10 Bestelldaten ... 159
3.5 AI581-S Analoges Sicherheits-Eingabemodul ... 160
3.5.1 Verwendungszweck ... 160
3.5.2 Funktionalität ... 162
3.5.3 Montage, Abmessungen und elektrischer Anschluss ... 164
3.5.4 Interner Datenaustausch ... 168
3.5.5 Konfiguration der Ein- und Ausgänge ... 168
3.5.6 Parametrierung ... 169
3.5.7 Anschlussbeispiele ... 169
3.5.8 LED-Statusanzeige ... 174
3.5.9 Technische Daten ... 174
3.5.10 Bestelldaten ... 182
3.6 TU582-S Sicherheits-E/A-Klemmenblock ... 183
3.6.1 Funktionalität ... 183
3.6.2 Montage, Abmessungen und elektrischer Anschluss ... 184
3.6.3 Technische Daten ... 187
3.6.4 Bestelldaten ... 189
4 Konfiguration und Programmierung ... 190
4.1 Übersicht ... 190
4.2 Ablauf ... 193
4.3 Konfiguration und Programmierung des Systems ... 194

4.3.1 Installation ... 195
4.3.2 Lizenzaktivierung ... 195
4.3.3 Anlegen eines neuen Projekts und Benutzerverwaltung ... 195
4.3.4 Arbeit mit PROFINET/PROFIsafe F-Devices ... 196
4.3.5 Instanziierung und Konfiguration von Sicherheitsmodulen / Definition von Variablennamen ... 198
4.3.6 Programmierung der Sicherheits-CPU AC500-S ... 209
4.3.7 Überprüfen von Programm- und Systemkonfiguration ... 229
4.4 Programmierrichtlinien vom sicherheitsgerichteten CODESYS ... 229
4.4.1 Übersicht ... 229
4.4.2 Rahmen ... 230
4.4.3 Sprachenspezifische Programmierrichtlinien ... 232
4.4.4 Allgemeine Programmierrichtlinien ... 241
4.4.5 Sicherheitsgerichtete und nicht sicherheitsgerichtete Teile der Anwendung ... 241
4.5 SCA (Sicherheitscodeanalyse) ... 243
4.6 AC500-S-Bibliotheken ... 244
4.6.1 Übersicht ... 244
4.6.2 Safety_Standard.lib ... 246
4.6.3 SafetyBase_PROFIsafe_LV200_AC500_V22.lib ... 252
4.6.4 SafetyExt_AC500_V22.lib ... 256
4.6.5 DPRAM_SM5XX_SEND und DPRAM_SM5XX_REC in SysInt_AC500_V10.lib ... 282
4.6.6 SafetyBlocks_PLCopen_AC500_v22.lib ... 288
4.6.7 SafetyDeviceExt_LV100_PROFIsafe_AC500_V27.lib ... 435
4.6.8 SafetyExt2_LV100_AC500_V27.lib ... 441

5 Sicherheitszeiten ... 445
5.1 Übersicht ... 445
5.2 Fehlerreaktionszeit ... 446
5.3 Antwortzeit der Sicherheitsfunktion ... 446

6 Checkliste für die Inbetriebnahme der AC500-S ... 457
6.1 Übersicht ... 457
6.2 Checkliste für die Erstellung von Sicherheitsprogrammen ... 458
6.3 Checkliste für Konfiguration und Verkabelung ... 462
6.4 Checkliste für Betrieb, Instandhaltung und Reparatur ... 465
6.5 Verifizierung einer sicheren iParameter-Einstellung in den AC500-S-Sicherheits-E/A ... 467
6.5.1 Ablauf des Verifizierungsverfahrens ... 468
6.5.2 Verifizierungstabellen für iParameter-Einstellungen bei AC500-S-Sicherheits-E/A ... 469

7 Beispiele für Sicherheitsanwendungen ... 477
7.1 Übersicht ... 477
7.2 Beispiel 1: Diagnosekonzept ... 478
7.2.1 Funktionsbeschreibung der Sicherheitsfunktionen ... 478
7.2.2 Graphische Übersicht der Schnittstelle der Sicherheitsanwendung ... 479
7.2.3 Deklaration der verwendeten Variablen ... 479
7.2.4 Programmbeispiel ... 480
7.2.5 Weitere Hinweise ... 481
7.3 Beispiel 2: Muting ... 482

Inhaltsverzeichnis

7.3.1 Funktionsbeschreibung der Sicherheitsfunktionen 482
7.3.2 Graphische Übersicht der Schnittstelle der Sicherheitsanwendung 483
7.3.3 Deklaration der verwendeten Variablen 484
7.3.4 Programmbeispiel 486
7.3.5 Weitere Hinweise 487
7.4 Beispiel 3: Zweihandschaltung 489
7.4.1 Funktionsbeschreibung der Sicherheitsfunktionen 489
7.4.2 Graphische Übersicht der Schnittstelle der Sicherheitsanwendung 490
7.4.3 Deklaration der verwendeten Variablen 490
7.4.4 Programmbeispiel 491
7.4.5 Weitere Hinweise 492
8 Index 494
Anhang 497
A Systemdaten für AC500-S-XC 498

1 Einführung

1.1 Verwendungszweck

Dieses Sicherheitshandbuch beschreibt die AC500-S-Sicherheitssteuerung. Es bietet detaillierte Informationen zur korrekten Installation, Ausführung, Programmierung und Wartung des Systems in Anwendungen der funktionalen Sicherheit bis SIL 3 gemäß IEC 61508:2010, SILCL 3 gemäß IEC 62061:2015 und Performance Level e gemäß ISO 13849-1:2015.

Die AC500-Serie von ABB ist eine SPS-basierte modulare Automationslösung, die die Kombination von Standard- und Sicherheits-E/A-Modulen erleichtert, um so die Anforderungen des Marktes im Bereich Automation zu erfüllen.

1.2 Dokumentenhistorie

Rev.	Beschreibung der Version / Änderungen	Wer	Datum
1.0.0	Erstausgabe	ABB	19.12.2012
1.0.1	Einige kleinere Tippfehler wurden korrigiert. Die TÜV SÜD-Bescheinigung wurde hinzugefügt. Folgender Text wurde im Dokument geändert: ■ Die Ein-/Ausgänge der Sicherheits-E/A-Module sind von den anderen Schaltkreisen des Moduls nicht galvanisch getrennt. ■ Die Sicherheitswerte der Sicherheitsausgänge des Moduls DX581-S(-XC) gelten nur, wenn der Parameter "Überwachung" "Ein" ist. ■ Der Diagnosedeckungsgrad für das Modul DX581-S (-XC) muss ≥ 94 % sein. ■ Es wurde deutlich gemacht, dass das Bootprojekt nur auf der SM560-S aktualisiert werden kann, wenn kein Bootprojekt in SM560-S geladen ist. ■ In 100 Stunden ist max. ein Kommunikationsfehler (Ausgangssignale von CE_CRC oder Host_CE_CRC werden TRUE) zulässig, der vom Bediener mit dem Eingangssignal OA_C quittiert wird, ohne dass das verantwortliche Sicherheitspersonal kontaktiert werden muss. ■ Die Zykluszeit der SM560-S muss drei Mal statt nur zwei Mal in der Berechnung der Antwortzeit der Sicherheitsfunktion berücksichtigt werden. ■ Die Werte für die Auflösung der Eingangsverzögerung der Eingänge bei der Berechnung der Antwortzeit der Sicherheitsfunktion wurden aktualisiert. ■ Aktualisierung von Anhang A mit Systemdaten für AC500-S-XC.	ABB	08.03.2013
1.0.2	Dem Titel des Dokumentes wurde das Wort "Originalanweisungen" hinzugefügt.	ABB	17.04.2015

Rev.	Beschreibung der Version / Änderungen	Wer	Datum
1.0.3	Diverse Tippfehler wurden korrigiert. Der Abkürzungsliste wurden zusätzliche Abkürzungen hinzugefügt. Das gesamte Dokumentenlayout wurde überarbeitet: ■ Im Zuge der Standardisierung von Dokumenten wurde der gelbe Hintergrund bei Anmerkungen und Empfehlungen durch einen hellgrauen Hintergrund ersetzt. ■ Die Symbole "GEFAHR" und "HINWEIS" wurden durch Standardsymbole in Textfeldern aus der deutschen Norm DIN 4844-2 ersetzt. Folgender Text wurde im Dokument geändert: ■ Im Dokument werden nun mehr genormte Ausdrücke verwendet. ■ Die Wertebereiche für Lager- und Transporttemperaturen wurden erweitert. ■ Für die Sicherheits-CPU SM560-S wurde eine senkrechte Montageoption (mit Leistungsreduzierung) hinzugefügt und für die Sicherheits-E/A-Module DI581-S und AI581-S wurde diese korrigiert. ■ LREAL wird von den Sicherheits-CPUs SM560-S nicht unterstützt und wurde aus dem Dokument entfernt. ■ Die Beschreibung von POE SF_MAX_POWER_DIP_GET wurde geändert. ■ Das Textfeld "GEFAHR" wurde zur POE SF_DPRAM_PM5XX_S_SEND hinzugefügt, um Grenzen der POE-Verwendung zu erläutern. ■ Die Begriffsdefinitionen für F_WD_Time2 und Device_WD2 in Kapitel 5.3 wurden korrigiert. ■ In Kapitel 5.3 wurde "F_Host_WD" in der Box "ACHTUNG" durch "den mit SF_WDOG_TIME_SET eingestellten Wert" ersetzt.	ABB	28.05.2015

Dokumentenhistorie

Rev.	Beschreibung der Version / Änderungen	Wer	Datum
1.0.4	Diverse Tippfehler wurden korrigiert. Kleine Verbesserungen im Text. Größere Änderungen: Lizenzinformation wurde aktualisiert: ■ Kap. 4.1: Hinweisblock mit Verweis auf die Installation der Lizenz PS501-S wurde entfernt. ■ Kap. 4.2: Abbildung 63 aktualisiert (Programmier-Workflow, Schritt 2), wurde erweitert für die Lizenzhandhabung des Automation Builder, Version V2.0.2 (oder höher). ■ Kap. 4.3.2: Die "Lizenzfreischaltung" wurde um eine zusätzliche Lizenzinformation zur Verwendung der Automation Builder Version V2.0.2 (oder höher) erweitert. Zusatzinformationen wurde in Übereinstimmung mit der neuen F-Host-Bibliothek “SAFETYBASE_PROFIsafe_AC500_V22_Ext.lib” hinzugefügt: ■ Kap. 4.6.1: Tabelle für Bibliothek “SAFETYBASE_PROFIsafe_AC500_V22_Ext.lib” wurde aktualisiert. ■ Kap. 4.6.3: Das Kapitel wurde in Übereinstimmung mit dem neuen Bibliotheknamen aktualisiert “SAFETYBASE_PROFIsafe_AC500_V22_Ext.lib”. ■ Kap. 6.2: Punkt 20 der Checkliste wurde entsprechend dem neuen Bibliotheknamen “SAFETYBASE_PROFIsafe_AC500_V22_Ext.lib” aktualisiert.	ABB	27.03.2017
1.0.5	Diverse Tippfehler wurden korrigiert. Kleinere Verbesserungen im Text und Entfernung der Screenshots älterer Versionen des Automation Builder. Größere Änderungen: ■ Die neue PROFIsafe F-Host Library SAFETYBASE_PROFIsafe_LV200_AC500_V22.lib wird im Dokument verwendet. ■ Die Liste der häufig gestellten Fragen wurde ergänzt. ■ Kap. 2.4: Details zu den Sicherheitswerten für AC500-S-Sicherheitsmodule wurden bereitgestellt. ■ Kap. 4.3.6: „GEFAHR!“ zur Erklärung der Verwendung des PROFIsafe-Bits Device_Fault hinzugefügt. ■ Kap. 6.3: Punkt 9 der Checkliste wurde hinzugefügt.	ABB	23.10.2017
1.1.0	Diverse Tippfehler wurden korrigiert. Verschiedene Verbesserungen im Text. Größere Änderungen: ■ Informationen über Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 (-XC) und SM560-S-FD-4 (-XC) wurden hinzugefügt. ■ Kap. 4.6.7: Die neue PROFIsafe F-Device Library SafetyDeviceExt_LV100_PROFIsafe_AC500_V27.lib wure hinzugefügt. ■ Kap. 4.6.8: Die neue Safety Library SafetyExt2_LV100_AC500_V27.lib wurde hinzugefügt. ■ Detaillierte Informationen über relevante Normen wurden hinzugefügt. ■ Die Checklisten für die Inbetriebnahme der AC500-S in Kapitel 6 wurden aktualisiert.	ABB	16.03.2018

1.3 Gültigkeit

Die Daten und Bilder in diesem Dokument sind nicht bindend. ABB behält sich das Recht vor, seine Produkte im Rahmen seiner Strategie der kontinuierlichen Produktentwicklung zu verändern.

1.4 Wichtige Anwenderinformation

Diese Dokumentation richtet sich an Fachpersonal, das mit den Grundsätzen und Anforderungen der funktionalen Sicherheit vertraut ist. Die AC500-S-Sicherheitssteuerung darf nur in Betrieb genommen werden, wenn die Sicherheitskonzepte und Anforderungen in diesem Sicherheitshandbuch vorher gelesen und verstanden wurden.

Die folgenden besonderen Hinweise werden in der gesamten Dokumentation verwendet, um Sie vor potentiellen Gefahren zu warnen oder auf bestimmte Informationen hinzuweisen.

GEFAHR!

Hinweise für Ihre persönliche Sicherheit sind im Handbuch durch dieses Sicherheitswarnsymbol hervorgehoben. Es zeigt an, dass Tod oder schwere Körperverletzung folgen können, sofern keine ausreichenden Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden.

HINWEIS!

Dieses wichtige Symbol weist auf Informationen hin, die für eine erfolgreiche Anwendung und das Verständnis des Produktes von Belang sind. Es gibt an, dass unerwünschte Ergebnisse auftreten können, wenn die entsprechende Information nicht berücksichtigt wird.

1.5 Definitionen, Begriffe, Abkürzungen

1oo2	1oo2-Sicherheitsarchitektur: Dies bedeutet, dass es zwei parallel geschaltete Kanäle gibt, sodass jeder Kanal die Sicherheitsfunktion ausführen kann.
AC500-S	ABB Sicherheitssteuerung für Anwendungen bis SIL 3 (IEC 61508), SILCL 3 (IEC 62061) und PL e (ISO 13849-1)
AC500-S-XC	ABB Sicherheitssteuerung für Anwendungen bis SIL 3 (IEC 61508), SILCL 3 (IEC 62061) und PL e (ISO 13849-1), geeignet für extreme Umgebungsbedingungen
ADC	Analog/Digitalwandler
CCF	Fehler gemeinsamer Ursache
CPU	Prozessor
CRC	Cyclic Redundancy Check (zyklische Blockprüfung). Eine Nummer, die aus einem Datenbaustein abgeleitet oder zusammen mit diesem übertragen wird, um korrupte Daten festzustellen.
DC	Diagnosedeckungsgrad
DPRAM	Dual-Port RAM
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
EDM	Externes Geräteüberwachungssignal, das den Zustandsübergang eines Aktors wiedergibt.
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EN	Europäische Norm (EN)
EPROM	Löschbarer programmierbarer Nur-Lese-Speicher
ESD	Elektrostatische Entladung
BWS (Englisch: ESPE)	Berührungslos wirkende Schutzeinrichtung (z. B. Lichtvorhang)
F-Host	Datenverarbeitungseinheit, die ein spezielles Protokoll ausführen und das "Black-Channel"-Prinzip durchführen kann [3]
F-Device	Passiver Kommunikationsteilnehmer, der ein spezielles Protokoll, das normalerweise vom F-Host zum Datenaustausch ausgegeben wird, ausführen kann [3]
F-Parameter	Failsafe-Parameter wie unter [3] definiert
FAQ	Häufig gestellte Fragen
FB	Funktionsbaustein
FUP	Funktionsbausteinsprache (Programmiersprache laut IEC 61131)
Flash-Speicher	Nichtflüchtiger Computerspeicherchip, der elektrisch gelöscht und erneut programmiert werden kann
FV	Failsafe-Wert
GSDML	Generic Station Description Markup Language
ID	Kennung

IO-Controller	Controller, der im Kontext von PROFINET den Automatisierungs-Task steuert
IO-Device	Feldgerät, dass im Kontext von PROFINET von einem IO-Controller überwacht und gesteuert wird
iParameter	Individueller Sicherheits-Geräteparameter
KOP	Kontaktplan (Programmiersprache laut IEC 61131)
Loopback	Das programmierbare Routing-Feature eines Busgerätes leitet eine F-Host-Nachricht unbeabsichtigt zurück zum F-Host, der eine Nachricht derselben Länge erwartet (weitere Details unter *www.profisafe.net*).
MTBF	mittlerer Ausfallabstand
MTTF	mittlere Zeit bis zum ersten Ausfall
Muting	Muting ist die gewollte Unterdrückung der Sicherheitsfunktion. Dies ist z. B. erforderlich, wenn Material in den Gefahrenbereich transportiert wird.
NC	Öffner. Diese Kontakte unterbrechen den Stromkreis, wenn das Relais aktiviert wird. Der Stromkreis ist intakt, wenn das Relais nicht aktiv ist.
NO	Schließer. Diese Kontakte schließen den Stromkreis, wenn das Relais aktiviert wird. Der Stromkreis ist unterbrochen, wenn das Relais nicht aktiv ist.
OEM	Erstausrüster
OSSD	Ausgangssignal-Schaltelement (Output Signal Switching Device)
Passivierung	Die Passivierung ist der besondere Zustand der Sicherheits-E/A-Module, der zur Lieferung von sicheren Ersatzwerten, den 0-Werten bei AC500-S, an die Sicherheits-CPU führt.
PC	Personal Computer
PELV	Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung
PES	Programmierbares elektronisches System (siehe IEC 61508)
PFD	Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls bei Anforderung
PFH	Ausfallwahrscheinlichkeit pro Stunde
PL	Performance Level gemäß ISO 13849-1
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
POE	Programmorganisationseinheit
PROFIsafe	Sicherheitsbezogenes Busprofil von PROFIBUS DP/PA und PROFINET IO zur Kommunikation zwischen Sicherheitsprogramm und Sicherheits-E/A im Sicherheitssystem.
PROFINET	Technischer Industriestandard für Datenkommunikation über Industrial Ethernet
Prüfintervall	Das Prüfintervall bezieht sich auf eine regelmäßig durchgeführte Prüfung, um Fehlfunktionen im Sicherheitssystem zu finden, sodass gegebenenfalls der vorherige Neuzustand des Systems so gut wie möglich wiederhergestellt werden kann. Die Zeitspanne zwischen diesen Prüfungen ist das Prüfintervall.
PS	Programmiersystem
RAM	Random Access Memory
Reintegration	Das Schalten von Ersatzwerten "0" zu Prozessdaten.

Sicherheitsvariable	Eine Variable zur Ausführung einer Sicherheitsfunktion in einem Sicherheitssystem.
SCA	Safety Code Analysis (Sicherheitscodeanalyse) – ein Softwaretool von ABB, um automatisch Programmierregeln in CODESYS zu überprüfen.
SD-Karte	Sichere digitale Speicherkarte
SELV	Schutzkleinspannung
SFRT	Antwortzeit der Sicherheitsfunktion (= Safety Function Response Time)
SIL	Safety Integrity Level (IEC 61508)
SILCL	SIL Claim Limit (IEC 62061)
ST	Strukturierter Text (Programmiersprache laut IEC 61131)
TÜV	Technischer Überwachungsverein
TWCDT	Gesamt-Verzögerungszeit im Worst-Case (= Total Worst Case Delay Time)
ULP	ULP (Unit in the Last Place) ist der Abstand zwischen Gleitpunktzahlen, d. h. der Wert, den das niederwertigste Bit darstellt, wenn es 1 ist (siehe *http://en.wikipedia.org/wiki/Unit_in_the_last_place* für weitere Details).
WLAN	Wireless Local Area Network

1.6 Zertifizierung zur funktionalen Sicherheit

Die AC500-S-Sicherheitsmodule sind sicherheitstechnische Komponenten bis SIL 3 laut IEC 61508:2010, SILCL 3 laut IEC 62061:2015 und Performance Level e laut ISO 13849-1:2015 gemäß Zertifizierung durch TÜV SÜD Rail GmbH (Deutschland).

AC500-S ist eine Sicherheitssteuerung, deren Zuverlässigkeit im Betrieb durch die Verwendung von 1oo2-Redundanz in der Hardware und zusätzlichen Diagnosefunktionen für Hard- und Software im Vergleich zu einer normalen SPS deutlich verbessert ist. Die integrierten Diagnosefunktionen für Sicherheitsintegrität basieren auf den zum Zertifizierungszeitpunkt gültigen Sicherheitsstandards (↳ *Zertifizierungsbericht von TÜV SÜD Rail für AC500-S [2]*). Diese Sicherheitsintegritätstests schließen Testroutinen, die während des gesamten Betriebs laufen, mit ein, sodass die AC500-S-Sicherheitssteuerung geeignet ist für Anwendungen der Maschinensicherheit bis zu SIL 3 laut IEC 61508:2010, SILCL 3 laut IEC 62061:2015 und Performance Level e laut ISO 13849-1:2015.

! HINWEIS!

Siehe TÜV SÜD Rail Zertifizierungsbericht für AC500-S [2] für eine vollständige Liste der Normen und weitere Details wie Versionen der Normen etc.

Das Prüfintervall der AC500-S-Sicherheitssteuerung ist 20 Jahre.

Werte zu PFH, PFD, MTTFd, Kategorie und DC aus IEC 61508:2010, IEC 62061:2015 und ISO 13849-1:2015 erfüllen für AC500-S-Sicherheitsmodule die Anforderungen für SIL 3, SILCL 3 und PL e (siehe ↳ *Kapitel 2.4 „Sicherheitswerte“ auf Seite 24* für detaillierte Werte).

1.7 Referenzen / zugehörige Dokumente

[1] - Erstellung sicherheitsorientierter Anwendungen mit CODESYS V2.3 - Dokumentenversion 1.8

[2] - Zertifizierungsbericht von TÜV SÜD Rail für Sicherheitssteuerung AC500-S, Version ab 2018.

[3] - PROFIsafe – Profil für Sicherheitstechnologie auf PROFIBUS DP und PROFINET IO Profile, in Bezug auf IEC 61784-3-3, ab Version 2.4, März 2007

[4] - AC500 Anwenderdokumentation, PS501 Control Builder Plus ab V2.2.1 / Automation Builder ab Version 1.0

[5] - IEC 61131, ab 2003, speicherprogrammierbare Steuerungen, Teil 3 – Programmiersprachen

[6] - Computer Science and Engineering at University of California, Riverside, Chapter 14, Ch14_Floating Point Calculations and its drawbacks.pdf

[7] - Anwenderbeispiele mit PLCopen-Sicherheitsfunktionen, ab Version 1.0.1, 2008

[8] - PROFIsafe-Systembeschreibung, Version – ab Nov. 2007 (oder neuer)

[9] - PLCopen Safety: Konzepte und Funktionsbausteine, ab Version 1.0, 2006

[10] - ISO 13849-1: Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze, ab 2015

[11] - PROFIBUS-Richtlinie: PROFIsafe – Umweltanforderungen, V2.5, ab März 2007.

[12] - PROFIBUS-Richtlinie: Kommunikations-Funktionsbausteine bei PROFIBUS DP und PROFINET IO, V2.0, November 2005. Best.-Nr. 2.182 (oder neuer)

1.8 Anwendbare Normen

Standard	Datum	Titel
IEC 61508	2010	Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme
IEC 62061	2015	Sicherheit von Maschinen – Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Systeme
ISO 13849-1	2015	Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze
IEC 60204-1	2016	Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
IEC 61496-1	2012	Sicherheit von Maschinen – Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen
IEC 61511-1	2016	Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie – Teil 1: Allgemeines, Begriffe, Anforderungen an Systeme, Hardware und Software
IEC 61326-3-1	2017	EMV für funktionale Sicherheit
IEC 61131-2	2007	Speicherprogrammierbare Steuerungen - Teil 2: Betriebsmittelanforderungen und Prüfungen
ISA S71.04.1985 Harsh Group A	2016	Environmental Conditions for Process Measurement and Control Systems - Airborne Contaminants

Anwendbare Normen

Standard	Datum	Titel
IEC 60721-3-3	2002	Klassifizierung von Umweltbedingungen - Teil 3-3: Klassen von Umwelteinflussgrößen und deren Grenzwerte – Ortsfester Einsatz, wettergeschützt
CISPR 16-1-2	2014	Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit - Teil 1-2: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit - Koppeleinrichtungen zur Messung der leitungsgeführten Störaussendung
CISPR 16-2-1	2017	Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit - Teil 2-1: Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit - Messung der leitungsgeführten Störaussendung
CISPR 16-2-3	2016	Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit - Teil 2-3: Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit - Messung der gestrahlten Störaussendung
IEC 61000-4-2	2008	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität
IEC 61000-4-3	2010	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder
IEC 61000-4-4	2012	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-4: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst
IEC 61000-4-5	2017	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen
IEC 61000-4-6	2013	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren - Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder
IEC 61000-4-8	2009	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-8: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen
EN 55011	2016	Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte - Funkstörungen - Grenzwerte und Messverfahren (CISPR 11:2015, modifiziert)
IEC 60715	2017	Abmessungen von Niederspannungsschaltgeräten - Genormte Tragschienen für die mechanische Befestigung von elektrischen Geräten in Schaltanlagen
IEC 60068-2-1	2009	Umgebungseinflüsse - Teil 2-1: Prüfverfahren - Prüfung A: Kälte
IEC 60068-2-6	2007	Umgebungseinflüsse - Teil 2-6: Prüfverfahren - Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig)

Standard	Datum	Titel
IEC 60068-2-27	2008	Umgebungseinflüsse - Teil 2-27: Prüfverfahren - Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken
IEC 60068-2-30	2005	Umgebungseinflüsse - Teil 2-30: Prüfverfahren - Prüfung Db: Feuchte Wärme, zyklisch (12 + 12 Stunden)
IEC 60068-2-52	2017	Umgebungseinflüsse - Teil 2-52: Prüfverfahren - Prüfung Kb: Salznebel, zyklisch (Natriumchloridlösung)
IEC 60068-2-64	2008	Umgebungseinflüsse - Teil 2-64: Prüfverfahren - Prüfung Fh: Schwingen, Breitbandrauschen (digital geregelt) und Leitfaden
IEC 60068-2-78	2012	Umgebungseinflüsse - Teil 2-78: Prüfverfahren - Prüfung Cab: Feuchte Wärme, konstant

! HINWEIS!

Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB für weitere Details.

2 Übersicht AC500-S-Sicherheitssteuerung

2.1 Übersicht

Die AC500-S ist ein 1oo2-System (Sicherheits-CPU und Sicherheits-E/A-Module), das zur Ausführung von Sicherheitsfunktionen, die SIL 3 (IEC 61508), SILCL 3 (IEC 62061) und PL e (ISO 13849-1) erfordern, in Systemen mit hoher Anforderungsrate in Anwendungen der Maschinensicherheit eingesetzt wird. Ein 1oo2-System verfügt über zwei Mikroprozessoren. Jeder davon führt die Sicherheitslogik in seinem eigenen Speicherbereich aus und beide vergleichen die Ergebnisse der Ausführung am Ende eines Zyklus. Sobald eine Diskrepanz bei der Ausführung oder ein Fehler festgestellt werden, wechselt das System in einen sicheren Zustand, der für jedes Sicherheitsmodul separat beschrieben wird.

2.1.1 System

Die AC500-S-Sicherheitssteuerung ist in die AC500-Plattform integriert, sodass der Look-&-Feel-Ansatz gleich bleibt. Aufgrund der Integration in die AC500-SPS-Plattform sind die allgemeinen Systemcharakteristika (Mechanik, Programmierung, Konfiguration etc.) auch für die AC500-S-Sicherheitsmodule gültig.

Alle AC500-Standardmodule gelten als rückwirkungsfreie Module für die AC500-S-Sicherheitssteuerung. Im Gegensatz zu den Sicherheitsmodulen werden rückwirkungsfreie Module nicht für Sicherheitsfunktionen verwendet. Ein Fehler in einem dieser Module beeinflusst die Ausführung der Sicherheitsfunktionen nicht negativ.

Der Begriff "Integrated Safety", der für die AC500-S-Sicherheitssteuerung und AC500-Plattform verwendet wird, bedeutet Folgendes:

- Ein PROFINET IO Feldbus wird für die sicherheitsbezogene und nicht sicherheitsbezogene Kommunikation verwendet.
- Dieselbe Entwicklungsumgebung wird für die Programmierung von Sicherheits- und Standardmodulen für gleiches "Look & Feel" verwendet.
- Dieselbe Hardware und Verkabelung wird für Sicherheits- und Standardmodule für gleiches "Look & Feel" verwendet.
- Dasselbe Diagnosekonzept wird für Sicherheits- und Standardmodule verwendet.

Abb. 1: Überblick der AC500-Familie von ABB mit Sicherheits- und Standardmodulen

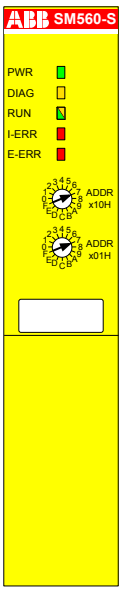
- **Standard-Kommunikationsmodul (Abb. 1/1)**
  AC500 deckt alle üblichen Kommunikationsstandards wie Ethernet, EtherCAT, PROFINET IO, PROFIBUS DP, CANopen, DeviceNet, Modbus TCP, Modbus serial, Serial, ABB CS31 und PROFIsafe via PROFINET ab. Es kann mit anderen Systemen kombiniert werden, um so optimale Netzwerkknoten zu erzielen; dadurch ist AC500 von ABB sowohl für kleinere als auch große industrielle Systeme geeignet.
- **Sicherheits-CPU (Abb. 1/2)**
  Sicherheits-CPUs, zertifiziert bis SIL 3 (IEC 61508), SILCL 3 (IEC 62061) und PL e (ISO 13849-1). Eine Reihe von Funktionen wie Systemdiagnose über LEDs und Onboard-Displays von Standard-CPUs bietet zusätzlich das Diagnosekonzept, das für Sicherheitsintegrität erforderlich ist.

- **Standard-CPU (Abb. 1/3)**
  Die komplette Bandbreite an AC500-CPUs von ABB, von PM573 bis PM595, kann mit Sicherheits-CPUs verwendet werden, um kundenspezifische Lösungen zu schaffen - sogar für die anspruchsvollsten Anforderungen. Die Programmierung von sicherheits- und nicht sicherheitsbezogenen Anwendungen wird über eine Standard-SPS-Schnittstelle durchgeführt.
- **Sicherheits-E/A-Modul (Abb. 1/4)**
  Sicherheits-E/A-Module, zertifiziert bis SIL 3 (IEC 61508), SILCL 3 (IEC 62061) und PL e (ISO 13849-1). Durch Produktmerkmale wie die Fehlerdiagnostik pro Kanal und die Flexibilität, zwischen der Abschaltung pro Kanal oder der Modulabschaltung bei Kanalfehlern zu wählen, wird sicheres Arbeiten so viel einfacher.
- **Standard-E/A-Modul (Abb. 1/5)**
  Mit den Standard-E/A-Modulen von ABB kann die gesamte Bandbreite an E/A-Modulen, d. h. S500 und S500-eCo, an eine Standard-SPS angeschlossen werden. Die große Zahl an Funktionen der konfigurierbaren E/A-Module AC500 ermöglicht kundenspezifische und kostengünstige Lösungen zur Optimierung industrieller Anwendungen.

2.1.2 Sicherheitskomponenten

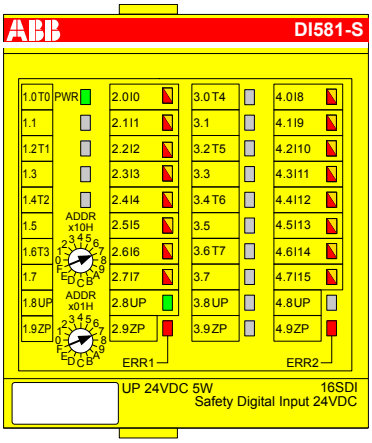
Die AC500-S-Sicherheitssteuerung besteht aus folgenden sicherheitsbezogenen Hardwarekomponenten:

SM560-S / SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4



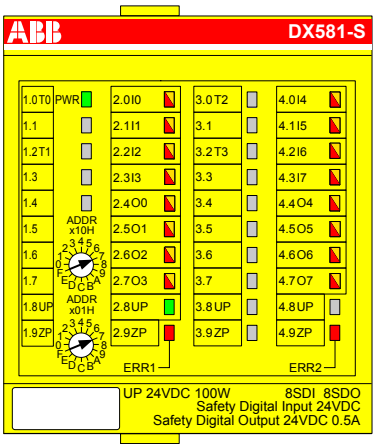
Sicherheits-CPU (Sicherheitsmodul) für Sicherheitsanwendungen bis SIL 3 (IEC 61508), SILCL 3 (IEC 62061) und PL e (ISO 13849-1).

DI581-S



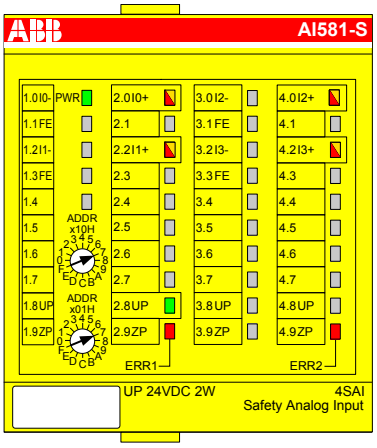
Binäres digitales Sicherheits-Eingabemodul DI581-S mit 16 Sicherheitseingangskanälen (bis SIL 2 oder PL d) oder 8 Sicherheitseingangskanälen (bis SIL 3 oder PL e) mit 8 Testimpuls-Ausgangskanälen.

DX581-S



Binäres Sicherheits-E/A-Modul DX581-S mit 8 Sicherheitsausgangskanälen (bis SIL 3 oder PL e) und 8 Sicherheitseingangskanälen (bis SIL 2 oder PL d) oder 4 Sicherheitseingangskanälen (bis SIL 3 oder PL e) mit 4 Testimpuls-Ausgangskanälen.

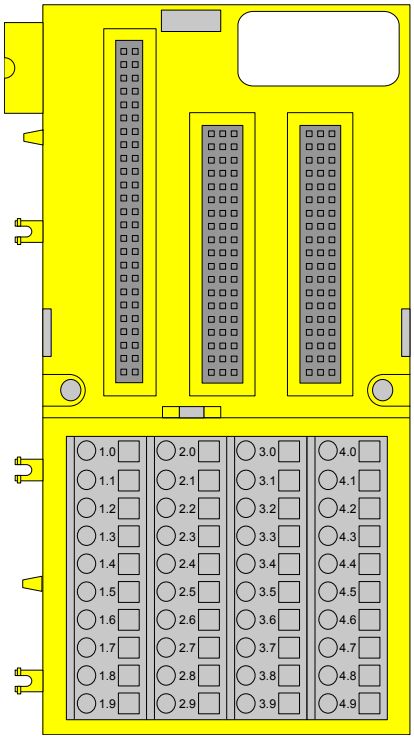
AI581-S



Analoges Sicherheits-Eingabemodul AI581-S mit 4 Sicherheits-Stromeingangskanälen 0 ... 20 mA (bis SIL 2 oder PL d) oder 2 Sicherheits-Stromeingangskanälen (bis SIL 3 oder PL e).

Die folgende rückwirkungsfreie Komponente muss zum Einbau von Sicherheits-E/A-Modulen verwendet werden:

TU582-S



Klemmenblock mit Federzugklemmen TU582-S für Sicherheits-E/A-Module.

2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

AC500-S-Sicherheitskomponenten von ABB in Kundenapplikationen müssen von den zuständigen Zertifizierungsbehörden abgenommen und zugelassen werden. ABB übernimmt keine Haftung für eventuelle Konsequenzen, die aus einer unsachgemäßen Verwendung entstehen:

- Nichterfüllung von Normen und Richtlinien
- Unautorisierte Veränderungen der Geräte, Anschlüsse und Einstellungen
- Verwendung von nicht autorisierten oder ungeeigneten Geräten
- Nichtbeachtung der Sicherheitsanweisungen in diesem Handbuch

2.3 Sicherheitskreis

Der Sicherheitskreis, zu dem die AC500-S-Sicherheitssteuerung gehört, besteht aus Sensoren, Sicherheitssteuerung und Aktoren.

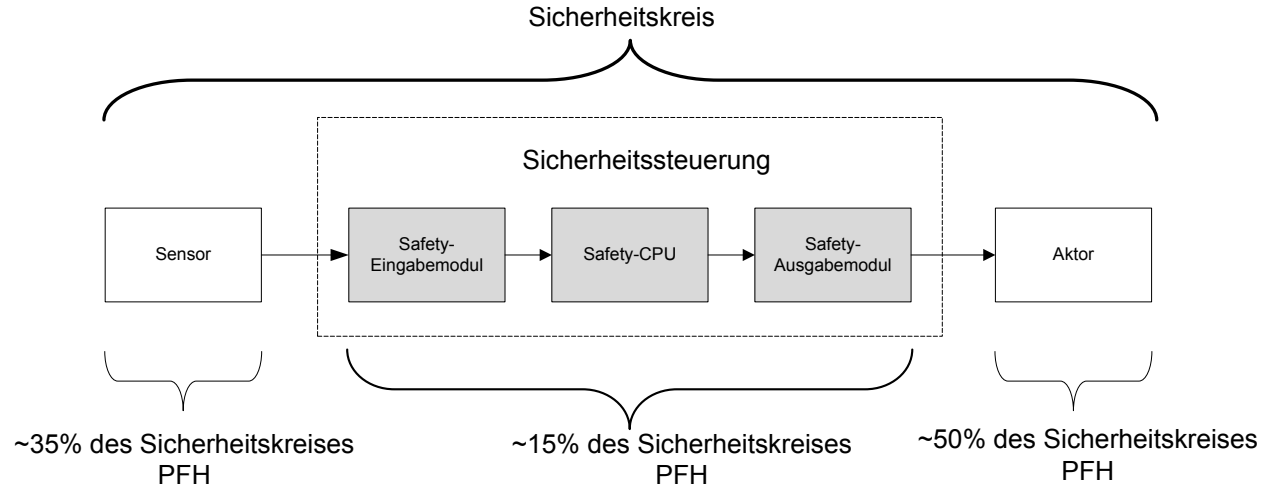


Abb. 2: Typischer Sicherheitskreis mit AC500-S-Sicherheitssteuerung

Zur Berechnung der Werte PFH/PFD eines Beispiel-Sicherheitssystems wird ein Maximalwert von 15 % für die Sicherheitssteuerung angenommen.

2.4 Sicherheitswerte

Tab. 1: Die folgenden Sicherheitswerte müssen für die AC500-S-Sicherheitsmodule verwendet werden:

Typ	SIL[1] SILCL[2]	PL[3]	DC[4]	MTTFd[5]	PFHd[6]	PFHd[7]	PFDg[8]	T1[9]	SFF[10]	β[11]
SM560-S(-XC) / SM560-S-FD-1 (-XC) / SM560- S-FD-4 (-XC)	3	e	97	1280	1,90E-09	8,95E-11	7,90E-06	20	98	2
AI581-S(-XC)	3	e	97	920	2,95E-09	4,50E-10	3,80E-05	20	99	2
DI581-S(-XC)	3	e	95	2270	1,45E-09	4,40E-10	3,70E-05	20	98	2
Eingänge von DX581-S(-XC)	3	e	94	2250	1,45E-09	4,50E-10	3,80E-05	20	98	2
Ausgänge von DX581-S(-XC) mit Parameter Detection = „Ein“	3	e	94	1985	1,60E-09	4,50E-10	3,80E-05	20	99	2
Ausgänge von DX581-S(-XC) mit Parameter Detection = „Aus“	2	d	85	200	1,19E-08	1,08E-08	4,70E-04	20	auf Anfrage	2

(1) - SIL (Safety Integrity Level) gemäß IEC 61508

(2) - SILCL (Safety Integrity Level Claim Limit) gemäß EN / IEC 62061

(3) - PL (Performance Level) gemäß ISO 13849-1

(4) - Diagnosedeckungsgrad, % (siehe ISO 13849-1)

(5) - Mittlere Zeit bis zu einem gefährlichen Ausfall (Jahre) gemäß ISO 13849-1

(6) - Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde gemäß IEC 62061

(7) - Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde gemäß IEC 61508 (Betriebsart mit hoher Anforderungsrate)

(8) - Durchschnittliche Wahrscheinlichkeit eines Versagens der vorgesehenen Funktion bei Anforderung gemäß IEC 61508 (Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate)

(9) - Prüfintervall - Einsatzzeitraum - Lebenszeit

(10) - SFF (Anteil sicherer Ausfälle), % gemäß IEC 61508

(11) - β (Betafaktor), % für Ausfälle infolge gemeinsamer Ursachen gemäß IEC 61508

⚠ GEFAHR!

Die durchschnittliche Temperatur (Kalkulationsbasis für MTBF) für den erweiterten Temperaturbereich (-40 °C … +70 °C) sowie den Standardtemperaturbereich (0 °C … +60 °C) ist auf 40 °C definiert.

Stellen Sie sicher, dass die durchschnittliche Betriebstemperatur für in Betrieb befindliche AC500-S-Module 40 °C nicht überschreitet.

2.5 Fachpersonal

AC500-S-Sicherheitssteuerungen dürfen nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und verwendet werden.

Sicherheits-Anwendungstechniker für die AC500-S-Sicherheitssteuerung
Nur Fachpersonal, das für die Inbetriebnahme von sicherheitsgerichteten Geräten, Systemen und Schaltkreisen entsprechend anerkannter funktionaler Sicherheitspraktiken und Normen autorisiert ist, darf die AC500-S-Sicherheitssteuerung in Betrieb nehmen und betreiben.

Das folgende Grundwissen über AC500-Systeme ist erforderlich, um dieses Sicherheitshandbuch für AC500-S korrekt zu verstehen:

- AC500-Automatisierungssystem
- Programmierumgebung PS501 Control Builder Plus / ABB Automation Builder (Systemkonfiguration und -programmierung in den Programmiersprachen ST, KOP und FUP).

2.6 Lebenszyklus

Alle AC500-S-Sicherheitsmodule haben eine maximale Lebensdauer von 20 Jahren. Das bedeutet, dass alle AC500-S-Sicherheitsmodule mindestens eine Woche vor Ablauf dieser 20 Jahre (ab dem Lieferdatum durch ABB) außer Betrieb genommen und durch neue AC500-S-Sicherheitsmodule ersetzt werden müssen.

2.7 Installation der Sicherheitsmodule

Folgende Regeln gelten für das Installieren von Sicherheitsmodulen:

- Die Installation hat mit den geeigneten Hilfsmitteln und Werkzeugen in Übereinstimmung mit der Dokumentation zu erfolgen.
- Die Installation der Geräte darf nur im spannungslosen Zustand und durch Fachpersonal erfolgen.
- Die allgemeinen und national gültigen Sicherheitsnormen müssen strikt beachtet werden.
- Die Elektroinstallation erfolgt unter Beachtung der relevanten Normen.
- Die erforderlichen Schutzmaßnahmen gegen elektrostatische Entladung sind zu treffen.

2.8 Modulaustausch

Die Sicherheits-CPU SM560-S / SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 erkennt einen Austausch der Sicherheits-E/A-Module automatisch, wenn das System hochgefahren wird. Das Gesamtsystem (Sicherheits-CPU und PROFIsafe-Features mit eindeutigen Adressen für sicherheitsbezogene Geräte [3]) verfügt über einen Mechanismus, der automatisch sicherstellt, dass ausgetauschte Sicherheitsmodule mit den korrekten Parametern betrieben und nicht kompatible Modulversionen zurückgewiesen werden. Ein unsicherer Zustand ist nicht möglich, wenn der falsche Sicherheits-E/A-Modultyp in den Klemmenblock TU582-S eingesteckt wird.

2.9 Neustartverhalten von AC500-S

Wenn eine Sicherheits-CPU SM560-S / SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 durch Aus- und Einschalten neu gestartet wird, geht die zuvor gespeicherte Fehlerinformation verloren. Die Sicherheits-E/A-Module erhalten ihre Parameter jedes Mal, wenn das System neu gestartet wird. Die Sicherheits-CPU kann Sicherheits-E/A-Module durch das PROFIsafe-Startverhalten wieder integrieren [3]. Wenn Ihr Prozess keinen automatischen Neustart nach Aus- und Anschalten zulässt, müssen Sie einen Neustartschutz in Ihrem Sicherheitsprogramm programmieren. Die sicherheitsbezogenen Prozessdatenausgänge müssen bis zur manuellen Quittierung blockiert werden. Diese Sicherheitsausgänge dürfen erst dann aktiviert werden, wenn dies sicher ist und Fehler korrigiert worden sind.

2.10 Austausch von Komponenten der AC500-S-Sicherheitssteuerung

Wenn Sie für die Software Ihrer Programmiereinheit oder Ihres PCs eine neuere Version installieren, beachten Sie Hinweise zur Auf- und Abwärtskompatibilität in der Dokumentation und die Readme-Dateien für diese Produkte.

Hardwarekomponenten für AC500-S (Sicherheits-CPU und Sicherheits-E/A) werden genau wie bei Standard-AC500-Automationssystemen ausgetauscht.

2.11 Umweltgerechte Entsorgung

Sämtliche Sicherheitskomponenten der Serie AC500-S von ABB wurden so entwickelt, dass sich die umweltschädliche Wirkung auf ein Minimum beschränkt. Für eine umweltgerechte Entsorgung können die AC500-S-Sicherheitskomponenten teilweise auseinandergenommen und getrennt entsorgt werden. Dafür ist die gültige nationale und internationale Gesetzgebung zu beachten.

2.12 Sichere Kommunikation

Sicherheitsdaten werden mithilfe des PROFIsafe-Profils von Sicherheits-CPU zu Sicherheits-E/A übertragen [3]. Die Sicherheits-CPU SM560-S / SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 braucht eine Standard-CPU, z. B. PM573, PM583, PM592 o. ä., mit Firmwareversion ab V2.2.1, um mit Sicherheits-E/A-Modulen zu kommunizieren. Die gesamte sicherheitsbezogene Kommunikation erfolgt über die Standard-CPU mithilfe des "Black-Channel"-Prinzips zur Datenübertragung [3].

Die Kommunikation der Sicherheits-CPU mit Sicherheits-E/A-Modulen erfolgt über einen PROFINET IO Feldbus mit einem PROFIsafe-Profil zur sicheren Datenübertragung [3]. Sicherheits- und Standard-E/A-Module können auf einem lokalen I/O-Bus sowohl bei Zentral- als auch Dezentral-Konfiguration kombiniert werden. Das Kommunikationsmodul des PROFINET IO-Controllers (CM579-PNIO) wird mit der Standard-CPU als Teil des "Black Channels" zur Übertragung von Sicherheitsdaten an die PROFINET-E/A-Geräte verwendet. Die PROFINET-Geräte CI501, CI502, CI504 und CI506 (Freigabedatum ab 2013) können zum Anschluss der Sicherheits-E/A-Module in Dezentral-Konfigurationen verwendet werden.

Abb. 3 zeigt einen möglichen Systemaufbau mit PROFINET/PROFIsafe für im Netzwerk verteilte Sicherheits-E/A, Sensoren und Aktoren.

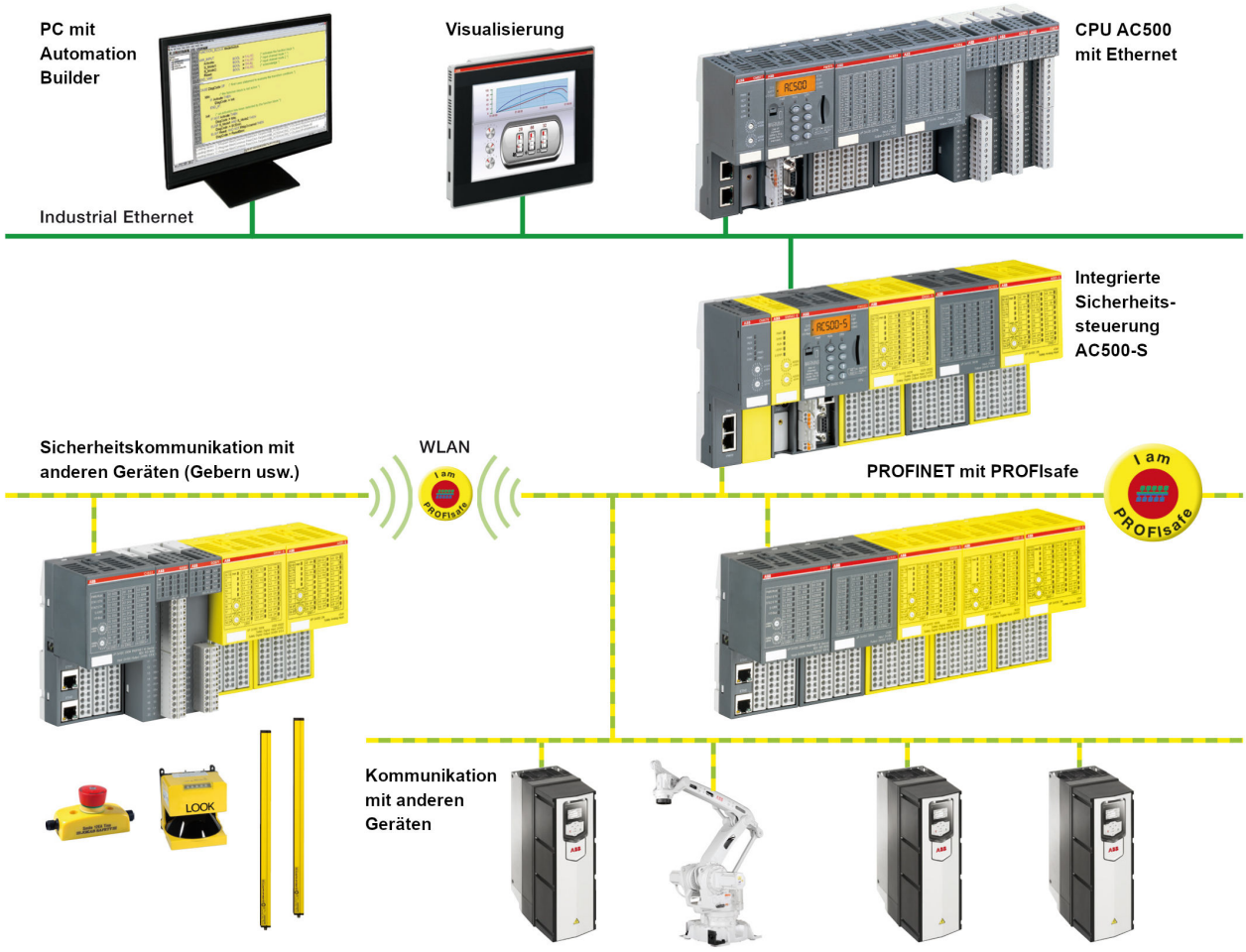


Abb. 3: Systemaufbau AC500-S mit PROFINET/PROFIsafe

Die PROFINET-/PROFIsafe-Kommunikation zwischen AC500-S-Sicherheits-CPUs wird bei Verwendung von CM589-PNIO (-XC) und/oder CM589-PNIO-4 (-XC) PROFINET IO-Device-Kommunikationsmodulen gemeinsam mit SM560-S-FD-1 (-XC) und/oder SM560-S-FD-4 (-XC) Sicherheits-CPUs mit F-Device-Funktionalität auf einer Seite und CM579-PNIO (-XC) mit einer AC500-S-Sicherheits-CPU auf der anderen Seite unterstützt (siehe Abb. 4). Die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 (-XC) und SM560-S-FD-4 (-XC) können bis zu 384 Byte Sicherheitsdaten mit F-Hosts austauschen (auch PROFIsafe F-Hosts von Drittanbietern werden unterstützt), wenn PROFINET/PROFIsafe verwendet wird. SM560-S-FD-1 (-XC) mit F-Device(s) unterstützt die sichere Kommunikation mit maximal einem F-Host. SM560-S-FD-4 (-XC) mit F-Device(s) unterstützt die sichere Kommunikation mit maximal vier F- Hosts. Abb. 4 zeigt, dass man mit den Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4 mit zusätzlicher F-Device-Funktionalität eine sichere Kommunikation von CPU zu CPU zwischen verschiedenen Steuerstationen an PROFINET/PROFIsafe einrichten kann. Die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-4 können gleichzeitig nicht nur mit 1 IO-Controller / F-Host (Master), sondern mit bis zu 4 IO-Controllern / F-Hosts (Mastern) kommunizieren. Zusätzlich zu den Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4 werden CM589-PNIO bzw. CM589-PNIO-4 PROFINET IO-Device-Kommunikationsmodule für die PROFINET-Konnektivität als „Black Channel“ zu 1 oder bis zu 4 PROFINET IO-Controllern benötigt.

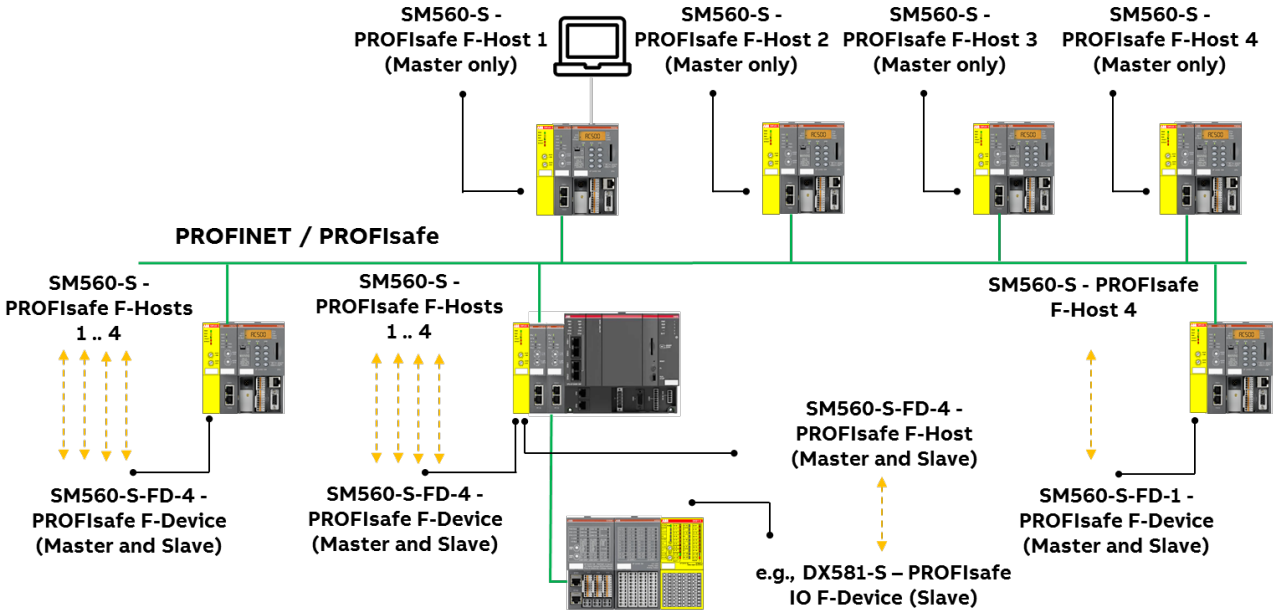


Abb. 4: Beispielhafter Aufbau für eine sichere Kommunikation von CPU zu CPU zwischen verschiedenen Sicherheits-CPUs (SM560-S / SM560-S- FD-1 / SM560-S-FD-4)

Die folgenden Kommunikationsanforderungen sollen für die Verwendung der AC500-S-Sicherheitssteuerung erfüllt werden:

- Sicherheitsdaten dürfen nicht über öffentliche Netzwerke, z. B. das Internet, übertragen werden. Wenn Sicherheitsdaten über Firmen-/Fabriknetzwerke übertragen werden, stellen Sie sicher, dass es einen ausreichenden Schutz gegen Manipulation gibt (Firewall oder Router für Netzwerktrennung).
- Die an die Kommunikationsgeräte angeschlossenen Geräte müssen über eine sichere galvanische Trennung verfügen.

HINWEIS!

AC500-S-Sicherheits-E/A-Module und SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 Sicherheits-CPUs können mit F-Hosts von Drittanbietern im PROFINET verwendet werden. Gültige GSDML-Dateien von ABB können in der F-Host-Entwicklungsumgebung von Drittanbietern installiert werden und befinden sich zum Download auf *http://www.abb.com/plc*.

Danach können Sie AC500-S-Module mit einem F-Host von Drittanbietern konfigurieren und verwenden. Bitte wenden Sie sich an den technischen Support von ABB, um die F_iPar_CRC-Werte der AC500-S-Sicherheits-E/A-Module für F-Hosts von Drittanbietern zu erhalten.

Überprüfen Sie mithilfe von geeigneten Funktionsprüfungs- und Verifizierungsverfahren (*Kapitel 6.5 „Verifizierung einer sicheren iParameter-Einstellung in den AC500-S-Sicherheits-E/A“ auf Seite 467*), dass alle iParameter (Eingangsverzögerung, Kanalkonfiguration usw.) für alle AC500-S-Sicherheits-E/A und anderen F-Devices mit einem gegebenen F_iPar_CRC-Wert korrekt sind.

2.13 Sicherheitsfunktion und Reaktion auf Fehler

Die Hauptsicherheitsfunktion der AC500-S-Sicherheitssteuerung ist es, Digital- und Analogeingänge zu lesen, um die sicherheitsbezogenen Digitalausgänge gemäß des vom Anwender laut IEC 61131 definierten Anwendungsprogramms und der Konfiguration durch das Modul der Sicherheits-CPU zu steuern.

Die AC500-S-Sicherheitssteuerung kann nach dem Ruhestromprinzip ("de-energize to trip") verwendet werden. Der sichere Zustand der Ausgänge wird laut unten angegebener Tabelle definiert:

Tab. 2: Verhalten des Ruhestrom-Sicherheitssystems

	Ruhestromprinzip
Modus gemäß IEC 61508	Hohe Anforderungsrate
Sicherheitsfunktion	Ausschalten der Ausgänge
Sicherer Zustand	Abgeschaltete Ausgänge

Der Zweck der AC500-S-Sicherheitsfunktion ist es, den sicheren Zustand der Maschine (als System) bei gegebenem SIL (IEC 61508), SILCL (IEC 62061) und PL (ISO 13849-1) zu garantieren. Eine Beispiel-Sicherheitsfunktion auf Anwendungsebene, die von einer AC500-S in Maschinenanwendungen ausgeführt werden kann, ist der Not-Halt.

2.13.1 Sicherheits-CPU (SM560-S / SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4)

Die Sicherheitsfunktion der Sicherheits-CPU ist es, Signalinformationen korrekt zu verarbeiten. Sie verarbeitet Signale der Sicherheitseingänge und interne Datenspeicherung, um Signale für Sicherheits-Ausgabemodule zu generieren und ihrem internen Datenspeicher einen neuen Zustand zuzuweisen.

Wenn diese Funktion nicht korrekt ausgeführt werden kann, wechselt die Sicherheits-CPU in einen SAFE-STOP-Zustand, in dem keine gültigen Sicherheitstelegramme generiert werden und infolgedessen alle sicheren Ausgangskanäle abgeschaltet werden ("0"-Zustand), nachdem die Watchdog-Zeit abgelaufen ist.

Fehler in der zyklischen Kommunikation zwischen Sicherheits-CPU und Sicherheits-E/A-Modulen oder anderen F-Devices, z. B.den Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 oder SM560-S-FD-4, werden von der Sicherheits-CPU festgestellt und daraufhin "0"-Werte an das Sicherheitsprogramm übergeben.

Der Entwickler des Anwendungsprogramms muss eine spezielle Reaktion im Fehlerfall einbauen, z. B. das Abschalten der sicheren Ausgangskanäle ("0"-Zustand), sofern erforderlich.

2.13.2 Sicherheitsmodule mit sicheren Eingangskanälen (DI581-S, DX581-S und AI581-S)

Die Sicherheitsfunktion der Sicherheitsmodule (DI581-S, DX581-S und AI581-S) mit digitalen und analogen Eingangskanälen ist es, externe analoge und/oder digitale Signale korrekt zu lesen. Wenn diese Funktion nicht korrekt ausgeführt werden kann, wird das Sicherheitsmodul oder nur sein Eingangskanal (je nach Fehler) in den sicheren Zustand geschaltet. Bei einem Kanalfehler wird der sichere Wert (abgeschaltet = "0") zusammen mit zusätzlichen Informationen über den entsprechenden Kanalfehler an das Modul der Sicherheits-CPU (z. B SM560-S) übertragen.

Bei einem Modulfehler werden keine gültigen Telegramme vom Sicherheitsmodul zum Sicherheitslogikmodul generiert. Die Werte dieser sicheren Eingangskanäle werden sicheren Werten (abgeschaltet = "0") auf der Sicherheits-CPU zugeordnet.

Fehler in der zyklischen Kommunikation zwischen Sicherheits-CPU und Sicherheitsmodulen werden von den Sicherheitsmodulen mit Eingangskanälen festgestellt. Wenn ein Kommunikationsfehler auftritt, gehen alle Eingänge des entsprechenden Sicherheitsmoduls in den sogenannten Zustand der Passivierung, in dem "0"-Werte als Prozesswerte gesendet werden, sobald die Kommunikation mit der Sicherheits-CPU wieder hergestellt ist. Das Umschalten (Reintegration) von "0"-Sicherheitswerten zu Prozessdaten erfolgt erst nach Quittierung durch den Anwender.

2.13.3 Sicherheitsmodule mit sicheren Ausgangskanälen (DX581-S)

Die Sicherheitsfunktion der Sicherheitsmodule (DX581-S) mit sicheren Ausgangskanälen ist es, ihre Ausgangssignale korrekt zu schreiben. Wenn diese Funktion nicht korrekt ausgeführt werden kann, werden das Sicherheitsmodul oder seine Ausgangskanäle (je nach Fehler) in den sicheren Zustand geschaltet. Bei einem Kanalfehler wird der sichere Wert (abgeschaltet = "0") für die entsprechenden sicheren Ausgangskanäle gesetzt. Bei einem Modulfehler werden keine gültigen Telegramme vom Sicherheits-Ausgabemodul zur Sicherheits-CPU generiert. Den Werten aller sicheren Ausgangskanäle werden sicheren Werten (abgeschaltet = "0") zugeordnet.

Fehler in der zyklischen Kommunikation zwischen Sicherheits-CPU und sicheren Ausgabemodulen werden von dem sicheren Ausgabemodul DX581-S erkannt. Bei einem Kommunikationsfehler werden alle Ausgänge des entsprechenden sicheren Ausgabemoduls abgeschaltet ("0"). Das Umschalten (Reintegration) von "0"-Sicherheitswerten zu Prozessdaten erfolgt erst nach Quittierung durch den Anwender, sobald die Kommunikation wiederhergestellt wurde.

2.14 Sicherheitsfunktionstest

Nach Erstellen des Sicherheitsprogramms und der Systemkonfiguration muss ein kompletter Funktionstest für die entsprechende Automations-Task durchgeführt werden. Bei Veränderungen eines Sicherheitsprogramms, für das bereits ein kompletter Funktionstest durchgeführt wurde, müssen nur die Veränderungen getestet werden, sofern zuvor eine korrekte Untersuchung der Auswirkungen durchgeführt wurde.

Das Sicherheitsprogramm, die Sicherheits-E/A-Konfiguration usw. müssen verifiziert, ausgedruckt, für den Projektdatenbericht gespeichert und archiviert werden. Auf den Sicherheitsfunktionstest folgt die Systemabnahme. Nach der Konfiguration der Hardware und Zuordnung der Parameter für Sicherheits-CPU und Sicherheits-E/A-Module können Sie einen Abnahmetest durchführen. Während des Abnahmetests des Systems müssen alle anwendungsspezifischen Normen befolgt werden.

2.15 Fehlerbehebung

Fehlermeldungen im Diagnosepuffer der Standard-CPU PM5xx enthalten eine Beschreibung zur Abhilfe, mit der Sie mögliche Probleme der AC500-S-Konfiguration beheben können. Wenn manche der Probleme weiter bestehen und es keine Fehlermeldungen im Diagnosepuffer gibt, wenden Sie sich an den technischen Support von ABB für weitere Angaben.

! HINWEIS!

Stellen Sie sicher, dass die Sicherheits-E/A-Module korrekt mit einem guten elektrischen Kontakt am Klemmenblock TU582-S angeschlossen sind, um unerwünschte Systemzustände mit möglicherweise fehlerhaften LED-Anzeigen zu vermeiden (*Kapitel 3.3.3 „Montage, Abmessungen und elektrischer Anschluss“ auf Seite 103*, *Kapitel 3.4.3 „Montage, Abmessungen und elektrischer Anschluss“ auf Seite 136* oder *Kapitel 3.5.3 „Montage, Abmessungen und elektrischer Anschluss“ auf Seite 164*).

Unten finden Sie eine Liste der bekannten Probleme und Lösungen in Zusammenhang mit den Komponenten der AC500-S-Sicherheitssteuerung:

ID	Verhalten	Mögliche Ursache	Abhilfe
1.	Die Sicherheits-CPU ist im Zustand "RUN" oder "DEBUG RUN", aber alle Sicherheits-E/A-Module schalten plötzlich in den Zustand "RUN" (Modulpassivierung).	Ihr Programm enthält möglicherweise eine Endlosschleife, weshalb die Sicherheits-CPU keine gültigen Sicherheitstelegramme in einer angemessenen Zeit (innerhalb der konfigurierten Watchdog-Zeit) an die Sicherheits-E/A-Module senden kann.	Überprüfen (debuggen) Sie Ihr Sicherheitsprogramm und stellen Sie sicher, dass es keine Endlosschleife(n) gibt.
2.	Aus dem sicherheitsgerichteten CODESYS-Projekt ist kein Login bei der Sicherheits-CPU möglich.	Die CODESYS-Visualisierung wurde direkt an die Sicherheits-CPU angeschlossen, was die Verbindung zur Sicherheits-CPU blockiert. Es ist jeweils nur eine Verbindung zur Sicherheits-CPU zulässig.	Trennen Sie die CODESYS-Visualisierung von der Sicherheits-CPU.
3.	Während des Schließens, Speicherns oder Änderns des sicherheitsgerichteten CODESYS-Projekts usw. mit PS501 Control Builder Plus / ABB Automation Builder kommt eventuell keine Reaktion von PS501 Control Builder Plus / ABB Automation Builder und/ oder dem sicherheitsgerichteten CODESYS-Projekt. Es ist als ob die Anwendung sich aufgehängt hätte.	Die Benutzerverwaltung von PS501 Control Builder Plus / ABB Automation Builder fordert Sie auf, Ihre Login-Informationen der Sicherheitskomponenten zu bestätigen; diese Meldung ist nicht im Vordergrund. Ihre vorherige Sitzung ist abgelaufen.	Suchen Sie die Login-Meldung im Hintergrund Ihres Windows-Desktops, loggen Sie sich ein und fahren Sie mit Ihren vorherigen Tätigkeiten fort. Stellen Sie für PS501 Control Builder Plus / ABB Automation Builder eine längere Sitzungsdauer ein (*Anwenderhandbuch PS501 Control Builder Plus / ABB Automation Builder*), sofern sich dieses Verhalten wiederholt.

ID	Verhalten	Mögliche Ursache	Abhilfe
4.	Ihr sicherer digitaler Eingangskanal wurde mit einer internen Fehlerdiagnosemeldung (Fehlerklasse: E3, Comp.: 14, Gerät: 1 … 10, Modul: 31, Kanal: 31, ID: 43) zeitweise passiviert.	Ein möglicher Grund ist, dass Ihre Eingangssignalfrequenz eine zulässige Eingangskanal-Signalfrequenz überschritten hat (siehe ↳ *Kapitel 3.3.2 „Funktionalität“ auf Seite 98* für erlaubte Frequenzbereiche).	Stellen Sie sicher, dass Ihr Eingangssignal nicht die zulässige Eingangssignalfrequenz überschreitet.
5.	Das Modul DX581-S ist eingeschaltet, aber an die UP-Klemme des Moduls ist keine Spannungsversorgung angeschlossen.	Verdrahtungsfehler im Modul DX581-S, wenn +24 V DC an mindestens einer der sicherheitsbezogenen digitalen Ausgangsklemmen des DX581-S anliegt. Dies führt dazu, dass das DX581-S über sicherheitsbezogene Digitalausgänge eingeschaltet wird.	Überprüfen Sie die Verdrahtung von DX581-S und trennen Sie +24 V DC von der/den sicheren Digitalausgangsklemme(n).
6.	Einige Kanäle eines Sicherheits-E/A-Moduls oder ein komplettes Modul sind zwischenzeitlich ohne Grund (korrekte Verdrahtung usw.) passiviert worden.	Es gibt keinen zuverlässigen elektrischen Kontakt zwischen dem Sicherheits-E/A-Modul und dem Klemmenblock TU582-S.	Stellen Sie sicher, dass Sie das Sicherheits-E/A-Modul mit einer Kraft von mind. 100 Newton in den Klemmenblock TU582-S drücken, wie es in der Checkliste für AC500-S angegeben ist.
7.	Mit einer größeren Zahl Sicherheits-E/A-Module im System braucht die Sicherheits-CPU länger, um den Befehl *„Bootprojekt erzeugen“* auszuführen.	Die Sicherheits-CPU ist ein "Single-Threaded"-System. Je mehr Sicherheits-E/A-Module sich in einem System befinden, desto höher ist die interne Zykluszeit der Sicherheits-CPU, um die relevanten Daten der sicheren Ein- und Ausgänge zu verarbeiten.	Aktuell gibt es nur eine Möglichkeit, dieses Verhalten zu ändern, und zwar eine Aufteilung der sicheren Ein- und Ausgänge auf verschiedene Sicherheits-CPUs, damit jede einzelne weniger sichere Ein- und Ausgänge verarbeiten muss.
8.	Nach dem Login beim sicherheitsgerichteten CODESYS wird eine lange Liste mit internen Konstanten in grüner Schrift für PROFIsafe F-Host-Instanzen angezeigt.	Im sicherheitsgerichteten CODESYS wurde die Option *„Konstanten ersetzen“* ausgewählt.	Gehen Sie im CODESYS-Sicherheitsmenü zu *„Projekt ➔ Optionen ➔ Aufbau“* Entfernen Sie die Markierung der Option *„Konstanten ersetzen“*.

ID	Verhalten	Mögliche Ursache	Abhilfe
9.	Es kann kein gültiges Sicherheitsprojekt generiert werden (PROFIsafe Callback-Funktionen fehlen und kein Sicherheits-E/A-Abbild wird erstellt).	Ein möglicher Grund ist, dass Sie unter *„Objekteigenschaften…* ➔ *Zugriffsrechte“* für eine der POEs im Verzeichnisbaum des CODESYS-Sicherheitsprojekts die folgende Option ausgewählt haben: ■ *„Kein Zugriff“* oder *„Lesezugriff“* für alle *„Benutzergruppen“* mit der Auswahl *„Für alle übernehmen“*.	Starten Sie das CODESYS-Sicherheitsprojekt, loggen Sie sich ein und gehen Sie zu *„Objekteigenschaften…* ➔ *Zugriffsrechte“* für eine der POEs im Verzeichnisbaum des CODESYS-Sicherheitsprojekts, um *„Vollzugriff“* für eine der Benutzergruppen einzustellen und wählen Sie dann *„Für alle übernehmen“*. Danach können Sie den Befehl *„Sicherheits-Konfigurationsdaten erzeugen“* für Ihr sicherheitsgerichtetes CODESYS-Projekt in PS501 Control Builder Plus / ABB Automation Builder erfolgreich wiederholen.
10.	Bei der Anwahl des CurTimeEx FB werden immer "0"-Werte an den Ausgängen zurückgegeben.	Der CurTimeEx FB ist in der aktuellen Version der Sicherheits-CPU nicht implementiert und für zukünftige Verwendung reserviert.	Verwenden Sie den CurTimeEx FB nicht in Ihrem Sicherheitsprogramm.

ID	Verhalten	Mögliche Ursache	Abhilfe
11.	■ Setzen Sie den Parameter "Debug-Modus aktivieren" auf der Sicherheits-CPU auf *„Aus“*. ■ Erzeugen Sie Bootprojekte für die Sicherheits-CPU und PM5xx ■ Schalten Sie die Geräte aus und wieder ein. ■ Gehen Sie zu CODESYS-Sicherheit und vergleichen Sie die CRCs der Bootprojekte auf Ihrem PC und der Sicherheits-CPU. Der Vergleich zeigt, dass sie identisch sind, was in Ordnung ist. ■ Versuchen Sie, ein Bootprojekt für die Sicherheits-CPU zu erzeugen Eine Fehlermeldung wird angezeigt, da "Debug-Modus aktivieren" für die Sicherheits-CPU *„Aus“* ist; dies ist in Ordnung. ■ Wiederholen Sie den Vergleich von Bootprojekt-CRCs auf Ihrem PC und der Sicherheits-CPU. Jetzt wird gemeldet, dass sie nicht gleich sind (Bootprojekt-CRC für die Sicherheits-CPU wird als CDCDCDCD angezeigt), was irreführend sein kann, da das Bootprojekt auf der Sicherheits-CPU nicht verändert wurde.	Das sicherheitsgerichtete CODESYS unterstützt den beschriebenen Anwendungsfall nicht.	Nach Aus- und Einschalten der Sicherheits-CPU wird jetzt die korrekte Bootprojekt-CRC für die Sicherheits-CPU angezeigt.
12.	Der serielle Treiber wird verwendet, um den Anschluss zur Sicherheits-CPU herzustellen. Im sicherheitsgerichteten CODESYS wird kurz hintereinander der *„Login-“* und der *„Logout-“*Befehl ausgeführt, gefolgt von einer erneuten Ausführung des *„Login-“*Befehls. Nach dem zweiten Login-Versuch wird ein Kommunikationsfehler im sicherheitsgerichteten CODESYS angezeigt.	Der serielle Treiber hat nicht genügend Zeit, um erneut initialisiert zu werden.	Warten Sie mindestens 20 Sekunden, bevor Sie einen erneuten *„Login“*-Befehl nach einem *„Logout“* eingeben.

ID	Verhalten	Mögliche Ursache	Abhilfe
13.	■ Der *„Login“*-Befehl wird zum Anmelden im sicherheitsgerichteten CODESYS ausgeführt; danach wird der SPS-Browserbefehl *„setpwd“* eingegeben, um ein neues Passwort zu definieren, z. B. “PWD1” für die Sicherheits-CPU. ■ Die Sicherheits-CPU wird aus- und wieder eingeschaltet, aber das Fenster des sicherheitsgerichteten CODESYS bleibt auf dem Endanwender-PC offen. ■ Der *„Login“*-Befehl wird zum Anmelden im sicherheitsgerichteten CODESYS ausgeführt und das in Schritt 1 neu eingerichtete Passwort "PWD1" wird eingegeben. Der SPS-Browserbefehl *„setpwd“* wird eingegeben, um ein neues Passwort für die Sicherheits-CPU zu definieren, z. B. “PWD2”. ■ Die Sicherheits-CPU wird aus- und wieder eingeschaltet, aber das Fenster des sicherheitsgerichteten CODESYS bleibt auf dem Endanwender-PC offen. ■ Der Befehl *„Login“* wird zum Anmelden im sicherheitsgerichteten CODESYS ausgeführt und die Fehlermeldung "Sie haben ein falsches Passwort für die SPS eingegeben" wird angezeigt. Nach dem Klicken auf die Schaltfläche *„OK“* können Sie noch das neue Passwort "PWD2" eingeben und sich erfolgreich an der Sicherheits-CPU anmelden.	Die sicherheitsgerichtete CODESYS-Instanz versucht sich mit einem alten Passwort bei der Sicherheits-CPU anzumelden.	Nach dem Zurücksetzen des Passworts der Sicherheits-CPU schließen Sie die sicherheitsgerichtete CODESYS-Instanz und öffnen Sie sie erneut. Die Fehlermeldung erscheint nicht mehr.
14.	Nach dem Anschalten geht das Sicherheits-E/A-Modul in den Zustand SAFE STOP und beide Fehler-LEDs leuchten.	Der im PS501 Control Builder Plus- / ABB Automation Builder-Projekt konfigurierte F_Dest_Add-Wert stimmt nicht mit dem PROFIsafe-Adressen-Schaltwert des Sicherheits-E/A-Moduls überein.	Stellen Sie sicher, dass der F_Dest_Add-Wert im PS501 Control Builder Plus- / ABB Automation Builder-Projekt mit dem PROFIsafe-Adressen-Schaltwert des Sicherheits-E/A-Moduls übereinstimmt.

ID	Verhalten	Mögliche Ursache	Abhilfe
15.	Eine Anmeldung an der Sicherheits-CPU ist nicht möglich.	Falsche "Kommunikationsparameter..."-Einstellungen werden verwendet.	Stellen Sie sicher, dass die korrekten "Kommunikationsparameter ..."-Einstellungen im sicherheitsgerichteten CODESYS für die Verbindung zur Sicherheits-CPU verwendet werden.
16.	Nachdem das Bootprojekt in der Sicherheits-CPU geladen wurde, scheint die CPU PM5xx manchmal 45 Sekunden lang nichts zu tun, bis ihre Fehler-LED zu leuchten beginnt.	Zeitüberschreitung bei der CPU PM5xx.	Diese Situation ist sehr selten. Aktuell gibt es für dieses Verhalten der CPU PM5xx keine Abhilfe.
17.	Nach dem Anschalten der Sicherheits-CPU kann es vorkommen, dass diese nicht in den RUN-Modus schaltet. Die Diagnose-LED leuchtet und kein Bootprojekt wird in die Sicherheits-CPU geladen. Wenn Sie versuchen, sich in die Sicherheits-CPU einzuloggen, wird im sicherheitsgerichteten CODESYS die Fehlermeldung "Kein Programm im Controller! Soll das neue Programm geladen werden?" angezeigt.	Die Spannungseinbruch-Funktion der Sicherheits-CPU wird ausgelöst, wenn die Pause zwischen Aus- und Einschalten weniger als 1,5 Sekunden beträgt. Das Bootprojekt befindet sich noch immer in der Sicherheits-CPU, ist jedoch aufgrund der Erkennung eines Spannungseinbruchs nicht geladen. Daher ist es nicht notwendig, ein Bootprojekt neu in die Sicherheits-CPU zu laden.	Schalten Sie die Sicherheits-CPU mit einer Pause zwischen Aus- und Einschalten von mehr als ≥ 1,5 Sekunden aus und wieder ein.
18.	Wenn während des Debug-Prozesses der Breakpoint im sicherheitsgerichteten CODESYS erreicht wird und Sie eine Variable zu erzwingen versuchen, wird diese erst im nächsten Zyklus der Sicherheits-CPU mit dem erzwungenen Wert aktualisiert.	Die Sicherheits-CPU ist ein "Single-Threaded"-System.	Dieses Verhalten ist beabsichtigt.
19.	Wenn das Projekt in die Sicherheits-CPU geladen wird, bleibt der geladene Code bei 0 Byte im Download-Fenster stehen oder eine Fehlermeldung wird angezeigt.	Der Parameter "Debug-Modus aktivieren" für die Sicherheits-CPU ist *„AUS“* und diese Konfigurationsdaten wurden auf die PM5xx heruntergeladen.	Setzen Sie den Parameter "Debug-Modus aktivieren" auf *„EIN“*, generieren Sie eine neue Konfiguration und laden Sie das CODESYS-Projekt in die PM5xx herunter. Der neue Projektcode kann über das sicherheitsgerichtete CODESYS in die Sicherheits-CPU geladen werden.

ID	Verhalten	Mögliche Ursache	Abhilfe
20.	Nach dem Ausloggen ist das Einloggen in die Sicherheits-CPU aus dem sicherheitsgerichteten CODESYS nicht möglich.	Zu schnelles Einloggen in die Sicherheits-CPU nach dem Ausloggen im sicherheitsgerichteten CODESYS.	Warten Sie nach dem Ausloggen von der Sicherheits-CPU ein paar Sekunden (~ 5 - 10 Sekunden), bevor Sie sich aus dem sicherheitsgerichteten CODESYS in die Sicherheits-CPU einloggen.
21.	Die Diagnosemeldung E3 mit dem Fehlertext "Messwertunterschreitung am E/A-Modul" erscheint im Diagnosesystem der PM5xx, obwohl es für den gegebenen Eingangskanal AI581-S einen Überstrom und keinen Unterstrom gab.	Der interne Erkennungsmechanismus kann nicht immer zwischen Über- und Unterstrom unterscheiden, weil in der Elektronik von AI581-S auf einen Überstrom oft ein Unterstrom folgt.	Bis jetzt gibt es für dieses Problem keine Abhilfe.
22.	Der Parameter "Debug-Modus aktivieren" für die Sicherheits-CPU ist *„EIN“* und korrekt in PM5xx geladen worden. Ein Debugging der Sicherheits-CPU ist jedoch immer noch nicht möglich.	Die sicherheitsgerichteten CODESYS-Projekte auf Ihrem PC und in der Sicherheits-CPU sind nicht dieselben. Möglicherweise wird die folgende Meldung angezeigt: "Das Programm wurde geändert! Soll das neue Programm geladen werden?".	Laden Sie Ihr sicherheitsgerichtetes CODESYS-Projekt von Ihrem PC auf die Sicherheits-CPU, dann wird das Debugging möglich sein.

ID	Verhalten	Mögliche Ursache	Abhilfe
23.	Nach Verwendung des Menüpunkts *„Online ➔ Reset“* im CODESYS-Sicherheitsmenü geht die Sicherheits-CPU in den Zustand "DEBUG STOP" (nicht sicher). Die Sicherheits-E/A-Module werden passiviert. Wenn Sie sich in der Sicherheits-CPU einloggen, können Sie OA_Req_S = TRUE Bits in PROFIsafe-Instanzen der F-Devices sehen. Die Sicherheitsanwendung wird von der Sicherheits-CPU nicht ausgeführt, aber Sie können weiterhin OA_C = TRUE für die F-Devices setzen, woraufhin diese in den RUN-Modus schalten. Die Sicherheits-CPU verbleibt die ganze Zeit im Zustand "DEBUG STOP" (nicht sicher).	Der PROFIsafe F-Host läuft nach Verwendung des Menüpunkts *„Online ➔ Reset“* im CODESYS-Sicherheitsmenü nicht im Failsafe-Modus.	Dieses Verhalten ist bei der Sicherheits-CPU beabsichtigt (siehe auch ↳ *Kapitel 3.1.5.1 „Beschreibung der Zustände der Sicherheits-CPU“ auf Seite 67*).
24.	Die Fehlermeldung "Fehler in den Konfigurationsdaten, die Sicherheitssteuerung kann die Konfigurationsdaten nicht lesen" ist auf der Sicherheits-CPU verfügbar.	■ Heruntergeladene Konfigurationen von PM5xx und Sicherheits-CPU passen nicht zusammen. ■ Kein Bootprojekt wird auf die Sicherheits-CPU geladen.	■ Laden Sie gültige Konfigurationen als Teil von Bootprojekten auf PM5xx bzw. Sicherheits-CPU herunter und stellen Sie sicher, dass diese zusammenpassen. ■ Laden Sie ein gültiges Bootprojekt auf die Sicherheits-CPU herunter.

2.16 FAQ - Sicherheitssteuerung AC500-S

- **Verfügbarkeit eines Bootprojekts auf der Sicherheits-CPU nach Spannungsabfall oder unvollständigem "Power Cycle"**

  Bei Unter- oder Überspannung, die auch durch einen unvollständigen "Power Cycle" (Abschalten und Wiedereinschalten in unter 1,5 Sekunden) bedingt sein kann, geht die Sicherheits-CPU in den Zustand "SAFE STOP" und die LED I-ERR leuchtet. Dennoch ist das Bootprojekt weiter intakt. Um die Sicherheits-CPU wieder in den RUN-Modus zu bringen, müssen zwei aufeinanderfolgende Leistungszyklen durchlaufen werden. Nach dem ersten Leistungzyklus geht die Sicherheits-CPU in den Zustand "DEBUG STOP" (nicht sicher) und die LED DIAG leuchtet. Der zweite Leistungzyklus versetzt die Sicherheits-CPU wieder in den RUN-Modus (sicher).
- **Es ist unmöglich, ein Bootprojekt für die Sicherheits-CPU zu erstellen**

  Prüfen Sie, ob der Parameter "Debug-Modus aktivieren" für die Sicherheits-CPU im Automation Builder-Projekt "EIN" ist, das erzeugte Bootprojekt in die PM5xx geladen wurde und dies von einem Leistungszyklus gefolgt wurde.

- **Nach dem Leistungszyklus geht die Sicherheits-CPU in den Zustand "SAFE STOP" (I-ERR leuchtet)**

  Dies könnte bedingt sein durch ein korruptes Bootprojekt oder eine falsche Einstellung des Drehschalters der Sicherheits-CPU auf einen dieser Werte: 0xFE, 0xFD oder 0xFC. Eine weitere Möglichkeit ist, dass der Leistungszyklus (die Zeit im ausgeschalteten Zustand) zu kurz war (um einen zuverlässigen Neustart sicherzustellen, muss die Abschaltzeit > 1,5 Sek. betragen).

- **Die Kanalreintegration des AI581-S-Sicherheitsmoduls ist nach Behebung des Fehlerzustands nicht möglich**

  Nur bei einer Kanalpassivierung durch Über- oder Unterstrom bleibt der analoge Sicherheitskanal 30 Sekunden lang passiviert, um die ursprünglichen Eigenschaften wiederherzustellen. Dann wird geprüft, ob der Fehlerzustand weiterhin vorliegt oder nicht. Liegt der Fehler nicht mehr vor, wird das Signal für die Reintegrationsanforderung für den entsprechenden Kanal auf TRUE gesetzt, sodass der Kanal wieder integriert werden kann. Während der zuvor genannten 30 Sekunden kann der analoge Sicherheitskanal nicht reintegriert werden.

- **Der Prozesswert bestimmter konfigurierter Eingänge ist immer FALSE (nur im 2-Kanal-Evaluierungsmodus)**

  Unsere Module sind so konstruiert, dass in einem 2-Kanal-Modus der niedrigere Kanal (z. B. Kanäle 0/4 ➔ Kanal 0, Kanäle 1/5 ➔ Kanal 1 etc. beim DX581-S-Modul) immer den gesammelten Prozesswert, das PROFIsafe-Diagnosebit, die Quittierungsanforderung und die Acknowledge-Reintegrationsinformationen transportiert. Der höhere Kanal liefert immer den passivierten Wert “0”. Somit ist ein Namensabbild des höheren Kanals bei einem 2-Kanal-Evaluierungsmodus nicht erforderlich.

- **Der azyklische Datenaustausch über DPRAM dauert sehr lange**

  Dieses Verhalten hängt von der Task-Konfigurationseinstellung der PM5xx ab. Passen Sie die Zykluszeit Ihrer Task an der PM5xx dort an (stellen Sie z. B. die Zykluszeit auf 1 ms), wo die DPRAM-Kommunikationsbausteine programmiert werden, um die beste Leistung zu erzielen.

- **84 Bytes im DPRAM-Datenaustausch sind nicht genug / Erläuterung der Registerkarte "Zyklischer, nicht sicherer Datenaustausch" im Automation Builder V1.0.1**

  Wenn die standardmäßigen 84 Bytes im DPRAM-Datenaustausch nicht ausreichen oder der Datenaustausch zu langsam ist, kann die Funktion "Zyklischer, nicht sicherer Datenaustausch" verwendet werden, um bis zu 2 KB Daten mit minimalem Programmieraufwand auszutauschen.

  Für die meisten Sicherheitsanwendungen wird diese Funktion nicht benötigt und sollte daher auch nicht verwendet werden ("Zyklischer, nicht sicherer Datenaustausch" ist standardmäßig nicht ausgewählt). Wenn Sie die Funktion dennoch benötigen, wenden Sie sich bitte an den technischen Support von ABB und fordern Sie Dokument 3ADR025195M* an, in dem die Verwendung des zyklischen Standarddatenaustauschs detailliert beschrieben wird.

- **Ist die Datenkommunikation mit standardmäßigen DPRAM-FBs oder zyklischen, nicht sicheren Datenaustausch-FBs sicher?**

  Die Datenkommunikation mit standardmäßigen DPRAM-FBs und zyklischen, nicht sicheren Datenaustausch-FBs ist nicht sicher, da sie nicht durch funktionale Sicherheitsmaßnahmen für die Datenkommunikation geschützt wird. Allerdings können Kunden mit dem sogenannten "Black Channel"-Prinzip ihre eigenen Sicherheitsprofile auf diese nicht sichere Kommunikation implementieren. Wenn Kunden geeignete Sicherheitsprofilmaßnahmen für die SIL 3-Kommunikation implementieren, kann das Sicherheitsniveau für den Empfang von Daten in der Sicherheits-CPU durch DPRAM-FBs und zyklische, nicht sichere Datenaustausch-FBs ebenfalls SIL 3 betragen, jedoch kann das Senden von Daten durch DPRAM-FBs und zyklische, nicht sichere Datenaustausch-FBs nur SIL 2 erreichen. Es müssen spezielle Maßnahmen (z. B. Verwendung dedizierter, interner CRC24-Berechnungsfunktionen etc.) im Programm der Sicherheits-CPU getroffen werden, um SIL 3 für Letzteres zu erreichen.

- **Wie ist der Umgang mit der Diskrepanzzeit (2-Kanal-Konfiguration) in S-DIs implementiert?**

  Für eine robuste Evaluierung der 2-Kanal-Konfiguration ist es sehr wichtig, Störungen und andere Einflüsse an Digitaleingängen zuverlässig zu behandeln. Ohne dieses Verhalten würde ein Flimmern auf einem Kanal eine fehlerhafte 2-Kanal-Evaluierung des gegebenen Prozesswerts nach sich ziehen, das die Systemverfügbarkeit gefährden würde.

- **Keine Erkennung von Übersprechen oder Kurzschlüsse auf 24 VDC für S-DOs des DX581-S. Warum und wie soll dieses Problem gelöst werden?**

  Die Ausgänge des DX581-S-Sicherheitsmoduls sind von der angeschlossenen Last entkoppelt. Dies ist erforderlich, um einen Einfluss der angeschlossenen Last auf den internen Prüfkreis zu vermeiden und somit eine hohe Robustheit zu garantieren (kein zufälliges Auslösen durch falsche Fehlererkennung aufgrund einer unerwarteten Änderung der elektrischen Eigenschaften der angeschlossenen Last). Daher kann eine Leitungsüberschneidung und ein Kurzschluss auf 24 VDC nur bis zur Ausgangsklemme des DX581-S-Sicherheitsausgangs erkannt werden, nicht aber an der zugehörigen Ausgangsleitung. Bei den meisten Kunden ist ein Fehlerauschluss durch Isolierung der Ausgangsleitung oder alternativ durch Neustart der Maschine (mit richtiger Startprüfmethode im Programm der Sicherheits-CPU für bestimmte S-DOs implementiert, um diese nacheinander zu aktivieren (den Zustand HIGH zu erreichen)) mindestens einmal im Monat ausreichend. Der Benutzer kann auch andere geeignete Maßnahmen treffen (z. B. durch Festlegung geeigneter Prüfzeiträume für die Sicherheitsfunktion oder durch Wiedergabe des Zustands der Ausgangsleitung mit einem digitalen Sicherheitseingang), um die entsprechenden Anforderungen der IEC 62061 und ISO 13849-1 zu erfüllen, wenn eine Leitungsüberschneidung oder ein Kurzschluss auf 24 VDC nicht ausgeschlossen werden kann.
- **Ist mein Sicherheitsprogramm OK, wenn nicht alle von der AC500-S-Sicherheitscodeanalyse (SCA) geprüften, sicherheitsgerichteten Programmierrichtlinien und -regeln erfüllt sind?**

  Das SCA-Werkzeug prüft nur, ob die statischen Sicherheitsprogrammierrichtlinien oder -regeln befolgt werden. Daher müssen vom SCA-Werkzeug identifizierte Fehler nicht unbedingt zu einer Maschinenstörung führen, sondern erfordern eine zusätzliche Begründung, warum diese Ausnahmen (nicht erfüllte Sicherheitsprogrammierrichtlinien oder -regeln) in der gegebenen Sicherheitsanwendung des Kunden erlaubt sind. Letzteres kann die Zertifizierung des Sicherheitsanwendungsprogramms des Kunden verzögern.
- **Was bedeutet die eingebaute Stromversorgung im Sicherheits-E/A-Modul?**

  Dies bedeutet, dass kein separates Stromversorgungsmodul für Sicherheits-E/As der AC500-S gekauft werden müssen. 24 VDC kann direkt über UP- und ZP-Anschlüsse am Klemmenblock angeschlossen werden.
- **Wie wirkt sich der Anschluss eines Testimpulses des gleichen Typs (z. B. T0, T1, T2, T3 etc.) von einem Modul zum digitalen Sicherheitseingangskanal eines anderen Moduls aus? Sind die Testimpulse modulspezifisch?**

  Ja, die Testimpulse sind modulspezifisch. Da Testimpulse modulspezifisch sind, würde der Anschluss eines Testimpulses gleichen Typs von einem Modul und gleichem Kanal am anderen Modul eine Passivierung des Kanals bewirken. Diese Art des Anschlusses ist nicht erlaubt und wird nicht empfohlen.
- **Gibt es eine andere Verzögerung des Sicherheitstelegramms, wenn das Sicherheitsmodul in einem anderen physischen Steckplatz platziert wird (Slot für Kommunicationsmodul oder E/A-Modul)?**

  Die Telegrammverzögerung ist in solchen Fällen zu vernachlässigen, da der mögliche Unterschied weit unter 1 ms liegt.
- **Ist die interne 1oo2-Sicherheitsstruktur nur für Sicherheitseingänge anwendbar, wenn es sich um einen 2-Kanal-Eingang handelt?**

  Nein, das gesamte Hardwaresystem der AC500-S ist für die Verwendung der internen 1oo2-Sicherheitsstruktur konzipiert. Somit wird auch ein einzelner, angeschlossener Eingang intern gesplittet und mit der 1oo2-Sicherheitsarchitektur verarbeitet.
- **Wie werden sichere Kontaktmatten/sichere Kontaktpuffer und sichere Kontaktleisten gekoppelt?**

  Die meisten auf dem Markt erhältlichen Sicherheitsmatten und Stoßfänger beinhalten die ASi-Safety-Option. Mit Hilfe von ASi-Safety zum PROFINET/PROFIsafe-Gateway können solche Signale an die AC500-S angeschlossen werden.
- **Können Zweileitergeber mit einem analogen Eingang verwendet werden?**

  Ja, das Analogmodul AI581-S kann sowohl Zweileiter- als auch Vierleitergeber verarbeiten.

- **Was bedeutet die "EIN"-Zeit des Testimpulses bei DI581-S/DX581-S-Modulen? Wie oft wird sie wiederholt?**

  Die Anschlussklemmen für Testimpulse liefern ein Signal mit 24 V DC zur Überwachung passiver Sensoren mit Testimpulsen. Dieses Testimpulssignal wird für eine festgelegte Zeit (1 ms) in den Zustand LOW abgeschaltet. Dies gilt sowohl für das DI581-S- als auch das DX581-S-Modul. Der Testimpuls wird auf jedem Testimpulskanal alle 58 ms beim DI581-S- und alle 27 ms beim DX581-S-Modul wiederholt.
- **Wie oft ist der Sicherheitsausgang AUS, wenn die Erkennungsfunktion beim DX581-S-Modul AN ist?**

  Ist die Erkennung aktiviert, wird der Ausgang des Sicherheitsmoduls DX581-S alle 55 ms geprüft. Bitte beachten Sie, dass der Testimpuls des internen Hauptschalters ebenfalls an jedem Ausgang beobachtet werden kann. Der Testimpuls des Hauptschalters kann nicht deaktiviert werden und liegt immer an. Seine Dauer liegt im schlimmsten Fall knapp unter 1 ms (wenn der Ausgangsstrom 500 mA beträgt) und ist im besten Fall fast nicht sichtbar (wenn der Ausgangsstrom unter 50 mA liegt).
- **Können AC500-S-Sicherheitsmodule in Anwendungen mit niedriger Anforderungsrate eingesetzt werden?**

  Ja.
- **Wie wird die Adressschaltereinstellung der Sicherheits-CPU mit SIL 3 / PL e konform, wenn der Wert im Programm der Sicherheitsanwendung verwendet werden soll?**

  Man kann den Ausführungspfad des Sicherheitsprogramms der Sicherheits-CPU je nach Einstellung des Sicherheits-CPU-Konfigurationsschalters ändern, der mit dem Funktionsbaustein SF_SM5XX_OWN_ADR in das Sicherheitsprogramm gelesen werden kann. Eine Änderung des Ausführungspfads des Sicherheitsprogramms der Sicherheits-CPU je nach Einstellung des Sicherheits-CPU-Adressschalters alleine ist nicht immer ausreichend, um SIL 3 / PL e zu erreichen. Man muss einen zusätzlichen Mechanismus implementieren, z. B. um einen zweiten Einstiegspunkt für die Programmkonfigurationseinstellung auf Anwendungsebene zu erzielen. Dies kann beispielsweise durch Einlesen vorkonfigurierter (vorab gespeicherter) Werte von einer SD-Karte auf die PM5xx geschehen. Dieser zusätzliche, vorkonfigurierte (vorab gespeicherte) Wert muss auf die Sicherheits-CPU übertragen und mit der Adressschalterstellung der Sicherheits-CPU verglichen werden, bevor die Adressschalterstellung der Sicherheits-CPU akzeptiert wird, um den Ausführungspfad des Sicherheitsprogramms der Sicherheits-CPU zu ändern. Dadurch kann ein höheres funktionales Sicherheitsniveau bis SIL 3 / PL e erzielt werden.
- **Bei welchen Anwendungsarten werden FBs wie SF_APPL_MEASURE_BEGIN und SF_APPL_MEASURE_END verwendet?**

  Diese FBs können für die Zeitprofilerstellung Ihres Sicherheitsanwendungsprogramms genutzt werden, die oft beim Debugging hilfreich ist, um Leistungsengpässe in Sicherheitsanwendungen zu finden. So kann beispielsweise die tatsächlich von der Sicherheits-CPU benötigte Zeit für die Ausführung eines bestimmten Teils der Sicherheitsprogrammlogik veranschlagt werden.
- **Wie können Nutzerdaten auf der Sicherheits-CPU persistent gemacht werden?**

  Nutzerdaten können im nichtflüchtigen Flash-Speicher der Sicherheits-CPU gespeichert und von dort mit speziellen FBs (SF_FLASH_WRITE, SF_FLASH_READ und SF_FLASH_DEL) gelesen oder gelöscht werden.
- **Können Fehler im Zusammenhang mit dezentralen PROFINET/PROFIsafe-Sicherheitsmodulen im Diagnosepuffer der PM5xx erfasst werden?**

  Ja, Sie können mit speziellen Diagnose-FBs Diagnosemeldungen von dezentralen Sicherheitsmodulen auf die PM5xx lesen. Diese FBs finden Sie in der Bibliothek Profinet_AC500_V13.lib der PM5xx.
- **Warum startet der PM5xx-Neustartbefehl nicht dezentrale Sicherheits-E/A-Module neu?**

  Dieses Verhalten ist beabsichtigt. Nach dem PM5xx-Neustartbefehl werden nur zentrale Sicherheits-E/A-Module neu initialisiert. Alle dezentralen Sicherheits-E/A-Module können nicht neu initialisiert werden und müssen vom Sicherheitsprogramm bestätigt werden, um sie wieder zu integrieren, wenn der Neustart von PM5xx und SM560-S abgeschlossen ist. Dieses Verhalten (Neuinitialisierung oder nicht) hängt von der PROFINET CI5xx-Einstellung ab.

- **Ist die Umwandlung von ST in LAD/FBD möglich?**
  Ja, bei einfachen Projekten mit grundlegendem Befehlssatz ist die Umwandlung möglich. Allerdings können nicht alle ST-Standardkonstrukte in LAD/FBD umgewandelt werden. Bitte beachten Sie, dass bei einer Umwandlung von ST in LAD/FBD der Sicherheitsprogrammcode nicht wieder auf ST zurückgesetzt werden kann.
- **Bei antivalenter Schaltung ist der NO-Kanal immer mit dem niedrigeren Kanal verbunden (dem Kanal, der einen gesammelten 2-Kanal-Sicherheitswert für die Sicherheits-CPU liefert). Gibt es dafür einen speziellen Grund?**
  Dieses Verhalten ist beabsichtigt, um Fehler bei der antivalenten Sensorverdrahtung und eine potenzielle Fehlinterpretation davon zu vermeiden, welcher Kanal einen gesammelten 2-Kanal-Sicherheitswert liefert.
- **Wenn unsere Sicherheits- und Standard-E/As mit Sicherheits-CPUs (F-Hosts) von Drittanbietern und Standard-CPUs verwendet werden, sind die Diagnosemeldungen der Sicherheits- und Standard-E/As dann im Diagnosepuffer dieser Sicherheits-CPUs (F-Hosts) von Drittanbietern und Standard-CPUs verfügbar?**
  Alle Diagnosemeldungen von Sicherheits- und Standard-E/As sind nicht sichere Daten, die von Standard-CPUs gesammelt werden (auch von Drittanbieter-CPUs). Alle Diagnosemeldungen von Sicherheits- und Standard-E/As sind derzeit im AC500-Diagnosemeldungsformat verfügbar und können in den Diagnosepuffer von Standard-CPUs von Drittanbietern gelesen und gelegt werden, indem spezielle FBs aufgerufen oder die PROFINET-Standarddiagnose verwendet werden.
- **Wer könnte ein Sicherheitsprogramm zertifizieren?**
  Alle internationalen und nationalen, zugelassenen Zertifizierungsstellen wie TÜV, EXIDA, UL etc. (wovon einige weltweit arbeiten) könnten ein Sicherheitsprogramm zertifizieren.
- **Welche Schritte sind bei der Entwicklung eines Sicherheitsprogramms richtig?**
  Bitte beachten Sie die Richtlinien ISO 13849-1 und IEC 62061 für die Entwicklung von Maschinensicherheitsanwendungen und IEC 61511 für die Entwicklung von Prozesssicherheitsanwendungen.

3 AC500-S-Sicherheitsmodule

3.1 Sicherheits-CPU — SM560-S / SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4

Elemente des Moduls

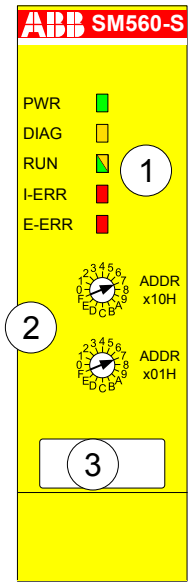


Abb. 5: SM560-S / SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4

1 Fünf LEDs als Statusanzeigen
2 Drehschalter zur Adress-/Konfigurationseinstellung
3 Schild

3.1.1 Verwendungszweck

SM560-S / SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 sind Sicherheits-CPUs für Sicherheitsanwendungen bis SIL 3 (IEC 61508), SILCL 3 (IEC 62061) und PL e (ISO 13849-1). Die Sicherheits-CPU wird links von der Standard-CPU (z. B. PM573, PM583, PM592 usw.) mit Firmwareversion ab V2.2.1 auf demselben Modulträger montiert. Die Kommunikation zwischen Standard-CPU und Sicherheits-CPU erfolgt über den im Modulträger integrierten internen Kommunikationsbus. Der Datenverkehr erfolgt durch ein Dual-Port-RAM.

Je nach Modulträger können 1 bis 4 Kommunikationsmodule (z. B. CM579-PNIO, CM589-PNIO usw.) gleichzeitig für eine Standard-CPU eingesetzt werden. An jeder Standard-CPU kann jedoch immer nur eine Sicherheits-CPU gleichzeitig betrieben werden.

Die Sicherheits-CPU wird über den Dual-Port RAM mit Sicherheits-System-Konfigurator und die sicherheitsgerichtete CODESYS-Programmierumgebung programmiert und konfiguriert; beide sind Teil der Software PS501 Control Builder Plus ab V2.2.1 / ABB Automation Builder ab V1.0. Die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 werden ab dem ABB Automation Builder 2.1 unterstützt.

Die Konfiguration der Sicherheits-CPU wird nichtflüchtig im Flash-EPROM gespeichert.

3.1.2 Funktionalität

3.1.2.1 Übersicht

Die Sicherheits-CPU SM560-S für speicherprogrammierbare Steuerungen der AC500-Serie ist ab Version V2.2.1 der Software PS501 Control Builder Plus / ab Version 1.0 der Software ABB Automation Builder erhältlich und kann jetzt mit Standard-CPUs (PM573, PM583, PM592 oder anderen mit Firmwareversion ab V2.2.1 und geeigneten TB5xx-Einheiten) verwendet werden. Die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 für AC500-Steuerungen sind ab dem ABB Automation Builder 2.1 verfügbar.
Die Spannungsversorgung erfolgt über die Koppler-Schnittstelle des Modulträgers.

HINWEIS!

Die Firmware der SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 muss V2.0.0 oder neuer sein.

Die Firmware der verwendeten Standard-CPU muss bei Sicherheits-CPUs SM560-S mindestens V2.2.1 sein. Die Firmware der verwendeten Standard-CPU muss bei Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 mindestens V2.7 sein. Die Sicherheits-CPU wird im sicherheitsgerichteten CODESYS in genau derselben Weise wie bei einer AC500-CPU programmiert, allerdings unter Beachtung der Richtlinien [1]. Die Programmierung kann durch Routing über die AC500-CPU unter Verwendung der serielle Schnittstelle oder Ethernet erfolgen. Das Anwenderprogramm setzt sich zusammen aus:

- dem kompilierten Code aller im Programm aufgerufenen POE
- dem Initialisierungscode für die Variablen.

SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 enthält alle Funktionen der Sicherheits-CPU SM560-S. Die bei den Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 zusätzlichen Funktionen sind:

- PROFIsafe F-Device-Funktionalität
  - SM560-S-FD-1 (-XC) kann mit 1 PROFIsafe F-Host (der Steuerung) kommunizieren
  - SM560-S-FD-4 (-XC) kann mit bis zu 4 PROFIsafe F-Hosts (Steuerungen) kommunizieren
- Größeres Sicherheitsprogramm: 1,3 MB (die Sicherheits-CPU SM560-S hat 1,0 MB).

Jede Variante der Sicherheits-CPU hat ihre eigene Produktkennung in den Produktionsdaten. Somit wird der Download eines Bootprojektes auf eine falsche Produktvariante anhand der Firmware erkannt.

3.1.2.2 Fließkommaoperationen

Sicherheits-CPUs können Fließkommaoperationen durchführen.

GEFAHR!

Teilen durch Null ist nicht zulässig und sollte spätestens bei der formellen Sicherheits-CPU-Codeüberprüfung gemäß den Programmierrichtlinien für sicherheitsgerichtetes CODESYS (*Kapitel 4.4 „Programmierrichtlinien vom sicherheitsgerichteten CODESYS“ auf Seite 229*) erkannt werden.

Bei Ausnahmen in den Fließkommaoperationen (z. B. durch die Verwendung ungültiger Argumente) wechselt die Sicherheits-CPU in den Zustand SAFE STOP oder gibt den Wert "unendlich" zurück.

Der Bereich der gültigen Argumente für Fließkommaoperationen in der Sicherheits-CPU ist wie folgt:

- SIN und COS: [-9×10^{15} … 9×10^{15}]
- TAN: [$-4{,}5 \times 10^{15}$ … $4{,}5 \times 10^{15}$]
- ATAN: [$-3{,}402823 \times 10^{38}$ … $3{,}402823 \times 10^{38}$]
- LOG, LN und SQRT: bis zu $3{,}402823 \times 10^{38}$

Die Argumente, die nicht im o.a. Bereich liegen, führen zu einem SAFE STOP der Sicherheits-CPU.

GEFAHR!

Die Gültigkeit des Endergebnisses der Fließkommaoperation muss überprüft werden, bevor diese im Sicherheitsprogramm verwendet wird.

GEFAHR!

Es ist wichtig, Folgendes bei der Programmierung von Fließkomma-Rechnungen zu berücksichtigen [6]:

- Runden oder Abschneiden der Ergebnisse nach jeder Fließkommaoperation gemäß definierter ULPs (MOD, EXPT, EXP, ABS, TAN, ASIN, ACOS, ATAN, SIN, COS, LOG und LN werden mit einem max. erwarteten Fehler von 2 ULP ausgeführt; ADD, SUB, MUL, DIV und SQRT mit einem max. Fehler von 1 ULP in der Sicherheits-CPU). ↳ Weitere Details zu ULPs unter http://en.wikipedia.org/wiki/Unit_in_the_last_place.
- Wenn Sie einen Wert berechnen, der das Ergebnis einer Reihe von Fließkommaoperationen ist, kann der Fehler zunehmen und die eigentliche Berechnung stark beeinflussen.
- Wenn zwei Zahlen mit demselben Vorzeichen subtrahiert oder zwei mit verschiedenen Vorzeichen addiert werden, kann die Genauigkeit des Ergebnisses schlechter sein als die Genauigkeit, die im Fließkommaformat erreicht wird.
- Die Reihenfolge der Berechnung kann die Genauigkeit des Ergebnisses beeinflussen.
- Bei einer Reihe Berechnungen mit Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division versuchen Sie zuerst die Multiplikation und Division durchzuführen.
- Versuchen Sie beim Multiplizieren und Dividieren einer Reihe von Zahlen die Multiplikationen so aufzuteilen, dass große und kleine Zahlen zusammen multipliziert werden; versuchen Sie ebenso, Zahlen mit derselben Größe zu dividieren.
- Beim Vergleichen von zwei Fließkommazahlen vergleichen Sie immer, ob ein Wert in dem Bereich liegt, der von einem zweiten Wert (plus oder minus einem kleinen Fehlerwert) vorgegeben wird.

3.1.2.3 Systemfunktionen

Die Sicherheits-CPU verfügt über keine Batterie. Deshalb werden alle Operanden initialisiert, sobald die Steuerspannung aktiviert wird. Zum Datenaustausch zwischen Sicherheits- und Standard-CPUs werden spezielle Bibliotheken-POE auf beiden CPUs, SF_DPRAM_PM5XX_S_SEND, SF_DPRAM_PM5XX_S_REC, DPRAM_SM5XX_SEND und DPRAM_SM5XX_REC (weitere Details siehe ↳ *Kapitel 4.6 „AC500-S-Bibliotheken“ auf Seite 244*) verwendet.

GEFAHR!

Datenwerte von der Sicherheits-CPU auf die Standard-CPU zu übertragen (z. B. für Diagnose und spätere Darstellung auf Bedientableaus) ist kein Problem, **aber es wird nicht empfohlen, Datenwerte von der Standard-CPU auf die Sicherheits-CPU zu übertragen.** In letzterem Fall müssen die Endanwender zusätzliche prozessspezifische Validierungsverfahren in ihrem Sicherheitsprogramm definieren, um die Korrektheit der übertragenen nicht sicheren Daten zu überprüfen, wenn sie diese nicht sicheren Werte für Sicherheitsfunktionen verwenden wollen.

Selbsttests und Diagnosefunktionen (sowohl beim Starten als auch während des Betriebs), wie CPU- und RAM-Tests, Programmablauf-Überwachung usw., werden in die Sicherheits-CPU gemäß den Anforderungen von IEC 61508 implementiert.

Ausgewählte Daten können "failsafe" und dauerhaft im Flash-Speicher der Sicherheits-CPU mit speziellen Bibliotheken-POE SF_FLASH_READ, SF_FLASH_WRITE und SF_FLASH_DEL (für weitere Details siehe *Kapitel 4.6 „AC500-S-Bibliotheken“ auf Seite 244*) gespeichert werden.

Die Sicherheits-CPU ist eine "Single-Threaded" und "Single-Task"-CPU. Nur eine freilaufende Task ist für die Ausführung des Sicherheitsprogramms verfügbar. Diese Task wird nach Programmstart dauernd in einer Endlosschleife abgearbeitet. Für diese Task kann keine Zykluszeit eingestellt werden, die Anwender können die Zykluszeit der Sicherheits-CPU jedoch mithilfe des Bibliotheks-POE SF_WDOG_TIME_SET überwachen (weitere Details siehe *Kapitel 4.6 „AC500-S-Bibliotheken“ auf Seite 244*).

Die Watchdog-Zeit der Sicherheits-CPU wird mit SF_WDOG_TIME_SET gesetzt; es ist die maximal zulässige Zeit für ihren Zyklus. Wenn die mit SF_WDOG_TIME_SET gesetzte Zeit während der Programmausführung auf der Sicherheits-CPU überschritten wird, schaltet sie in den Zustand "SAFE STOP" (keine gültigen Telegramme werden vom Gerät generiert) und die LED I-ERR leuchtet.

HINWEIS!

Im Anwenderprogramm muss die POE SF_WDOG_TIME_SET nur einmal aufgerufen werden, um einen Watchdog-Wert über 0 einzustellen. Wenn SF_WDOG_TIME_SET nicht im Anwenderprogramm aufgerufen wird, wird die Standard-Watchdog-Zeit = 0 verwendet, wodurch es in der Sicherheits-CPU unmittelbar zu einem SAFE STOP-Zustand mit I-ERR LED = EIN kommt.

Um gelegentliche Stopps der Sicherheits-CPU aufgrund eines Überschreitens der Zyklusdauer zu vermeiden, was von der Zyklusdauer-Überwachung festgestellt wurde, sollte die CPU-Last beim Testlauf des Anwenderprogramms überwacht werden, um sicherzustellen, dass der gewählte Watchdog-Wert korrekt gesetzt wurde.

HINWEIS!

Der Watchdog-Wert, der in der POE SF_WDOG_TIME_SET gesetzt wird, wird zur Überwachung der Zyklusdauer der Sicherheits-CPU ausschließlich im RUN-Modus (Sicherheit) verwendet. In den Modi DEBUG RUN und DEBUG STOP der Sicherheits-CPU wird der Watchdog-Wert ignoriert.

Mit dem speziellen SPS-Browserbefehl "setpwd" kann ein Passwort für die Sicherheits-CPU definiert werden, um nicht autorisierten Zugang zu den Daten (Anwendungsprojekt usw.) zu verhindern. Ohne Passwort kann keine Verbindung zur Sicherheitssteuerung hergestellt werden.

3.1.2.4 Überwachung der Spannungsversorgung

Die interne Spannungsversorgung (+3,3 V) der Sicherheits-CPU wird auf Unter- und Überspannung überwacht. Wenn eine Unter- oder Überspannung festgestellt wird, schaltet die Sicherheits-CPU in den Zustand "SAFE STOP" (keine gültigen Telegramme werden vom Gerät generiert) und die LED I-ERR leuchtet. Um einen permanenten automatischen Neustart der Sicherheits-CPU zu verhindern, nachdem die Spannungsversorgung wieder im zulässigen Spannungsbereich ist, kann man eine max. erlaubte Anzahl von Neustarts der Sicherheits-CPU mit der POE SF_MAX_POWER_DIP_SET (weitere Details siehe *Kapitel 4.6 „AC500-S-Bibliotheken“ auf Seite 244*) definieren. Sobald die maximale Anzahl an Neustarts der Sicherheits-CPU überschritten wird, startet die Sicherheits-CPU nicht automatisch neu und bleibt im Zustand SAFE STOP, bis der Anwender ausdrücklich aus- und wieder einschaltet.

3.1.2.5 Adress-/Konfigurationsschalter/F_Dest_Add-Einstellungen

Die Einstellung der zwei Drehschalter für die Adresse und/oder Systemkonfiguration von PROFIsafe (diese Schalter können z. B. für Programmablauf-Überwachung des Sicherheitsprogramms verwendet werden) kann im Sicherheitsprogramm mit der POE SF_SM5XX_OWN_ADR ausgelesen werden (weitere Details siehe ↳ *Kapitel 4.6 „AC500-S-Bibliotheken“ auf Seite 244*). Die Adresswerte der Schalter - 0xFF, 0xFE, 0xFD und 0xFC - werden für interne Systemfunktionen der Sicherheits-CPU verwendet (siehe unten):

- Der Adresswert 0xFF während des Startens der Sicherheits-CPU verhindert das Laden des Bootprojekts in die Sicherheits-CPU beim Starten (das Bootprojekt bleibt weiterhin im Flash-Speicher der Sicherheits-CPU). Infolgedessen kann der Anwender sich an der Sicherheits-CPU anmelden und ein neues korrektes Bootprojekt laden. Das kann erforderlich sein, wenn das Bootprojekt korrupt ist, was zu einem "SAFE STOP" der Sicherheits-CPU führen könnte. Die Sicherheits-CPU geht nach dem Start und der erfolgreichen Ausführung des 0xFF-Befehls in den Zustand "DEBUG" (Stop).
- Der Adresswert 0xFE während des Startens der Sicherheits-CPU erlaubt das Löschen des Bootprojekts aus ihrem Flash-Speicher. Das Bootprojekt wird endgültig durch Aus- und wieder Anschalten der Sicherheits-CPU gelöscht. Das kann erforderlich sein, wenn das Bootprojekt korrupt ist, was zu einem "SAFE STOP" der Sicherheits-CPU führen könnte. Die Sicherheits-CPU geht nach dem Start und der Ausführung des 0xFE-Befehls in den Zustand "SAFE STOP".
- Der Adresswert 0xFD während des Startens der Sicherheits-CPU erlaubt das Löschen der Nutzerdaten aus ihrem Flash-Speicher. Die Nutzerdaten werden endgültig durch Aus- und wieder Einschalten der Sicherheits-CPU gelöscht. Das kann erforderlich sein, wenn die Nutzerdaten korrupt sind, was zu einem "SAFE STOP" der Sicherheits-CPU führen könnte. Die Sicherheits-CPU geht nach dem Start und der Ausführung des 0xFD-Befehls in den Zustand "SAFE STOP".
- Der Adresswert 0xFC während des Startens der Sicherheits-CPU erlaubt das Löschen sämtlicher Daten der Sicherheits-CPU, d. h. zusätzlich zu Bootprojekt und Nutzerdaten auch das Passwort der Sicherheits-CPU und den definierten Spannungseinbruchwert aus dem Flash-Speicher. Das bedeutet ein Rücksetzen der Sicherheits-CPU in ihren Originalzustand. Die Daten werden endgültig durch Aus- und wieder Anschalten der Sicherheits-CPU gelöscht. Die Sicherheits-CPU geht nach dem Start und der Ausführung des 0xFC-Befehls in den Zustand SAFE STOP.

Der Adressbereich der Schalter von 0xF0 ... 0xFB ist für zukünftige interne Systemfunktionen reserviert.

! HINWEIS!

Die Verwendung der Adresswerte aus dem Systembereich 0xF0 ... 0xFF kann zum Verlust wichtiger Nutzerinformationen im Flash-Speicher der Sicherheits-CPU, z. B. Bootprojekt, Nutzerdaten, Passwort oder Spannungseinbruchwert, führen. Es ist deshalb wichtig, dass die Anwender während der Veränderung der Schalteradressen-Position auf der Sicherheits-CPU besondere Vorsicht walten lassen.

GEFAHR!

Ungeachtet der Tatsache, dass die SF_SM5XX_OWN_ADR-Funktion eine Sicherheits-POE ist, ist der Adresswert des Hardwareschalters ein nicht sicherer Wert und es sind zusätzliche Maßnahmen nötig, um die funktionellen sicherheitsbezogenen Anforderungen zu erfüllen.

PROFIsafe F_Dest_Add-Adressen für F-Geräte an SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 Sicherheits-CPUs werden über den Adress-Drehschalter festgelegt. Dies bedeutet, dass hinter dem Adress-Drehschalter an Sicherheits-CPUs mehr als eine Funktion liegen kann. Dies muss bei der Konzeption von Sicherheitsanwendungen sorgfältig bedacht werden, beispielsweise wenn Systemfunktionen (Werte 0xFF, 0xFE, 0xFD und 0xFC am Adress-Drehschalter) bei den Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 genutzt werden müssen. Im letzteren Fall muss der zuvor festgelegte Wert des Adress-Drehschalters für F_Dest_Add-Adressen entsprechend dokumentiert und auf den ursprünglich dokumentierten Wert zurückgesetzt werden, wenn die Systemfunktionen bei den Sicherheits-CPUs erfolgreich durchgeführt wurden.

Die Nutzung des Adress-Drehschalters für die F_Dest_Add-Einstellung ermöglicht die Verwendung des gleichen Bootprojekts der Sicherheits-CPU für verschiedene Maschinen, sofern jede Maschine eine eindeutige, mit dem Adress-Drehschalter voreingestellte F_Dest_Add-Adresse hat und im Automation Builder-Projekt richtig konfiguriert wird.

Der zulässige Wert des Adress-Drehschalters für die F_Dest_Add-Einstellung ist 1 bis 239 (0 würde keine Nutzung von F-Devices bei SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 bedeuten). Ein Adress-Drehschalter repräsentiert F_Dest_Add für alle möglichen F-Device-Instanzen (maximal 32 F-Device-Instanzen mit je 12 Byte Sicherheitsdaten) bei den Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4.

Folgende Regel gilt für die Zuweisung von F_Dest_Add zu F-Devices:

– F_Dest_Add für F-Device = Adress-Drehschalterwert * 100 + F-Device-Instanznummer (0..31, eine fortlaufende Nummer, da die F-Device-Instanzen im Modul-/Gerätebau des Automation Builder erstellt werden).
– Für die richtige Konfiguration von F-Devices bei den Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4 muss die richtige Konfiguration der F_Dest_Add mit dem Adress-Drehschalterwert und die Konfiguration des F-Parameters vom F-Host und seinem I/O-Controller zur Verfügung gestellt werden.

Ein komplexes System mit mehreren AC500-S-Untersystemen, die untereinander über PROFIsafe verbunden sind, erfordert eine zusätzliche Betrachtung der Zuweisung von F_Dest_Add- und F_Source_Add-Adressen, da sich Meldungen von verschiedenen F-Hosts im "Black Channel" überschneiden können, z. B. in der Standard-CPU PM5xx. Die mögliche Überschneidung kann die Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Fehlers in der Sicherheitskonfiguration und -kommunikation erhöhen. Der typische PFH-Wert für die PROFIsafe-Kommunikation ist 3.0E-10.

GEFAHR!

Bei jedem AC500-S-Untersystem, bei dem sich die sichere PROFIsafe-Kommunikation im "Black Channel" mit der PROFIsafe-Kommunikation von einem anderen F-Host überschneiden kann, muss ein Paar aus F_Dest_Add und F_Source_Add (in der PROFIsafe-Terminologie der sogenannte Codename [3]) eindeutig sein. Wenn nur F_Dest_Add vom F-Device geprüft wird (wenn beispielsweise Hardware-Adresseinstellungen an ihm verwendet werden), dann müssen nicht nur die Codenamen, sondern auch F_Dest_Add eindeutig sein. Bei SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4 müssen aufgrund der Tatsache, dass sich die PROFIsafe-Kommunikation von verschiedenen F-Hosts (PROFIsafe-Telegramme vom eigenen F-Host an SM560-S-FD-1 oder SM560-S-FD-4 und PROFIsafe-Telegramme von externen F-Hosts) an der Sicherheits-CPU PM5xx überschneidet, zusätzliche Maßnahmen für eindeutige Codenamen angewandt werden:

– Eindeutige F_Dest_Add für alle F-Devices, die zu(m) externen F-Host(s) und dem eigenen F-Host bei den Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 oder SM560-S-FD-4 gehören.

HINWEIS!

Nur F_Dest_Add wird für die Identifizierung des PROFIsafe F-Device in SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4 verwendet.

Der zulässige Bereich für F_Dest_Add-Adressen ist beschrieben in *Kapitel 4.3.5 „Instanziierung und Konfiguration von Sicherheitsmodulen / Definition von Variablennamen“ auf Seite 198*.

Das Beispielsystem mit sich überschneidenden PROFIsafe-Netzwerken ist mit einer allgemeinen Vorstellung der Netzwerkinfrastruktur in Abb. 6 dargestellt, die WLAN, Telekommunikationsnetz, Direktanschluss etc. umfassen kann.

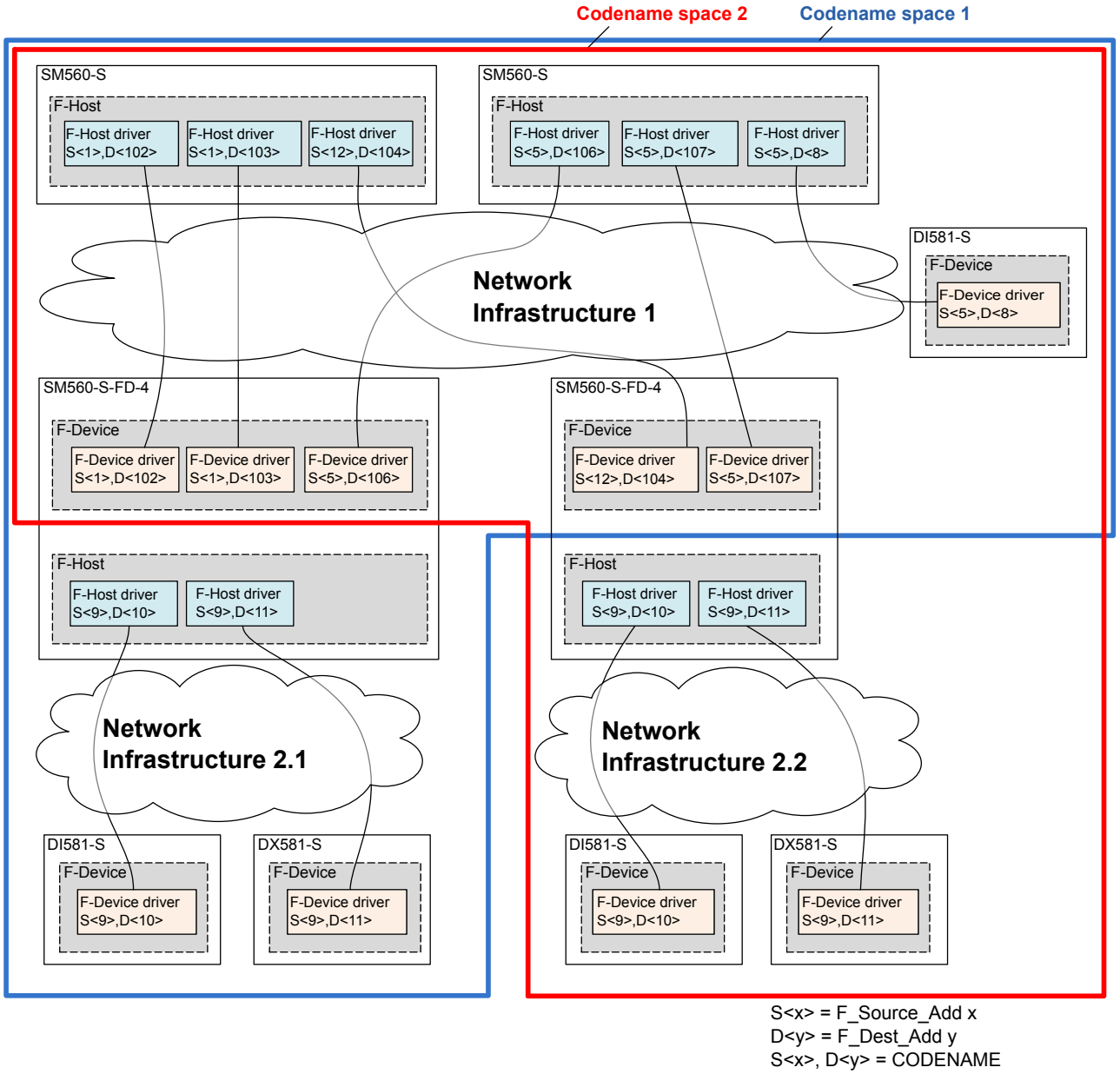


Abb. 6: Beispiel mit sich überschneidenden PROFIsafe-Netzwerken und PROFIsafe-Adresszuweisung

GEFAHR!

Zusammenfassend müssen folgende Regeln mit organisatorischen Abläufen für eine sichere Kommunikation von CPU zu CPU mit den CPUs SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4 angewandt werden (Dies muss manuell geprüft werden und ist Teil der Checkliste in *Kapitel 6.3 „Checkliste für Konfiguration und Verkabelung“ auf Seite 462*:

– Im gleichen Codename-Space muss F_Dest_Add eindeutig sein (siehe Abb. 6 für weitere Details).
– Im gleichen Codename-Space darf F_Source_Add nicht in anderen F-Hosts wiederverwendet werden. Im gleichen F-Host ist eine Wiederverwendung für mehrere F-Host-Treiber erlaubt.
– Im gleichen Codename-Space, darf F_Dest_Add nicht als F_Source_Add verwendet werden und umgekehrt.

Um sicherzustellen, dass die richtige Sicherheitskonfiguration und Sicherheitsanwendung in das richtige System geladen wird können Kunden den Adressschalter der SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 verwenden, um zu prüfen, ob die Konfiguration zum ausgewählten System passt. Der Adressschalter bei SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 schützt die gegebene Sicherheits-CPU bedingungslos, da er für die Festlegung der F_Dest_Add für PROFIsafe F-Device-Instanzen verwendet wird. Wird ein falsches Bootprojekt auf die gegebene SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 geladen, dann passt dieses nicht zu den vom F-Host übertragenen F-Parametern und führt zum Konfigurationsfehler der entsprechenden PROFIsafe-Instanz.

3.1.2.6 Aktualisierung von Firmware, Bootcode und Bootprojekt mit der SD-Karte

Die Aktualisierung von Firmware, Bootcode und Bootprojekt erfolgt mit den AC500-Standardfunktionen der SD-Karte von der CPU PM5xx. Dabei sind die entsprechenden Änderungen an der SDCARD.INI-Datei auf der SD-Karte laut AC500-Anwenderhandbuch [4] durchzuführen. Die Verzeichnisse und Steckplatznummer, an der die Sicherheits-CPU verwendet wird, sind zu beachten.

Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB für weitere Details zum Umgang mit SD-Karten.

HINWEIS!

Laut AC500-Plattformdefinition ist die Sicherheits-CPU eines der Kommunikationsmodule. Deshalb gelten die Definitionen für das Verwenden der SD-Karte im AC500-Anwenderhandbuch [4] auch für die Sicherheits-CPU.

Wenn FunctionOfCard=2 für die Sicherheits-CPU verwendet wird, ist ein entsprechender Eintrag in der SDCARD.INI-Datei der SD-Karte erforderlich, z. B. wie folgt:

[SM560]

TYPE=4

VERSION=1_0_0

Bei einer Bootprojekt-Aktualisierung mit der SD-Karte müssen die entsprechenden Dateien, SM560_<x1>.prg und SM560_<x1>.chk (der x-Wert hängt ab von der Nummer 1 ... 4 des Steckplatzes, in den die Sicherheits-CPU eingesteckt ist), in das Verzeichnis UserData\PM5xx\UserPrg\ auf der SD-Karte kopiert werden (*weitere Details im AC500-Anwenderhandbuch [4]*).

HINWEIS!

Das Bootprojekt kann auf der Sicherheits-CPU nur aktualisiert werden, wenn kein Bootprojekt in die Sicherheits-CPU geladen ist. Dies ist beabsichtigt und verhindert ein eventuelles Überschreiben eines vorhandenen gültigen Bootprojekts auf der Sicherheits-CPU. Zum Löschen des Bootprojekts von der Sicherheits-CPU kann man z. B. den Adresswert 0xFE während des Startens der Sicherheits-CPU verwenden; er erlaubt das Löschen des Bootprojekts aus dem Flash-Speicher. Das Bootprojekt wird endgültig durch Aus- und wieder Anschalten der Sicherheits-CPU gelöscht.

HINWEIS!

FunctionOfCard=3 (Aktualisierung von Bootprojekt und Firmware/Bootcode) wird von der Sicherheits-CPU nicht unterstützt. Die Aktualisierung von Bootprojekt und Firmware/Bootcode erfolgt in zwei Schritten:

– FunctionOfCard=1 wird mit einer korrekten Bootprojekt-Aktualisierung ausgeführt; danach Neustart der Sicherheits-CPU.
– FunctionOfCard=2 wird mit einer korrekten Firmware-/Bootcode-Aktualisierung ausgeführt; danach Neustart der Sicherheits-CPU.

Das bedeutet, dass unter Umständen zwei SD-Karten benötigt werden, um sowohl das Bootprojekt als auch die Firmware-/Bootcode-Updates auszuführen. Eine SD-Karte mit dem Firmware-/Bootcode-Update und eine weitere mit dem Bootprojekt-Update.

Wenn die Aktualisierung von Firmware und/oder Bootcode gestartet wird, geht die Sicherheits-CPU in den Zustand DEBUG STOP und die LEDs I-ERR und RUN blinken abwechselnd. Nach der Aktualisierung von Firmware und/oder Bootcode blinken die LEDs I-ERR und RUN nicht länger. Unterbrechen Sie während der Aktualisierung von Firmware und/oder Bootcode nicht die Spannungsversorgung, da das zu einer Beschädigung der Sicherheits-CPU führen kann, die nicht behoben werden kann, weshalb das Gerät ausgetauscht werden muss. Nach der Aktualisierung von Firmware und/oder Bootcode bleibt die Sicherheits-CPU im Zustand DEBUG STOP. Schalten Sie die Sicherheits-CPU aus und wieder ein, um die aktualisierte Firmware- und/oder Bootcodeversion starten zu können.

Wenn die Aktualisierung von Firmware und/oder Bootcode nicht erfolgreich war, geht die Sicherheits-CPU in den Zustand SAFE STOP und die LED I-ERR leuchtet. Starten Sie die Sicherheits-CPU neu; wenn der Fehler weiterhin besteht, tauschen Sie sie aus.

Während der Aktualisierung des Bootprojekts blinkt nur die LED RUN. Nach Abschluss der Bootprojekt-Aktualisierung geht die Sicherheits-CPU in den Zustand SAFE STOP. Ein vollständiger Neustart der Sicherheits-CPU, z. B. durch Aus- und wieder Anschalten, ist erforderlich, um das neue Bootprojekt zu aktivieren.

GEFAHR!

Da die Aktualisierung von Firmware, Bootcode und Bootprojekt von der CPU PM5xx erfolgt, **ist es wichtig, dass die Kunden zur Vermeidung ungewollter Aktualisierungen** von Firmware, Bootcode und Bootprojekt auf der Sicherheits-CPU mit SD-Karte spezielle organisatorische Abläufe festlegen (z. B. beschränkten Zugriff auf den Schaltschrank, in dem sich die Sicherheits-CPU befindet).

Die aktuelle Firmware-Version kann mit der POE SF_RTS_INFO auf der Sicherheits-CPU gelesen werden (weitere Details siehe ↳ *Kapitel 4.6 „AC500-S-Bibliotheken“ auf Seite 244*), sodass die Ausführung des Sicherheitsprogramms auf bestimmte vordefinierte Firmware-Versionen beschränkt werden kann.

Jeder Aktualisierung von Firmware und Bootprojekt muss eine komplette Validierung der funktionellen Sicherheit für die gegebene Sicherheitssteuerungsanwendung folgen.

3.1.3 Montage, Abmessungen und elektrischer Anschluss

Die Sicherheits-CPU wird auf der linken Seite der CPU auf demselben Modulträger montiert. Der elektrische Anschluss wird beim Einbau der Sicherheits-CPU automatisch hergestellt.

Installation und Wartung dürfen nur von Elektro-Fachkräften nach den technischen Regeln, Richtlinien und einschlägigen Normen, z. B. EN 60204 Teil 1, vorgenommen werden.

Montage der Sicherheits-CPU

GEFAHR!

Einbau und Austausch im laufenden Betrieb sind bei Modulen unter Spannung nicht zulässig. Für jegliche Arbeiten an AC500-Systemen, einschließlich Sicherheitsmodulen, müssen immer alle Spannungsquellen (Versorgungs- und Prozessspannungen) ausgeschaltet sein.

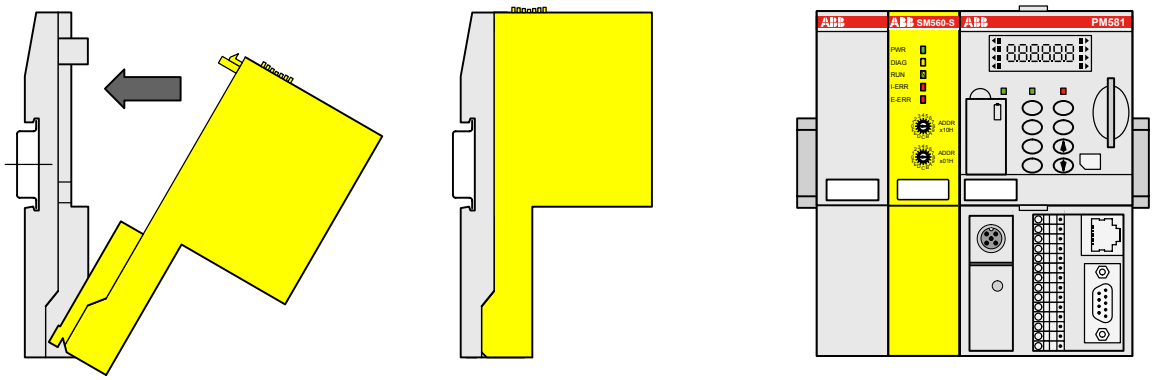


Abb. 7: Montageanleitung

→ Setzen Sie das Modul unten ein und lassen Sie es oben einrasten.

Demontage der Sicherheits-CPU

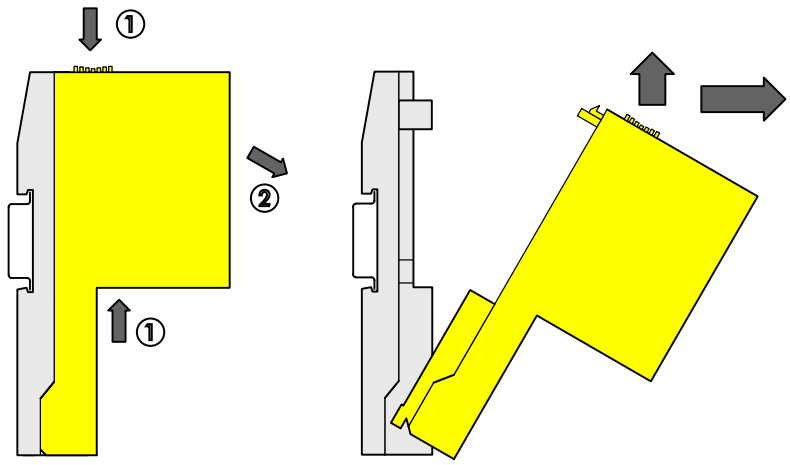


Abb. 8: Demontageanleitung

→ Drücken Sie oben und unten, dann klappen Sie das Modul nach außen und entfernen es.

Abmessungen der Sicherheits-CPU

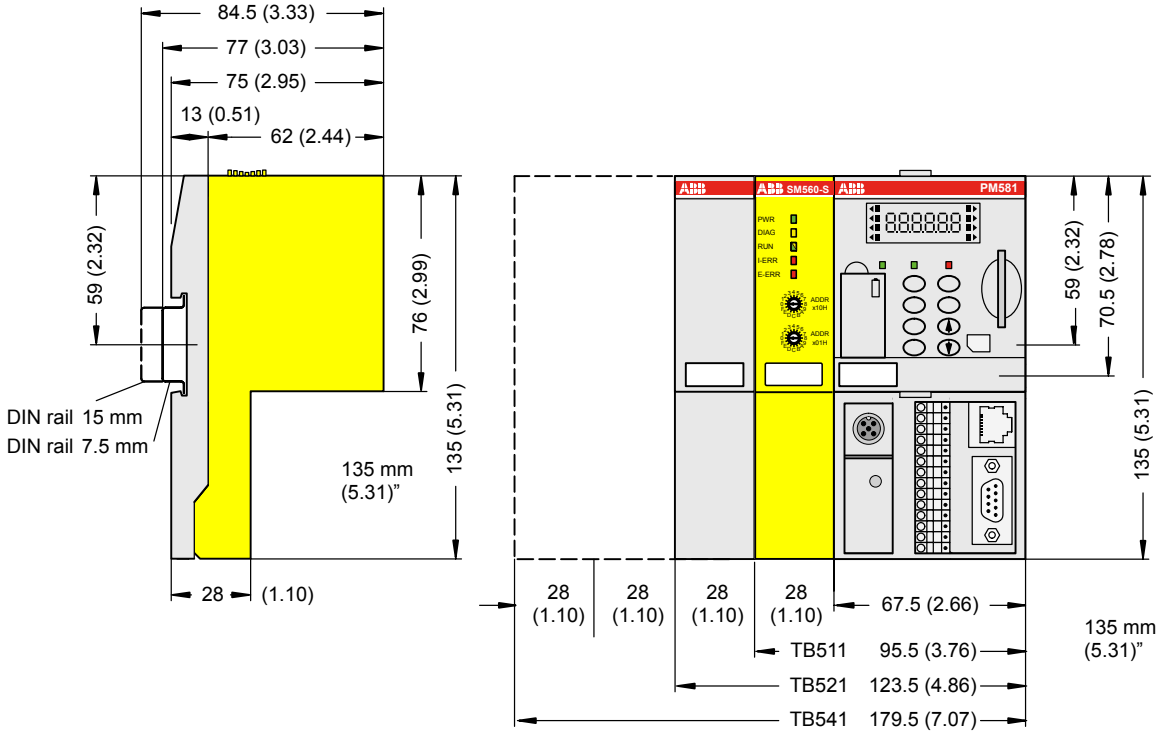


Abb. 9: Abmessungen der Sicherheits-CPU

3.1.4 Diagnose und LED-Statusanzeige

Der Zustand der Sicherheits-CPU wird durch LEDs angezeigt. Die LED RUN ist zweifarbig. Die folgende Abbildung und Tabelle zeigen die Positionen und Funktionen der 5 LEDs:

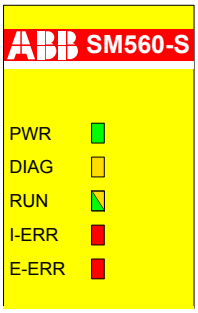


Abb. 10: LEDs als Statusanzeigen

Tab. 3: Statusanzeige und deren Bedeutung

LED	Beschreibung	Farbe	Status	Bedeutung
PWR	Modul-Spannungs-versorgung	Grün	EIN	Interne Spannungsversorgung +3,3 V ist verfügbar
			BLINKT	Nicht zutreffend

LED	Beschreibung	Farbe	Status	Bedeutung
			AUS	Interne Spannungsversorgung +3,3 V ist nicht verfügbar
DIAG	Diagnose	Gelb	EIN	Konfigurationsfehler
			BLINKT	Nicht zutreffend
			AUS	Kein Konfigurationsfehler
RUN	RUN-Modus-Anzeige	Grün	EIN	Die Sicherheits-CPU ist im RUN-Modus (Sicherheit). Das Anwendungsprogramm wird ausgeführt.
			BLINKT	Nicht zutreffend
			AUS	Die Sicherheits-CPU ist im DEBUG STOP-Modus. Das Anwendungsprogramm wird nicht ausgeführt.
		Gelb	EIN	Die Sicherheits-CPU ist im DEBUG RUN-Modus (nicht sicher). Das Anwendungsprogramm wird ausgeführt.
			BLINKT	Anzeige für Firmware, Bootprojekt oder Bootcode-Aktualisierung
			AUS	Die Sicherheits-CPU ist im DEBUG STOP-Modus. Das Anwendungsprogramm wird nicht ausgeführt.
I-ERR	Anzeige für internen Fehler im Gerät	Rot	EIN	Interner Fehler im Gerät, der zu einem SAFE STOP führt (vom Gerät werden keine gültigen Telegramme generiert)
			BLINKT	Firmware- oder Bootcode-Aktualisierung
			AUS	Kein interner Fehler im Gerät, der zu einem sicheren Zustand führt
E-ERR	Anzeige für einen externen Fehler	Rot	EIN	Diese LED kann nur aus dem Anwenderprogramm mit der speziellen Bibliotheken-POE SF_E_ERR_LED_Set eingeschaltet werden (weitere Details siehe *Kapitel 4.6 „AC500-S-Bibliotheken“ auf Seite 244*). Ein möglicher Fall wäre die Anzeige von wichtigen Fehlern der externen Geräte.
			BLINKT	Diese LED kann nur aus dem Anwenderprogramm mit der speziellen Bibliotheken-POE SF_E_ERR_LED_Set eingeschaltet werden (weitere Details siehe *Kapitel 4.6 „AC500-S-Bibliotheken“ auf Seite 244*). Ein möglicher Fall wäre die Anzeige von geringeren Fehlern der externen Geräte.
			AUS	Keine externen Fehler wurden erkannt.

GEFAHR!

Die Sicherheitsfunktionalität und infolgedessen der sichere Prozessablauf werden von der Sicherheits-CPU im Modus DEBUG RUN (nicht sicher) oder DEBUG STOP (nicht sicher) nicht länger garantiert.

Wenn der Modus DEBUG RUN (nicht sicher) oder DEBUG STOP (nicht sicher) auf der Sicherheits-CPU aktiviert wird, liegt die **Verantwortung für einen sicheren Prozessablauf ausschließlich bei der Person oder Organisation**, die den Modus DEBUG RUN (nicht sicher) oder DEBUG STOP (nicht sicher) aktiviert hat.

Mit der POE SF_SAFETY_MODE (weitere Details siehe *Kapitel 4.6 „AC500-S-Bibliotheken“ auf Seite 244*) kann eine Information angefordert werden, ob die Sicherheits-CPU im Modus SAFETY oder DEBUG (nicht sicher) läuft, sodass ggf. die Ausführung des Anwenderprogramms beschränkt oder gestoppt werden kann.

Die nächste Abbildung zeigt die LED-Anzeige der Sicherheits-CPU während des Starts.

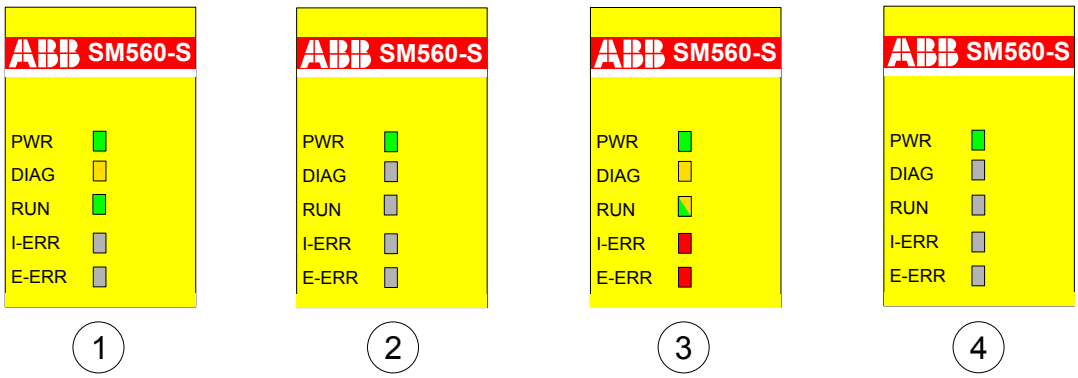


Abb. 11: LED-Anzeige der Sicherheits-CPU während des Starts

1 Zustand 1 – Hardware-Reset
2 Zustand 2 – Initialisierung
3 Zustand 3 – LED-Test
4 Zustand 4 – Ende der Startphase

Die Fehlermeldungen der Sicherheits-CPU werden zusammen mit den Fehlermeldungen anderer Kommunikationsmodule in den Sicherheits- und PM5xx-CPUs gespeichert. In den folgenden Tabellen befindet sich eine Liste der Fehlermeldungen der Sicherheits-CPU (alle können auf der PM5xx z. B. mit dem SPS-Browserbefehl "diagshow all" aufgerufen werden).

Tab. 4: Liste häufiger Fehlermeldungen für die Sicherheits-CPUs SM560-S / SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4

Fehler-klasse	Kompo-nente oder Schnitt-stelle	Gerät	Module	Kanal	Fehler	Fehlertext	Abhilfe
E2	1 … 4	255	30	1	2	Interner PRO-FIsafe-Initial-isierungsfehler	Starten Sie die Sicherheits-steuerung neu. Wenn der Fehler weiterhin besteht, tauschen Sie die Sicher-heits-CPU aus. Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.
E2	1 … 4	255	30	2	2	Interner PRO-FIsafe-Fehler	Starten Sie die Sicherheits-steuerung neu. Wenn der Fehler weiterhin besteht, tauschen Sie die Sicher-heits-CPU aus. Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.
E2	1 … 4	255	30	3	30	PROFIsafe-Konfigurations-fehler	Überprüfen Sie die F-Para-meter-Konfiguration des E/A-Moduls und laden Sie das Bootprojekt erneut.
E2	9	1 … 4	1	0	17	Zugriffstest fehlge-schlagen.	Für die Sicherheitssteue-rung: Überprüfen Sie die Adresseinstellungen für die Schalter der Sicherheits-steuerung. Starten Sie die Sicherheitssteuerung neu. Wenn der Fehler weiterhin besteht, tauschen Sie die Sicherheits-CPU aus.
E2	9	1 … 4	1	0	43	Interner Fehler	Für die Sicherheitssteue-rung: Überprüfen Sie die Adresseinstellungen für die Schalter der Sicherheits-steuerung. Starten Sie die Sicherheitssteuerung neu. Wenn der Fehler weiterhin besteht, tauschen Sie die Sicherheits-CPU aus.
E2	1 … 4	255	30	1	48	Über- oder Unterspan-nung erkannt	Starten Sie die Sicherheits-steuerung neu. Überprüfen Sie, ob es in den Einstel-lungen der Sicherheitssteu-erung einen Fehler in der Spannungsversorgung gibt. Wenn der Fehler weiterhin besteht, tauschen Sie die Sicherheits-CPU aus.

Fehlerklasse	Komponente oder Schnittstelle	Gerät	Module	Kanal	Fehler	Fehlertext	Abhilfe
E2	1 … 4	255	30	1	43	Interner Fehler	Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB. Ersetzen Sie die Sicherheitssteuerung.
E2	1 … 4	255	30	1	40	Falsche Firmwareversion	Aktualisieren Sie die Firmware der Sicherheitssteuerung. Starten Sie die Sicherheitssteuerung neu. Wenn der Fehler weiterhin besteht, tauschen Sie die Sicherheits-CPU aus.
E2	1 … 4	255	30	1	28	Download-Fehler Bootprojekt	Laden Sie das Bootprojekt erneut. Wenn der Fehler weiterhin besteht, tauschen Sie die Sicherheits-CPU aus.
E2	1 … 4	255	30	1	1	Falsche Nutzerdaten	Löschen Sie die Nutzerdaten von der Sicherheitssteuerung. Starten Sie die Sicherheitssteuerung neu und schreiben Sie die Nutzerdaten nochmals.
E2	1 … 4	255	30	1	0	Vorgang beendet.	Ändern Sie die Adresseinstellungen für die Schalter der Sicherheitssteuerung oder entfernen Sie die SD-Karte aus der Standard-CPU. Starten Sie die Sicherheitssteuerung neu. Wenn der Fehler weiterhin besteht, tauschen Sie die Sicherheits-CPU aus.
E2	1 … 4	255	30	1	18	Interner Fehler	Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB. Ersetzen Sie die Sicherheitssteuerung.
E2	1 … 4	255	30	1	12	Flash-Lesefehler	Starten Sie die Sicherheitssteuerung neu. Wenn der Fehler weiterhin besteht, tauschen Sie die Sicherheits-CPU aus. Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.

Fehler-klasse	Kompo-nente oder Schnitt-stelle	Gerät	Module	Kanal	Fehler	Fehlertext	Abhilfe
E2	1 … 4	255	30	2	18	Interner Fehler	Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB. Ersetzen Sie die Sicherheitssteuerung.
E2	1 … 4	255	30	2	52	Interner Fehler	Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB. Ersetzen Sie die Sicherheitssteuerung.
E2	1 … 4	255	30	2	43	Interner Fehler	Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB. Ersetzen Sie die Sicherheitssteuerung.
E2	1 … 4	255	30	2	19	Prüfsummen-fehler in Sicherheits-steuerung.	Starten Sie die Sicherheits-steuerung neu. Wenn der Fehler weiterhin besteht, tauschen Sie die Sicher-heits-CPU aus.
E2	1 … 4	255	30	2	17	Interner Fehler	Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB. Ersetzen Sie die Sicherheitssteuerung.
E2	1 … 4	255	30	2	13	Flash-Schreib-fehler	Starten Sie die Sicherheits-steuerung neu. Wenn der Fehler weiterhin besteht, tauschen Sie die Sicher-heits-CPU aus. Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.
E2	1 … 4	255	30	2	37	Zykluszeit-fehler in Sicherheits-steuerung	Überprüfen Sie die Watchdog-Zeit der Sicher-heitssteuerung.
E2	1 … 4	255	30	2	10	Interner Fehler	Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB. Ersetzen Sie die Sicherheitssteuerung.
E2	1 … 4	255	30	2	25	Interner Fehler	Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB. Ersetzen Sie die Sicherheitssteuerung.
E2	1 … 4	255	30	2	42	Interner Fehler	Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB. Ersetzen Sie die Sicherheitssteuerung.

Fehler-klasse	Kompo-nente oder Schnitt-stelle	Gerät	Module	Kanal	Fehler	Fehlertext	Abhilfe
E2	1 … 4	255	30	2	1	Interner Fehler	Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB. Ersetzen Sie die Sicherheitssteuerung.
E2	1 … 4	255	30	2	3	Interner Fehler	Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB. Ersetzen Sie die Sicherheitssteuerung.
E2	1 … 4	255	30	2	54	Interner Fehler	Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB. Ersetzen Sie die Sicherheitssteuerung.
E2	1 … 4	255	30	2	38	Interner Fehler	Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB. Ersetzen Sie die Sicherheitssteuerung.
E2	1 … 4	255	30	2	52	Interner Fehler	Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB. Ersetzen Sie die Sicherheitssteuerung.
E3	1 ... 4	255	30	1	26	Fehler in den Konfigurations-daten, die Sicherheits-steuerung kann die Konfi-gurationsdaten nicht lesen.	Erzeugen Sie neue Konfi-gurationsdaten
E4	1 ... 4	255	30	2	26	Keine oder fal-sche Konfigu-rationsdaten von der PM5xx, RUN-Zustand nicht möglich	Erzeugen Sie ein korrektes Bootprojekt für die PM5xx
E3	1 ... 4	255	30	1	27	Fehler in den Konfigurations-daten, die Sicherheits-steuerung kann die Konfi-gurationsdaten nicht lesen.	Bootprojekt erzeugen
E4	1 ... 4	255	30	2	13	Flash-Schreib-fehler (Produk-tionsdaten)	Warnung

Fehler-klasse	Kompo-nente oder Schnitt-stelle	Gerät	Module	Kanal	Fehler	Fehlertext	Abhilfe
E4	1 ... 4	255	30	4	13	Flash-Schreib-fehler (Boo-tprojekt)	Warnung
E4	1 ... 4	255	30	5	13	Flash-Schreib-fehler (Bootcode)	Warnung
E4	1 ... 4	255	30	6	13	Flash-Schreib-fehler (Firm-ware)	Warnung
E4	1 ... 4	255	30	7	13	Flash-Schreib-fehler (Pass-wort)	Warnung
E4	1 ... 4	255	30	8	13	Flash-Schreib-fehler (Nutzer-daten)	Warnung
E4	1 ... 4	255	30	9	13	Flash-Schreib-fehler (Nutzer-daten)	Warnung
E4	1 ... 4	255	30	10	13	Flash-Schreib-fehler (intern)	Warnung
E4	1 ... 4	255	30	11	13	Flash-Schreib-fehler (intern)	Warnung
E4	1 ... 4	255	30	12	13	Flash-Schreib-fehler (intern)	Warnung
E4	1 ... 4	255	30	1	4	Bootprojekt nicht geladen, max. Span-nungseinbruch erreicht	Starten Sie die Sicherheits-steuerung neu.
E4	1 ... 4	255	30	1	19	CRC-Fehler des Bootpro-jekts	Erzeugen Sie ein neues Bootprojekt und starten Sie die Sicherheitssteuerung neu.
E4	1 ... 4	255	30	1	0	Reservierte Adresseinstel-lung.	Warnung
E4	1 ... 4	255	30	2	39	Mehr als eine Instanz von SF_WDOG_TI ME_SET oder SF_MAX_PO WER_DIP_SE T	Warnung

Fehlerklasse	Komponente oder Schnittstelle	Gerät	Module	Kanal	Fehler	Fehlertext	Abhilfe
E4	1 ... 4	255	30	1	8	Spannungseinbruchdaten fehlen oder korrupt. Standard-Spannungseinbruchdaten wurden von der Sicherheitssteuerung im Flash-Speicher gespeichert.	Warnung
E2	1 ... 4	255	30	2	0	Anwenderprogramm hat einen sicheren Stopp ausgelöst	Prüfen Sie das Anwenderprogramm

Tab. 5: Liste spezifischer Fehlermeldungen für die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4

Fehlerklasse	Komponente oder Schnittstelle	Gerät	Module	Kanal	Fehler	Fehlertext	Abhilfe
E3	1 ... 4	255	28	0 ... 31	28	Diskrepanz der Sicherheitszieladresse (F_Dest_Add)	Prüfen Sie die Konfiguration der Sicherheitssteuerung oder die Einstellung der Schalteradresse. Starten Sie die Sicherheitssteuerung neu. Wenn der Fehler weiterhin besteht, tauschen Sie die Sicherheits-CPU aus.
E3	1 ... 4	255	28	0 ... 31	1	Sicherheitszieladresse nicht gültig (F_Dest_Add)	Prüfen Sie die Konfiguration der Sicherheitssteuerung oder die Einstellung der Schalteradresse. Starten Sie die Sicherheitssteuerung neu. Wenn der Fehler weiterhin besteht, tauschen Sie die Sicherheits-CPU aus.

Fehler-klasse	Kompo-nente oder Schnitt-stelle	Gerät	Module	Kanal	Fehler	Fehlertext	Abhilfe
E3	1 ... 4	255	28	0 ... 31	2	Sicherheits-quelladresse nicht gültig (F_Source_Add)	Überprüfen Sie die Konfiguration der Sicherheitssteuerung.
E3	1 ... 4	255	28	0 ... 31	11	Wert der Sicherheits-Watchdogzeit ist 0 ms (F_WD_Time)	Überprüfen Sie die Konfiguration der Sicherheitssteuerung.
E3	1 ... 4	255	28	0 ... 31	10	Parameter "F_SIL" übertrifft SIL einer speziellen Geräteanwendung	Überprüfen Sie die Konfiguration der Sicherheitssteuerung.
E3	1 ... 4	255	28	0 ... 31	42	Parameter "F_CRC_Length" passt nicht zu den erzeugten Werten	Überprüfen Sie die Konfiguration der Sicherheitssteuerung.
E3	1 ... 4	255	28	0 ... 31	40	Version des F-Parameter-Satzes nicht korrekt	Überprüfen Sie die Konfiguration der Sicherheitssteuerung.
E3	1 ... 4	255	28	0 ... 31	19	Fehler CRC1	Überprüfen Sie die Konfiguration der Sicherheitssteuerung. Wenn der Fehler weiterhin besteht, wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.
E2	1 ... 4	255	28	0 ... 31	43	Interner PROFIsafe-Fehler	Starten Sie die Sicherheitssteuerung neu. Wenn der Fehler weiterhin besteht, tauschen Sie die Sicherheits-CPU aus. Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.

Fehler-klasse	Kompo-nente oder Schnitt-stelle	Gerät	Module	Kanal	Fehler	Fehlertext	Abhilfe
E3	1 ... 4	255	30	1	54	PROFIsafe-Regeln für F_Dest_Add werden ver-letzt	Vergleichen Sie die Konfi-guration der Sicherheits-steuerung oder die Einstel-lung des Adressschalters mit den PROFIsafe-Konfi-gurationsregeln für F_Dest_Add. Starten Sie die Sicherheitssteuerung neu. Wenn der Fehler wei-terhin besteht, wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.
E3	1 ... 4	255	30	1	17	Sicherheits-quelladressen können nicht geprüft werden	Prüfen Sie die PROFIsafe F-Host-Bibliotheksversion (2.0.0 oder höher). Wenn der Fehler weiterhin besteht, wenden Sie sich an den technischen Sup-port von ABB.

Die komplette Liste der AC500-Fehlermeldungen finden Sie im AC500-Anwenderhandbuch [4].

Bei Verwendung der E/A-Gerätekommunikationsmodule CM589-PNIO oder CM589-PNIO-4 kann man auch PROFINET-Diagnosemeldungen für F-Geräte an SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4 erzeugen (siehe spezifische Fehlermeldungen für SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 in ↳ *Tab. 5 „Liste spezifischer Fehlermeldungen für die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 “ auf Seite 63* und ↳ *Tab. 6 „Abbild der AC500/AC500-S-Fehler auf PROFINET-Kanalfehler“ auf Seite 65*).

Tab. 6: Abbild der AC500/AC500-S-Fehler auf PROFINET-Kanalfehler

Fehler AC500/AC500-S	PROFINET-Kanalfehlertyp	PROFINET-Diagnoseinformationen
28	64	Diskrepanz der Sicherheitszieladresse (F_Dest_Add)
1	65	Sicherheitszieladresse nicht gültig (F_Dest_Add)
2	66	Sicherheitsquelladresse nicht gültig (F_Source_Add)
11	67	Wert der Sicherheits-Watchdogzeit ist 0 ms (F_WD_Time)
10	68	Parameter "F_SIL" übertrifft SIL einer speziellen Geräteanwendung
42	69	Parameter "F_CRC_Length" passt nicht zu den erzeugten Werten

Fehler AC500/AC500-S	PROFINET-Kanalfehlertyp	PROFINET-Diagnoseinformationen
40	70	Version des F-Parameter-Satzes nicht korrekt
19	71	Fehler CRC1

HINWEIS!

Die Fehlermeldungen der Sicherheits-CPU und Sicherheits-E/A-Module (*Kapitel 3.2 „Allgemeines Verhalten des Sicherheits-E/A-Moduls“ auf Seite 79*) werden gesammelt auf der LCD-Anzeige der Standard-CPU PM5xx angezeigt.

Fehlermeldungen der Sicherheits-CPU können mit SPS-Browserbefehlen aus dem sicherheitsgerichteten CODESYS quittiert werden (*Kapitel 4.3 „Konfiguration und Programmierung des Systems“ auf Seite 194*). Der Status der Fehlermeldungen auf der Sicherheits-CPU wird dann ins Diagnosesystem der Standard-CPU PM5xx gespiegelt. Wenn die Fehlermeldungen (Kopien oder Originalmeldungen von der Sicherheits-CPU) jedoch in der Standard-CPU PM5xx quittiert werden, werden die Originalmeldungen auf der Sicherheits-CPU nicht zur selben Zeit quittiert. Infolgedessen kann es auf der Sicherheits-CPU unbestätigte Fehlermeldungen im normalen Betriebszustand geben, die als Log verwendet werden können, wenn kein Zugriff über das sicherheitsgerichtete CODESYS und seine SPS-Browserbefehle möglich ist (*Kapitel 4.3 „Konfiguration und Programmierung des Systems“ auf Seite 194*).

Ein Überlauf der Fehlermeldungen auf der Sicherheits-CPU ist nicht möglich. Die maximale Zahl der Einträge im Diagnosesystem der Sicherheits-CPU ist 100. Wenn alle 100 Positionen des Diagnosesystems besetzt sind, werden die ältesten Einträge im Diagnosesystem der Sicherheits-CPU durch die neusten Einträge gelöscht.

Nach dem Aus- und wieder Einschalten der Sicherheits-CPU werden Fehlermeldungen vom Diagnosesystem der Sicherheits-CPU gelöscht.

3.1.5 Zustände der Sicherheits-CPU

Abb. 12 gibt einen Überblick möglicher Zustände der Sicherheits-CPU und der Übergänge zwischen diesen.

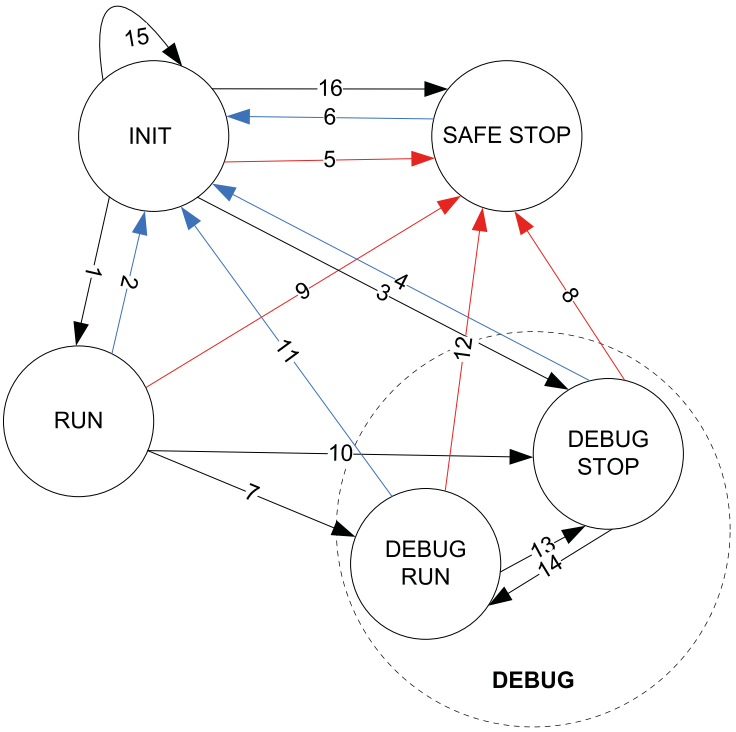


Abb. 12: Überblick möglicher Zustände der Sicherheits-CPU und der Übergänge

Aus-/Einschalten oder Reboot
Fatale/schwere Fehler
Weitere Übergänge

Die in Abb. 12 festgelegten Zustände der Sicherheits-CPU werden weiter in ↬ *Kapitel 3.1.5.1 „Beschreibung der Zustände der Sicherheits-CPU“ auf Seite 67* und ↬ *Kapitel 3.1.5.2 „Übergänge zwischen Zuständen der Sicherheits-CPU “ auf Seite 70* erläutert.

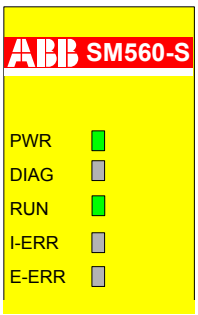
3.1.5.1 Beschreibung der Zustände der Sicherheits-CPU

INIT

↬ Abb. 11

Dies ist ein zeitlich beschränkter Systemstatus während des internen Sicherheitsdiagnosetests und Startvorgangs.

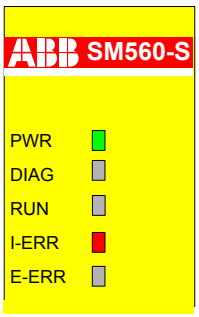
RUN



In diesem Zustand wird die Sicherheitsanwendung regulär ausgeführt, sofern das Bootprojekt geladen ist. Es gibt keine fatalen/schweren Fehler.

Alle Online-Menüpunkte aus dem Online-Menü von CODESYS stehen den Anwendern zur Verfügung, aber nur drei davon können ohne Verlassen des RUN-Zustands ausgeführt werden: "Einloggen", "Ausloggen" und "Prüfe Bootprojekt der Steuerung". Durch sämtliche anderen Optionen (z. B. Setzen eines Breakpoints) wird die Sicherheits-CPU in einen DEBUG-Zustand versetzt (DEBUG RUN oder DEBUG STOP).

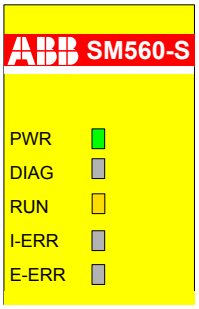
SAFE STOP



Nach einem fatalen/schweren Fehler geht die Sicherheits-CPU in den Zustand SAFE STOP. Sämtliche PROFIsafe-Ausgangstelegramme werden auf Null gesetzt (in diesem Zustand werden keine gültigen PROFIsafe-Telegramme generiert). Den Anwendern stehen keine Online-Menüpunkte aus dem Online-Menü von CODESYS zur Verfügung.

Dieser Zustand kann nur durch Aus- und Einschalten oder durch Eingabe des SPS-Browserbefehls *„Reboot“* in der Standard-CPU PM5xx verlassen werden.

DEBUG RUN



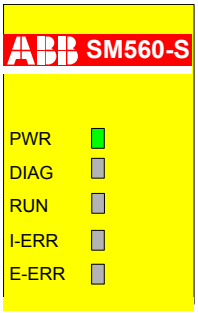
Der Zustand DEBUG RUN wird erreicht, wenn die Online-Menüpunkte aus dem Online-Menü von CODESYS aus dem sicheren RUN-Modus verwendet werden (außer *„Einloggen“*, *„Ausloggen“* und *„Prüfe Bootprojekt der Steuerung“*). Der Anwender kann einen Breakpoint im Sicherheitsprogramm definieren, einen *„Einzelschritt“* ausführen, Variablenwerte erzwingen und schreiben und andere Debugging-Funktionen vom sicherheitsgerichteten CODESYS ausführen.

Wenn der Online-Menüpunkt *„Stop“* von CODESYS aufgerufen wird oder ein Breakpoint im Sicherheitsprogramm erreicht wird, schaltet die Sicherheits-CPU in den Zustand DEBUG STOP.

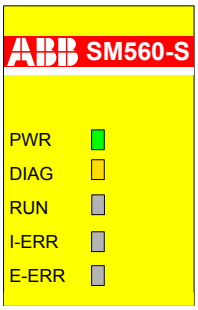
Im Zustand DEBUG RUN werden gültige PROFIsafe-Telegramme generiert. Der Zustand DEBUG RUN ist nicht sicher; deshalb liegt die Verantwortung für einen sicheren Prozessablauf ausschließlich bei der Person oder Organisation, die den Modus DEBUG RUN (nicht sicher) aktiviert hat.

Zum sicheren RUN-Modus kommt man nur zurück durch Aus- und Einschalten oder durch Eingabe des SPS-Browserbefehls *„Reboot“* an der Standard-CPU PM5xx.

DEBUG STOP



Ohne leichten Fehler E3 oder Warnung E4



Mit leichtem Fehler E3 oder Warnung E4

In diesem Zustand kann ein Anwender, ähnlich wie in DEBUG RUN, in die Ausführung des Sicherheitsprogramms durch das Setzen von Breakpoints usw. eingreifen. Das Sicherheitsprogramm wird im Zustand DEBUG STOP nicht ausgeführt. Der PROFIsafe F-Host und die F-Devices (SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4) der Sicherheits-CPU senden PROFIsafe-Telegramme mit Failsafe-0-Werten und setzen FV_activated für alle Sicherheits-E/A-Module und F-Geräte.

GEFAHR!

Da der PROFIsafe F-Host weiter im Zustand DEBUG STOP (nicht sicher) läuft, ist es möglich, passivierte Sicherheits-E/A-Module zu bestätigen und in den sicherheitsgerichteten RUN-Zustand zu bringen. Man kann Variablen für Sicherheits-E/A-Module erzwingen, beispielsweise um Sicherheitsausgänge zu aktivieren.

Wenn der Modus DEBUG RUN (nicht sicher) oder DEBUG STOP (nicht sicher) auf der Sicherheits-CPU aktiviert wird, **liegt die Verantwortung für einen sicheren Prozessablauf ausschließlich bei der Person oder Organisation,** die den Modus DEBUG RUN (nicht sicher) oder DEBUG STOP (nicht sicher) aktiviert hat.

Wenn der Online-Menüpunkt *„RUN“* von CODESYS im Sicherheitsprogramm aufgerufen wird, schaltet die Sicherheits-CPU in den Zustand DEBUG RUN.

Alle Online-Menüpunkte von CODESYS stehen den Anwendern in diesem Zustand zur Verfügung.

Bei den Online-Befehlen *„Einzelschritt in“*, *„Einzelschritt über“* und *„Einzelschritt“* in CODESYS oder wenn ein Breakpoint erreicht wird, wird zwischen DEBUG RUN und DEBUG STOP umgeschaltet (↳ Abb. 12 Übergänge 13 und 14).

Zum sicheren RUN-Modus kommt man nur zurück durch Aus- und Einschalten oder durch Eingabe des SPS-Browserbefehls *„Reboot“* an der Standard-CPU PM5xx.

3.1.5.2 Übergänge zwischen Zuständen der Sicherheits-CPU

ID*	Von	Zu	Beschreibung
(1)	INIT	RUN	■ Erfolgreiche Initialisierung ■ Bootprojekt ist verfügbar; es gibt keinen Konfigurations- oder anderen schweren Fehler.
(2)	RUN	INIT	Aus- und Einschalten oder SPS-Browserbefehl *„Reboot“* von der Standard-CPU PM5xx
(3)	INIT	DEBUG STOP	■ Erfolgreiche Initialisierung ■ Kein Bootprojekt vorhanden oder Konfigurationsfehler E3 ■ Schalteradresse 0xFF wurde in der Sicherheits-CPU gesetzt
(4)	DEBUG STOP	INIT	Aus- und Einschalten oder SPS-Browserbefehl "reboot" von der Standard-CPU PM5xx
(5)	INIT	SAFE STOP	■ Fataler Fehler E1 oder schwerer Fehler E2 während der Initialisierung ■ Aktualisierung von Firmware oder Bootcode war nicht erfolgreich
(6)	SAFE STOP	INIT	Aus- und Einschalten oder SPS-Browserbefehl *„Reboot“* von der Standard-CPU PM5xx
(7)	RUN	DEBUG RUN	Die Online-Menüpunkte *„Breakpoint ein/aus“*, *„Werte schreiben“*, *„Werte forcen“* oder *„Einzelschritt“* aus dem sicherheitsgerichteten CODESYS wurden verwendet.
(8)	DEBUG STOP	SAFE STOP	Fataler Fehler E1 oder schwerer Fehler E2
(9)	RUN	SAFE STOP	Fataler Fehler E1 oder schwerer Fehler E2
(10)	RUN	DEBUG STOP	■ Online-Menüpunkte *„Stop“*, *„Quellcode laden“* oder *„Reset“* (verschiedene) des sicherheitsgerichteten CODESYS ■ *„RUN“*-Knopf der Standard-CPU PM5xx (Standard-CPU war im RUN-Modus) ■ Online-Menüpunkte *„Stop“* oder *„Reset“* (verschiedene) vom nicht sicherheitsgerichteten CODESYS auf der PM5xx ■ Eine neue Sicherheitsanwendung wird geladen
(11)	DEBUG RUN	INIT	Aus- und Einschalten oder SPS-Browserbefehl *„Reboot“* von der Standard-CPU PM5xx
(12)	DEBUG RUN	SAFE STOP	Fataler Fehler E1 oder schwerer Fehler E2

ID*	Von	Zu	Beschreibung
(13)	DEBUG RUN	DEBUG STOP	■ Online-Menüpunkte *„Stop“* oder *„Reset“* (verschiedene) des sicherheitsgerichteten CODESYS ■ *„RUN“*-Knopf der Standard-CPU PM5xx (Standard-CPU war im RUN-Modus) ■ Online-Menüpunkte *„Stop“* oder *„Reset“* (verschiedene) vom nicht sicherheitsgerichteten CODESYS auf der PM5xx ■ Breakpoint wurde beim Debugging erreicht ■ Am Ende des Sicherheits-CPU-Zyklus im "Einzelschritt"-Debugging-Modus ■ Eine neue Sicherheitsanwendung wird geladen
(14)	DEBUG STOP	DEBUG RUN	■ Online-Menüpunkte *„Einzelschritt über“*, *„Einzelschritt in“* und *„Run“* des sicherheitsgerichteten CODESYS ■ Online-Menüpunkt *„Run“* des nicht sicherheitsgerichteten CODESYS ■ *„RUN“*-Knopf der Standard-CPU PM5xx (Standard-CPU war im "Stop"-Zustand)
(15)	INIT	INIT	Aus- und Einschalten oder SPS-Browserbefehl *„Reboot“* von der Standard-CPU PM5xx
(16)	INIT	SAFE STOP	Schalteradresse 0xFE, 0xFD oder 0xFC wurde in der Sicherheits-CPU gesetzt

* Zahlen sind Übergänge in ↳ Abb. 12

3.1.6 Interaktion von Sicherheits-CPU und PM5xx

Die Sicherheits-CPU und die Standard-CPU PM5xx haben jeweils ihre eigene Firmware, ein eigenes Bootprojekt und Anwendungsprogramm, die getrennt voneinander ausgeführt werden. Das einzige Bedienelement an der Hardware der CPU PM5xx, das eine Zuständsänderung sowohl der PM5xx als auch der Sicherheits-CPU ermöglicht. ist der Taster *„Run“* an der PM5xx. Der Taster *„Run“* an der PM5xx stoppt und startet gleichzeitig sowohl Sicherheits- als auch Standard-CPUs. Bei der Sicherheits-CPU läuft der PROFIsafe F-Host- und F-Devicestack [3] im Failsafe-Modus weiter, sogar wenn die Ausführung des Sicherheitsprogramms in der Sicherheits-CPU gestoppt wird, wenn alle Sicherheits-E/A-Module passiviert sind und "0"-Ersatzwerte für alle sicheren Ein- und Ausgänge und F-Geräte der Sicherheits-CPU verwendet werden. Die Ausführung des PROFIsafe F-Host- und F-Devicestacks auf der Sicherheits-CPU kann nur gestoppt werden, wenn diese im Zustand SAFE STOP ist (keine gültigen Telegramme werden vom Gerät generiert) und die LED I-ERR leuchtet.

Die Onlinebefehle *„Start“* und *„Stop“* aus CODESYS haben dieselbe Auswirkung auf die Sicherheits-CPU und die PM5xx, wie die Taste *„RUN“* an der Standard-CPU.

GEFAHR!

Es ist nicht möglich, die Sicherheits-CPU mit der Taste *„RUN“* der PM5xx zu starten. Die Sicherheits-CPU wechselt immer in den DEBUG-Modus (DEBUG RUN oder DEBUG STOP), sobald der "RUN"-Knopf an der Standard-CPU gedrückt wird. Durch Aus- und wieder Einschalten der Sicherheits-CPU oder den "reboot"-Befehl der CPU PM5xx wird die Sicherheits-CPU wieder in den sicheren RUN-Modus geschaltet.

Die Onlinebefehle *„Start“* und *„Stop“* aus CODESYS haben dieselbe Auswirkung auf die Sicherheits-CPU und die PM5xx, wie die Taste *„RUN“* an der Standard-CPU.

Abhängig von der Parametereinstellung in der Systemkonfiguration der PM5xx ("Verhalten der Ausgänge bei Stop”, “Stop bei Fehlerklasse” und “Warmstart nach E2-Fehler”), kann man das Gesamtverhalten der Sicherheits-CPU und der Standard-CPU beeinflussen. Das beeinträchtigt die Systemsicherheit jedoch nicht.
Abb. 3.6 bietet einen Überblick darüber, wie die Parametereinstellungen der PM5xx den Sicherheitstelegrammfluss der Sicherheits-CPU beeinflussen.

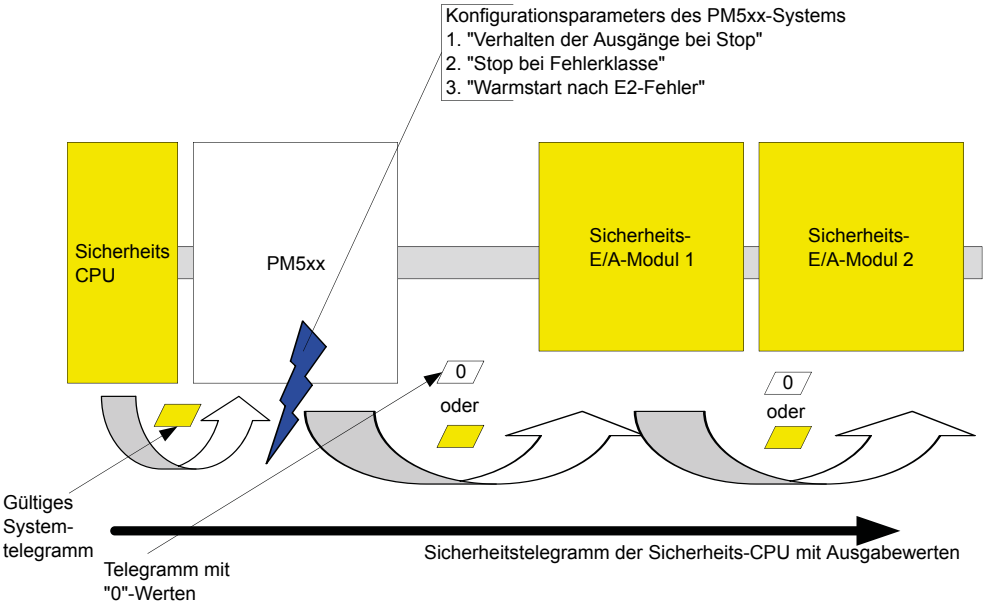


Abb. 13: Überblick darüber, wie die Parametereinstellungen der PM5xx den Sicherheitstelegrammfluss der Sicherheits-CPU beeinflussen

Der Parameter "Verhalten der Ausgänge bei Stop" der Standard-CPU PM5xx hat den folgenden Einfluss auf die Sicherheitstelegramme der Sicherheits-CPU:

- **"Hardware und Online aus" (Standard)**
  Die Ausführung des Anwenderprogramms auf der Sicherheits-CPU wird gestoppt. Die Standard-CPU PM5xx wird gestoppt. Sämtliche Ausgangswerte der Sicherheits-CPU in den Sicherheitstelegrammen werden von der PM5xx auf Null gesetzt. Keine gültigen Sicherheitstelegramme erreichen die Sicherheits-E/A-Module und andere F-Devices, sodass diese passiviert werden, sobald die Watchdog-Zeit abläuft.
- **"Hardware aus und Istzustand in der Online-Anzeige"**
  Wenn die PM5xx gestoppt wird, werden sämtliche Ausgangswerte der Sicherheits-CPU in den Sicherheitstelegrammen auf Null gesetzt. Der Hardwarestatus der Kommunikationsschnittstelle der Sicherheits-CPU wird 0, aber auf der Online-Anzeige werden die letzten gültigen Werte vom letzten Programmzyklus der Sicherheitsanwendung angezeigt. Aufgrund der 0-Werte in der Kommunikationsschnittstelle der Sicherheits-CPU erreichen keine gültigen Sicherheitstelegramme die Sicherheits-E/A-Module und andere F-Devices, sodass diese passiviert werden, sobald die Watchdog-Zeit abläuft.
- **"Istzustand in Hardware und Online-Anzeige"**
  Wenn die PM5xx gestoppt wird, läuft die Sicherheits-CPU weiter. Die Ausgangswerte der Sicherheits-CPU in den Sicherheitstelegrammen werden von der PM5xx nicht auf Null gesetzt. Der Hardwarestatus der Kommunikationsschnittstelle der Sicherheits-CPU und die Werte der Online-Anzeige bleiben intakt. Infolgedessen können die sicheren Ein- und Ausgänge und andere F-Devices Sicherheitstelegramme von der Sicherheits-CPU erhalten und der Betrieb des sicherheitsbezogenen Teils wird durch einen Stopp der Standard-CPU PM5xx nicht beeinflusst.

Die Parametereinstellung "Stop bei Fehlerklasse" der Standard-CPU PM5xx hat den folgenden Einfluss auf die Sicherheits-CPU:

- **"Keine Auswirkung" (Standard)**
  Bei einem fatalen (E1) oder schweren Fehler (E2) werden die PM5xx und alle ihre Kommunikationsmodule, einschließlich Sicherheits-CPU, gestoppt. Der PROFIsafe F-Host- und F-Devicestack läuft im Failsafe-Modus auf der Sicherheits-CPU weiter.
- **“E3”**
  Bei einem fatalen (E1), schweren (E2) oder leichten Fehler (E3) werden die PM5xx und alle ihre Kommunikationsmodule, einschließlich Sicherheits-CPU, gestoppt. Der PROFIsafe F-Host- und F-Devicestack läuft im Failsafe-Modus auf der Sicherheits-CPU weiter.
- **“E4”**
  Bei einem fatalen (E1), schweren (E2) oder leichten Fehler (E3) oder einer Warnung (E4) werden die PM5xx und alle ihre Kommunikationsmodule, einschließlich Sicherheits-CPU, gestoppt. Der PROFIsafe F-Host- und F-Devicestack läuft im Failsafe-Modus auf der Sicherheits-CPU weiter.

Der Parameter "Warmstart nach E2-Fehler" der Standard-CPU PM5xx hat den folgenden Einfluss auf die Sicherheits-CPU:

- **"Aus" (Standard)**
  Bei einem schweren Fehler (E2) erfolgt kein Warmstart der PM5xx und aller ihrer Kommunikationsmodule, einschließlich Sicherheits-CPU.
- **"Ein" (nach E2-Fehler und/oder kurzem Spannungseinbruch)**
  Bei einem schweren Fehler (E2) und/oder kurzem Spannungseinbruch erfolgt ein Warmstart der PM5xx und aller ihrer Kommunikationsmodule, einschließlich Sicherheits-CPU. Nach dem Neustart der Sicherheits-CPU können die Sicherheits-E/A mit dem PROFIsafe F-Device-Reintegrationsschema wiedereingegliedert werden [3].

3.1.7 Technische Daten

Verwenden Sie die Sicherheits-CPU SM560-S (bis SIL 3 und PL e) mit PM573, PM583, PM592 o. ä. mit Firmwareversion ab V2.2.1 (beachten Sie die erforderlichen Modulträger-Einheiten). Verwenden Sie die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4 (bis SIL 3 und PL e) mit PM573, PM583, PM592 o. ä. mit Firmwareversion ab V2.7 (beachten Sie die erforderlichen Modulträger-Einheiten). Die Sicherheits-CPUs dürfen nicht mit CPUs der Serie AC500-eCo verwendet werden.

Weitere technische Daten stehen im SPS-Katalog von ABB zur Verfügung: *www.abb.com/plc*.

! HINWEIS!

Die Version -XC der Sicherheits-CPU ist für eine Verwendung unter extremen Umgebungsbedingungen erhältlich (↬ *Anhang A „Systemdaten für AC500-S-XC“ auf Seite 498*).

Speicher

Angabe	Wert	Einheit
Anwender-Programmspeicher der SM560-S	1	MByte
Anwender-Programmspeicher der SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4	1,3	MByte
Speicher für Nutzerdaten (davon 120 kByte gespeichert)	1	MByte

Mindestleistung

Angabe	Wert	Einheit
Binäre Zyklusdauer	0,05	µs/Befehl
Wort-Zyklusdauer	0,06	µs/Befehl
Fließkomma-Zyklusdauer	0,50	µs/Befehl

Spannungen laut EN 61131-2

Angabe	Wert	Einheit
Prozess- und Versorgungsspannung (ohne Restwelligkeit)	24 (– 15 %, +20 %)	V DC
Absolute Grenzwerte (inklusive Restwelligkeit)	19,2 ... 30	V
Restwelligkeit	< 5	%
Verpolschutz	10	s

GEFAHR!

Das Überschreiten der maximalen Prozess- oder Versorgungsspannung (< –35 V DC bzw. > +35 V DC) kann zu irreparablen Schäden am System führen.

Erlaubte Unterbrechungen der Spannungsversorgung laut EN 61131-2

Angabe	Wert	Einheit
Unterbrechungen der Gleichstromversorgung	< 10	ms
Zeit zwischen 2 Unterbrechungen der Gleichstromversorgung, PS2	> 1	s

Umgebungsbedingungen

Angabe	Wert	Einheit
Betriebstemperatur*	0 ... +60	°C
Lagerungstemperatur	–40 ... +85	°C
Transporttemperatur	–40 ... +85	°C
Luftfeuchtigkeit ohne Kondensation	max. 95	%
Betriebsluftdruck	> 800	hPa
Lagerluftdruck	> 660	hPa
Betriebshöhe	< 2000	m über NN
Lagerhöhe	< 3500	m über NN

* Erweiterte Temperaturbereiche (unter 0 °C und über +60 °C) werden von Sonderversionen der Sicherheits-CPU unterstützt (↳ *Anhang A „Systemdaten für AC500-S-XC“ auf Seite 498*)

Kriech- und Luftstrecken

Die Kriech- und Luftstrecken entsprechen der Überspannungskategorie II, Verschmutzungsgrad 2.

Netzteile

Zur Versorgung der Module müssen Netzteile gemäß PELV-/SELV-Spezifikationen verwendet werden.

Elektromagnetische Verträglichkeit

↳ *TÜV SÜD Report [2]*

Angabe	Wert	Einheit
Montage	Horizontal (oder vertikal mit Leistungsreduzierung (maximale Betriebstemperatur auf +40 °C reduziert))	
Schutzart	IP 20	
Gehäuse	gemäß UL 94	
Vibrationsfestigkeit gemäß EN 61131-2 (alle drei Achsen), kontinuierlich 3,5 mm	2 … 15	Hz
Vibrationsfestigkeit gemäß EN 61131-2 (alle drei Achsen), kontinuierlich 1 g *	15 … 150	Hz
Stoßprüfung (alle drei Achsen), 11 ms Halbsinus	15	g
MTBF	168	Jahre

* Höhere Werte auf Anfrage

Selbsttest und Diagnosefunktionen

Tests während Start und Betrieb: Programmablauf-Überwachung, RAM, CPU usw.

Abmessungen, Gewicht

Angabe	Wert	Einheit
B x H x T	28 x 135 x 75	mm
Gewicht	~ 100	g

Zertifizierungen

CE, cUL (*weitere Zertifizierungen auf www.abb.com/plc*)

3.1.8 Bestelldaten

Typ	Beschreibung	Bestellcode
SM560-S	Sicherheitsmodul – CPU, sicherheitsgerichtetes Modul bis SIL 3	1SAP 280 000 R0001
SM560-S-XC	Sicherheitsmodul – CPU, sicherheitsgerichtetes Modul bis SIL 3, extreme Umgebungsbedingungen	1SAP 380 000 R0001
SM560-S-FD-1	Sicherheitsmodul - CPU, sicherheitsgerichtetes Modul bis SIL 3 mit F-Device-Funktionalitöt für 1 PROFIsafe-Netzwerk	1SAP 286 000 R0001
SM560-S-FD-1-XC	Sicherheitsmodul - CPU, sicherheitsgerichtetes Modul bis SIL 3 mit F-Device-Funktionalität für 1 PROFIsafe-Netzwerk, extreme Umgebungsbedingungen	1SAP 386 000 R0001
SM560-S-FD-4	Sicherheitsmodul - CPU, sicherheitsgerichtetes Modul bis SIL 3 mit F-Device-Funktionalität für bis zu 4 PROFIsafe-Netzwerke	1SAP 286 100 R0001
SM560-S-FD-4-XC	Sicherheitsmodul - CPU, sicherheitsgerichtetes Modul bis SIL 3 mit F-Device-Funktionalität für bis zu 4 PROFIsafe-Netzwerke, extreme Umgebungsbedingungen	1SAP 386 100 R0001

3.2 Allgemeines Verhalten des Sicherheits-E/A-Moduls

3.2.1 Übersicht

Alle Sicherheits-E/A-Module (AI581-S, DI581-S und DX581-S) können in einer zentralen oder dezentralen Konfiguration mit PROFINET / PROFIsafe (siehe Abb. 2.3) verwendet werden. Die PROFINET-Geräte CI501-PNIO, CI502-PNIO, CI504-PNIO und CI506-PNIO (Freigabedatum ab 2013) können zum Anschluss der Sicherheits-E/A-Module in Dezentral-Konfigurationen verwendet werden. Sicherheits-E/A-Module können frei mit Standard-E/A-Modulen aus den Produktfamilien AC500 und AC500-eCo kombiniert werden.

! HINWEIS!

Die Firmware-Aktualisierung für Sicherheits-E/A-Module kann aktuell nur durch Fachpersonal im Werk von ABB vorgenommen werden.

3.2.2 Zustände des Sicherheits-E/A-Moduls

Die Systemzustände der Sicherheits-E/A-Module können mit zwei Zustandsdiagrammen (Abb. 14 und Abb. 15) beschrieben werden. gibt einen Überblick der Übergänge im Zusammenhang mit Aus- und Einschalten und fatalen Fehlern. Abb. 14 zeigt einen Überblick der Übergänge im Zusammenhang mit Aus- und Anschalten und fatalen Fehlern. Abb. 15 gibt einen Überblick der restlichen Übergänge von Sicherheits-E/A-Modulen.

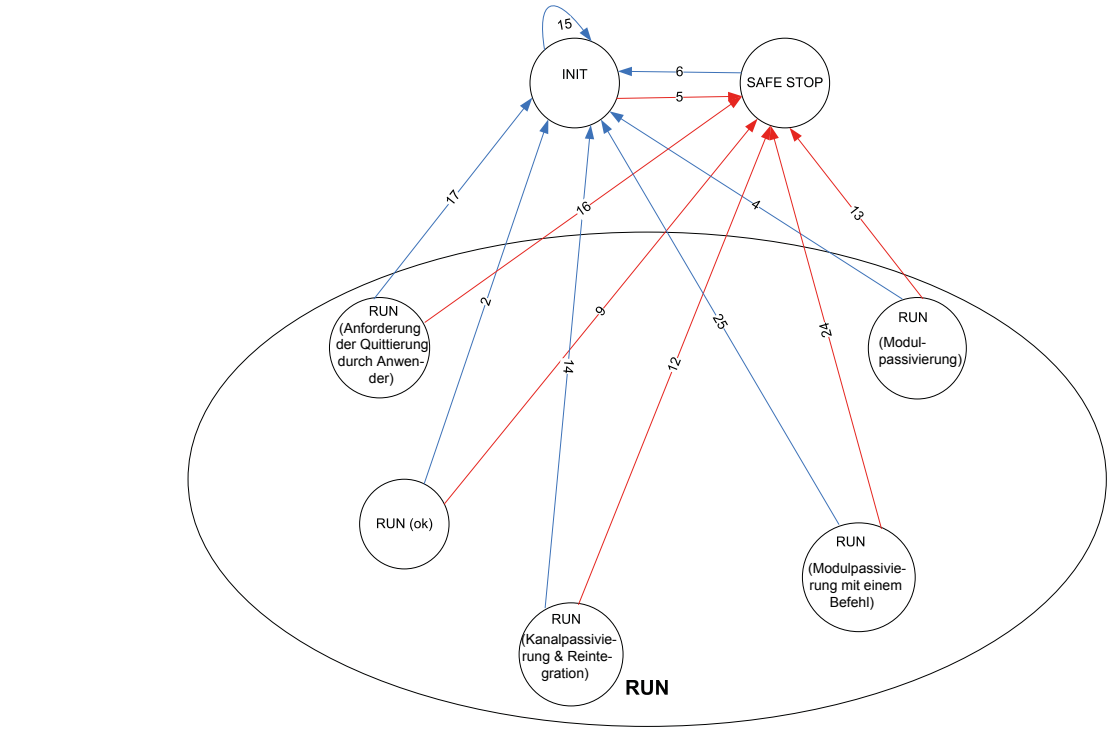


Abb. 14: Überblick der Übergänge im Zusammenhang mit Aus- und Einschalten und fatalen Fehlern bei Sicherheits-E/A-Modulen

Aus-/Einschalten
Fataler Fehler

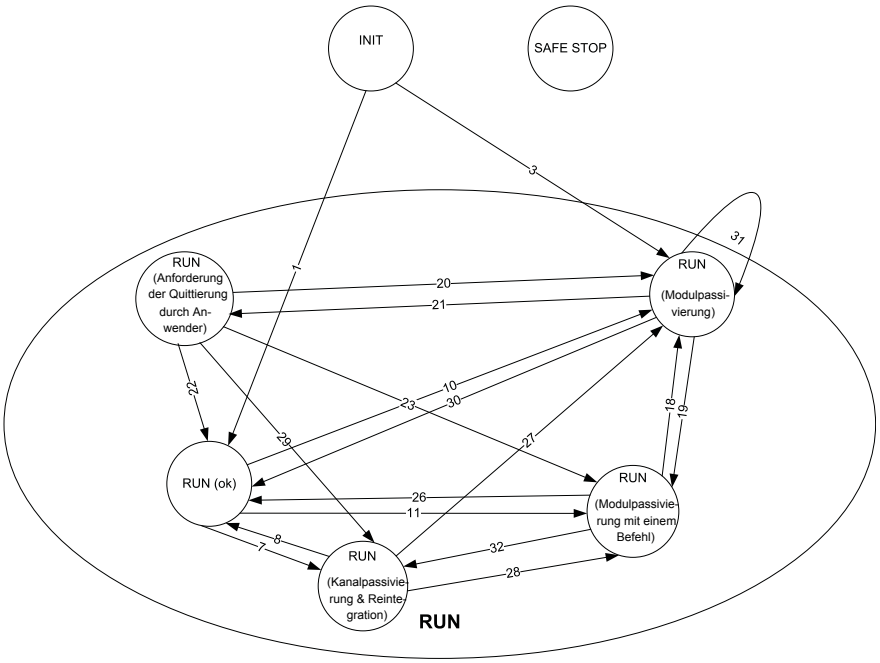


Abb. 15: Überblick der restlichen Übergänge bei Sicherheits-E/A-Modulen (außer Aus- und Einschalten sowie fatalen Fehlern)

⟶ Übergänge

Die Zustände des Sicherheits-E/A-Moduls aus Abb. 14 und Abb. 15 werden in ↬ *Kapitel 3.2.2.1 „Beschreibung der Zustände des Sicherheits-E/A-Moduls“ auf Seite 81* näher erläutert.

3.2.2.1 Beschreibung der Zustände des Sicherheits-E/A-Moduls

INIT

↬ Abb. 16

Die Hardware wird initialisiert und interne Starttests der E/A-Module durchgeführt. Nach einer erfolgreichen Parametrierung soll die PROFIsafe-Kommunikation vom PROFIsafe F-Host gestartet werden.

Das Sicherheits-E/A-Modul bleibt in diesem Zustand:

- solange eine Unterspannung erkannt wird
- wenn die Parametrierung fehlgeschlagen ist oder noch aussteht
- wenn die PROFIsafe-Kommunikation noch aussteht

Die Anwender müssen sicherstellen, dass ein dediziertes Qualifier-Ausgangsbit (PROFIsafe-Diagnose) für mindestens einen Kanal des entsprechenden Sicherheits-E/A-Moduls auf "1" gesetzt ist, um sicherzugehen, dass die PROFIsafe F-Devices initialisiert wurden.

PROFIsafe-Statusbits im F-Host für Sicherheits-E/A-Modul:

OA_Req_S = 0

FV_activated_S = 1

Device_Fault = 0

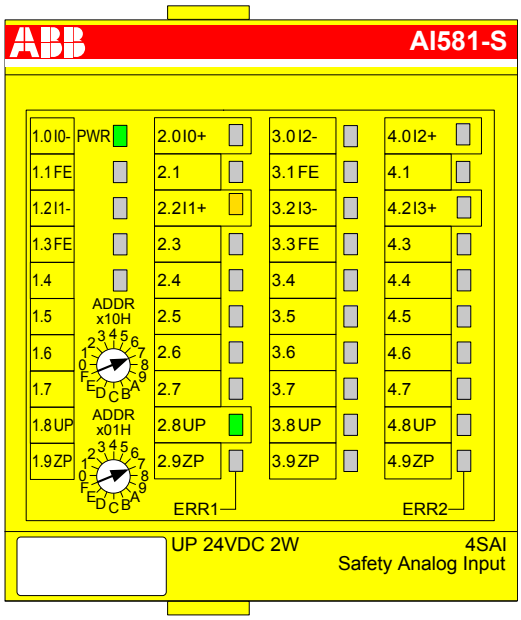
Prozessdatenbits im Prozessabbild des Sicherheits-E/A-Moduls:

PROFIsafe-Diagnosebit = 0

Kanal-Prozesswert = 0

Bit für Reintegrationsanforderung = 0

RUN (OK)



Die PROFIsafe-Kommunikation läuft. Die Sicherheitsanwendung läuft ohne Fehler.

PROFIsafe-Statusbits im F-Host für Sicherheits-E/A-Modul:

OA_Req_S = 0

FV_activated_S = 0

Device_Fault = 0

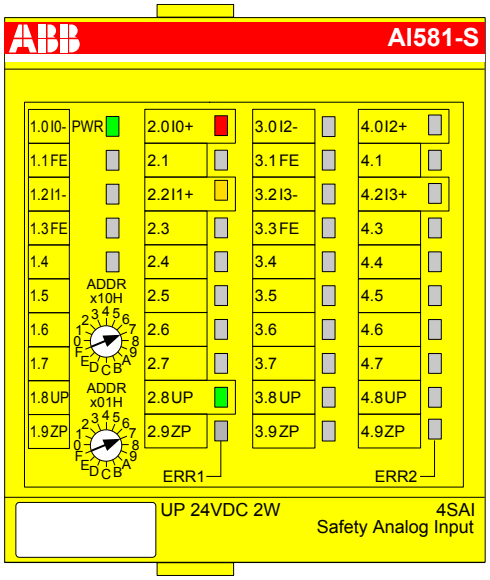
Prozessdatenbits im Prozessabbild des Sicherheits-E/A-Moduls:

PROFIsafe-Diagnosebit = 1

Kanal-Prozesswert = Prozesswert

Bit für Reintegrationsanforderung = 0

RUN (Kanalpassivierung und -reintegration)



Die PROFIsafe-Kommunikation läuft. Die Sicherheitsanwendung läuft mit erkannten Kanalfehlern.

Ein Kanalfehler (z. B. kein erwarteter Testimpuls, Diskrepanzzeit usw.) wurde an mindestens einem Kanal festgestellt. Der Failsafe-Wert ("0") wird für den/die passivierten Eingangskanal/-kanäle zum PROFIsafe F-Host übertragen. Die entsprechenden PROFIsafe Diagnosebits werden auch auf "0" gesetzt, um die Verwendung von Failsafe-Werten anzuzeigen.

Ein passivierter Ausgangskanal hat den Status "0"; die entsprechenden PROFIsafe Diagnosebits werden auch auf "0" gesetzt, um die Verwendung von Failsafe-Werten anzuzeigen.

Sobald der Kanalfehler behoben wurde (z. B. falsche Verdrahtung wurde korrigiert; dies gilt nur für Fehler, die man quittieren kann), schaltet das Bit zur Reintegrationsanforderung des entsprechenden Kanals auf "1", was der Sicherheitsanwendung, die auf der Sicherheits-CPU läuft, anzeigt, dass der Kanal wieder integriert werden kann. Durch Setzen des Acknowledge-Reintegration-Bits von "0" auf "1" wird die Reintegration des angegebenen Kanals veranlasst. Eine positive Flanke von "0" auf "1" ist erforderlich, um die Reintegration des Kanals zu quittieren.

Sobald alle Kanalfehler behoben und quittiert wurden, ist der RUN-Zustand (OK) wieder erreicht.

PROFIsafe-Statusbits im F-Host für Sicherheits-E/A-Modul:

OA_Req_S = 0

FV_activated_S = 0

Device_Fault = 0

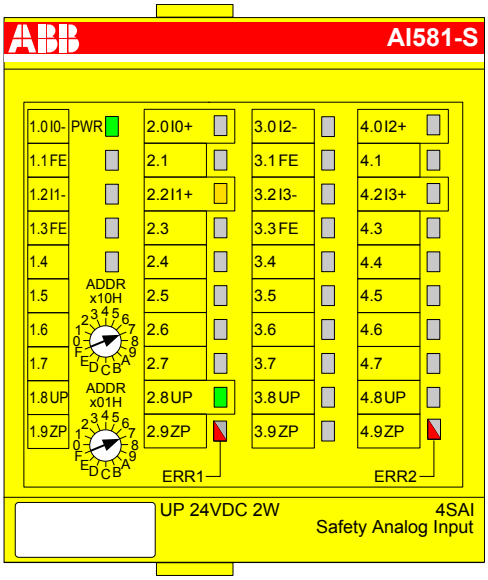
Prozessdatenbits im Prozessabbild des Sicherheits-E/A-Moduls:

PROFIsafe-Diagnosebit = 0

Kanal-Prozesswert = 0

Bit für Reintegrationsanforderung = 0, wenn ein Fehler vorliegt; "1", wenn der Kanal wieder integriert werden kann.

RUN (Modulpassivierung): Abwechselndes Blinken der LEDs ERR1 und ERR2



Die PROFIsafe-Kommunikation läuft. Die Sicherheitsanwendung läuft mit einem Modulfehler.

Das Modul und seine Kanäle werden passiviert. Mögliche Gründe für die Modulpassivierung sind folgende:

- Fehler der PROFIsafe-Kommunikation (CRC-Fehler)
- Zeitüberschreitung beim PROFIsafe-Watchdog
- Über- oder Unterspannung erkannt (Device_Fault-Statusbit = 1)

Der Failsafe-Wert ("0") wird für alle passivierten Eingangskanäle an die Sicherheitssteuerung übertragen, wenn die Verbindung zum PROFIsafe F-Host möglich ist. Die Sicherheitsanwendung versucht ständig, eine Kommunikation zur Sicherheits-CPU aufzubauen, wenn diese abgebrochen ist. Alle passivierten Ausgangskanäle haben den Status "0".

Ein Übergang in einen anderen RUN-Modus ist nur möglich, wenn der festgestellte Fehler behoben wurde.

PROFIsafe-Statusbits im F-Host für Sicherheits-E/A-Modul (wenn die Kommunikation möglich ist):

OA_Req_S = 0

FV_activated_S = 1

Device_Fault = 1 (bei erkannter Unter- oder Überspannung) und/oder CE_CRC = 1 (bei Kommunikationsfehler) und/oder WD_timeout = 1 (bei Watchdog-Zeitüberschreitung)

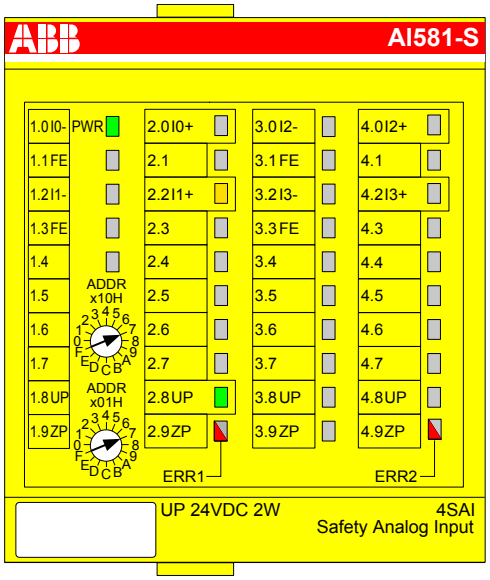
Prozessdatenbits im Prozessabbild des Sicherheits-E/A-Moduls:

PROFIsafe-Diagnosebit = 0

Kanal-Prozesswert = 0

Bit für Reintegrationsanforderung = 0

RUN (Modulpassivierung mit einem Befehl): Abwechselndes Blinken der LEDs ERR1 und ERR2



Die PROFIsafe-Kommunikation läuft. Die Sicherheitsanwendung läuft ohne Fehler.

Das Modul und alle seine Kanäle werden passiviert, weil die Sicherheitsanwendung auf der Sicherheits-CPU eine Modulpassivierung angefordert hat (activate_FV_C = 1 wurde gesetzt).

Der Failsafe-Wert ("0") wird für alle passivierten Eingangskanäle an die Sicherheits-CPU übertragen. Alle passivierten Ausgangskanäle haben den Status "0". Das/die PROFIsafe-Diagnosebit(s) für alle Kanäle haben den Status "0", um anzuzeigen, dass Failsafe-Werte übertragen werden.

PROFIsafe-Statusbits im F-Host für Sicherheits-E/A-Modul:

FV_activated_S = 1

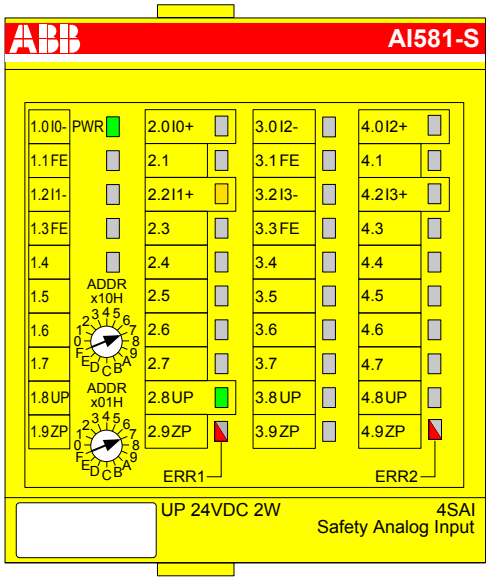
Prozessdatenbits im Prozessabbild des Sicherheits-E/A-Moduls:

PROFIsafe-Diagnosebit = 0

Kanal-Prozesswert = 0

Bit für Reintegrationsanforderung = 0

RUN (Anforderung der Quittierung durch Anwender): Abwechselndes Blinken der LEDs ERR1 und ERR2



Die PROFIsafe-Kommunikation läuft. Die Sicherheitsanwendung läuft ohne Fehler, wartet aber auf die Quittierung einer Modul-Reintegration (Modulfehler wurde behoben).

Der Failsafe-Wert ("0") wird immer noch für alle passivierten Eingangskanäle an die Sicherheits-CPU übertragen. Alle passivierten Ausgangskanäle haben den Status "0". Die PROFIsafe-Diagnosebits für alle Kanäle haben den Status "0", um anzuzeigen, dass Failsafe-Werte übertragen werden.

Das Bit OA_Req_S ist "1".

Sobald die Sicherheitsanwendung der Sicherheits-CPU OA_C (positive Flanke) setzt, geht das Sicherheits-E/A-Modul in den Zustand RUN (OK), wenn keine weiteren Fehler erkannt werden. Die positive Flanke muss an das Sicherheits-E/A-Modul gesendet werden, bis OA_Req_S "0" zurückgibt.

PROFIsafe-Statusbits im F-Host für Sicherheits-E/A-Modul:

OA_Req_S = 1

FV_activated_S = 1

Device_Fault = 0

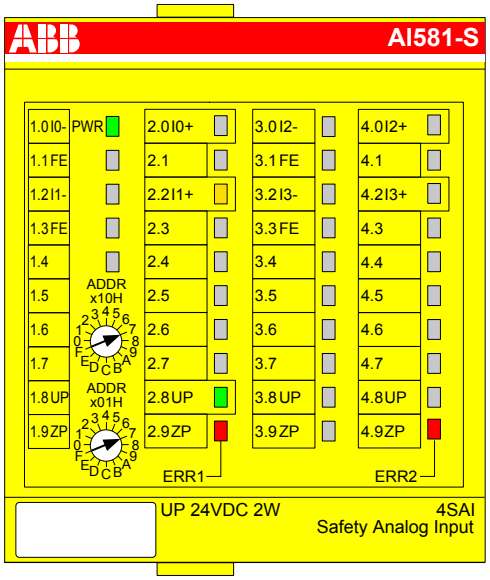
Prozessdatenbits im Prozessabbild des Sicherheits-E/A-Moduls:

PROFIsafe-Diagnosebit = 0

Kanal-Prozesswert = 0

Bit für Reintegrationsanforderung = 0

SAFE STOP



Die Ausführung des Anwenderprogramms wurde gestoppt. Eine PROFIsafe-Kommunikation ist nicht möglich.

Dieser Zustand wird bei einem fatalen Fehler erreicht (z. B. CPU-Test oder RAM-Test usw. fehlgeschlagen).

Dieser Zustand kann nur durch Aus- und Anschalten der Prozessspannungsversorgung (24 V) oder den Befehl "reboot" aus der PM5xx oder CI5xx verlassen werden.

PROFIsafe-Statusbits im F-Host für Sicherheits-E/A-Modul:

OA_Req_S = 0

FV_activated_S = 1

Device_Fault = 0

Prozessdatenbits im Prozessabbild des Sicherheits-E/A-Moduls:

PROFIsafe-Diagnosebit = 0

Kanal-Prozesswert = 0

Bit für Reintegrationsanforderung = 0

3.2.2.2 Übergänge zwischen Zuständen des Sicherheits-E/A-Moduls

ID*	Von	Zu	Beschreibung
(1)	INIT	RUN (OK)	Das Sicherheits-E/A-Modul geht direkt nach INIT während eines normalen Starts in diesen Zustand über
(2)	RUN (OK)	INIT	Aus-/Einschalten
(3)	INIT	RUN (Modulpassivierung)	PROFIsafe-Watchdog, PROFIsafe-Kommunikationsfehler oder Unter-/Überspannung direkt nach INIT. Das Sicherheits-E/A-Modul geht auch nach dem Aus-/Einschalten des Sicherheits-E/A-Moduls in diesen Zustand über, wenn die Sicherheits-CPU mit PROFIsafe F-Host weiterläuft und das Sicherheits-E/A-Modul nach dem Aus-/Einschalten in einen Failsafe-RUN-Zustand (Modulpassivierung) versetzt
(4)	RUN (Modulpassivierung)	INIT	Aus-/Einschalten
(5)	INIT	SAFE STOP	Fatale(r) Fehler (CPU-Test, RAM-Test usw. fehlgeschlagen)
(6)	SAFE STOP	INIT	Aus-/Einschalten
(7)	RUN (OK)	RUN (Kanalpassivierung und -reintegration)	Ein Kanalfehler wurde vom Sicherheits-E/A-Modul erkannt. Die Tests werden, wenn möglich, für den entsprechenden Kanal fortgesetzt, um zu sehen, ob der Kanalfehler behoben wurde (z. B. Verdrahtung wurde korrigiert). Sobald der Fehler behoben wurde, setzt das Modul das Bit für Reintegrationsanforderung für den entsprechenden Kanal auf "1".
(8)	RUN (Kanal-Passivierung und -Reintegration)	RUN (OK)	■ Der Kanalfehler liegt nicht mehr vor. ■ Das Bit für Reintegrationsanforderung wird vom Sicherheits-E/A-Modul für den entsprechenden Kanal auf "1" gesetzt. ■ Das Bit zur Quittierung der Reintegration (positive Flanke) wird für den entsprechenden Kanal vom PROFIsafe F-Host gesetzt.
(9)	RUN (OK)	SAFE STOP	Fatale(r) Fehler (CPU-Test, RAM-Test usw. fehlgeschlagen)
(10)	RUN (OK)	RUN (Modulpassivierung)	PROFIsafe-Watchdog, PROFIsafe-Kommunikationsfehler oder Unter-/Überspannung wurde erkannt.
(11)	RUN (OK)	RUN (Modulpassivierung mit einem Befehl)	Der Befehl "activate_FV_C = 1” wurde von der Sicherheits-CPU gesendet
(12)	RUN (Kanal-Passivierung und -Reintegration)	SAFE STOP	Fatale(r) Fehler (CPU-Test, RAM-Test usw. fehlgeschlagen)

ID*	Von	Zu	Beschreibung
(13)	RUN (Modulpassivierung)	SAFE STOP	Fatale(r) Fehler (CPU-Test, RAM-Test usw. fehlgeschlagen)
(14)	RUN (Kanal-Passivierung und -Reintegration)	INIT	Aus-/Einschalten
(15)	INIT	INIT	Aus-/Einschalten
(16)	RUN (Anforderung der Quittierung durch Anwender)	SAFE STOP	Fatale(r) Fehler (CPU-Test, RAM-Test usw. fehlgeschlagen)
(17)	RUN (Anforderung der Quittierung durch Anwender)	INIT	Aus-/Einschalten
(18)	RUN (Modulpassivierung mit einem Befehl)	RUN (Modulpassivierung)	PROFIsafe-Watchdog, PROFIsafe-Kommunikationsfehler oder Unter-/Überspannung wurde identifiziert. **Hinweis:** Bei diesem Übergang ist es möglich, dass das Bit WD_timeout der PROFIsafe F-Host-Instanz hin- und herschaltet, wenn eine Zeitüberschreitung des Watchdog vom Sicherheits-E/A-Modul periodisch erkannt wird.
(19)	RUN (Modulpassivierung)	RUN (Modulpassivierung mit einem Befehl)	Wenn der Grenzabschaltwert während der Prozess-Unter- oder Überspannung nicht erreicht wird und die Prozessspannung wieder im normalen Bereich liegt, wird das Sicherheits-E/A-Modul wieder integriert und würde automatisch in den Zustand RUN (OK) gehen; aber kurze Zeit zuvor wurde der Befehl "activate_FV_C = 1" vom PROFIsafe F-Host-Stack gesendet, wodurch das Sicherheits-E/A-Modul in den Zustand RUN (Modulpassivierung durch Befehl) wechselt.
(20)	RUN (Anforderung der Quittierung durch Anwender)	RUN (Modulpassivierung)	Prozess-Unterspannung/-Überspannung wurde identifiziert.
(21)	RUN (Modulpassivierung)	RUN (Anforderung der Quittierung durch Anwender)	■ Modulfehler (Watchdog oder Kommunikationsfehler (CRC)) wurde behoben. **und** ■ Befehl activate_FV_C = 0 **dann** ■ Sicherheits-E/A-Modul setzt OA_Req_S = 1

ID*	Von	Zu	Beschreibung
(22)	RUN (Anforderung der Quittierung durch Anwender)	RUN (OK)	■ OA_Req_S = 1 wurde vom Sicherheits-E/A-Modul gesetzt, nachdem der Modulfehler behoben wurde. ■ OA_C (positive Flanke) wurde vom PROFIsafe F-Host für das entsprechende Sicherheits-E/A-Modul gesetzt.
(23)	RUN (Anforderung der Quittierung durch Anwender)	RUN (Modulpassivierung mit einem Befehl)	Der Befehl "activate_FV_C = 1” wurde vom PROFIsafe F-Host gesendet
(24)	RUN (Modulpassivierung mit einem Befehl)	SAFE STOP	Fatale(r) Fehler (CPU-Test, RAM-Test usw. fehlgeschlagen)
(25)	RUN (Modulpassivierung mit einem Befehl)	INIT	Aus-/Einschalten
(26)	RUN (Modulpassivierung mit einem Befehl)	RUN (OK)	■ Kein Modulfehler ■ Befehl activate_FV_C = 0
(27)	RUN (Kanal-Passivierung und -Reintegration)	RUN (Modulpassivierung)	PROFIsafe-Watchdog, PROFIsafe-Kommunikationsfehler oder Unter-/Überspannung wurde erkannt. **Hinweis:** Bei diesem Übergang ist es möglich, dass das Bit WD_timeout der PROFIsafe F-Host-Instanz hin- und herschaltet, wenn eine Zeitüberschreitung des Watchdog vom Sicherheits-E/A-Modul periodisch erkannt wird.
(28)	RUN (Kanal-Passivierung und -Reintegration)	RUN (Modulpassivierung mit einem Befehl)	Der Befehl "activate_FV_C = 1” wurde vom PROFIsafe F-Host-Stack gesendet
(29)	RUN (Anforderung der Quittierung durch Anwender)	RUN (Kanalpassivierung und -reintegration)	Dieser Übergang ist nur möglich, wenn der Kanalfehler vor oder während der Modulpassivierung erkannt wurde. Als Folge davon versetzt einer der Kanaltests das Sicherheits-E/A-Modul nach der Modul-Reintegration direkt in den Zustand RUN (Kanal-Passivierung und Reintegration).

ID*	Von	Zu	Beschreibung
(30)	RUN (Modulpassivierung)	RUN (OK)	Wenn der Grenzabschaltwert während der Prozess-Unterspannung nicht erreicht wird und die Prozessspannung wieder im normalen Bereich liegt, wird das Sicherheits-E/A-Modul wieder integriert und geht automatisch in den Zustand RUN (OK). Wenn der Grenzwert für die Gerätesicherung während der Prozess-Überspannung nicht erreicht wird und die Prozessspannung wieder im normalen Bereich liegt, wird das Sicherheits-E/A-Modul wieder integriert und geht automatisch in den Zustand RUN (OK).
(31)	RUN (Modulpassivierung)	RUN (Modulpassivierung)	Wenn zweimal innerhalb einer Sekunde eine Prozess-Unterspannung vorliegt, bleibt das Sicherheits-E/A-Modul im Zustand RUN (Modulpassivierung).
(32)	RUN (Modulpassivierung mit einem Befehl)	RUN (Kanalpassivierung und -reintegration)	Dieser Übergang ist nur möglich, wenn der Kanalfehler während RUN (Modulpassivierung mit einem Befehl) erkannt wurde. Als Folge davon geht das Sicherheits-E/A-Modul nach dem Befehl activate_FV_C = 0 in den Zustand RUN (Kanal-Passivierung und Reintegration) über.

* Zahlen sind Übergänge in ↳ Abb. 14 und ↳ Abb. 15

3.2.3 Unterspannung/Überspannung

Wenn beim E/A-Modul eine Unterspannung (<18 V) erkannt wird, wechselt das Modul in den Zustand RUN (Modulpassivierung), solange die Prozessspannung den Abschaltwert (16 V) nicht unterschreitet, bei dem keine Kommunikation zum PROFIsafe F-Host mehr möglich ist. Wenn der Grenzabschaltwert (16 V) während der Prozess-Unterspannung nicht erreicht wurde und die Prozessspannung wieder im normalen Bereich (≥ ~18 V) liegt, wird das Sicherheits-E/A-Modul wieder integriert und geht automatisch in den Zustand RUN (OK) über.

Um eine andauernde ungewollte Modulpassivierung und Reintegration zu verhindern, ist das folgende Feature für Unterspannung verfügbar:

- Anwender müssen permanent das Bit Device_Fault des Sicherheits-E/A-Moduls überwachen; wenn es "1" ist, muss das Modul mit activate_FV_C = 1 passiviert werden.

Wenn beim E/A-Modul eine Überspannung (> 31,2 V) erkannt wird, wechselt das Modul in den Zustand RUN (Modulpassivierung), bis die Prozessspannung nicht den Grenzwert für die Gerätesicherung (> 35 V) übersteigt, bei der das E/A-Modul beschädigt wird und ausgetauscht werden muss. Wenn der Grenzwert für die Gerätesicherung während der Prozess-Überspannung nicht erreicht wird und die Prozessspannung wieder im normalen Bereich liegt, wird das Sicherheits-E/A-Modul wieder integriert und geht automatisch in den Zustand RUN (OK) über. Um eine andauernde ungewollte Modulpassivierung und Reintegration zu verhindern, ist dasselbe Feature (Überwachung des Bits Device_Fault) wie für Unterspannung verfügbar.

3.2.4 Diagnose

GEFAHR!

Die Diagnosedaten sind nicht sicherheitsrelevant und sollten deshalb in der Sicherheitsanwendung nicht zur Ausführung von Sicherheitsfunktionen verwendet werden.

Abb. 16 zeigt die LED-Anzeigen der Sicherheits-E/A-Module (AI581-S wird als Beispiel verwendet), die während des Starts der Sicherheits-E/A-Module auftreten können.

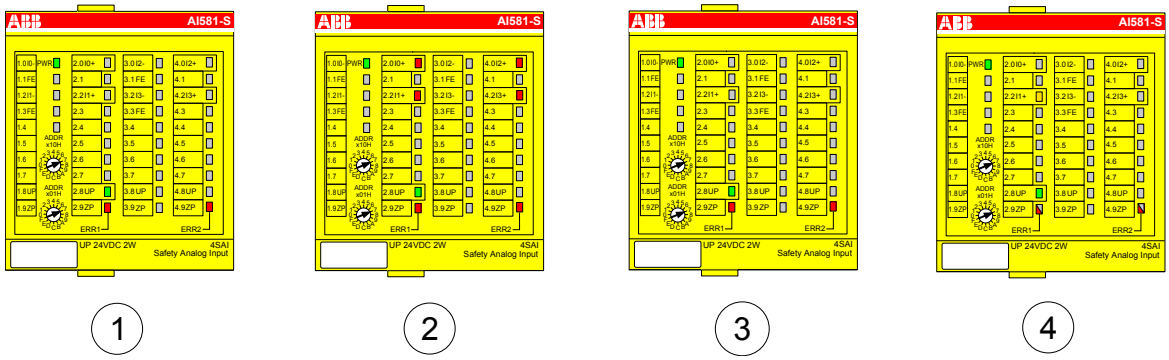


Abb. 16: LED-Anzeige der Sicherheits-E/A-Module während des Starts (Beispiel mit AI581-S)

1 Zustand 1 – Hardware-Reset und Initialisierung
2 Zustand 2 – LED-Test
3 Zustand 3 – Ende der Initialisierung
4 Zustand 4 – Parametrierung beendet, aber noch keine PROFIsafe-Kommunikation

HINWEIS!

Externe Fehler (an Verkabelung oder Sensoren) an den Sicherheits-E/A-Modulen führen zur Kanalpassivierung ("0"-Werte werden zurückgegeben). Sobald ein externer Fehler behoben wird und dies in einem internen Sicherheits-E/A-Modul-Test erkannt wird, verlangen die Kanäle des Sicherheits-E/A-Moduls eine Quittierung zur Reintegration in den normalen Sicherheitsprozessmodus. Anwender können solche Kanäle mit dedizierten Kanalbits quittieren (*Kapitel 4.3.5 „Instanziierung und Konfiguration von Sicherheitsmodulen / Definition von Variablennamen“ auf Seite 198*).

Die Fehlermeldungen der Sicherheits-E/A-Module werden zusammen mit den anderen Fehlermeldungen des Moduls in der CPU PM5xx gespeichert. In den beiden folgenden Tabellen befinden sich Listen der Fehlermeldungen der Sicherheits-E/A-Module.

Tab. 7: Liste der Fehlermeldungen der Sicherheits-E/A-Module (Kanal- oder Modulreintegration möglich)

Fehlerklasse	Komponente oder Schnittstelle	Gerät	Module	Kanal	Fehler	Fehlertext	Abhilfe
E3	14	1..10	31	31	20	PROFIsafe-Kommunikationsfehler	Starten Sie das E/A-Modul neu. Wenn der Fehler weiterhin besteht, wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.
E3	14	1..10	31	31	25	Timeout des PROFIsafe-Watchdog	Starten Sie das E/A-Modul neu. Wenn der Fehler weiterhin besteht, verlängern Sie die PROFIsafe-Watchdog-Zeit.
E3	14	1..10	31	31	10	Prozessspannung zu hoch	Prozessspannung überprüfen
E3	14	1..10	31	31	11	Prozessspannung zu niedrig	Prozessspannung überprüfen
E3	14	1..10	31	31	43	Interner Fehler im Gerät	E/A-Modul austauschen
E3	14	1..10	1	0..3	4	Messwertüberschreitung am E/A-Modul	Kanal-Verdrahtung und Sensor-Spannungsversorgung überprüfen
E3	14	1..10	1	0..3	7	Messwertunterschreitung am Ein-/Ausgang	Kanal-Verdrahtung und Sensor-Spannungsversorgung überprüfen
E3	14	1..10	1	0..3	55	Differenz der Kanalwerte zu groß	Toleranzfenster für Kanäle anpassen. Kanal-Verdrahtung und Sensor-Konfiguration überprüfen.
E3	14	1..10	0	0..15	3	Diskrepanzzeit abgelaufen	Diskrepanzzeit, Kanal-Verdrahtung und Sensor überprüfen.
E3	14	1..10	0	0..15	25	Fehler. Kanal reagiert nicht mehr.	Verdrahtung des E/A-Moduls überprüfen. E/A-Modul ggf. neu starten. Wenn der Fehler weiterhin besteht, das E/A-Modul austauschen.
E3	14	1..10	0	0..15	12	Fehler Testimpuls	Verdrahtung und Sensor überprüfen.

Fehler-klasse	Kompo-nente oder Schnitt-stelle	Gerät	Module	Kanal	Fehler	Fehlertext	Abhilfe
E3	14	1..10	0	0..15	13	Modul 0: Fehler Kanal-übersprechen Testimpuls Modul 2: Fehler Kanal-rücklesen	Verdrahtung und Sensor überprüfen. Wenn der Fehler weiterhin besteht, das E/A-Modul austau-schen. Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.
E3	14	1..10	0	0..15	28	Fehler Kanal-übersprechen	Verdrahtung des E/A-Moduls überprüfen. E/A-Modul ggf. neu starten. Wenn der Fehler weiterhin besteht, das E/A-Modul austauschen.
E3	14	1..10	2	0..7	13	Modul 0: Fehler Kanal-übersprechen Testimpuls Modul 2: Fehler Kanal-rücklesen	Verdrahtung des E/A-Moduls überprüfen. E/A-Modul ggf. neu starten. Wenn der Fehler weiterhin besteht, das E/A-Modul austauschen.
E3	14	1..10	2	0..7	18	Fehler Kanal-übersprechen	Verdrahtung des E/A-Moduls überprüfen. E/A-Modul ggf. neu starten. Wenn der Fehler weiterhin besteht, das E/A-Modul austauschen.

Tab. 8: Liste der Fehlermeldungen der Sicherheits-E/A-Module (Kanal- oder Modulreintegration nicht möglich)

Fehler-klasse	Kompo-nente oder Schnitt-stelle	Gerät	Module	Kanal	Fehler	Fehlertext	Abhilfe
E3	14	1..10	31	31	28	Konfiguration für F-Para-meter stimmt nicht mit dem Wert des Adressschal-ters überein.	Konfiguration für F-Para-meter des E/A-Moduls und Wert des Adressschalters überprüfen.
E3	14	1..10	31	31	26	Parameterwert	Master oder Konfiguration überprüfen

Fehler-klasse	Kompo-nente oder Schnitt-stelle	Gerät	Module	Kanal	Fehler	Fehlertext	Abhilfe
E3	14	1..10	31	31	19	Prüfsummen-fehler im E/A-Modul	Standard-E/A: E/A-Modul austauschen Sicherheits-E/A: Sicher-heitskonfiguration und CRCs für I- und F-Para-meter überprüfen.
E3	14	1..10	31	31	18	Plausibilitäts-prüfung fehlge-schlagen (iPa-rameter)	Konfiguration überprüfen

Vollständige Liste der AC500-Fehlermeldungen ↬ *AC500-Anwenderhandbuch [4]*.

3.3 DI581-S Digitales Sicherheits-Eingabemodul

Elemente des Moduls

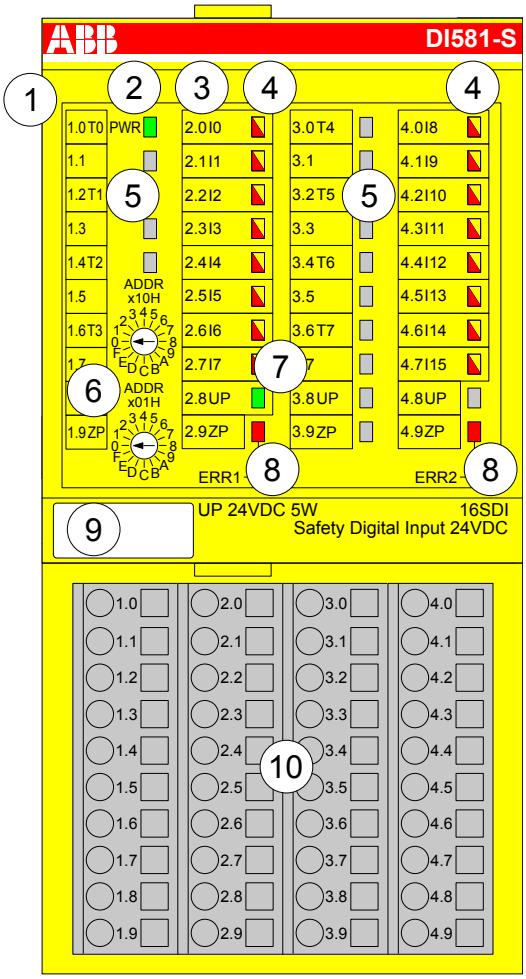


Abb. 17: Digitales Sicherheits-Eingabemodul DI581-S, eingesteckt in Klemmenblock TU582-S

1 E/A-Bus
2 System-LED
3 Zuordnung Klemmennummer – Signalname
4 16 gelb/rote LEDs Signalstatus I0 … I7/I8 … I15
5 8 eindeutige phasenverschobene Testimpuls-Ausgänge T0 … T3/T4 … T7
6 2 Drehschalter für PROFIsafe-Adresse
7 Grüne LED Prozessspannung UP
8 Rote LEDs zur Anzeige von Fehlern
9 Beschriftungsschild (TA525)
10 E/A-Klemmenblock (TU582-S)

3.3.1 Verwendungszweck

Das digitale Sicherheits-Eingabemodul DI581-S kann als dezentrales Erweiterungsmodul für die PROFINET-Module CI501-PNIO, CI502-PNIO, CI504-PNIO und CI506-PNIO (Freigabedatum ab 2013) oder lokal an CPUs der AC500-Serie für Sicherheitsanwendungen bis SIL 3 (IEC 61508), SILCL 3 (IEC 62061) und PL e (ISO 13849-1) verwendet werden.

HINWEIS!

Die Werte, die mit Ihrer Sicherheitsanwendung für SIL (IEC 61508), SILCL (IEC 62061) und PL (ISO 13849-1) erreicht werden können, hängen von der Verdrahtung der Sensoren im DI581-S-Modul ab

Das DI581-S enthält 16 sichere Digitaleingänge 24 V DC aufgeteilt in zwei Gruppen (2.0 ... 2.7 und 4.0 ... 4.7) ohne Potentialtrennung zwischen den Kanälen.

Die Eingänge sind gegenüber den anderen Schaltkreisen des Moduls nicht galvanisch getrennt.

3.3.2 Funktionalität

Digitaleingänge	16 (24 V DC)
LED-Anzeigen	Für Signalzustand, Modulfehler, Kanalfehler und Versorgungsspannung
Interne Spannungsversorgung	Über I/O-Bus-Schnittstelle
Externe Spannungs-versorgung	Über Klemmen ZP und UP (Prozessspannung 24 V DC)

Selbsttests und Diagnosefunktionen (sowohl beim Starten als auch während des Betriebs) wie CPU- und RAM-Tests, Programmablauf-Überwachung, Kanalübersprechen und dauerhaftes 1-Signal usw. werden im DI581-S gemäß den Anforderungen von IEC 61508 SIL 3 implementiert.

! HINWEIS!

Nur F_Dest_Add wird für die PROFIsafe F-Device-Identifizierung im DI581-S verwendet.

Das DI581-S verfügt über 16 Sicherheits-Digitaleingangskanäle mit den folgenden Funktionen:

- Phasenverschobene (eindeutige) Testimpulse T0 ... T7 können für den Anschluss mechanischer Sensoren verwendet werden. Die Testimpuls-Ausgänge T0 … T7 liefern ein 24 V-Signal mit einem kurzen phasenverschobenen eindeutigen Impuls (0 V) von 1 ms. Da die Testimpulse der Testimpuls-Ausgangskanäle eindeutig sind (aufgrund der Phasenverschiebung), können sie zur Überwachung des Kanalübersprechens zwischen einem gegebenen Eingangskanal mit verbundenem Testimpuls-Ausgang und einer anderen Leitung, z. B. 24 V DC, eines anderen Testimpuls-Ausgangs usw., verwendet werden. Testimpuls-Ausgänge sind dediziert:
  - T0 kann nur mit Eingangskanälen I0 und I1 verwendet werden
  - T1 kann nur mit Eingangskanälen I2 und I3 verwendet werden
  - T2 kann nur mit Eingangskanälen I4 und I5 verwendet werden
  - T3 kann nur mit Eingangskanälen I6 und I7 verwendet werden
  - T4 kann nur mit Eingangskanälen I8 und I9 verwendet werden
  - T5 kann nur mit Eingangskanälen I10 und I11 verwendet werden
  - T6 kann nur mit Eingangskanälen I12 und I13 verwendet werden
  - T7 kann nur mit Eingangskanälen I14 und I15 verwendet werden
- Eingangsverzögerung mit den folgenden Werten: 1 ms, 2 ms, 5 ms, 10 ms, 15 ms, 30 ms, 50 ms, 100 ms, 200 ms, 500 ms. Eine Eingangsverzögerung von 1 ms ist der Mindestwert.

HINWEIS!

Die zulässige Signalfrequenz bei sicheren Digitaleingängen hängt vom Wert der Eingangsverzögerung für einen Kanal ab:

- Bei einer Kanal-Eingangsverzögerung zwischen 1 ... 10 ms muss die Impulslänge des Eingangssignal ≥ 15 ms (~ 65 Hz) sein, um eine gelegentliche Passivierung des Eingangskanals zu vermeiden.
- Bei einer Kanal-Eingangsverzögerung von 15 ms muss die Impulslänge des Eingangssignals ≥ 20 ms (~ 50 Hz) sein, um eine gelegentliche Passivierung des Eingangskanals zu vermeiden.
- Bei einer Kanal-Eingangsverzögerung von 30 ms muss die Impulslänge des Eingangssignals ≥ 40 ms (~ 25 Hz) sein, um eine gelegentliche Passivierung des Eingangskanals zu vermeiden.
- Bei einer Kanal-Eingangsverzögerung von 50 ms muss die Impulslänge des Eingangssignals ≥ 60 ms (~ 15 Hz) sein, um eine gelegentliche Passivierung des Eingangskanals zu vermeiden.
- Bei einer Kanal-Eingangsverzögerung von 100 ms muss die Impulslänge des Eingangssignals ≥ 120 ms (~ 8 Hz) sein, um eine gelegentliche Passivierung des Eingangskanals zu vermeiden.
- Bei einer Kanal-Eingangsverzögerung von 200 ms muss die Impulslänge des Eingangssignals ≥ 250 ms (~ 4 Hz) sein, um eine gelegentliche Passivierung des Eingangskanals zu vermeiden.
- Bei einer Kanal-Eingangsverzögerung von 500 ms muss die Impulslänge des Eingangssignals ≥ 600 ms (~ 1,5 Hz) sein, um eine gelegentliche Passivierung des Eingangskanals zu vermeiden.

GEFAHR!

Der Parameter Eingangsverzögerung besagt, dass Signale mit einer kürzeren Dauer als die Eingangsverzögerung vom Sicherheitsmodul nicht erkannt werden.

Die Signale mit einer Dauer von mehr als "Eingangsverzögerung" + "Auflösung der Eingangsverzögerung" werden immer vom Sicherheitsmodul erkannt, vorausgesetzt, dass die zulässige Frequenz (siehe vorangehender Hinweis) des Sicherheitseingangssignals nicht überschritten wird.

Die "Auflösung der Eingangsverzögerung" kann mit den folgenden Annahmen geschätzt werden:

- Wenn für den entsprechenden digitalen Sicherheitseingang keine Testimpulse konfiguriert wurden, kann die Auflösung der Eingangsverzögerung berechnet werden als 1 % der eingestellten Eingangsverzögerung (die Auflösung der Eingangsverzögerung muss jedoch mindestens 0,5 ms entsprechen!).
- Wenn für den entsprechenden digitalen Sicherheitseingang des DI581-S-Moduls Testimpulse konfiguriert wurden, können die Werte für die Auflösung der Eingangsverzögerung mithilfe des Parameterwertes für die Eingangsverzögerung in der unten aufgeführten Tabelle geschätzt werden.

Eingangsverzögerung (ms)	Auflösung der Eingangsverzögerung (ms)
1	2
2	2
5	3
10	4
15	5
30	6

Eingangsverzögerung (ms)	Auflösung der Eingangsverzögerung (ms)
50	7
100	10
200	15
500	25

- Überprüfung der Prozess-Spannungsversorgung (eine Diagnosemeldung, die über die fehlende Prozess-Spannungsversorgung für ein entsprechendes Sicherheits-E/A-Modul informiert, wird vom Sicherheits-E/A-Modul an die CPU gesendet). Diese Funktion ist nicht sicherheitsbezogen und steht nicht im Zusammenhang mit der internen sicherheitsrelevanten Über- oder Unterspannungserkennung.
- 2-Kanal äquivalent oder 2-Kanal antivalent mit Diskrepanzzeit-Überwachung (konfigurierbar von 10 ms ... 30 s).

HINWEIS!

In einem 2-Kanal-Modus transportiert der niedrigere Kanal (Kanäle 0/8 ➔ Kanal 0, Kanäle 1/9 ➔ Kanal 1 usw.) gesammelt den Prozesswert, das PROFIsafe-Diagnosebit, die Quittierungsanforderung und die Quittierungs-Reintegrationsinformation. Der höhere Kanal liefert immer den passivierten Wert “0”.

GEFAHR!

Nach einem Diskrepanzzeit-Fehler werden die relevanten Kanäle passiviert. Sobald ein gültiger Sensorzustand erkannt wird (äquivalent oder antivalent, je nach ausgewähltem Modus), wird das Statusbit für die Reintegrationsanforderung eines Kanals TRUE. Ein Fehler kann mit der Reintegrationsquittierung des entsprechenden Kanals quittiert werden. Dies kann direkt zu einem Maschinenstart führen, da sowohl TRUE - TRUE und FALSE - FALSE gültige Zustände für Äquivalenz und TRUE - FALSE und FALSE - TRUE gültige Zustände für Antivalenz sind.

Stellen Sie sicher, dass dies in Ihrer Sicherheitsanwendung in Ordnung ist. Wenn nicht, können Sie entweder die mitgelieferten PLCopen Safety-POE für 2-Kanal-Evaluierung in Ihrem Sicherheitsprogramm verwenden oder Ihre eigenen POE für 2-Kanal-Evaluierung in der Sicherheits-CPU schreiben.

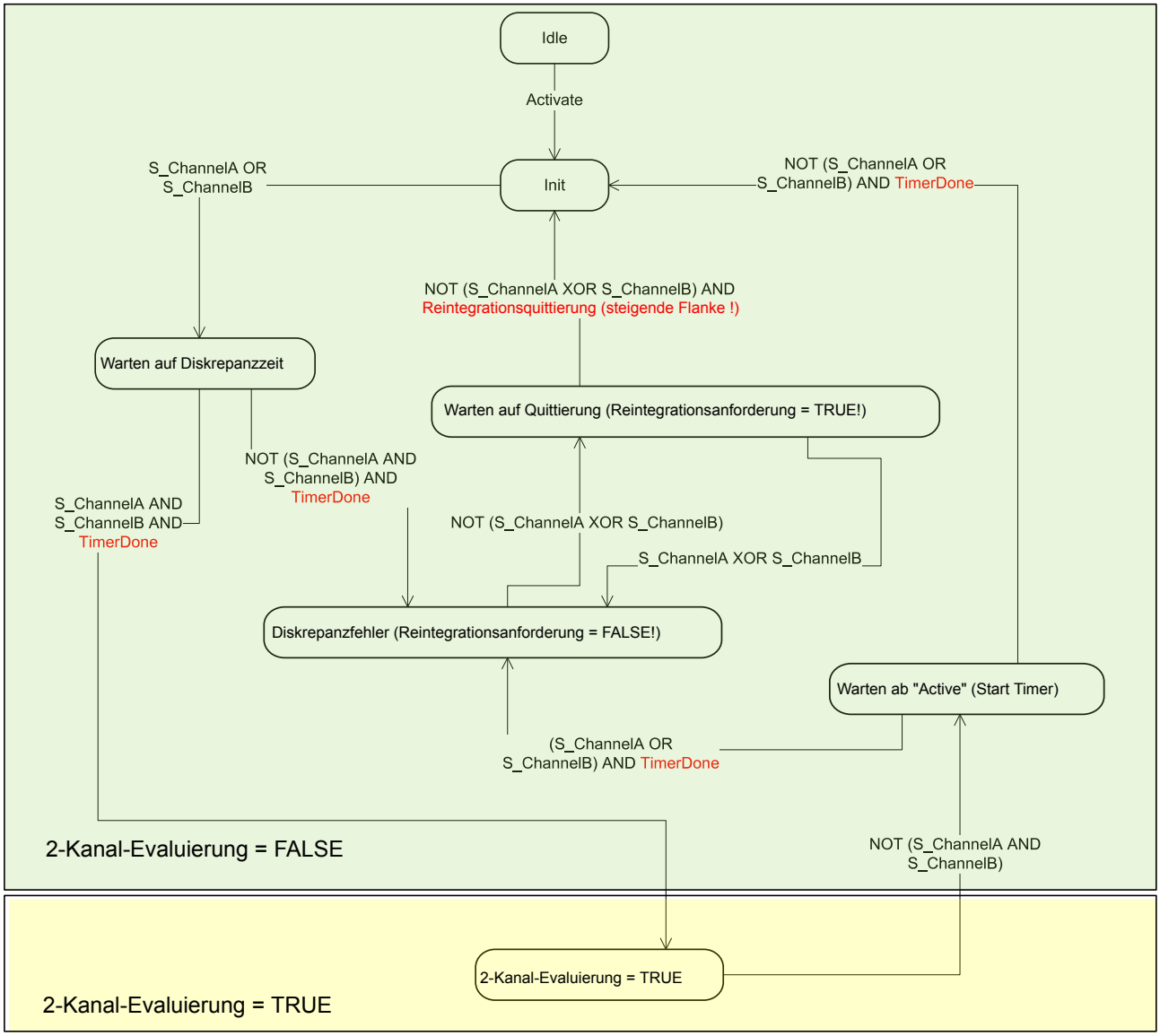


Abb. 18: Modus 2-Kanal äquivalent in DI581-S implementiert

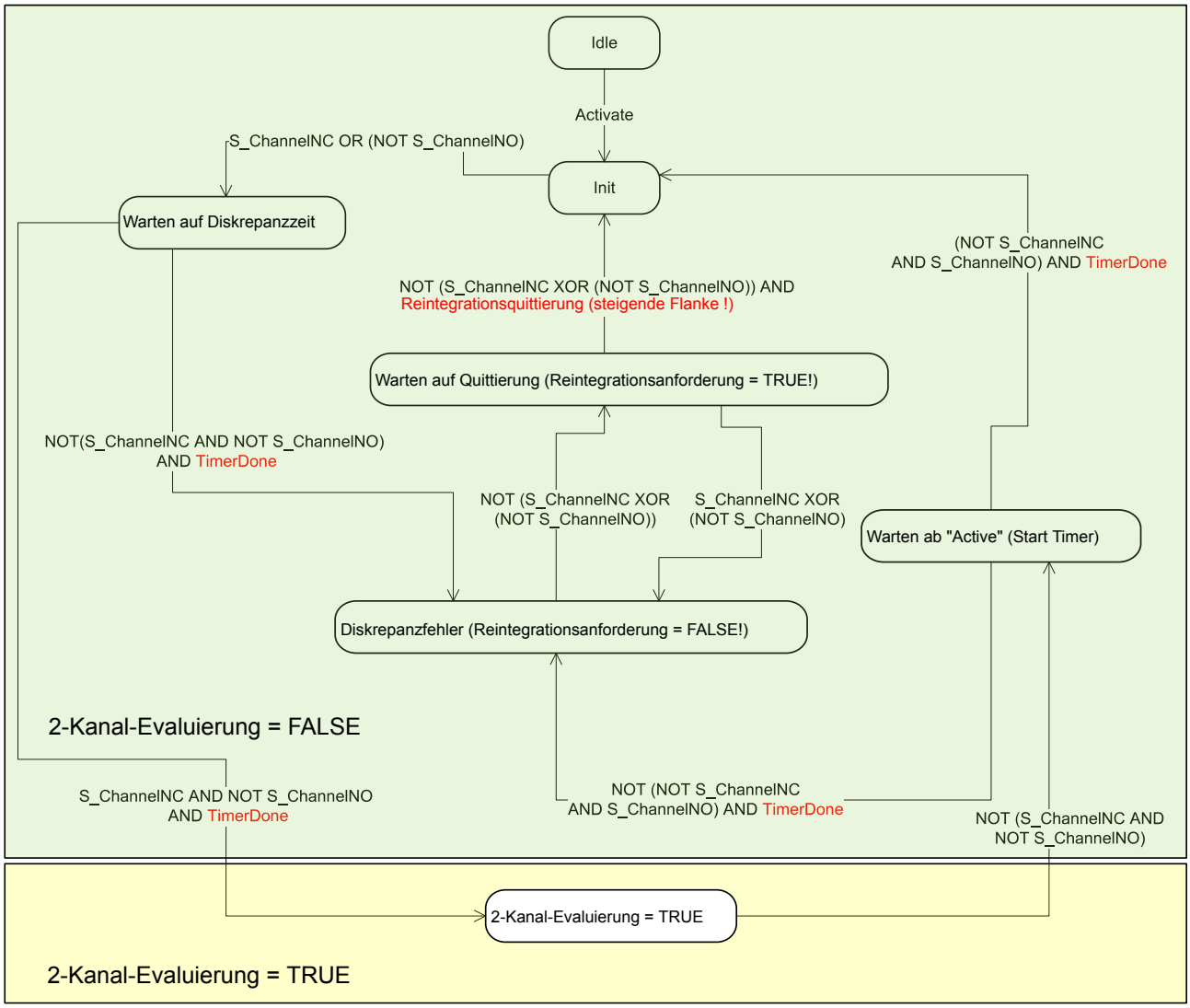


Abb. 19: Modus 2-Kanal antivalent in DI581-S implementiert

! HINWEIS!

Die Modi "2-Kanal äquivalent" und "2-Kanal antivalent" werden in DI581-S und DX581-S implementiert, um relativ statische Sicherheitssignale, z. B. für Not-Halt, zu verarbeiten.

Wenn sich häufig ändernde Signale, z. B. für Lichtvorhänge, Laserscanner, Türschalter usw. von DI581-S und DX581-S verarbeitet werden müssen, wird dringend empfohlen, die entsprechenden Kanäle im 1-Kanal-Modus zu konfigurieren und die Evaluierung für 2-Kanal äquivalent und 2-Kanal antivalent in der Sicherheits-CPU mit den PLCopen Safety-Funktionsblöcken SF_Equivalent und SF_Antivalent vorzunehmen (↳ *Kapitel 4.6.6.2 „SF_Equivalent“ auf Seite 295* und ↳ *Kapitel 4.6.6.3 „SF_Antivalent“ auf Seite 300*).

3.3.3 Montage, Abmessungen und elektrischer Anschluss

Die Eingabemodule können nur in den Klemmenblock mit Federzugklemmen TU582-S eingesteckt werden. Die eindeutige mechanische Codierung auf den E/A-Klemmenblöcken verhindert eventuelle Fehler, sodass keine Standard-E/A-Module in den Sicherheits-E/A-Klemmenblock eingesteckt werden können und umgekehrt.

Installation und Wartung dürfen nur von Elektro-Fachkräften nach den technischen Regeln, Richtlinien und einschlägigen Normen, z. B. EN 60204 Teil 1, vorgenommen werden.

Montage der DI581-S

⚠ GEFAHR!

Einbau und Austausch im laufenden Betrieb sind bei Modulen unter Spannung nicht zulässig. Für jegliche Arbeiten an AC500-Systemen, einschließlich Sicherheitsmodulen, müssen immer alle Spannungsquellen (Versorgungs- und Prozessspannungen) ausgeschaltet sein.

Achten Sie auf einen korrekten Sitz des Moduls und drücken Sie dieses mit einer Kraft von ca. 100 Newton auf den Klemmenblock, bis die Verriegelung schließt. Der Klemmenblock wird entweder auf einer Hutschiene oder mittels 2 Schrauben und dem zusätzlichen Zubehör für Wandmontage (TA526) befestigt.

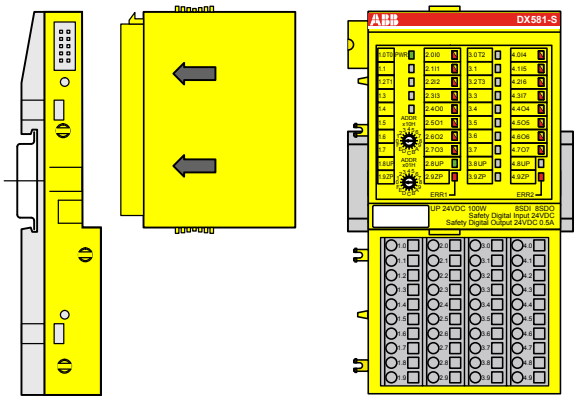


Abb. 20: Montageanleitung

1. Positionieren Sie das Modul auf dem Klemmenblock.
   ⇨ Das Modul rastet ein.
2. Drücken Sie das Modul dann mit einer Kraft von ca. 100 Newton in Pfeilrichtung.

Demontage der DI581-S

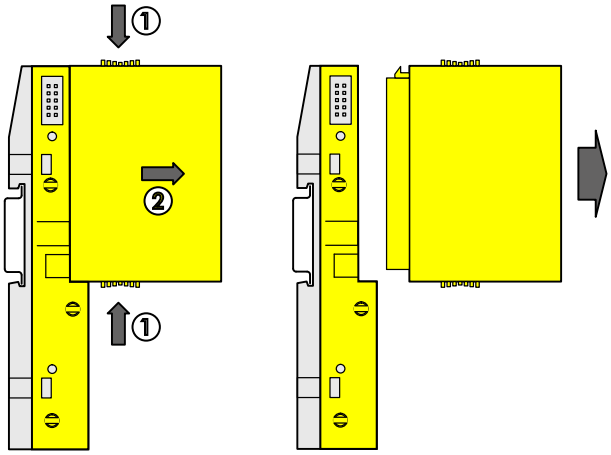


Abb. 21: Demontageanleitung

→ Drücken Sie oben und unten, dann entfernen Sie das Modul.

Abmessungen

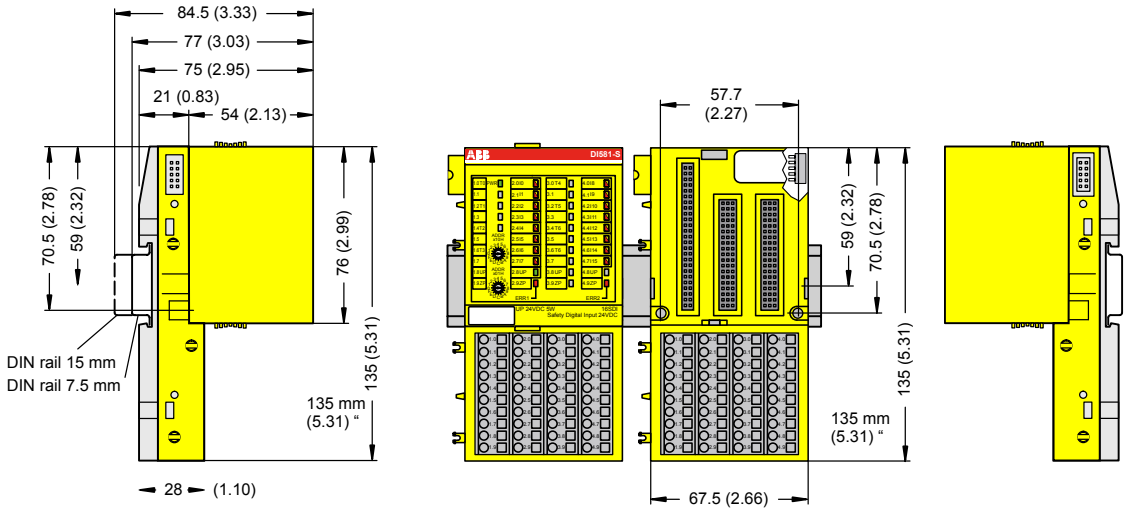


Abb. 22: Abmessungen des Sicherheits-E/A-Moduls DI581-S

Elektrischer Anschluss

HINWEIS!

Derselbe TU582-S wird für alle Sicherheits-E/A-Module der Serie AC500-S verwendet. Wenn der TU582-S für ein DX581-S mit sicheren Digitalausgängen verdrahtet wird und ein DI581-S oder AI581-S versehentlich in diesen Klemmenblock gesteckt wird, ist es nicht möglich, dass die Sicherheits-Digitalausgangs-Klemmen am TU582-S durch falsch eingesteckte Sicherheits-E/A-Module DI581-S oder AI581-S unter Spannung gesetzt werden.

Der elektrische Anschluss der Ein- und Ausgangskanäle erfolgt an den 40 Klemmen des E/A-Klemmenblocks. Auf diese Weise können die Module ausgetauscht werden, ohne dass die Verkabelung an den Klemmenblöcken gelöst werden muss.

Die Klemmen 1.8, 2.8, 3.8 und 4.8 bzw. 1.9, 2.9, 3.9 und 4.9 sind im Inneren des E/A-Klemmenblocks jeweils elektrisch miteinander verbunden und haben unabhängig vom eingesetzten Modul immer dieselbe Belegung:

- Klemmen 1.8, 2.8, 3.8 und 4.8: Prozessspannung UP = +24 V DC
- Klemmen 1.9, 2.9, 3.9 und 4.9: Prozessspannung ZP = 0 V

Zuordnung der weiteren Klemmen:

Anschlüsse	Signal	Bedeutung
1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 3.0, 3.2, 3.4, 3.6	T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7	Anschlüsse der 8 Testimpuls-Ausgänge T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7
2.0 … 2.7, 4.0 … 4.7	I0, I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8, I9, I10, I11, I12, I13, I14, I15	16 sichere Digitaleingänge

Anschlüsse	Signal	Bedeutung
1.8, 2.8, 3.8, 4.8	UP	Prozessversorgung +24 V DC
1.9, 2.9, 3.9, 4.9	ZP	Zentraler Erdanschluss der Prozessversorgungsspannung
1.1, 1.3, 1.5, 1.7, 3.1, 3.3, 3.5, 3.7	Frei	Nicht belegt

! HINWEIS!

Die Prozessspannung muss in das Erdungskonzept des Steuerungssystems einbezogen werden (z. B. Erdung des Minuspols).

Anschlussbeispiele

Beispiele der elektrischen Anschlüsse des DI581-S und des Einzelkanals Ix.

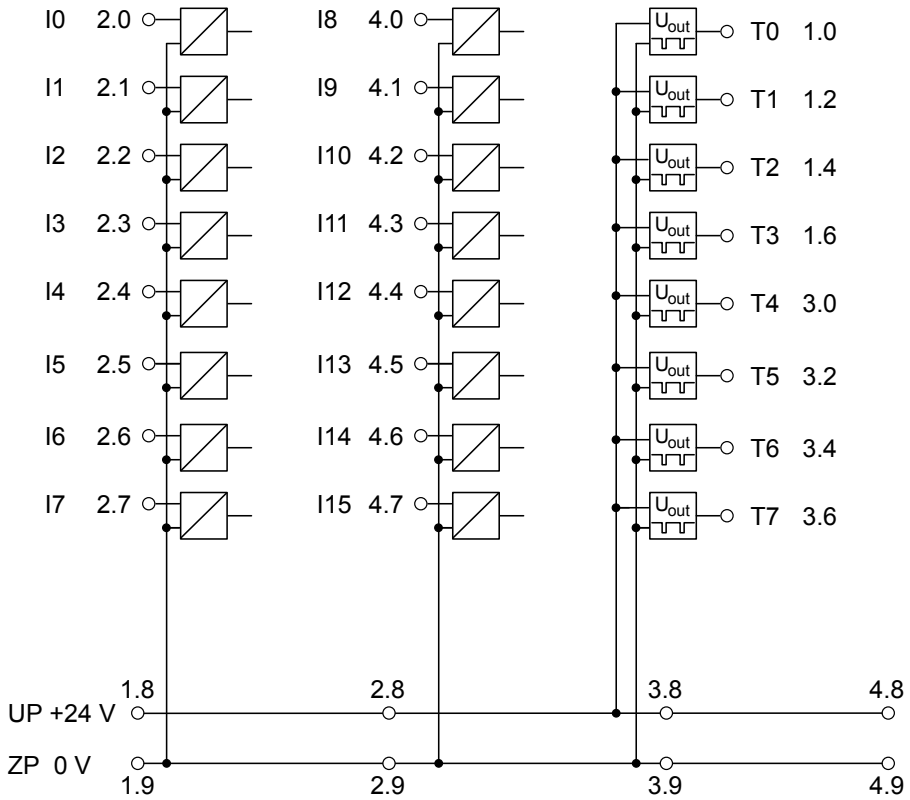


Abb. 23: Beispiel für elektrische Anschlüsse des DI581-S

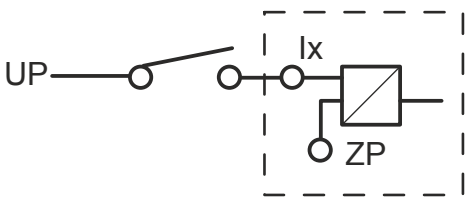


Abb. 24: Beispiel für Einzelkanal des DI581-S

3.3.4 Interner Datenaustausch

Eingänge (Wörter)	3
Ausgänge (Wörter)	1

3.3.5 Konfiguration der Ein- und Ausgänge

Im digitalen Sicherheits-Eingabemodul DI581-S selbst werden keine Konfigurationsdaten gespeichert. Die Konfigurationsdaten werden in den Sicherheits-CPUs und PM5xx-CPUs gespeichert.

3.3.6 Parametrierung

Die Einrichtung der Parameterdaten wird mit der System-Konfigurationssoftware Control Builder Plus PS501 (ab V2.2.1) / ABB Automation Builder (ab Version 1.0) durchgeführt. Die GSDML-Datei von ABB für PROFINET-Geräte kann zum Konfigurieren der Parameter für DI581-S mit PROFINET F-Hosts von Drittanbietern verwendet werden.

Die Parametereinstellung hat unmittelbaren Einfluss auf die Funktionalität der Module und die für SIL (IEC 61508), SILCL (IEC 62061) und PL (ISO 13849-1) erreichbaren Werte.

Nr.	Name	Werte	Standard
1	Überwachung Spannung	"Ein", "Aus"	"Ein"
2	Konfiguration	"Nicht belegt", "1 Kanal", "2-Kanal äquivalent", "2-Kanal antivalent"	"Nicht belegt"
3	Testimpuls	"Nicht verfügbar", "Verfügbar"	"Nicht verfügbar"
4	Eingangsverzögerung	“1 ms”, “2 ms”, “5 ms”, “10 ms”, “15 ms”, “30 ms”, “50 ms”, “100 ms”, “200 ms”, “500 ms”	“5 ms”
5	Diskrepanzzeit*	“10 ms”, “20 ms”, “30 ms”, “40 ms”, “50 ms”, “60 ms”, “70 ms”, “80 ms”, “90 ms”, “100 ms“, “150 ms”, “200 ms”, “250 ms”, “300 ms”, “400 ms”, “500 ms”, “750 ms”, “1 s”, “2 s”, “3 s”, “4 s”, “5 s”, “10 s”, “20 s”, “30 s”	“50 ms”

* Nur für Konfigurationen "2-Kanal äquivalent" und "2-Kanal antivalent" verfügbar

3.3.7 Anschlussbeispiele

Beispiele elektrischer Anschlüsse und der Werte, die für das DI581-S für SIL (IEC 61508), SILCL (IEC 62061) und PL (ISO 13849-1) erreichbar sind, finden Sie weiter unten.

! HINWEIS!

Wenn DC = hoch in den Beschaltungsbeispielen für sichere Digitaleingänge verwendet wird, kann die folgende Maßnahme aus ISO 13849-1 [10] im Modul DI581-S verwendet werden: Querschlussüberwachung von Eingangssignalen und Zwischenergebnissen innerhalb der Logik (L) sowie temporale und logische Softwareüberwachung des Programmflusses und Erkennung von statischen Fehlern und Kurzschlüssen (bei mehreren E/As).

Wenn DC = mittel in den Beschaltungsbeispielen für sichere Digitaleingänge verwendet wird, kann eine der Maßnahmen für die Eingabegeräte aus ISO 13849-1 [10] mit DC $\geq$ 90 % verwendet werden.

1-Kanal-Sensor, 24 V DC

Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I0)**	24 V DC extern
SILCL/PL [1), 2)]	SILCL 1/PL c
SIL[3)]	SIL 2

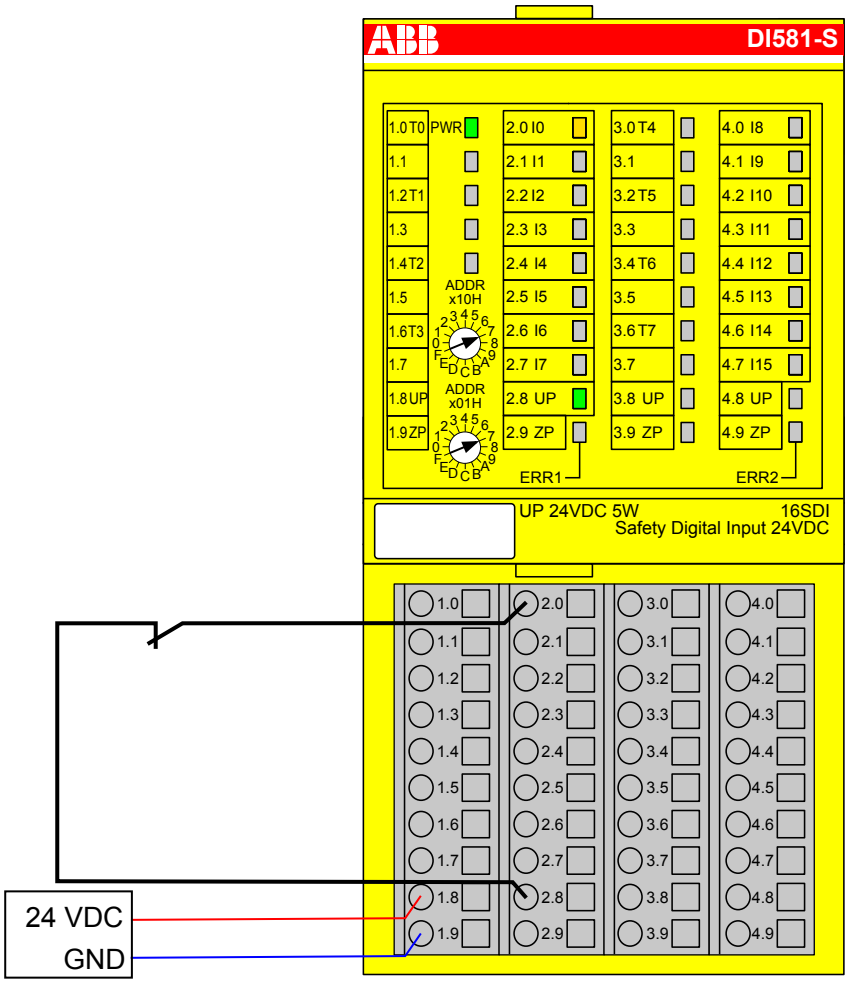


Abb. 25: Beschaltungsbeispiel DI581-S, 1-Kanal-Sensor, 24 V DC

[1)] - MTTFd = hoch, DC = 0

[2)] - Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden)

[3)] - Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu SIL 3 erreicht werden)

1-Kanal OSSD-Ausgang (mit internen Tests), externe Sensor-Stromversorgung

Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I0)**	24 V DC extern (OSSD)
SILCL/PL [1), 2)]	SILCL 1/PL c
SIL[3)]	SIL 2

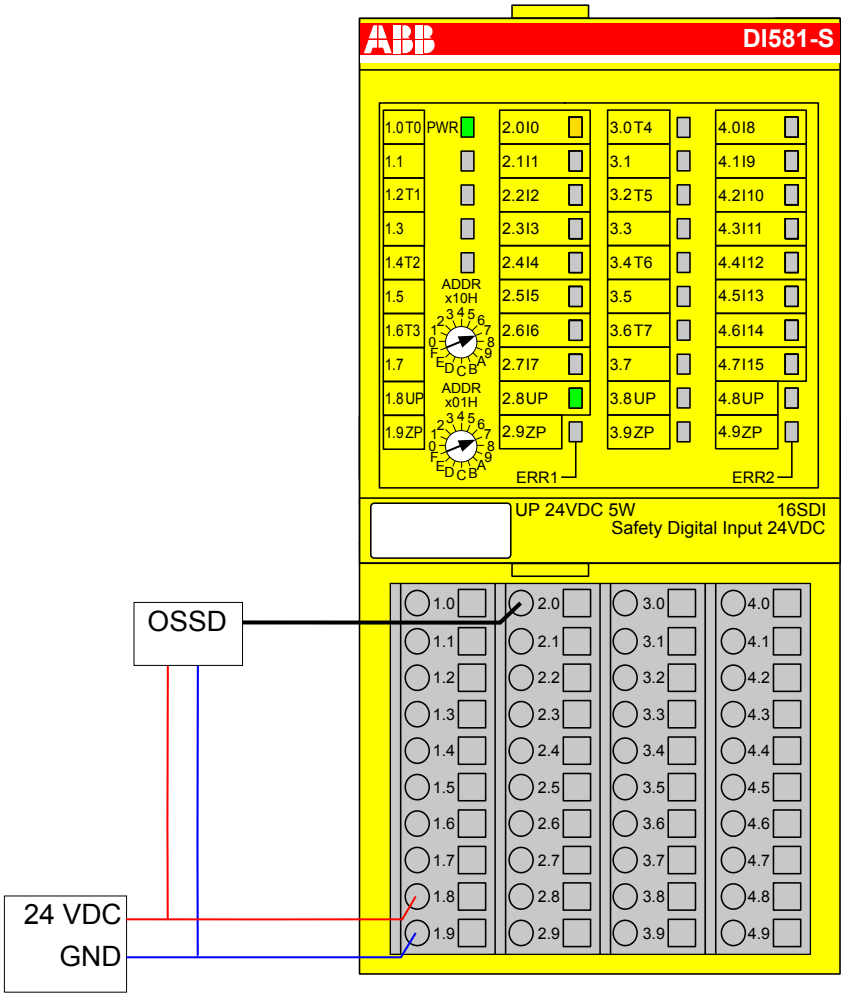


Abb. 26: Beispielbeschaltung DI581-S, 1-Kanal OSSD-Ausgang (mit internen Tests), externe Sensor-Stromversorgung

1) - MTTFd = hoch, DC = 0

2) - Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden)

3) - Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu SIL 3 erreicht werden)

2-Kanal-Sensor (äquivalent), 24 V DC

2-Kanal-Auswertung	Im DI581-S-Modul
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I0)**	24 V DC
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 2 **(I8)**	24 V DC
SILCL/PL [1), 2)]	SILCL 2/PL d
SIL[3)]	SIL 3

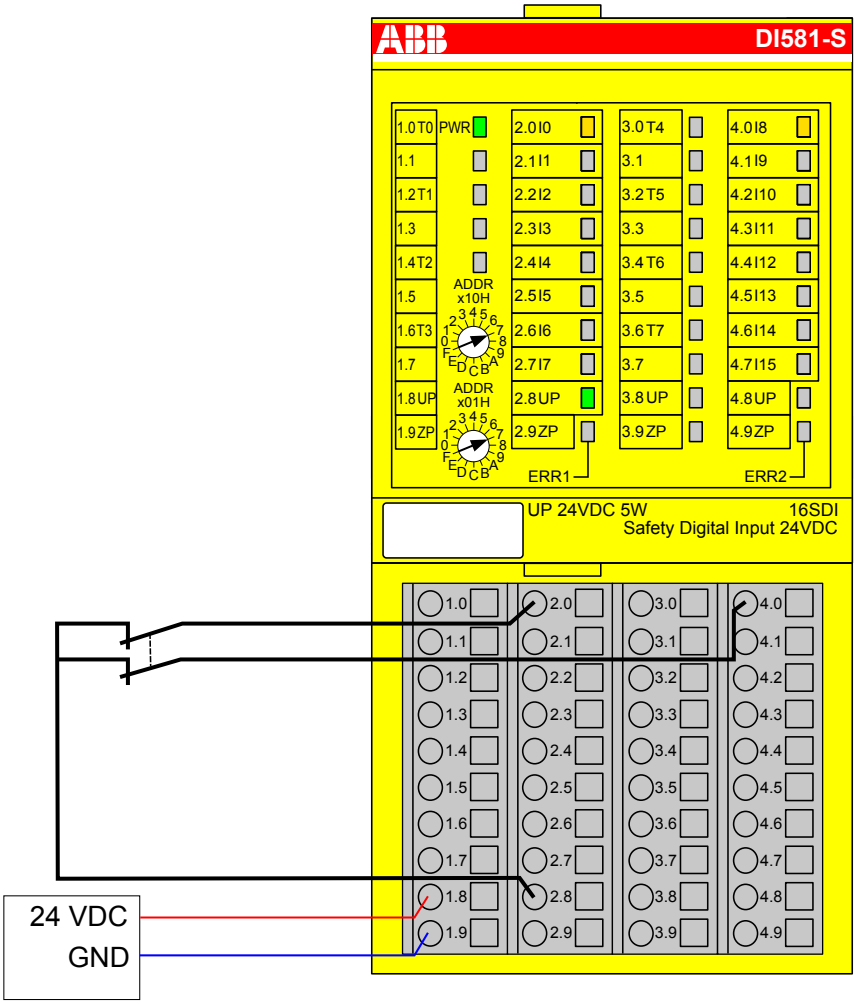


Abb. 27: Beschaltungsbeispiel DI581-S, 2-Kanal-Sensor (äquivalent), 24 V DC

1) - MTTFd = hoch, DC = mittel

2) - Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden)

3) - Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

2-Kanal-Sensor (antivalent), 24 V DC

2-Kanal-Auswertung	Im DI581-S-Modul
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I0)**	24 V DC
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 2 **(I8)**	24 V DC
SILCL/PL [1), 2)]	SILCL 2/PL d
SIL[3)]	SIL 3

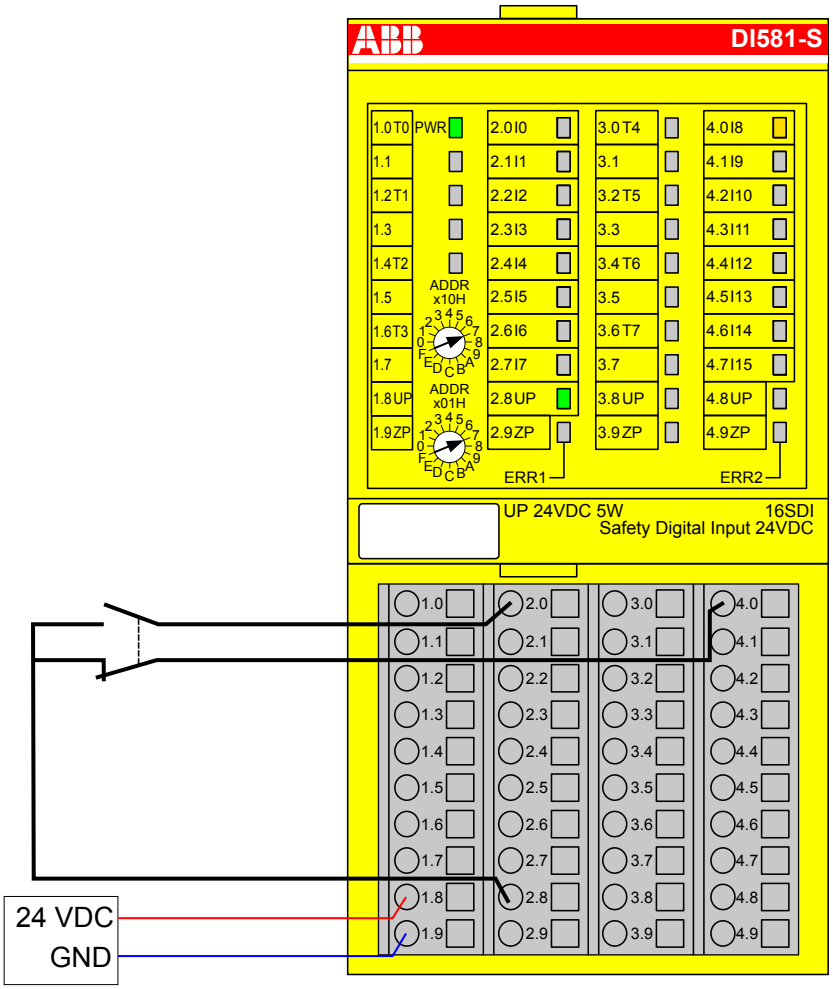


Abb. 28: Beschaltungsbeispiel DI581-S, 2-Kanal-Sensor (antivalent), 24 V DC

1) - MTTFd = hoch, DC = mittel

2) - Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden)

3) - Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

2-Kanal OSSD-Ausgang (mit internen Tests), externe Sensor-Stromversorgung

2-Kanal-Auswertung	Im DI581-S-Modul
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I0)**	24 V DC extern (OSSD)
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 2 **(I8)**	24 V DC extern (OSSD)
SILCL/PL [1), 2)]	SILCL 3/PL e
SIL[3)]	SIL 3

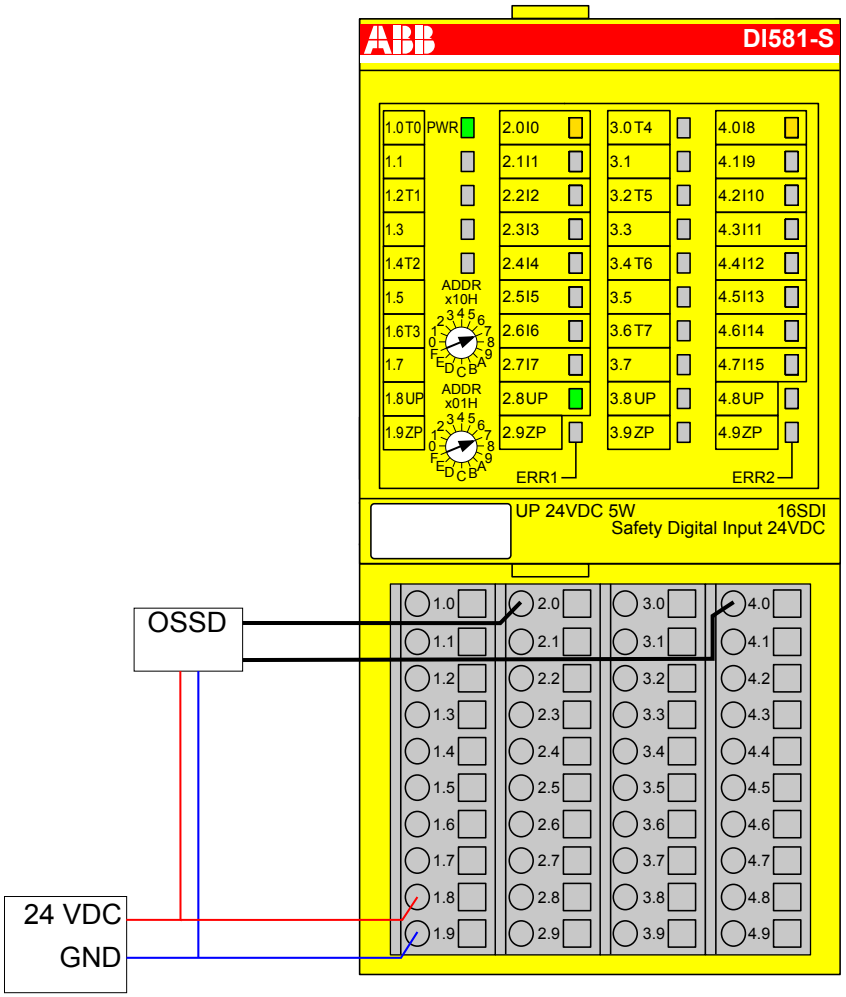


Abb. 29: Beispielbeschaltung DI581-S, 2-Kanal OSSD-Ausgang (mit internen Tests), externe Sensor-Stromversorgung

1) - MTTFd = hoch, DC = hoch

2) - Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061)

3) - Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

1-Kanal-Sensor mit Testimpulsen

Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I0)**	Intern mit Testimpuls T0
SILCL/PL [1), 2)]	SILCL 2/PL d
SIL[3)]	SIL 3

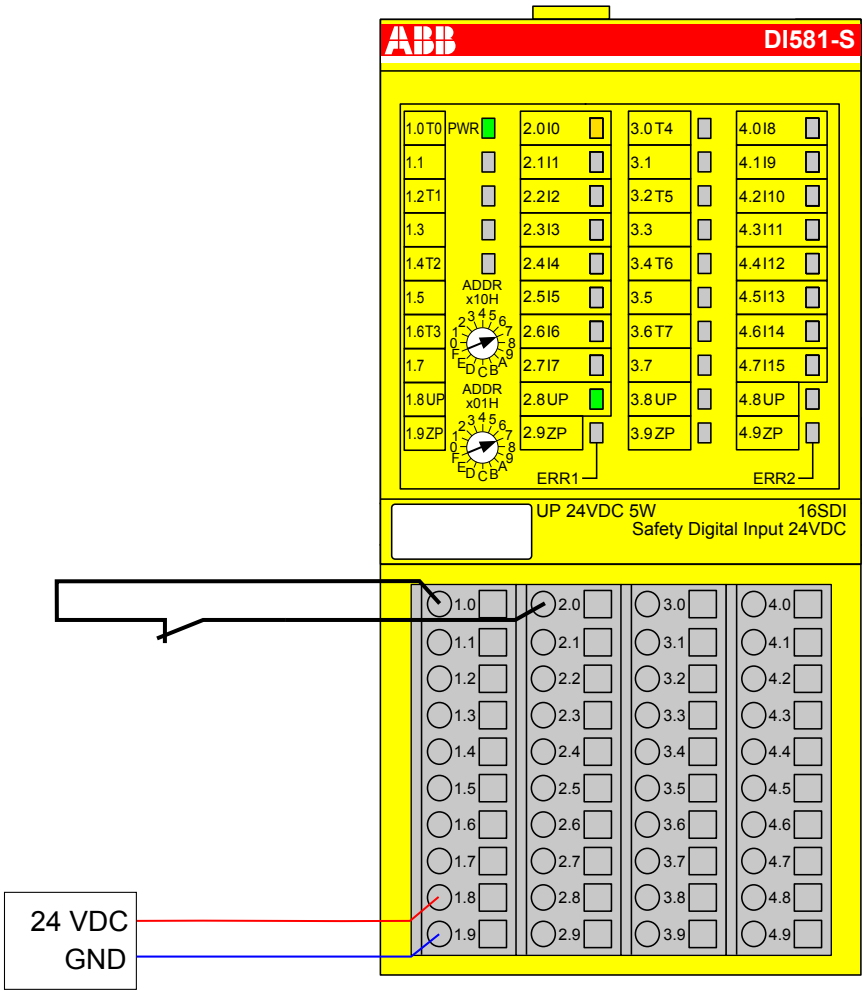


Abb. 30: Beschaltungsbeispiel DI581-S, 1-Kanal-Sensor mit Testimpulsen

1) - MTTFd = hoch, DC = mittel

2) - Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden)

3) - Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

2-Kanal-Sensor (äquivalent) mit Testimpulsen

2-Kanal-Auswertung	In der Sicherheits-CPU
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I0)**	Intern mit Testimpuls T0
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 2 **(I1)**	Intern mit Testimpuls T0
SILCL/PL [1), 2)]	SILCL 2/PL d
SIL[3)]	SIL 3

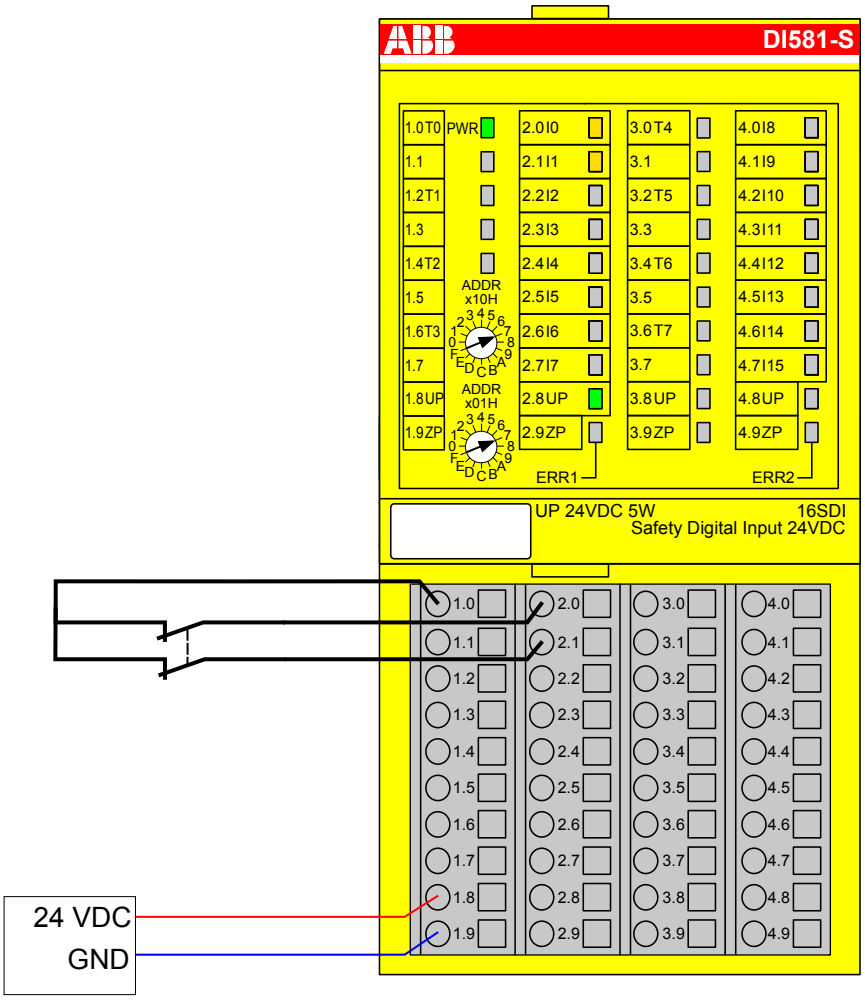


Abb. 31: Beschaltungsbeispiel DI581-S, 2-Kanal-Sensor (äquivalent) mit Testimpulsen

[1)] - MTTFd = hoch, DC = mittel

[2)] - Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden)

[3)] - Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

2-Kanal-Sensor (äquivalent) mit Testimpulsen

2-Kanal-Auswertung	Im DI581-S-Modul
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I0)**	Intern mit Testimpuls T0
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 2 **(I8)**	Intern mit Testimpuls T4
SILCL/PL [1), 2)]	SILCL 3/PL e
SIL[3)]	SIL 3

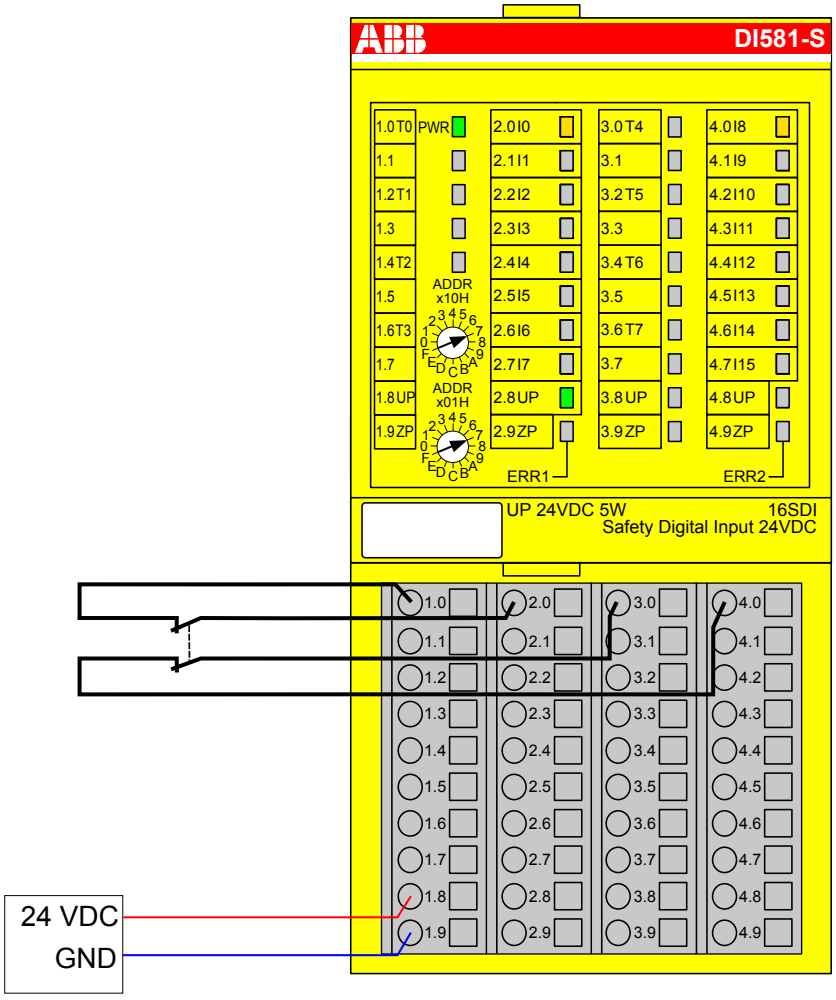


Abb. 32: Beschaltungsbeispiel DI581-S, 2-Kanal-Sensor (äquivalent) mit Testimpulsen

1) - MTTFd = hoch, DC = hoch

2) - Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061)

3) - Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

2 x OSSD-Ausgang (mit internen Tests), externe Sensor-Stromversorgung

2-Kanal-Auswertung	Im DI581-S-Modul
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I0)**	24 V DC extern (OSSD)
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 2 **(I8)**	24 V DC extern (OSSD)
SILCL/PL [1), 2)]	SILCL 3/PL e
SIL[3)]	SIL 3

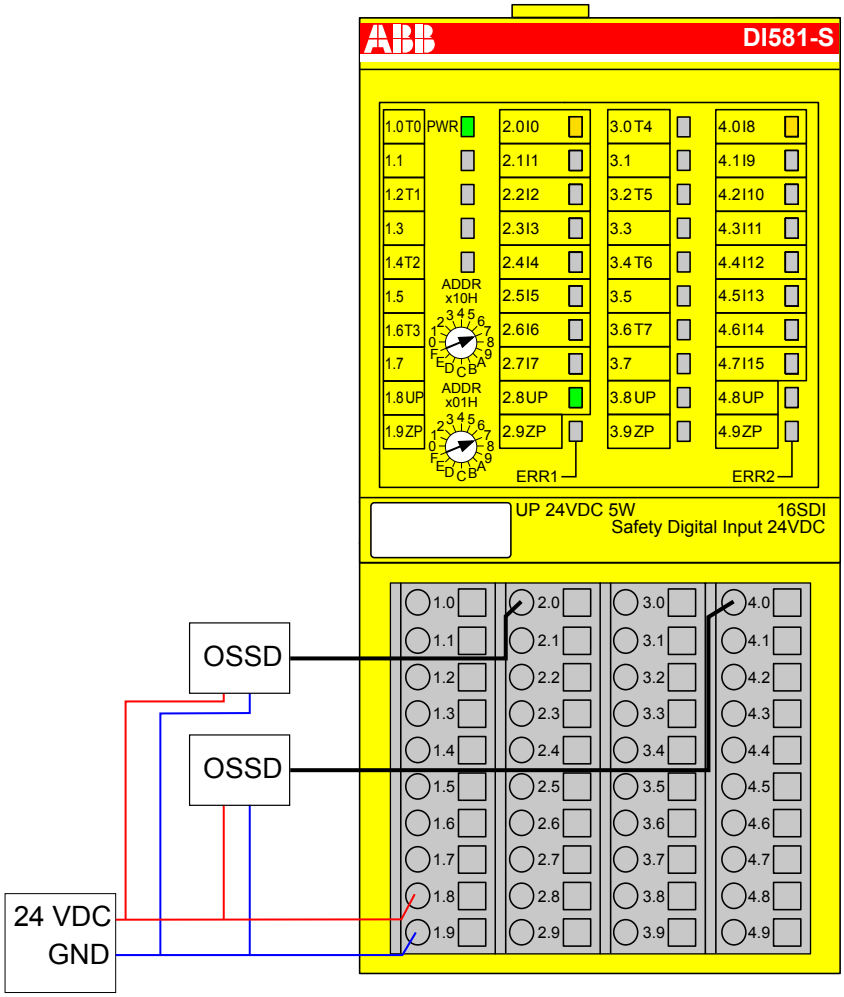


Abb. 33: Beispielbeschaltung DI581-S, 2 x OSSD-Ausgang (mit internen Tests), externe Sensor-Stromversorgung

[1)] - MTTFd = hoch, DC = hoch

[2)] - Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061)

[3)] - Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

2 separate Sensoren mit Testimpulsen

2-Kanal-Auswertung	In der Sicherheits-CPU
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I0)**	Intern mit Testimpuls T0
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 2 **(I1)**	Intern mit Testimpuls T0
SILCL/PL [1), 2)]	SILCL 2/PL d
SIL[3)]	SIL 3

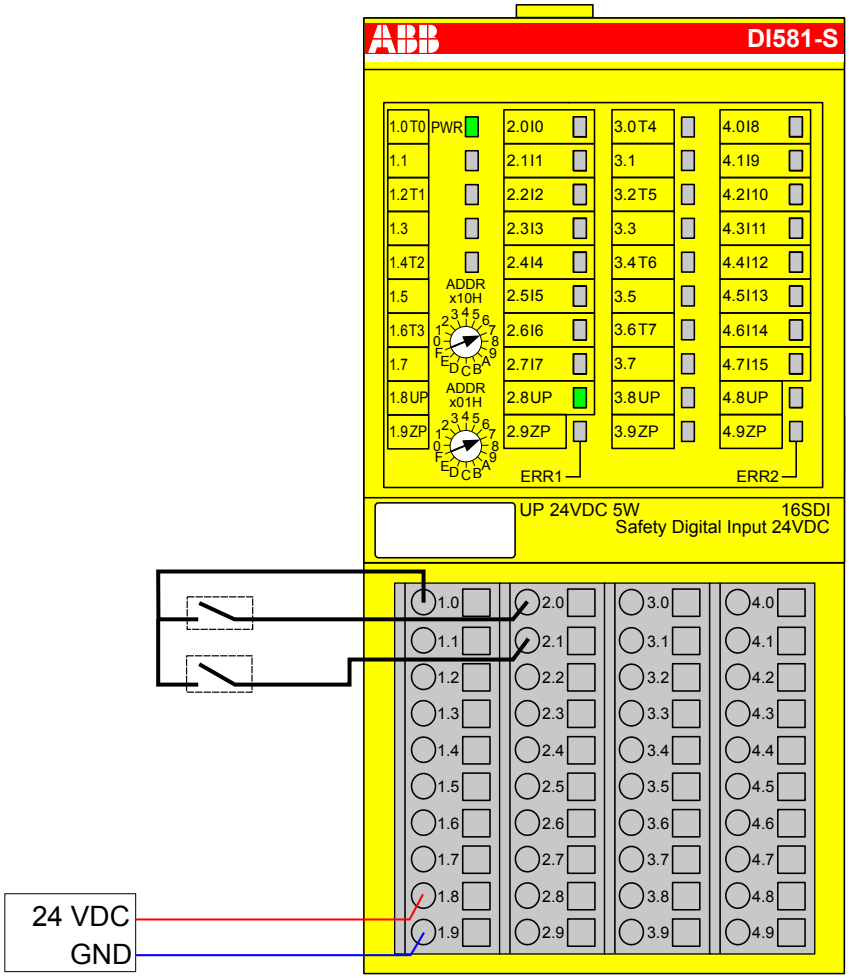


Abb. 34: Beschaltungsbeispiel DI581-S, 2 separate Sensoren mit Testimpulsen

1) - MTTFd = hoch, DC = mittel

2) - Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden)

3) - Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

2 x 2-Kanal-Sensor (antivalent) mit Testimpulsen

2-Kanal-Auswertung	Zuerst im Modul DI581-S und dann in der Sicherheits-CPU
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I0)**	Intern mit Testimpuls T0
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 2 **(I8)**	Intern mit Testimpuls T4
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 3 **(I4)**	Intern mit Testimpuls T2
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 4 **(I12)**	Intern mit Testimpuls T6
SILCL/PL [1), 2)]	SILCL 3/PL e
SIL[3)]	SIL 3

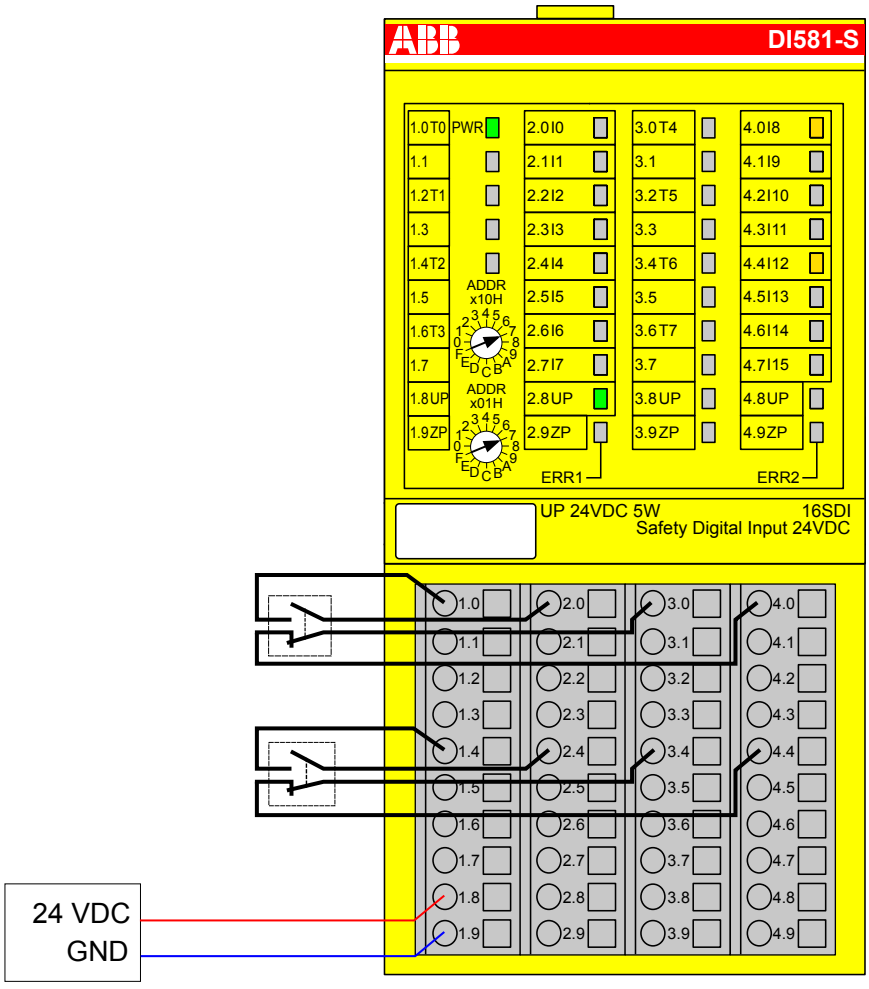


Abb. 35: Beschaltungsbeispiel DI581-S, 2 x 2-Kanal-Sensor (antivalent) mit Testimpulsen

1) - MTTFd = hoch, DC = hoch

2) - Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061)

3) - Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

Modusschalter 1 von 4, 24 V DC

Modusschalter-Auswertung	In der Sicherheits-CPU
Sensor-Stromversorgung **(I0 … I3)**	24 V DC
SILCL/PL [1), 2)]	SILCL 1/PL c
SIL[3)]	SIL 2

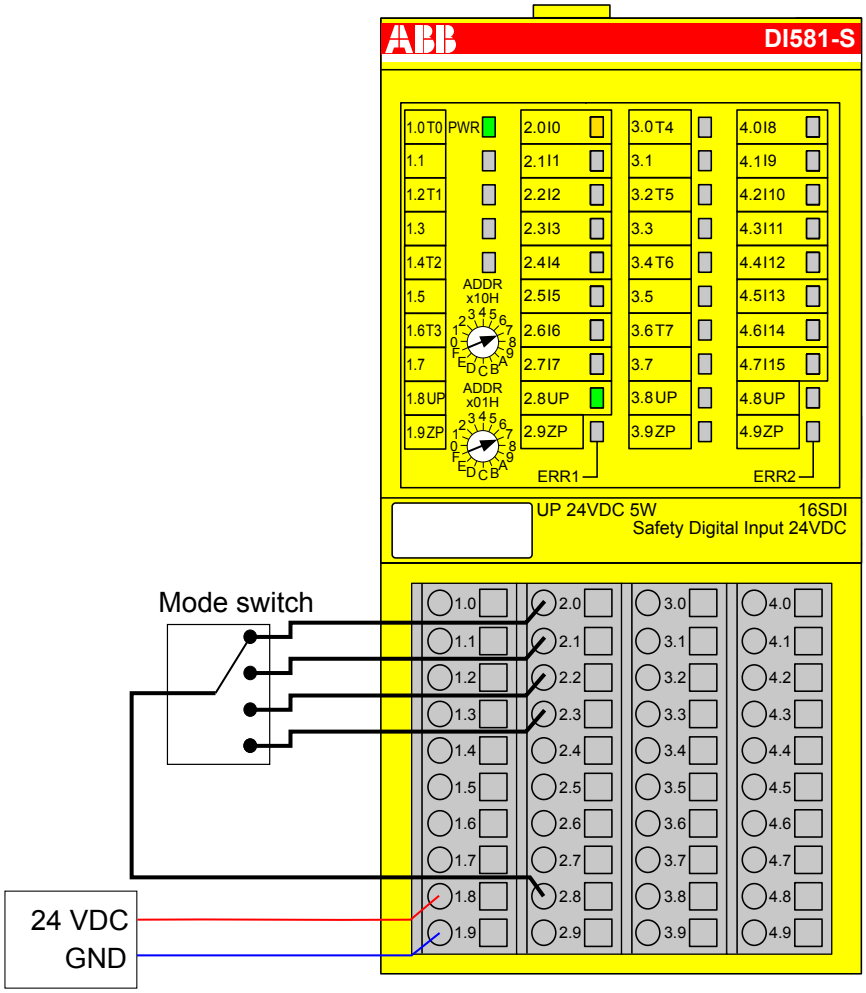


Abb. 36: Beschaltungsbeispiel DI581-S, Modusschalter 1 von 4, 24 V DC

1) - MTTFd = hoch, DC = gering

2) - Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden)

3) - Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu SIL 3 erreicht werden)

3.3.8 LED-Statusanzeige

Tab. 9: Statusanzeige und deren Bedeutung

LED	Beschreibung	Farbe	LED = AUS	LED = EIN	LED blinkt
Eingänge 0 … 15	Digitaleingang	Gelb	Eingang = AUS	Eingang = EIN (die Eingangsspannung wird auch angezeigt, wenn die Versorgungsspannung AUS ist)	–
	Kanalfehler	Rot	Kein Kanalfehler	Kanalfehler	–
UP	Prozessspannung +24 V DC an Klemme	Grün	Prozess-Versorgungsspannung fehlt	Prozess-Versorgungsspannung OK	–
PWR	+3,3 V Spannung von E/A-Bus	Grün	+3,3 V Spannung von E/A-Bus ist nicht verfügbar	+3,3 V Spannung von E/A-Bus ist verfügbar	–
ERR1	Modulfehler-Anzeige 1	Rot	Kein Modulfehler	Modulfehler, der zu einem SAFE STOP führt	Modulpassivierung und/oder Quittierungsanforderung (abwechselndes Blinken)
ERR2	Modulfehler-Anzeige 2	Rot			

3.3.9 Technische Daten

HINWEIS!

Die Version DI581-S-XC ist für eine Verwendung unter extremen Umgebungsbedingungen erhältlich (*Anhang A „Systemdaten für AC500-S-XC“ auf Seite 498*).

Weitere technische Daten stehen im SPS-Katalog von ABB zur Verfügung: *www.abb.com/plc*.

Prozess-Versorgungsspannung UP

Angabe	Wert	Einheit
Anschlussklemmen 1.8 … 4.8 (UP)	+24	V
Anschlussklemmen 1.9 … 4.9 (ZP)	0	V
Nennwert (– 15 %, +20 %, ohne Restwelligkeit)	24	V DC
Max. Restwelligkeit	5	%
Verpolschutz	Ja	
Nennwert für Absicherung für UP (schnell)	10	A
Galvanische Trennung	pro Modul	
Verarbeitungsmechanismen von Ein-/Ausgängen	Regelmäßige Aktualisierung	
Stromaufnahme über UP im Normalbetrieb mit + 24 V DC (für Modulelektronik)	0,18	A
Einschaltstrom von UP bei 30 V (beim Einschalten)	0,1	A^2s
Einschaltstrom von UP bei 24 V (beim Einschalten)	0,06	A^2s

! HINWEIS!

Alle Kanäle des DI581-S (einschließlich Testimpuls-Ausgänge) sind gegen Verpolung, Rückspeisung, Kurzschluss und andauernde Überspannung bis 30 V DC geschützt.

Einbaulage

Horizontal oder vertikal mit Leistungsreduzierung (maximale Betriebstemperatur auf +40 °C reduziert)

Kühlung

Die natürliche Konvektionskühlung darf nicht durch Kabelkanäle oder andere Einbauten im Schaltschrank behindert werden.

Erlaubte Unterbrechungen der Spannungsversorgung laut EN 61131-2

Angabe	Wert	Einheit
Unterbrechungen der Gleichstromversorgung	< 10	ms
Zeit zwischen 2 Unterbrechungen der Gleichstromversorgung, PS2	> 1	s

Umgebungsbedingungen

Angabe	Wert	Einheit
Betriebstemperatur*	0 ... +60	°C
Lagerungstemperatur	–40 ... +85	°C
Transporttemperatur	–40 ... +85	°C
Luftfeuchtigkeit ohne Kondensation	max. 95	%
Betriebsluftdruck	> 800	hPa
Lagerluftdruck	> 660	hPa
Betriebshöhe	< 2000	m über NN
Lagerhöhe	< 3500	m über NN

* Erweiterte Temperaturbereiche (unter 0°C und über +60°C) werden von Sonderversionen von DI581-S unterstützt (↳ *Anhang A „Systemdaten für AC500-S-XC“ auf Seite 498*)

Kriech- und Luftstrecken

Die Kriech- und Luftstrecken entsprechen der Überspannungskategorie II, Verschmutzungsgrad 2.

Netzteile

Zur Versorgung der Module müssen Netzteile gemäß PELV-/SELV-Spezifikationen verwendet werden.

Elektromagnetische Verträglichkeit

↳ *TÜV SÜD Report [2]*

Angabe	Wert	Einheit
Schutzart	IP 20	
Gehäuse	gemäß UL 94	
Vibrationsfestigkeit gemäß EN 61131-2 (alle drei Achsen), kontinuierlich 3,5 mm	2 … 15	Hz
Vibrationsfestigkeit gemäß EN 61131-2 (alle drei Achsen), kontinuierlich 1 g *	15 …150	Hz
Stoßprüfung (alle drei Achsen), 11 ms Halbsinus	15	g
MTBF	102	Jahre

* Höhere Werte auf Anfrage

Selbsttest und Diagnosefunktionen

Tests während Start und Betrieb: Programmablauf-Überwachung, RAM, CPU, Kanalübersprechen, dauerhaftes-1-Signal usw.

Abmessungen, Gewicht

Angabe	Wert	Einheit
B x H x T	67,5 x 76 x 62	mm
Gewicht	~ 130	g

Zertifizierungen

CE, cUL (↳ weitere Zertifizierungen auf *www.abb.com/plc*)

3.3.9.1 Technische Daten der sicheren Digitaleingänge

Angabe	Wert	Einheit
Anzahl Eingangskanäle je Modul	16	
Klemmen für Kanäle I0 bis I7	2.0 … 2.7	
Klemmen für Kanäle I8 bis I15	4.0 … 4.7	
Anschlüsse mit Bezugspotential für alle Eingänge (Minuspol der Prozess-Versorgungsspannung, Signalname ZP)	1.9 … 4.9	
Galvanische Trennung von den restlichen Teilen des Moduls (E/A-Bus)	Ja	
Eingangstyp gemäß EN 61131-2	Typ 1	
Eingangsverzögerung (0 ➔ 1 oder 1 ➔ 0), konfigurierbar	1 … 500	ms

Anzeige Eingangssignal

Eine gelbe LED pro Kanal. Die LED ist EIN bei Eingangssignal "High" (Signal 1)

Signalspannung

Angabe	Wert	Einheit
Eingangssignalspannung	24	V DC
Signal 0	–3 … +5	V
Undefiniertes Signal	> +5 … < +15	V
Signal 1	+15 … +30	V

Eingangsstrom je Kanal

Angabe	Wert	Einheit
Eingangsspannung +24 V, typisch	7	mA
Eingangsspannung +5 V	< 1	mA
Eingangsspannung +15 V	> 4	mA
Eingangsspannung +30 V	< 8	mA

Kabellänge

Angabe	Wert	Einheit
Max. Kabellänge, geschirmt	1000	m
Max. Kabellänge, ungeschirmt	600	m

3.3.9.2 Technische Daten der nicht sicheren Testimpuls-Ausgänge

GEFAHR!
Das Überschreiten der maximalen Prozess- oder Versorgungsspannung (< –35 V DC bzw. > +35 V DC) kann zu irreparablen Schäden am System führen.

Angabe	Wert	Einheit
Anzahl Testimpuls-Kanäle pro Modul (Ausgänge für Transistor-Testimpuls)	8	
Klemmen für Kanäle T0 bis T3	1.0, 1.2, 1.4, 1.6	
Klemmen für Kanäle T4 bis T7	3.0, 3.2, 3.4, 3.6	
Anschlüsse mit Bezugspotential für alle Testimpuls-Ausgänge (Minuspol der Prozess-Versorgungsspannung, Signalname ZP)	1.9 … 4.9	
Anschlüsse der gemeinsamen Versorgungsspannung für alle Ausgänge (Pluspol der Prozess-Versorgungsspannung, Signalname UP)	1.8 … 4.8	
Ausgangsspannung für 1-Signal	UP – 0,8	V
Länge der Testimpuls-0-Phase	1	ms

Ausgangsstrom

Angabe	Wert	Einheit
Nennwert, je Kanal	10	mA
Maximalwert (alle Kanäle zusammen)	80	mA
Kurzschluss-/Überlastfestigkeit	Ja	
Ausgangsstrombegrenzung	65	mA
Rückspannungsfestigkeit gegen 24V-Signale	Ja	

Kabellänge

Angabe	Wert	Einheit
Max. Kabellänge, geschirmt	1000	m
Max. Kabellänge, ungeschirmt	600	m

3.3.10 Bestelldaten

Typ	Beschreibung	Bestellcode
DI581-S	DI581-S:S500, Digitales Sicherheits-Eingabemodul, 16SDI	1SAP 284 000 R0001
DI581-S-XC	DI581-S-XC:S500, Digitales Sicherheits-Eingabemodul 16SDI, extreme Umgebungsbedingungen	1SAP 484 000 R0001

3.4 DX581-S Digitales Sicherheits-E/A-Modul

Elemente des Moduls

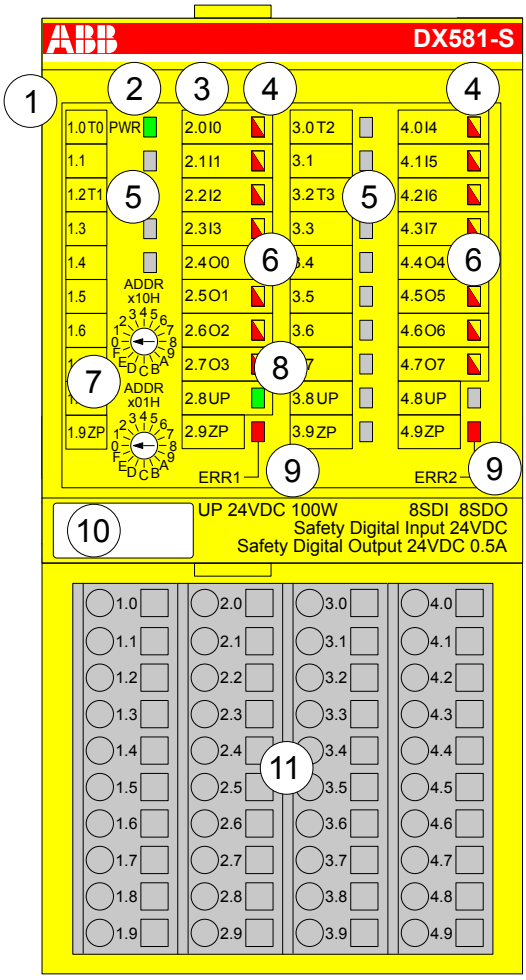


Abb. 37: Digitales Sicherheits-E/A-Modul DX581-S, eingesteckt in Klemmenblock TU582-S

1 E/A-Bus
2 System-LED
3 Zuordnung Klemmennummer – Signalname
4 8 gelb/rote LEDs Signalstatus I0 … I3/I4 … I7
5 4 Testimpuls-Ausgänge T0 ... T1/T2 ... T3
6 8 gelb/rote LEDs Signalstatus O0 ... O3 / O4 ... O7
7 2 Drehschalter für PROFIsafe-Adresse
8 Grüne LED Prozessspannung UP
9 Rote LEDs zur Anzeige von Fehlern
10 Beschriftungsschild (TA525)
11 E/A-Klemmenblock (TU582-S)

3.4.1 Verwendungszweck

Das digitale Sicherheits-E/A-Modul DX581-S kann als dezentrales Erweiterungsmodul für die PROFINET-Module CI501-PNIO, CI502-PNIO, CI504-PNIO und CI506-PNIO (Freigabedatum ab 2013) oder lokal an CPUs der AC500-Serie für Sicherheitsanwendungen bis zu SIL 3 (IEC 61508), SILCL 3 (IEC 62061) und PL e (ISO 13849-1) verwendet werden.

! HINWEIS!

Die Werte, die mit Ihrer Sicherheitsanwendung für SIL (IEC 61508), SILCL (IEC 62061) und PL (ISO 13849-1) erreicht werden können, hängen von der Verdrahtung der Sensoren und Aktoren mit dem DX581-S-Modul ab ↳ *Kapitel 3.4.7 „Anschlussbeispiele“ auf Seite 141*.

DX581-S enthält 8 sichere Digitaleingänge 24 V DC in zwei Gruppen (2.0 ... 2.3 und 4.0 ... 4.3) und 8 digitale Sicherheits-Transistorausgänge ohne Potentialtrennung zwischen den Kanälen.

Die Ein-/Ausgänge sind von den anderen Schaltkreisen des Moduls nicht galvanisch getrennt.

3.4.2 Funktionalität

Digitaleingänge	8 (24 V DC)
Digitalausgänge	8 (24 V DC)
LED-Anzeigen	Für Signalzustand, Modulfehler, Kanalfehler und Versorgungsspannung
Interne Spannungsversorgung	Über I/O-Bus-Schnittstelle
Externe Spannungs-versorgung	Über Klemmen ZP und UP (Prozessspannung 24 V DC)

Selbsttests und Diagnosefunktionen (sowohl beim Starten als auch während des Betriebs), wie CPU- und RAM-Tests, Programmablauf-Überwachung, Kanalübersprechen und dauerhaftes 1-Signal usw., werden in DX581-S gemäß den Anforderungen von IEC 61508 SIL 3 implementiert.

! HINWEIS!

Nur F_Dest_Add wird für die PROFIsafe F-Device-Identifizierung in DX581-S verwendet.

Das DX581-S verfügt über 8 Sicherheits-Digitaleingangskanäle mit den folgenden Funktionen:

- Phasenverschobene (eindeutige) Testimpulse T0 ... T3 können für den Anschluss mechanischer Sensoren verwendet werden. Die Testimpuls-Ausgänge T0 … T3 liefern ein 24 V-Signal mit einem kurzen phasenverschobenen eindeutigen Impuls (0 V) von 1 ms. Da die Testimpulse der Testimpuls-Ausgangskanäle eindeutig sind (aufgrund der Phasenverschiebung), können sie zur Überwachung des Kanalübersprechens zwischen einem gegebenen Eingangskanal mit verbundenem Testimpuls-Ausgang und einer anderen Leitung, z. B. 24 V DC, eines anderen Testimpuls-Ausgangs usw., verwendet werden. Testimpuls-Ausgänge sind dediziert:
  - T0 kann nur mit Eingangskanälen I0 und I1 verwendet werden
  - T1 kann nur mit Eingangskanälen I2 und I3 verwendet werden
  - T2 kann nur mit Eingangskanälen I4 und I5 verwendet werden
  - T3 kann nur mit Eingangskanälen I6 und I7 verwendet werden
- Eingangsverzögerung mit den folgenden Werten: 1 ms, 2 ms, 5 ms, 10 ms, 15 ms, 30 ms, 50 ms, 100 ms, 200 ms, 500 ms. Eine Eingangsverzögerung von 1 ms ist der Mindestwert.

HINWEIS!

Die zulässige Signalfrequenz bei sicheren Digitaleingängen hängt vom Wert der Eingangsverzögerung für einen Kanal ab:

- Bei einer Kanal-Eingangsverzögerung zwischen 1 ... 10 ms muss die Impulslänge des Eingangssignal ≥ 15 ms (~ 65 Hz) sein, um eine gelegentliche Passivierung des Eingangskanals zu vermeiden.
- Bei einer Kanal-Eingangsverzögerung von 15 ms muss die Impulslänge des Eingangssignals ≥ 20 ms (~ 50 Hz) sein, um eine gelegentliche Passivierung des Eingangskanals zu vermeiden.
- Bei einer Kanal-Eingangsverzögerung von 30 ms muss die Impulslänge des Eingangssignals ≥ 40 ms (~ 25 Hz) sein, um eine gelegentliche Passivierung des Eingangskanals zu vermeiden.
- Bei einer Kanal-Eingangsverzögerung von 50 ms muss die Impulslänge des Eingangssignals ≥ 60 ms (~ 15 Hz) sein, um eine gelegentliche Passivierung des Eingangskanals zu vermeiden.
- Bei einer Kanal-Eingangsverzögerung von 100 ms muss die Impulslänge des Eingangssignals ≥ 120 ms (~ 8 Hz) sein, um eine gelegentliche Passivierung des Eingangskanals zu vermeiden.
- Bei einer Kanal-Eingangsverzögerung von 200 ms muss die Impulslänge des Eingangssignals ≥ 250 ms (~ 4 Hz) sein, um eine gelegentliche Passivierung des Eingangskanals zu vermeiden.
- Bei einer Kanal-Eingangsverzögerung von 500 ms muss die Impulslänge des Eingangssignals ≥ 600 ms (~ 1,5 Hz) sein, um eine gelegentliche Passivierung des Eingangskanals zu vermeiden.

GEFAHR!

Der Parameter Eingangsverzögerung besagt, dass Signale mit einer kürzeren Dauer als die Eingangsverzögerung vom Sicherheitsmodul nicht erkannt werden.

Die Signale mit einer Dauer von mehr als "Eingangsverzögerung" + "Auflösung der Eingangsverzögerung" werden immer vom Sicherheitsmodul erkannt, vorausgesetzt, dass die zulässige Frequenz (siehe vorangehender Hinweis) des Sicherheitseingangssignals nicht überschritten wird.

Die "Auflösung der Eingangsverzögerung" kann mit den folgenden Annahmen geschätzt werden:

- Wenn für den entsprechenden digitalen Sicherheitseingang keine Testimpulse konfiguriert wurden, kann die Auflösung der Eingangsverzögerung berechnet werden als 1 % der eingestellten Eingangsverzögerung (die Auflösung der Eingangsverzögerung muss jedoch mindestens 0,5 ms entsprechen!).
- Wenn für den entsprechenden digitalen Sicherheitseingang des DX581-S-Moduls Testimpulse konfiguriert wurden, können die folgenden Werte für die Auflösung der Eingangsverzögerung mithilfe des Parameterwertes für die Eingangsverzögerung geschätzt werden:

Eingangsverzögerung (ms)	Auflösung der Eingangsverzögerung (ms)
1	2
2	2
5	3
10	4
15	5
30	6

Eingangsverzögerung (ms)	Auflösung der Eingangsverzögerung (ms)
50	10
100	15
200	25
500	50

- Überprüfung der Prozess-Spannungsversorgung (eine Diagnosemeldung, die über die fehlende Prozess-Spannungsversorgung für ein entsprechendes Sicherheits-E/A-Modul informiert, wird vom Sicherheits-E/A-Modul an die CPU gesendet). Diese Funktion ist nicht sicherheitsbezogen und steht nicht im Zusammenhang mit der internen sicherheitsrelevanten Über- oder Unterspannungserkennung.
- 2-Kanal äquivalent oder 2-Kanal antivalent mit Diskrepanzzeit-Überwachung (konfigurierbar von 10 ms ... 30 s).

HINWEIS!

In einem 2-Kanal-Modus transportiert der niedrigere Kanal (Kanäle 0/4 ➔ Kanal 0, Kanäle 1/5 ➔ Kanal 1 usw.) gesammelt den Prozesswert, das PROFIsafe-Diagnosebit, die Quittierungsanforderung und das Acknowledge-Reintegration-Bit. Der höhere Kanal liefert immer den passivierten Wert “0”.

GEFAHR!

Nach einem Diskrepanzzeit-Fehler werden die relevanten Kanäle passiviert. Sobald ein gültiger Sensorzustand erkannt wird (äquivalent oder antivalent, je nach ausgewähltem Modus), wird das Statusbit für die Reintegrationsanforderung eines Kanals TRUE. Ein Fehler kann mit der Reintegrationsquittierung des entsprechenden Kanals quittiert werden. Dies kann direkt zu einem Maschinenstart führen, da sowohl TRUE - TRUE und FALSE - FALSE gültige Zustände für Äquivalenz und TRUE - FALSE und FALSE - TRUE gültige Zustände für Antivalenz sind.

Stellen Sie sicher, dass dies in Ihrer Sicherheitsanwendung in Ordnung ist. Wenn nicht, können Sie entweder die mitgelieferten PLCopen Safety-POE für 2 Kanal-Evaluierung in Ihrem Sicherheitsprogramm verwenden oder Ihre eigenen POE für 2 Kanal-Evaluierung in der Sicherheits-CPU schreiben.

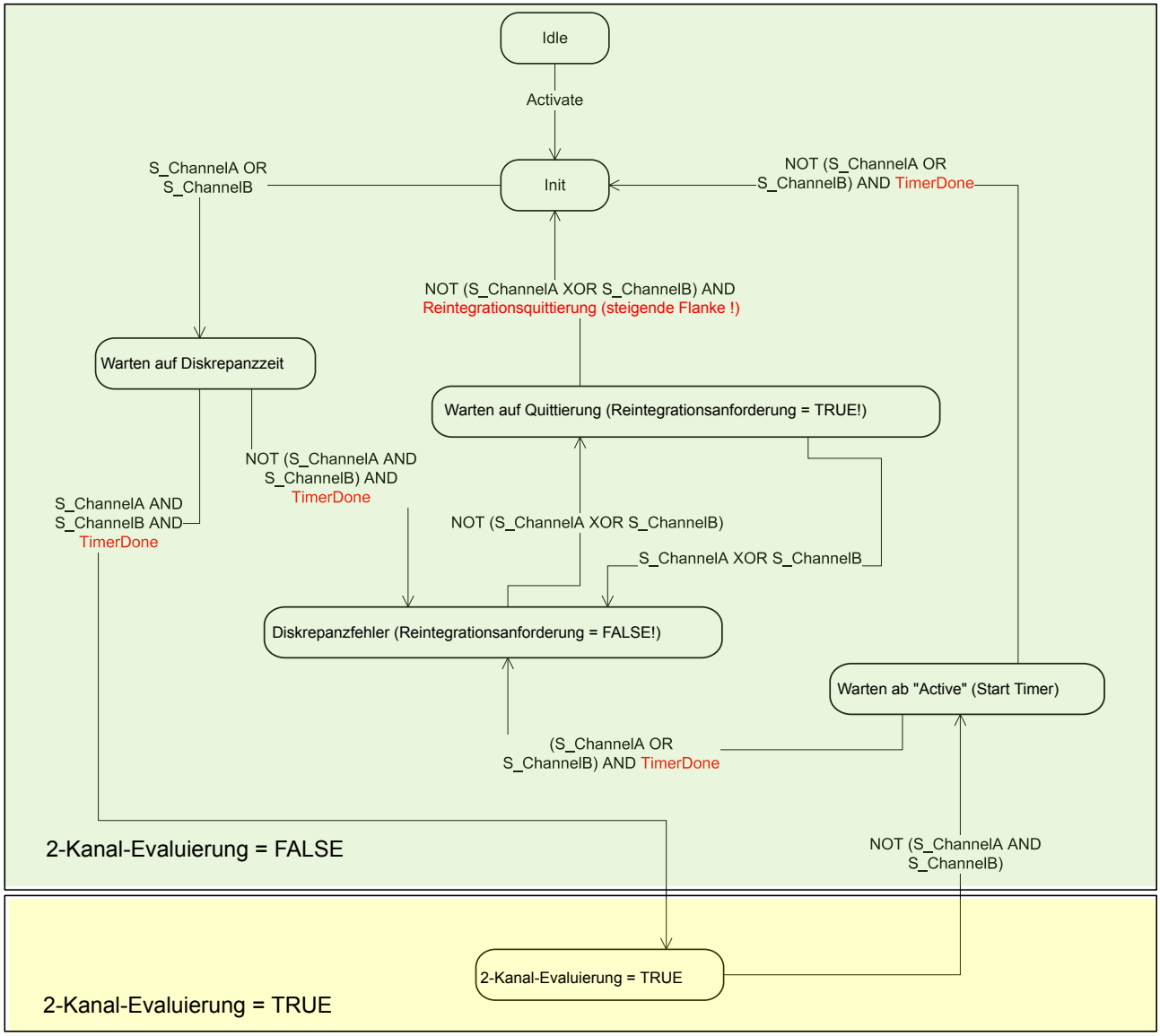


Abb. 38: Modus 2-Kanal äquivalent in DX581-S implementiert

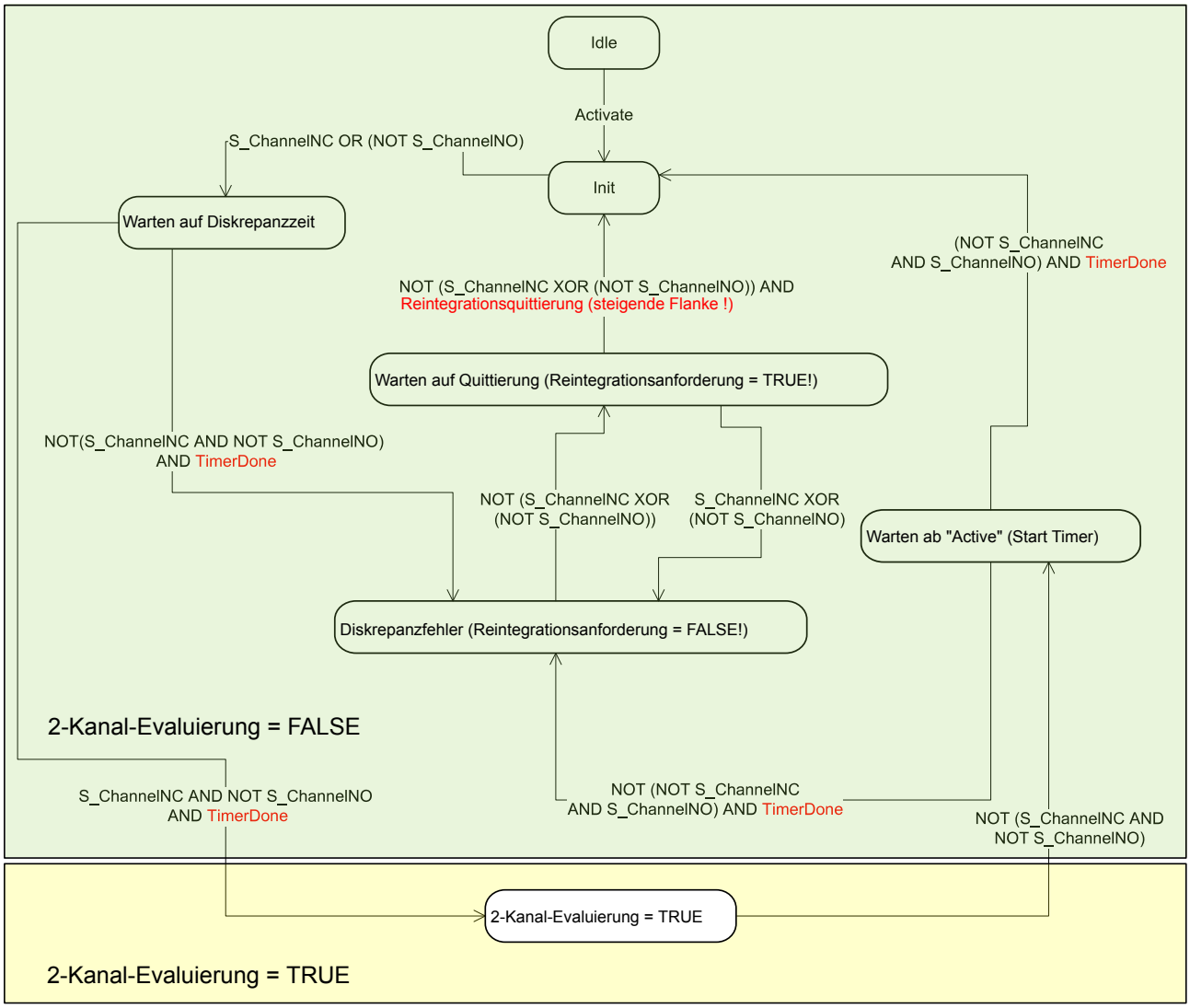


Abb. 39: Modus 2-Kanal antivalent in DX581-S implementiert

HINWEIS!

Die Modi "2-Kanal äquivalent" und "2-Kanal antivalent" werden in DI581-S und DX581-S implementiert, um relativ statische Sicherheitssignale, z. B. für Not-Halt, zu verarbeiten.

Wenn sich häufig ändernde Signale, z. B. für Lichtvorhänge, Laserscanner, Türschalter usw. von DI581-S und DX581-S verarbeitet werden müssen, wird dringend empfohlen, die entsprechenden Kanäle im 1-Kanal-Modus zu konfigurieren und die Evaluierung für 2-Kanal äquivalent und 2-Kanal antivalent in der Sicherheits-CPU mit den PLCopen Safety-Funktionsblöcken SF_Equivalent und SF_Antivalent vorzunehmen (*Kapitel 4.6.6.2 „SF_Equivalent“ auf Seite 295* und *Kapitel 4.6.6.3 „SF_Antivalent“ auf Seite 300*).

DX581-S verfügt über 8 Sicherheits-Digitalausgangskanäle mit den folgenden Funktionen:

- Die internen Ausgangskanal-Tests können deaktiviert werden.

GEFAHR!

Wenn für einen der Ausgangskanäle "Erkennung = Aus" gesetzt wird, erscheint eine Warnung, dass der Ausgangskanal in diesem Fall nicht den Anforderungen gemäß SILCL 3 (IEC 62061) und PL e (ISO 13849-1) entspricht. Zwei Sicherheits-Ausgangskanäle müssen verwendet werden, um die entsprechenden SILCL- und PL-Werte zu erreichen.

Der Parameter "Erkennung" wurde für die Anwender entwickelt, die Sicherheits-Ausgänge des DX581-S für Sicherheitsfunktionen gemäß SILCL 1 (oder max. SILCL 2 unter speziellen Bedingungen) oder PL c (oder max. PL d unter speziellen Bedingungen) nutzen wollen und weniger interne Impulse des DX581-S auf der Sicherheits-Ausgangsleitung sichtbar haben wollen. Solche internen Impulse könnten als LOW-Signal z. B. von Antriebseingängen erkannt werden, was zu einem ungewollten Maschinenstopp führen würde.

GEFAHR!

Kurzschluss gegenüber Erde wird für Ausgangskanäle des Moduls DX581-S überwacht. Kurzschlüsse gegenüber 24 V DC an der Ausgangsleitung werden jedoch nicht überwacht. Die Endanwender müssen entsprechende Maßnahmen durchführen (z. B. auf Anwendungsseite durch die Definition geeigneter Testintervalle für die Sicherheitsfunktion oder durch das Zurücklesen des Status der Ausgangsleitung unter Verwendung eines der verfügbaren sicheren Digitaleingänge), um die entsprechenden Anforderungen nach IEC 62061 und ISO13849-1 zu erfüllen, wenn ein Kurzschluss gegenüber 24 V DC nicht ausgeschlossen werden kann.

GEFAHR!

Wenn für den entsprechenden Sicherheits-Ausgangskanal ein Fehler erkannt wird, wird er direkt durch das DX581-S-Modul passiviert.

Beachten Sie bitte, dass das Bit zur Reintegrationsanforderung für passivierte Ausgangskanäle automatisch auf HIGH gesetzt wird, sobald der Kanal passiviert ist und der erwartete LOW-Zustand ("0") vom Ausgangskanal erreicht wurde. Solch ein Verhalten tritt bei manchen Fehlern auf, weil das DX581-S-Modul im LOW-Zustand des Ausgangskanals ("0") nicht überprüfen kann, ob zuvor erkannte Fehler, die zur Passivierung des Kanals führten, noch bestehen oder nicht.

Wenn die Anwender solche Ausgangskanäle wieder mithilfe der relevanten Reintegrationsquittierungs-Bits integrieren wollen, wird dies erfolgreich sein; sollte der Fehler allerdings noch fortbestehen, werden die entsprechenden Kanäle im nächsten Fehlererkennungszyklus des DX581-S passiviert werden.

Bei internen Fehlern des Ausgabemoduls wird das gesamte Modul passiviert.

3.4.3 Montage, Abmessungen und elektrischer Anschluss

Die Eingabe-/Ausgabemodule können nur in den E/A-Klemmenblock mit Federzugklemmen TU582-S eingesteckt werden. Die eindeutige mechanische Codierung auf den E/A-Klemmenblöcken verhindert eventuelle Fehler, sodass keine Standard-E/A-Module in den Sicherheits-E/A-Klemmenblock eingesteckt werden können und umgekehrt.

Installation und Wartung dürfen nur von Elektro-Fachkräften nach den technischen Regeln, Richtlinien und einschlägigen Normen, z. B. EN 60204 Teil 1, vorgenommen werden.

Montage der DX581-S

GEFAHR!

Einbau und Austausch im laufenden Betrieb sind bei Modulen unter Spannung nicht zulässig. Für jegliche Arbeiten an AC500-Systemen, einschließlich Sicherheitsmodulen, müssen immer alle Spannungsquellen (Versorgungs- und Prozessspannungen) ausgeschaltet sein.

Achten Sie auf einen korrekten Sitz des Moduls und drücken Sie dieses mit einer Kraft von ca. 100 Newton auf den Klemmenblock, bis die Verriegelung schließt. Der Klemmenblock wird entweder auf einer Hutschiene oder mittels 2 Schrauben und dem zusätzlichen Zubehör für Wandmontage (TA526) befestigt.

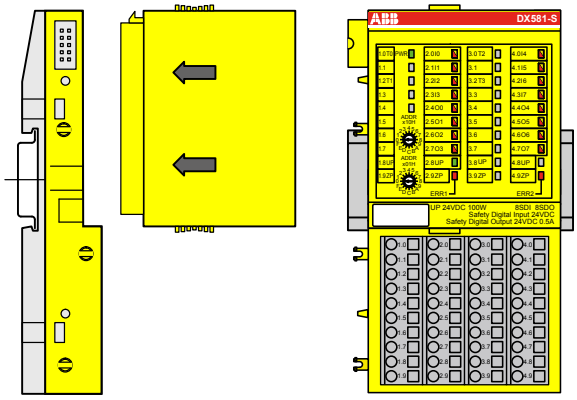


Abb. 40: Montageanleitung

1. Positionieren Sie das Modul auf dem Klemmenblock.
   ⇨ Das Modul rastet ein.
2. Drücken Sie das Modul dann mit einer Kraft von ca. 100 Newton in Pfeilrichtung.

Demontage der DX581-S

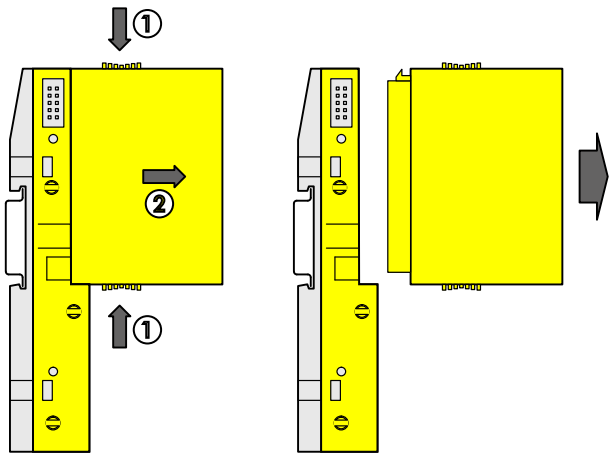


Abb. 41: Demontageanleitung

Drücken Sie oben und unten, dann entfernen Sie das Modul.

Abmessungen

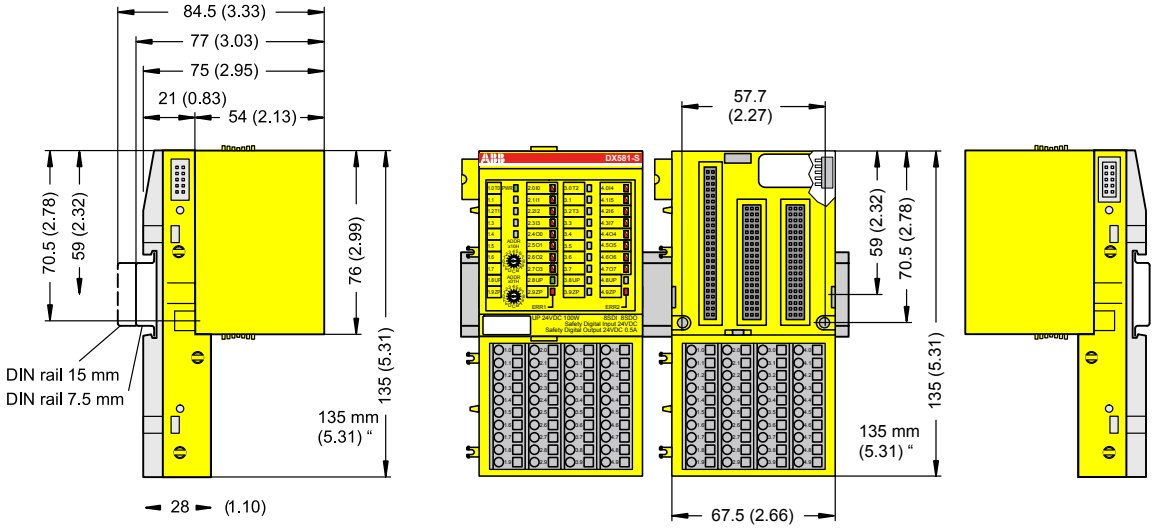


Abb. 42: Abmessungen des Sicherheits-E/A-Moduls DX581-S

Elektrischer Anschluss

! HINWEIS!

Derselbe TU582-S wird für alle Sicherheits-E/A-Module der Serie AC500-S verwendet. Wenn der TU582-S für ein DX581-S mit sicheren Digitalausgängen verdrahtet wird und ein DI581-S oder AI581-S versehentlich in diesen Klemmenblock gesteckt wird, ist es nicht möglich, dass die Sicherheits-Digitalausgangs-Klemmen am TU582-S durch falsch eingesteckte Sicherheits-E/A-Module DI581-S und AI581-S unter Spannung gesetzt werden.

Der elektrische Anschluss der Ein- und Ausgangskanäle erfolgt an den 40 Klemmen des E/A-Klemmenblocks. Auf diese Weise können die Module ausgetauscht werden, ohne dass die Verkabelung an den Klemmenblöcken gelöst werden muss.

Die Klemmen 1.8, 2.8, 3.8 und 4.8 bzw. 1.9, 2.9, 3.9 und 4.9 sind im Inneren des E/A-Klemmenblocks jeweils elektrisch miteinander verbunden und haben unabhängig vom eingesetzten Modul immer dieselbe Belegung:

- Klemmen 1.8, 2.8, 3.8 und 4.8: Prozessspannung UP = +24 V DC
- Klemmen 1.9, 2.9, 3.9 und 4.9: Prozessspannung ZP = 0 V

Zuordnung der weiteren Klemmen:

Anschlüsse	Signal	Bedeutung
1.0, 1.2, 3.0, 3.2	T0, T1, T2, T3	Anschlüsse der 4 Testimpuls-Ausgänge T0, T1, T2, T3
2.0 … 2.3, 4.0 … 4.3	I0, I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7	8 sichere Digitaleingänge
2.4 … 2.7, 4.4 … 4.7	O0, O1, O2, O3, O4, O5, O6, O7	8 sichere Digitalausgänge

Anschlüsse	Signal	Bedeutung
1.8, 2.8, 3.8, 4.8	UP	Prozessversorgung +24 V DC
1.9, 2.9, 3.9, 4.9	ZP	Zentraler Erdanschluss der Prozessversorgungsspannung
1.1, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 3.1, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7	Frei	Nicht belegt

! HINWEIS!

Die Prozessspannung muss in das Erdungskonzept des Steuerungssystems einbezogen werden (z. B. Erdung des Minuspols).

Anschlussbeispiele

Beispiele für elektrische Anschlüsse des DX581-S-Moduls und der Einzelkanäle Ix und Ox.

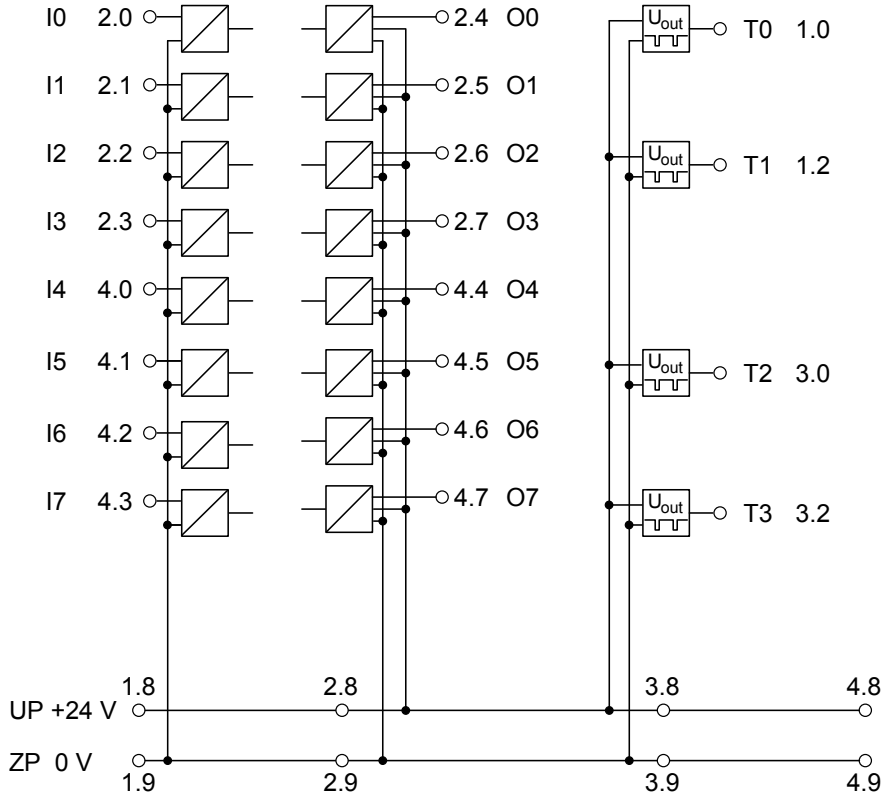


Abb. 43: Beispiel für elektrische Anschlüsse des DX581-S

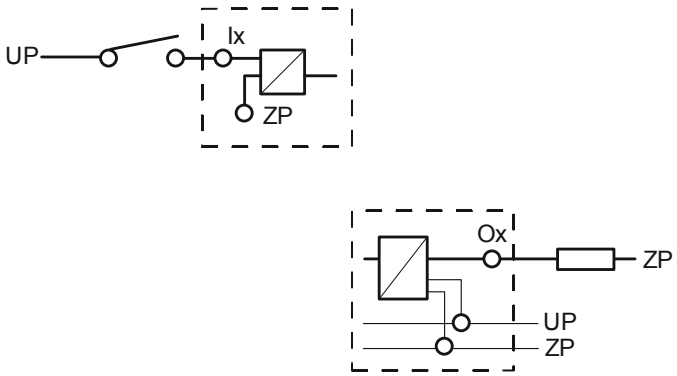


Abb. 44: Beispiel für Einzelkanäle des DX581-S

3.4.4 Interner Datenaustausch

Eingänge (Bytes)	5
Ausgänge (Bytes)	3

3.4.5 Konfiguration der Ein- und Ausgänge

Im digitalen Sicherheits-E/A-Modul DX581-S selbst werden keine Konfigurationsdaten gespeichert. Die Konfigurationsdaten werden in den Sicherheits-CPUs und PM5xx-CPUs gespeichert.

3.4.6 Parametrierung

Die Einrichtung der Parameterdaten wird mit der System-Konfigurationssoftware Control Builder Plus PS501 (ab V2.2.1) / ABB Automation Builder (ab Version 1.0) durchgeführt. Die GSDML-Datei von ABB für PROFINET-Geräte kann zum Konfigurieren der Parameter für DX581-S mit PROFINET F-Hosts von Drittanbietern verwendet werden.

Die Parametereinstellung hat unmittelbaren Einfluss auf die Funktionalität der Module und die für SIL (IEC 61508), SILCL (IEC 62061) und PL (ISO 13849-1) erreichbaren Werte.

Nr.	Name	Werte	Standard
1	Überwachung Spannung	"Ein", "Aus"	"Ein"
Eingänge			
2	Eingangskanal-Konfiguration	"Nicht belegt", "1 Kanal", "2-Kanal äquivalent", "2-Kanal antivalent"	"Nicht belegt"
3	Testimpuls	"Nicht verfügbar", "Verfügbar"	"Nicht verfügbar"
4	Eingangsverzögerung	“1 ms”, “2 ms”, “5 ms”, “10 ms”, “15 ms”, “30 ms”, “50 ms”, “100 ms”, “200 ms”, “500 ms”	“5 ms”
5	Diskrepanzzeit*	“10 ms”, “20 ms”, “30 ms”, “40 ms”, “50 ms”, “60 ms”, “70 ms”, “80 ms”, “90 ms”, “100 ms”, “150 ms”, “200 ms”, “250 ms”, “300 ms”, “400 ms”, “500 ms”, “750 ms”, “1 s”, “2 s”, “3 s”, “4 s”, “5 s”, “10 s”, “20 s”, “30 s”	“50 ms”
Ausgänge			
6	Ausgangskanal-Konfiguration	"Nicht belegt", "Belegt"	"Nicht belegt"
7	"Erkennung" (interner Ausgangskanal-Test)	"Aus", "Ein"	"Ein"

* Nur für Konfigurationen "2-Kanal äquivalent" und "2-Kanal antivalent" verfügbar

3.4.7 Anschlussbeispiele

Beispiele der elektrischen Anschlüsse und der Werte, die für das Modul DX581-S für SIL (IEC 61508), SILCL (IEC 62061) und PL (ISO 13849-1) erreichbar sind, finden Sie weiter unten. Beachten Sie, dass die elektrischen Anschlüsse, die für Sicherheitseingangskanäle des DI581-S aufgeführt sind, auch für das DX581-S gelten.

HINWEIS!

Wenn in den Beschaltungsbeispielen DC = hoch für sichere Digitaleingänge verwendet wird, kann die folgende Maßnahme aus ISO 13849-1 [10] im Modul DX581-S verwendet werden: Querschlussüberwachung von Eingangssignalen und Zwischenergebnissen innerhalb der Logik (L) sowie temporale und logische Softwareüberwachung des Programmflusses und Erkennung von statischen Fehlern und Kurzschlüssen (bei mehreren E/As).

Wenn DC = mittel in den Beschaltungsbeispielen für sichere Digitaleingänge verwendet wird, kann eine der Maßnahmen für die Eingabegeräte aus ISO 13849-1 [10] mit DC ≥ 90 % verwendet werden.

HINWEIS!

Wenn in den Beschaltungsbeispielen DC = hoch für sichere Digitalausgänge verwendet wird, kann die folgende Maßnahme aus ISO 13849-1 [10] im Modul DX581-S verwendet werden: Querschlussüberwachung von Ausgangssignalen und Zwischenergebnissen innerhalb der Logik (L) sowie temporale und logische Softwareüberwachung des Programmflusses und Erkennung von statischen Fehlern und Kurzschlüssen (bei mehreren E/As).

Wenn in den Schaltplanbeispielen DC = mittel für sichere Digitalausgänge verwendet wird, kann eine beliebige Maßnahme für die Ausgabegeräte aus ISO 13849-1 [10] mit DC ≥ 90 % verwendet werden.

GEFAHR!

Die erreichbaren Werte für SILCL (IEC 62061), SIL (IEC 61508) und PL (ISO 13849-1) bei den Sicherheitsausgängen des DX581-S-Moduls sind nur gültig, wenn der Parameter Erkennung = “Ein” ist. Wenn der Parameter "Erkennung" "Aus" ist, wenden Sie sich bitte an den technischen Support von ABB, um die für SILCL, SIL und PL erreichbaren Werte zu erhalten.

Relais

Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I4)**	Intern mit Testimpuls T2
Interner Ausgangskanal-Test	Ja
SILCL/PL [1)]	SILCL 1/PL c
SIL[2)]	SIL 2
SILCL/PL [3)]	SILCL 2/PL d
SIL[4)]	SIL 3

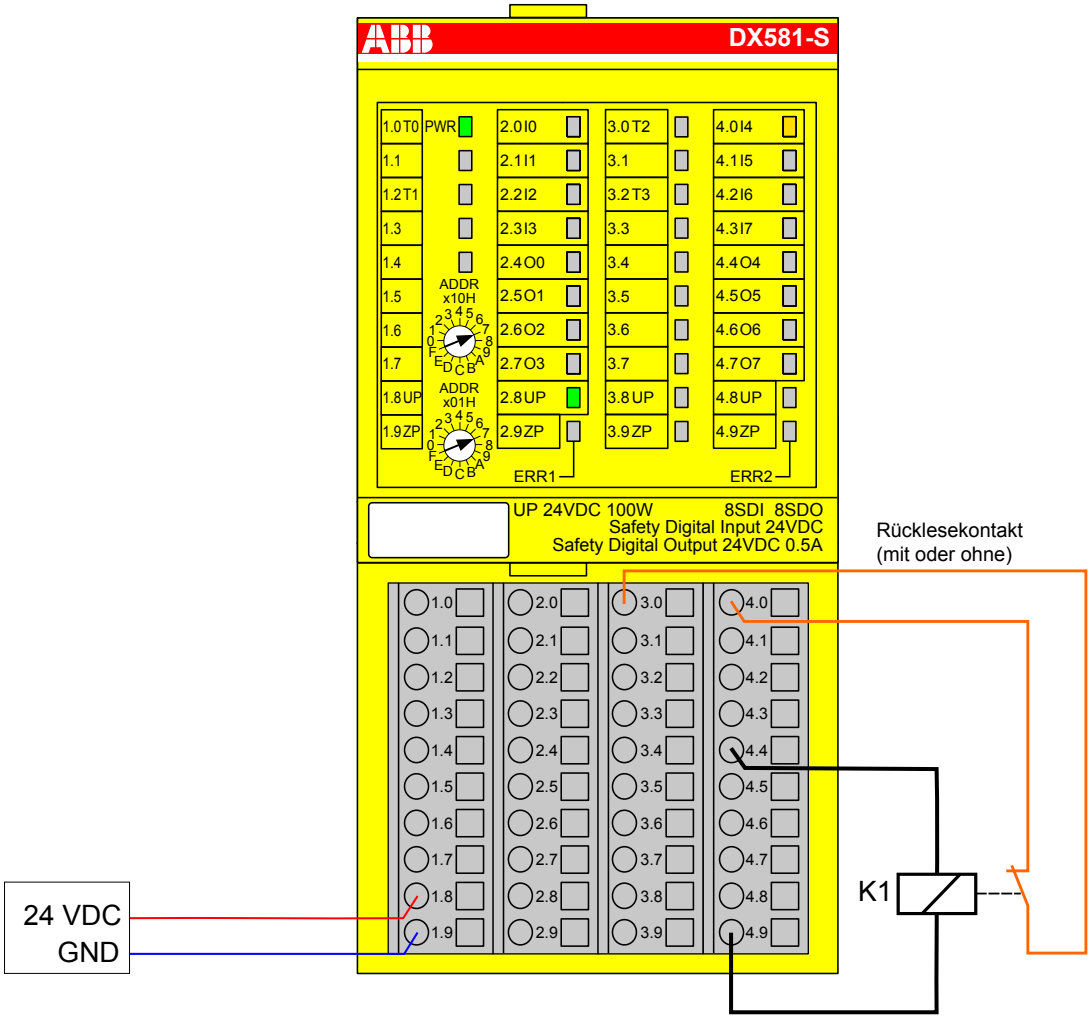


Abb. 45: Beschaltungsbeispiel DX581-S, Relais

[1)] - Ohne Rücklesekontakt: Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden) MTTFd = hoch; DC = 0

[2)] - Ohne Rücklesekontakt: Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu SIL 3 erreicht werden)

[3] - Mit Rücklesekontakt: Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden) MTTFd = hoch; DC = mittel

[4] - Mit Rücklesekontakt: Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

Relais (2-Kanal redundant)

2-Kanal-Auswertung	In der Sicherheits-CPU
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I4)**	Intern mit Testimpuls T2
Interner Ausgangskanal-Test	Ja
SILCL/PL [1)]	SILCL 1/PL c
SIL[2)]	SIL 3
SILCL/PL [3)]	SILCL 3/PL e
SIL[4)]	SIL 3

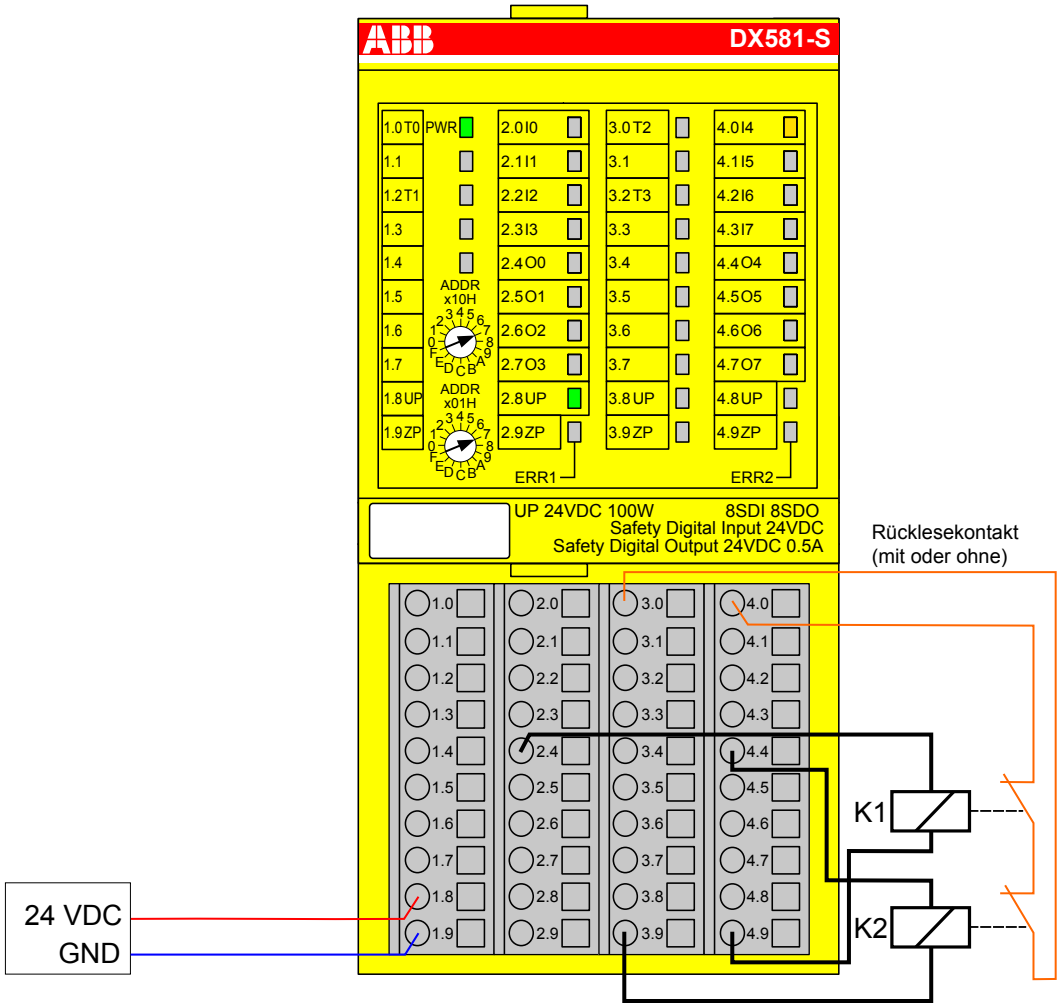


Abb. 46: Beschaltungsbeispiel DX581-S, Relais (2-Kanal redundant)

[1)] - Ohne Rücklesekontakt: Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden) MTTFd = hoch; DC = 0

[2)] - Ohne Rücklesekontakt: Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

[3] - Mit Rücklesekontakt: Max erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) MTTFd = hoch, DC = hoch

[4] - Mit Rücklesekontakt: Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

Transistoreingang (1-Kanal)

Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I4)**	Intern mit Testimpuls T2
Interner Ausgangskanal-Test	Ja
SILCL/PL [1)]	SILCL 1/PL c
SIL[2)]	SIL 2
SILCL/PL [3)]	SILCL 2/PL d
SIL[4)]	SIL 3

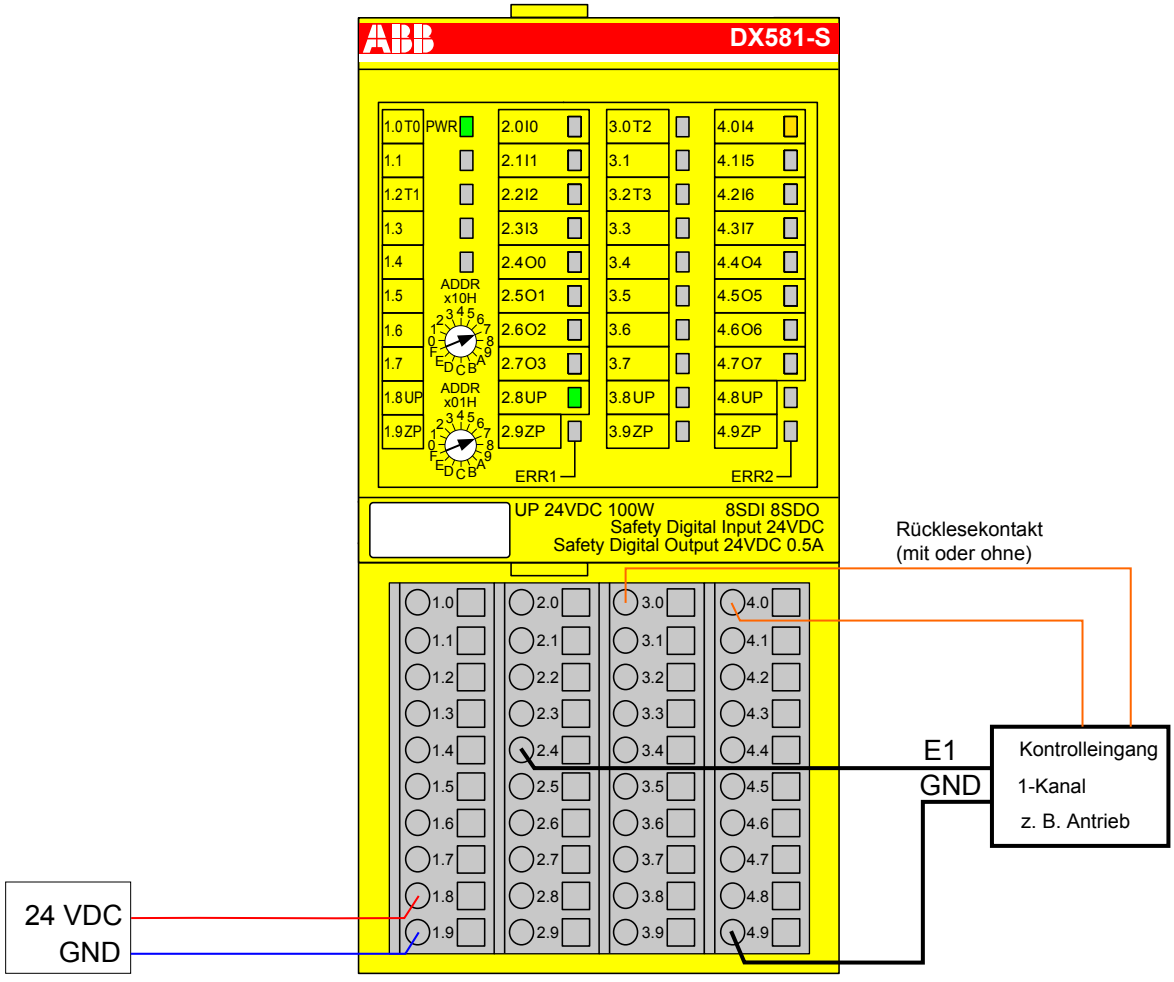


Abb. 47: Beschaltungsbeispiel DX581-S, Transistoreingang (1-Kanal)

[1)] - Ohne Rücklesekontakt: Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden) MTTFd = hoch; DC = 0

[2)] - Ohne Rücklesekontakt: Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu SIL 3 erreicht werden)

[3)] - Mit Rücklesekontakt: Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden) MTTFd = hoch; DC = mittel

[4)] - Mit Rücklesekontakt: Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

Transistoreingang (2-Kanal)

2-Kanal-Auswertung	In der Sicherheits-CPU
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I4)**	Intern mit Testimpuls T2
Interner Ausgangskanal-Test	Ja
SILCL/PL [1)]	SILCL 1/PL c
SIL[2)]	SIL 3
SILCL/PL [3)]	SILCL 3/PL e
SIL[4)]	SIL 3

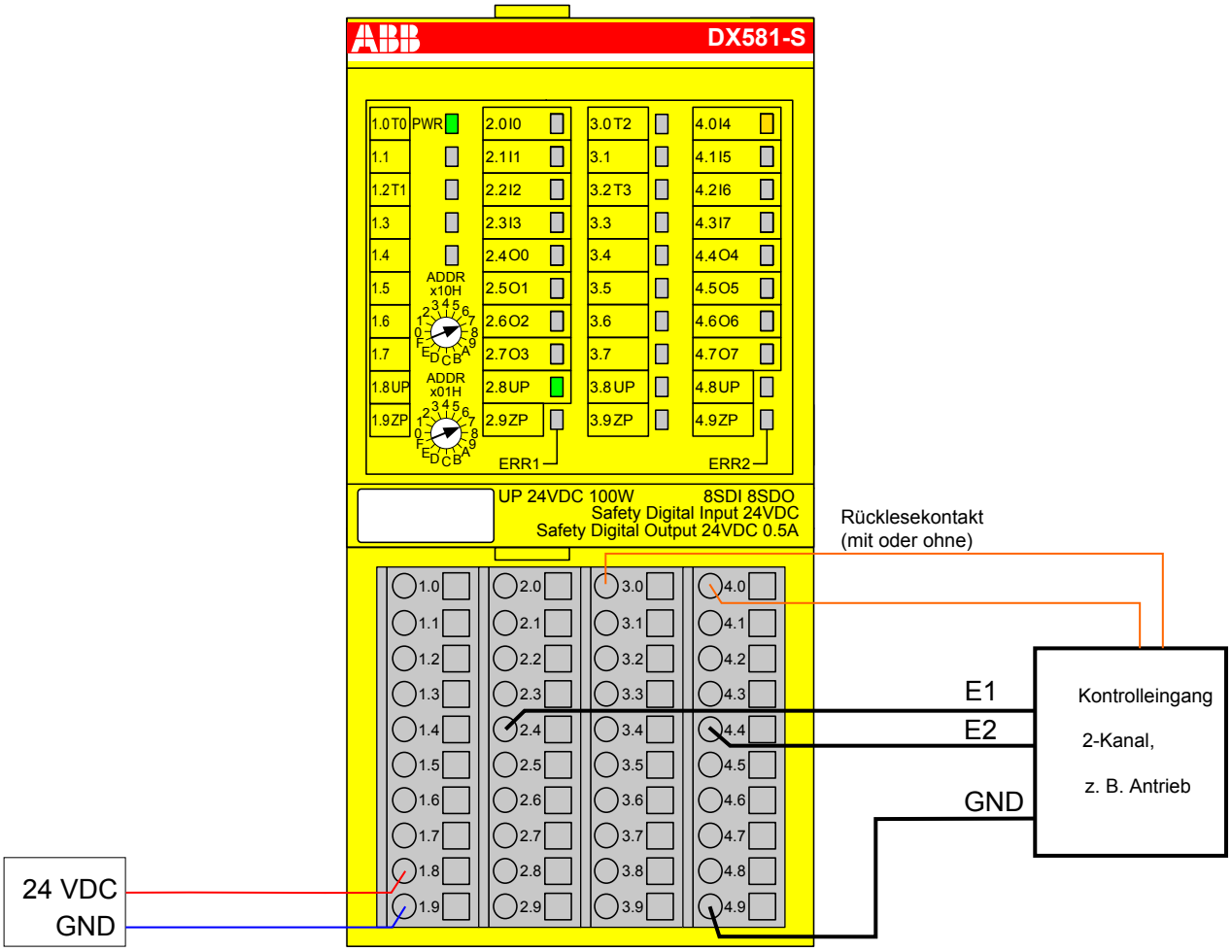


Abb. 48: Beschaltungsbeispiel DX581-S, Transistoreingang (2-Kanal)

[1)] - Ohne Rücklesekontakt: Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden) MTTFd = hoch; DC = 0

[2)] - Ohne Rücklesekontakt: Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

[3)] - Mit Rücklesekontakt: Max erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) MTTFd = hoch, DC = mittel

[4] - Mit Rücklesekontakt: Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

Applikationsbeispiel

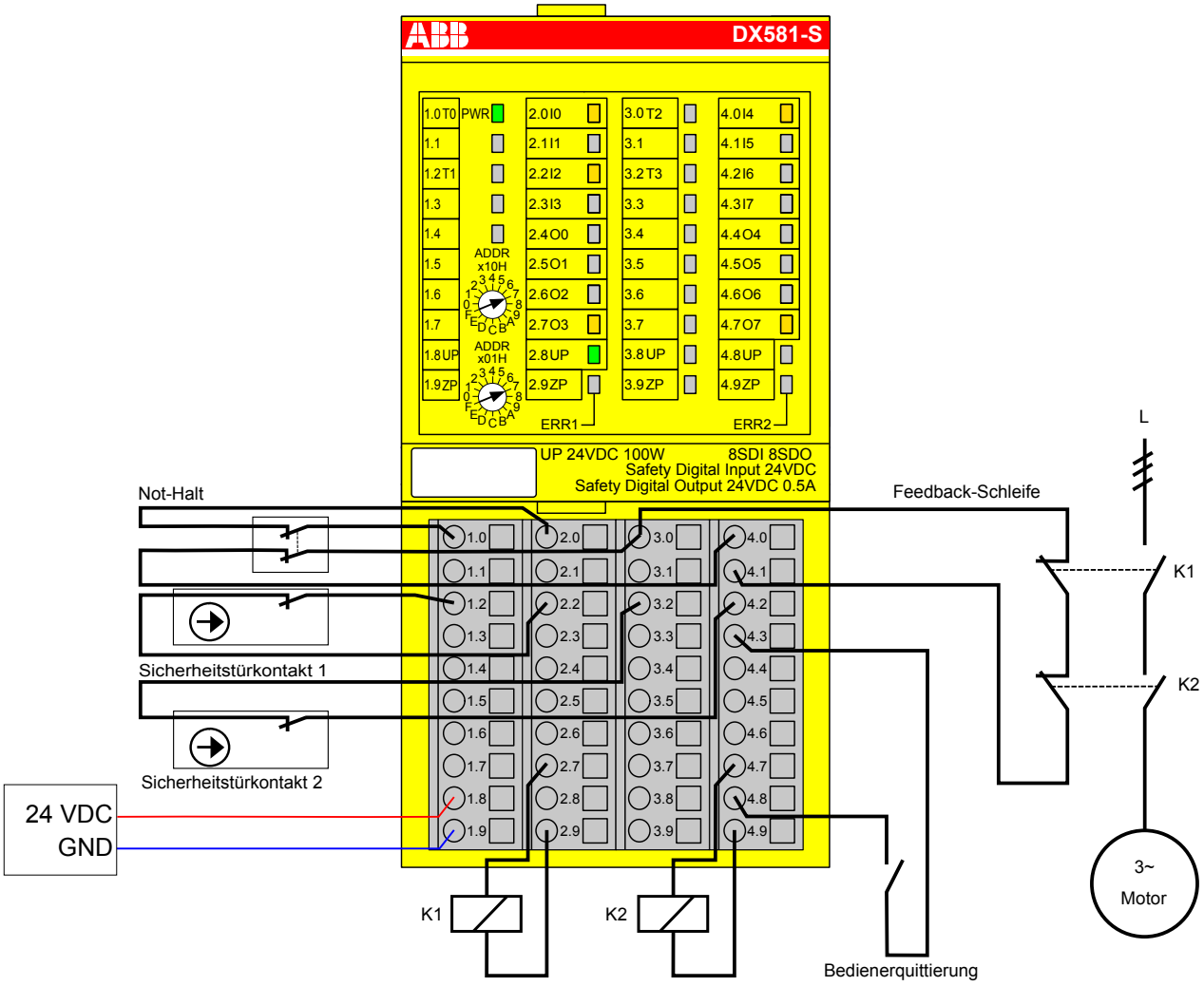


Abb. 49: Anwendungsbeispiel mit DX581-S

3.4.8 LED-Statusanzeige

Tab. 10: Statusanzeige und deren Bedeutung

LED	Beschreibung	Farbe	LED = AUS	LED = EIN	LED blinkt
Eingänge 0 … 7	Digitaleingang	Gelb	Eingang = AUS	Eingang = EIN (die Eingangsspannung wird auch angezeigt, wenn die Versorgungsspannung AUS ist)	–
	Kanalfehler	Rot	Kein Kanalfehler	Kanalfehler	–
Ausgänge 0 … 7	Digitalausgang	Gelb	Ausgang = AUS	Ausgang = EIN	–
	Kanalfehler	Rot	Kein Kanalfehler	Kanalfehler	–
UP	Prozessspannung +24 V DC an Klemme	Grün	Prozess-Versorgungsspannung fehlt	Prozess-Versorgungsspannung OK	–
PWR	+3,3 V Spannung von E/A-Bus	Grün	+3,3 V Spannung von E/A-Bus ist nicht verfügbar	+3,3 V Spannung von E/A-Bus ist verfügbar	–
ERR1	Modulfehler-Anzeige 1	Rot	Kein Modulfehler	Modulfehler, der zu einem SAFE STOP führt	Modulpassivierung und/oder Quittierungsanforderung (abwechselndes Blinken)
ERR2	Modulfehler-Anzeige 2	Rot			

3.4.9 Technische Daten

! HINWEIS!

Die Version DX581-S-XC ist für eine Verwendung unter extremen Umgebungsbedingungen erhältlich (↳ *Anhang A „Systemdaten für AC500-S-XC“ auf Seite 498*).

Weitere technische Daten stehen im SPS-Katalog von ABB zur Verfügung: *www.abb.com/plc*.

Prozess-Versorgungsspannung UP

Angabe	Wert	Einheit
Anschlussklemmen 1.8 … 4.8 (UP)	+24	V
Anschlussklemmen 1.9 … 4.9 (ZP)	0	V
Nennwert (– 15 %, +20 %, ohne Restwelligkeit)	24	V DC
Max. Restwelligkeit	5	%
Verpolschutz	Ja	
Nennwert für Absicherung für UP (schnell)	10	A
Galvanische Trennung	pro Modul	
Verarbeitungsmechanismen von Ein-/Ausgängen	Regelmäßige Aktualisierung	
Stromaufnahme über UP im Normalbetrieb mit + 24 V DC (für Modulelektronik)	0,18	A
Einschaltstrom von UP bei 30 V (beim Einschalten)	0,1	A^2s
Einschaltstrom von UP bei 24 V (beim Einschalten)	0,06	A^2s

! HINWEIS!

Alle Kanäle des DX581-S (einschließlich Testimpuls-Ausgänge) sind gegen Verpolung, Rückspeisung, Kurzschluss und andauernde Überspannung bis 30 V DC geschützt.

Einbaulage

Horizontal oder vertikal mit Leistungsreduzierung (Ausgangslast um 50 % bei +40 °C pro Gruppe reduziert und maximale Betriebstemperatur auf +40 °C reduziert)

Kühlung

Die natürliche Konvektionskühlung darf nicht durch Kabelkanäle oder andere Einbauten im Schaltschrank behindert werden.

Erlaubte Unterbrechungen der Spannungsversorgung laut EN 61131-2

Angabe	Wert	Einheit
Unterbrechungen der Gleichstromversorgung	< 10	ms
Zeit zwischen 2 Unterbrechungen der Gleichstromversorgung, PS2	> 1	s

Umgebungsbedingungen

Angabe	Wert	Einheit
Betriebstemperatur*	0 … +60	°C
Lagerungstemperatur	–40 … +85	°C
Transporttemperatur	–40 … +85	°C
Luftfeuchtigkeit ohne Kondensation	max. 95	%
Betriebsluftdruck	> 800	hPa
Lagerluftdruck	> 660	hPa
Betriebshöhe	< 2000	m über NN
Lagerhöhe	< 3500	m über NN

* Erweiterte Temperaturbereiche (unter 0 °C und über +60°C) werden von Sonderversionen von DX581-S unterstützt (↳ *Anhang A „Systemdaten für AC500-S-XC“ auf Seite 498*)

Kriech- und Luftstrecken

Die Kriech- und Luftstrecken entsprechen der Überspannungskategorie II, Verschmutzungsgrad 2.

Netzteile

Zur Versorgung der Module müssen Netzteile gemäß PELV-/SELV-Spezifikationen verwendet werden.

Elektromagnetische Verträglichkeit

↳ *TÜV SÜD Report [2]*

Angabe	Wert	Einheit
Schutzart	IP 20	
Gehäuse	gemäß UL 94	
Vibrationsfestigkeit gemäß EN 61131-2 (alle drei Achsen), kontinuierlich 3,5 mm	2 … 15	Hz
Vibrationsfestigkeit gemäß EN 61131-2 (alle drei Achsen), kontinuierlich 1 g *	15 … 150	Hz
Stoßprüfung (alle drei Achsen), 11 ms Halbsinus	15	g
MTBF	73	Jahre

* Höhere Werte auf Anfrage

Selbsttest und Diagnosefunktionen

Tests während Start und Betrieb: Programmablauf-Überwachung, RAM, CPU, Kanalübersprechen, dauerhaftes-1-Signal usw.

Abmessungen, Gewicht

Angabe	Wert	Einheit
B x H x T	67,5 x 76 x 62	mm
Gewicht	~ 130	g

Zertifizierungen

CE, cUL (↳ weitere Zertifizierungen auf *www.abb.com/plc*)

3.4.9.1 Technische Daten der sicheren Digitaleingänge

Angabe	Wert	Einheit
Anzahl Eingangskanäle je Modul	8	
Klemmen für Kanäle I0 bis I3	2.0 … 2.3	
Klemmen für Kanäle I4 bis I7	4.0 … 4.3	
Anschlüsse mit Bezugspotential für alle Eingänge (Minuspol der Prozess-Versorgungsspannung, Signalname ZP)	1.9 … 4.9	
Galvanische Trennung von den restlichen Teilen des Moduls (E/A-Bus)	Ja	
Eingangstyp gemäß EN 61131-2	Typ 1	
Eingangsverzögerung (0 ➔ 1 oder 1 ➔ 0), konfigurierbar	1 … 500	ms

Anzeige Eingangssignal

Eine gelbe LED pro Kanal. Die LED ist EIN bei Eingangssignal "High" (Signal 1)

Signalspannung

Angabe	Wert	Einheit
Eingangssignalspannung	24	V DC
Signal 0	–3 … +5	V
Undefiniertes Signal	> +5 … < +15	V
Signal 1	+15 … +30	V

Eingangsstrom je Kanal

Angabe	Wert	Einheit
Eingangsspannung +24 V, typisch	7	mA
Eingangsspannung +5 V	< 1	mA
Eingangsspannung +15 V	> 4	mA
Eingangsspannung +30 V	< 8	mA

Kabellänge

Angabe	Wert	Einheit
Max. Kabellänge, geschirmt	1000	m
Max. Kabellänge, ungeschirmt	600	m

3.4.9.2 Technische Daten der sicheren Digitalausgänge

GEFAHR!
Das Überschreiten der maximalen Prozess- oder Versorgungsspannung (< –35 V DC bzw. > +35 V DC) kann zu irreparablen Schäden am System führen.

Angabe	Wert	Einheit
Anzahl Kanäle pro Modul (Transistorausgänge)	8	
Anschlüsse mit Bezugspotential für alle Ausgänge (Minuspol der Prozess-Versorgungsspannung, Signalname ZP)	1.9 … 4.9	
Anschlüsse der gemeinsamen Versorgungsspannung für alle Ausgänge (Pluspol der Prozess-Versorgungsspannung, Signalname UP)	1.8 … 4.8	
Ausgangsspannung für 1-Signal	UP – 3	V
Ausgangsverzögerung (0 ➔ 1 oder 1 ➔ 0)	1 (5 mA Ausgangsstrom) 4 (500 mA Ausgangsstrom)	ms
Möglichkeit des Schaltens einer kapazitiven Last von mindestens	10	mF
Möglichkeit des Schaltens einer induktiven Last von mindestens	1	H

Ausgangsstrom

Angabe	Wert	Einheit
Nennwert, je Kanal bei UP = 24 V	500	mA
Maximalwert (alle Kanäle zusammen)	4	A
Leckstrom bei 0-Signal	< 0,5	mA
Kurzschluss-/Überlastfestigkeit	Ja	
Überlastmeldung (Kanalpassivierung), I > 0,7 A	Ja	
Ausgangsstrombegrenzung (automatische Reaktivierung nach Kurzschluss/Überlast)	Ja	
Rückspannungsfestigkeit gegen 24 V-Signale	Ja	
Demagnetisierung durch interne Löschdioden beim Ausschalten induktiver Lasten	Ja	
Nennwert für Absicherung an UP	4,5	A

Kabellänge

Angabe	Wert	Einheit
Max. Kabellänge, geschirmt	1000	m
Max. Kabellänge, ungeschirmt	600	m

3.4.9.3 Technische Daten der nicht sicheren Testimpuls-Ausgänge

Angabe	Wert	Einheit
Anzahl Testimpuls-Kanäle pro Modul (Ausgänge für Transistor-Testimpuls)	4	
Klemmen für Kanäle T0, T1	1.0, 1.2	
Klemmen für Kanäle T2 bis T3	3.0, 3.2	
Anschlüsse mit Bezugspotential für alle Testimpuls-Ausgänge (Minuspol der Prozess-Versorgungsspannung, Signalname ZP)	1.9 … 4.9	
Anschlüsse der gemeinsamen Versorgungsspannung für alle Ausgänge (Pluspol der Prozess-Versorgungsspannung, Signalname UP)	1.8 … 4.8	
Ausgangsspannung für 1-Signal	UP – 0,8	V
Länge der Testimpuls-0-Phase	1	ms

Ausgangsstrom

Angabe	Wert	Einheit
Nennwert, je Kanal	10	mA
Maximalwert (alle Kanäle zusammen)	40	mA
Kurzschluss-/Überlastfestigkeit	Ja	
Ausgangsstrombegrenzung	65	mA
Rückspannungsfestigkeit gegen 24 V-Signale	Ja	

Kabellänge

Angabe	Wert	Einheit
Max. Kabellänge, geschirmt	1000	m
Max. Kabellänge, ungeschirmt	600	m

3.4.10 Bestelldaten

Typ	Beschreibung	Bestellcode
DX581-S	DX581-S:S500, Digitales Sicherheits-E/A-Modul 8SDI/SDO	1SAP 284 100 R0001
DX581-S-XC	DX581-S-XC:S500, Digitales Sicherheits-E/A-Modul 8SDI/SDO, extreme Umgebungsbedingungen	1SAP 484 100 R0001

3.5 AI581-S Analoges Sicherheits-Eingabemodul

Elemente des Moduls

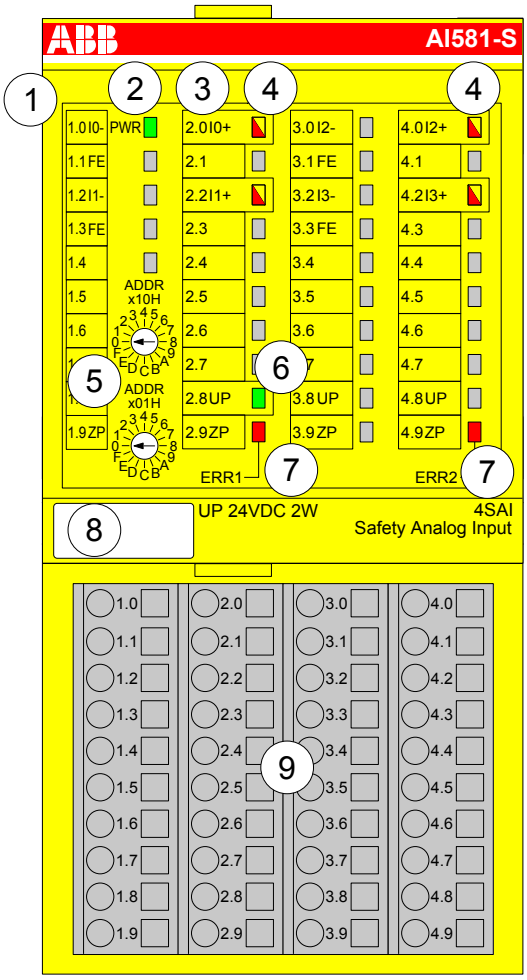


Abb. 50: Analoges Sicherheits-Eingabemodul AI581-S, eingesteckt in Klemmenblock TU582-S

1 E/A-Bus
2 System-LED
3 Zuordnung Klemmennummer – Signalname
4 4 gelb/rote LEDs Signalstatus I0 … I1/I2 … I3
5 2 Drehschalter für PROFIsafe-Adresse
6 Grüne LED Prozessspannung UP
7 Rote LEDs zur Anzeige von Fehlern
8 Beschriftungsschild (TA525)
9 E/A-Klemmenblock (TU582-S)

3.5.1 Verwendungszweck

Das analoge Sicherheits-Eingabemodul AI581-S kann als dezentrales Erweiterungsmodul für die PROFINET-Module CI501-PNIO, CI502-PNIO, CI504-PNIO und CI506-PNIO (Freigabedatum ab 2013) oder lokal an CPUs der AC500-Serie für Sicherheitsanwendungen bis zu SIL 3 (IEC 61508), SILCL 3 (IEC 62061) und PL e (ISO 13849-1) verwendet werden.

! HINWEIS!

Die Werte, die mit Ihrer Sicherheitsanwendung für SIL (IEC 61508), SILCL (IEC 62061) und PL (ISO 13849-1) erreicht werden können, hängen von der Verdrahtung der Sensoren im AI581-S-Modul ab (↳ *Kapitel 3.5.7 „Anschlussbeispiele“ auf Seite 169*).

Das AI581-S enthält 4 Sicherheits-Strom-Analogeingänge in zwei Gruppen (2.0 ... 2.2 und 4.0 ... 4.2) ohne Potentialtrennung zwischen den Kanälen.

Die Eingänge sind gegenüber den anderen Schaltkreisen des Moduls nicht galvanisch getrennt.

3.5.2 Funktionalität

Analogeingänge	4 (0 … 20 mA oder 4 … 20 mA)
LED-Anzeigen	Für Signalzustand, Modulfehler, Kanalfehler und Versorgungsspannung
Interne Spannungsversorgung	Über I/O-Bus-Schnittstelle
Externe Spannungs-versorgung	Über Klemmen ZP und UP (Prozessspannung 24 V DC)

Selbsttests und Diagnosefunktionen (sowohl beim Starten als auch während des Betriebs), wie CPU- und RAM-Tests, Programmablauf-Überwachung und Kanalübersprechen usw. werden in AI581-S gemäß den Anforderungen von IEC 61508 SIL 3 implementiert.

HINWEIS!

Nur F_Dest_Add wird für die PROFIsafe F-Device-Identifizierung in AI581-S verwendet.

AI581-S verfügt über 4 Sicherheits-Analogeingangskanäle mit den folgenden Funktionen:

- 14 Bit Auflösung
- Überprüfung der Prozess-Spannungsversorgung (eine Diagnosemeldung, die über die fehlende Prozess-Spannungsversorgung für ein entsprechendes Sicherheits-E/A-Modul informiert, wird vom Sicherheits-E/A-Modul an die CPU gesendet). Diese Funktion ist nicht sicherheitsbezogen und steht nicht im Zusammenhang mit der internen sicherheitsrelevanten Über- oder Unterspannungserkennung.
- Störfrequenzunterdrückung 50 Hz oder 60 Hz
- Modi 1-Kanal (0 ... 20 mA), 1-Kanal (4 ... 20 mA) oder 2-Kanal (4 ... 20 mA) (Minimal- oder Maximalwert kann für die Übertragung zur Sicherheits-CPU im 2-Kanal-Modus (4 ... 20 mA) gewählt werden; Toleranzbereich 4 % ... 12 % kann für 2-Kanal-Modus gesetzt werden)

HINWEIS!

In einem 2-Kanal-Modus transportiert der niedrigere Kanal (Kanäle 0/2 ➔ Kanal 0, Kanäle 1/3 ➔ Kanal 1 usw.) gesammelt den Prozesswert, das PROFIsafe-Diagnosebit, die Quittierungsanforderung und das Acknowledge-Reintegration-Bit. Der höhere Kanal liefert immer den passivierten Wert “0”.

HINWEIS!

Die maximale interne Diskrepanzzeit zwischen zwei internen Kanalwerten (1 Kanal- oder 2 Kanal-Modus) ist beim AI581-S-Modul 67,5 ms; dies ist auch der interne Wert für die Eingangsverzögerung im Worst-Case.

Die Diskrepanzzeit zwischen zwei Kanalwerten (2 Kanal-Modus) mit dem gewählten überwachten Toleranzbereich (4 % … 12 %) beträgt ebenfalls 67,5 ms.

HINWEIS!

Die analogen Eingangskanäle haben integrierte Hardware-Tiefpassfilter von 100 Hz.

HINWEIS!

Wenn am Sicherheitskanal des Analogeingangs ein Überstrom/Unterstrom erkannt wird, wird die Kanalpassivierung nach spätestens 200 ms ausgelöst. Nachdem der Kanal für 30 Sekunden passiviert war, wird erneut auf anliegenden Überstrom/Unterstrom geprüft. Ist kein Überstrom/Unterstrom vorhanden, wird das Signal für die Reintegrationsanforderung für den entsprechenden Kanal auf TRUE gesetzt, sodass der Kanal wieder integriert werden kann.

Die folgende Tabelle zeigt das Abbild der Prozesswerte der Sicherheits-CPU auf die entsprechenden mA-Werte des AI581-S-Moduls. Für einen Analogeingang sind zwei Modi definiert, 0 ... 20 mA und 4 ... 20 mA.

HINWEIS!

Sowohl Überlauf als auch Überschreitung stellen einen Überstrom dar. Sowohl Unterlauf als auch Unterschreitung stellen einen Unterstrom dar.

Nur im Falle von Über- und Unterlauf werden die Analogkanäle passiviert und “0”-Prozesswerte an die Sicherheits-CPU übertragen.

Bereich	**0 … 20 mA**	**4 … 20 mA**	**Digitalwert (dez)**		**Digitalwert (hex)**	
Überlauf*	: > 23,519	: > 22,81	32767* : 32512*		7FFF* : 7F00*	
Überschreitung	23,519 : 20,000723	22,81 : 20,000578	32511 : 27649		7EFF : 6C01	
Nenn- bereich	20 : 0	20 : 16 : 4	27648 : 20736 : 0		6C00 : 5100 : 0000	
Unterschreitung	–0,000723 : –1,481	3,999421 : 1,185	**0 … 20 mA** –1 : –2048	**4 … 20 mA** –1 : –4864	**0 … 20 mA** FFFF : F800	**4 … 20 mA** FFFF : ED00
Unterlauf*	< –1,481	< 1,185	**0 … 20 mA** –2049* : –32768*	**4 … 20 mA** –4865* : –32678*	**0 … 20 mA** F7FF* : 8000*	**4 … 20 mA** ECFF* : 8000*

* In diesen Fällen werden die Analogkanäle passiviert und “0”-Prozesswerte an die Sicherheits-CPU übertragen.

3.5.3 Montage, Abmessungen und elektrischer Anschluss

Die Eingabemodule können nur in den Klemmenblock mit Federzugklemmen TU582-S eingesteckt werden. Die eindeutige mechanische Codierung auf den E/A-Klemmenblöcken verhindert eventuelle Fehler, sodass keine Standard-E/A-Module in den Sicherheits-E/A-Klemmenblock eingesteckt werden können und umgekehrt.

Installation und Wartung dürfen nur von Elektro-Fachkräften nach den technischen Regeln, Richtlinien und einschlägigen Normen, z. B. EN 60204 Teil 1, vorgenommen werden.

Montage der AI581-S

GEFAHR!

Einbau und Austausch im laufenden Betrieb sind bei Modulen unter Spannung nicht zulässig. Für jegliche Arbeiten an AC500-Systemen, einschließlich Sicherheitsmodulen, müssen immer alle Spannungsquellen (Versorgungs- und Prozessspannungen) ausgeschaltet sein.

Achten Sie auf einen korrekten Sitz des Moduls und drücken Sie dieses mit einer Kraft von ca. 100 Newton auf den Klemmenblock, bis die Verriegelung schließt. Der Klemmenblock wird entweder auf einer Hutschiene oder mittels 2 Schrauben und dem zusätzlichen Zubehör für Wandmontage (TA526) befestigt.

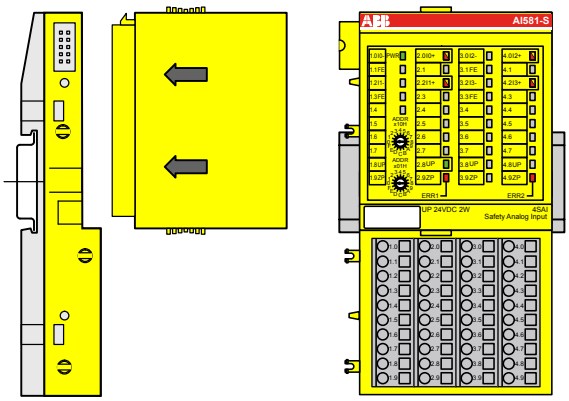


Abb. 51: Montageanleitung

1. Positionieren Sie das Modul auf dem Klemmenblock.
   ⇨ Das Modul rastet ein.
2. Drücken Sie das Modul dann mit einer Kraft von ca. 100 Newton in Pfeilrichtung.

Demontage der AI581-S

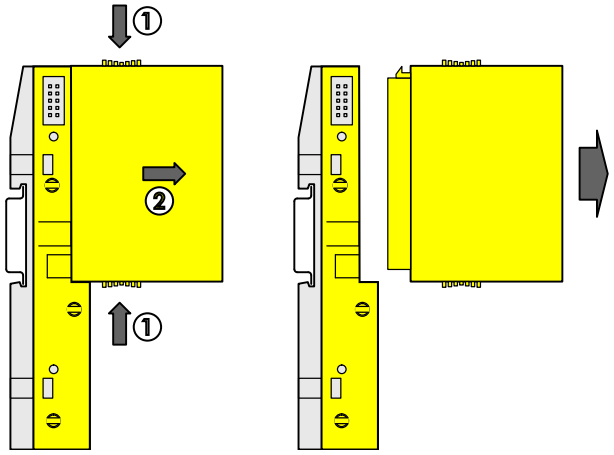


Abb. 52: Demontageanleitung

→ Drücken Sie oben und unten, dann entfernen Sie das Modul.

Abmessungen

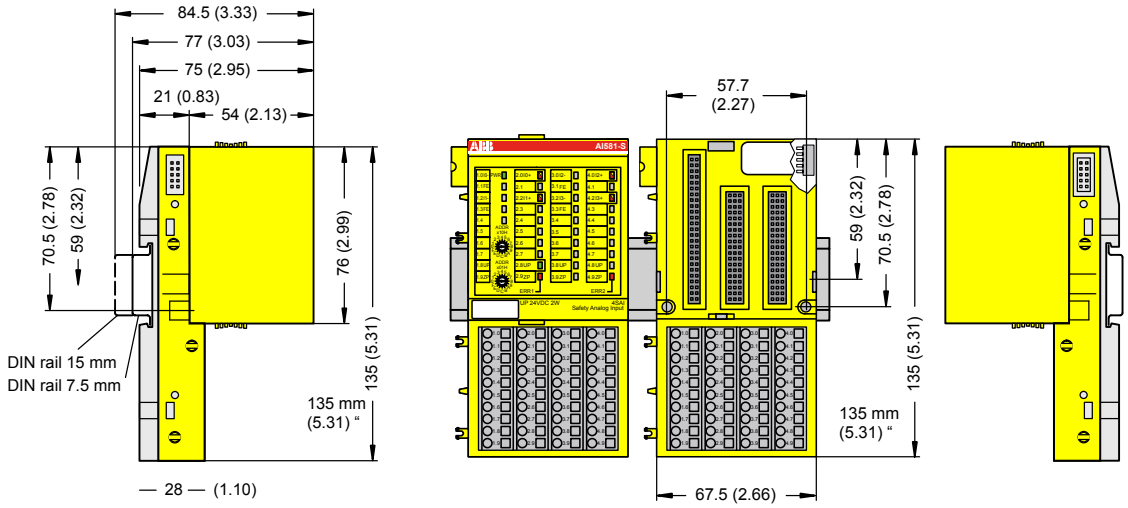


Abb. 53: Abmessungen des Sicherheits-E/A-Moduls AI581-S

Elektrischer Anschluss

! HINWEIS!

Derselbe TU582-S wird für alle Sicherheits-E/A-Module der Serie AC500-S verwendet. Wenn der TU582-S für ein DX581-S mit sicheren Digitalausgängen verdrahtet wird und ein DI581-S oder AI581-S versehentlich in diesen Klemmenblock gesteckt wird, ist es nicht möglich, dass die Sicherheits-Digitalausgangs-Klemmen am TU582-S durch falsch eingesteckte Sicherheits-E/A-Module DI581-S und AI581-S unter Spannung gesetzt werden.

Der elektrische Anschluss der Ein- und Ausgangskanäle erfolgt an den 40 Klemmen des E/A-Klemmenblocks. Auf diese Weise können die Module ausgetauscht werden, ohne dass die Verkabelung an den Klemmenblöcken gelöst werden muss.

Die Klemmen 1.8, 2.8, 3.8 und 4.8 bzw. 1.9, 2.9, 3.9 und 4.9 sind im Inneren des E/A-Klemmenblocks jeweils elektrisch miteinander verbunden und haben unabhängig vom eingesetzten Modul immer dieselbe Belegung:

- Klemmen 1.8, 2.8, 3.8 und 4.8: Prozessspannung UP = +24 V DC
- Klemmen 1.9, 2.9, 3.9 und 4.9: Prozessspannung ZP = 0 V

Zuordnung der weiteren Klemmen:

Anschlüsse	Signal	Bedeutung
1.0, 1.2, 3.0, 3.2	I0-, I1-, I2-, I3-	Negative Anschlüsse der 4 Analogeingänge
2.0, 2.2, 4.0, 4.2	I0+, I1+, I2+, I3+	Positive Anschlüsse der 4 Analogeingänge
1.1, 1.3, 3.1, 3.3	FE	Funktionserde

Anschlüsse	Signal	Bedeutung
1.8, 2.8, 3.8, 4.8	UP	Prozessversorgung +24 V DC
1.9, 2.9, 3.9, 4.9	ZP	Zentraler Erdanschluss der Prozessversorgungsspannung
1.4 … 1.7, 2.1, 2.3 … 2.7, 3.4 … 3.7, 4.1, 4.3 … 4.7	Frei	Nicht belegt

HINWEIS!

Die Prozessspannung muss in das Erdungskonzept des Steuerungssystems einbezogen werden (z. B. Erdung des Minuspols).

HINWEIS!

Die Minuspole der Analogeingänge sind untereinander elektrisch verbunden. Sie bilden ein "Analogmasse"-Signal für das Modul.

Auf Grund des gemeinsamen Bezugspotenzials können analoge Stromeingänge nicht in Reihe hintereinander geschaltet werden, weder innerhalb des Moduls selbst noch mit Kanälen anderer Module.

HINWEIS!

Es besteht keine galvanische Trennung zwischen den analogen Kreisen und ZP/UP. Daher müssen die analogen Sensoren galvanisch getrennt sein, um Schleifen über das Erdpotenzial oder die Versorgungsspannung zu verhindern.

HINWEIS!

Analoge Signalleitungen werden grundsätzlich in geschirmten Kabeln geführt. Die Abschirmung wird an beiden Kabelenden geerdet. Um unzulässige Potenzialdifferenzen zwischen verschiedenen Anlagenteilen zu vermeiden, müssen niederohmige Potenzialausgleichsleitungen verlegt werden.

Bei einfachen Anwendungen (wenig Störungen, geringe Anforderungen an die Präzision) kann auch auf die Schirmung verzichtet werden.

Anschlussbeispiele

Beispiele für elektrische Anschlüsse des AI581-S-Moduls und der Einzelkanäle Ix.

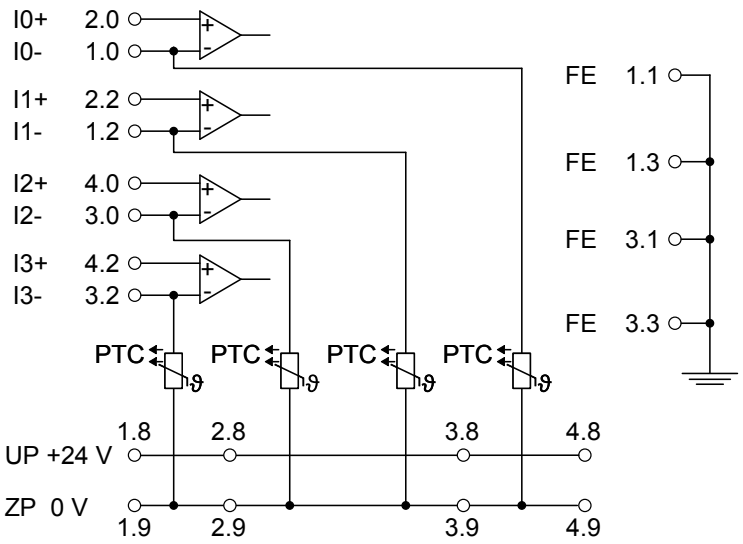


Abb. 54: Beispiel für elektrische Anschlüsse des AI581-S

! HINWEIS!

Der PTC, der im Anschlussschema angegeben ist, ist in das Modul AI581-S eingebaut.

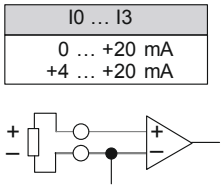


Abb. 55: Beispiel für Einzelkanäle des AI581-S

3.5.4 Interner Datenaustausch

Eingänge (Bytes)	9
Ausgänge (Bytes)	1

3.5.5 Konfiguration der Ein- und Ausgänge

Im analogen Sicherheits-Eingabemodul AI581-S selbst werden keine Konfigurationsdaten gespeichert. Die Konfigurationsdaten werden in den Sicherheits-CPUs und PM5xx-CPUs gespeichert.

3.5.6 Parametrierung

Die Einrichtung der Parameterdaten wird mit der System-Konfigurationssoftware Control Builder Plus PS501 (ab V2.2.1) / ABB Automation Builder (ab Version 1.0) durchgeführt. Die GSDML-Datei von ABB für PROFINET-Geräte kann zum Konfigurieren der Parameter für AI581-S mit PROFINET F-Hosts von Drittanbietern verwendet werden.

Die Parametereinstellung hat unmittelbaren Einfluss auf die Funktionalität der Module und die für SIL (IEC 61508), SILCL (IEC 62061) und PL (ISO 13849-1) erreichbaren Werte.

Nr.	Name	Werte	Standard
1	Überwachung Spannung	"Ein", "Aus"	"Ein"
2	Konfiguration	“Nicht belegt”, “1-Kanal (0 … 20 mA)”, “1-Kanal (4 … 20 mA)”, “2-Kanal (4 … 20 mA)”	"Nicht belegt"
3	Störfrequenzunterdrückung	“50 Hz”, “60 Hz”, “keine”	“50 Hz”
4	Toleranzbereich (nur für "2-Kanal (4 ... 20 mA)"-Modus)	“4 %”, “5 %”, “6 %”, “7 %”, “8 %”, “9 %”, “10 %”, “11 %”, “12 %”	“4 %”
5	Verwendeter Wert (min./max.) (nur für "2-Kanal (4 ... 20 mA)"-Modus)	“Minimum”, “Maximum”	“Minimum”

3.5.7 Anschlussbeispiele

Beispiele der elektrischen Anschlüsse und der Werte, die für das AI581-S für SIL (IEC 61508), SILCL (IEC 62061) und PL (ISO 13849-1) erreichbar sind, finden Sie weiter unten.

! HINWEIS!

Wenn in den Beschaltungsbeispielen DC = hoch für sichere Analogeingänge verwendet wird, kann die folgende Maßnahme aus ISO 13849-1 [10] im Modul DX581-S verwendet werden: Querschlussüberwachung von Eingangssignalen und Zwischenergebnissen innerhalb der Logik (L) sowie temporale und logische Softwareüberwachung des Programmflusses und Erkennung von statischen Fehlern und Kurzschlüssen (bei mehreren E/As).

Wenn DC = mittel in den Schaltplanbeispielen für sichere Analogeingänge verwendet wird, kann eine der Maßnahmen für die Eingabegeräte aus ISO 13849-1 [10] mit DC ≥ 90 % verwendet werden.

Analogsensor (0 … 20 mA), externe Sensor-Stromversorgung

Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I0)**	24 V DC extern (Sensor)
SILCL/PL [1), 2)]	SILCL 1/PL c
SIL[3)]	SIL 1

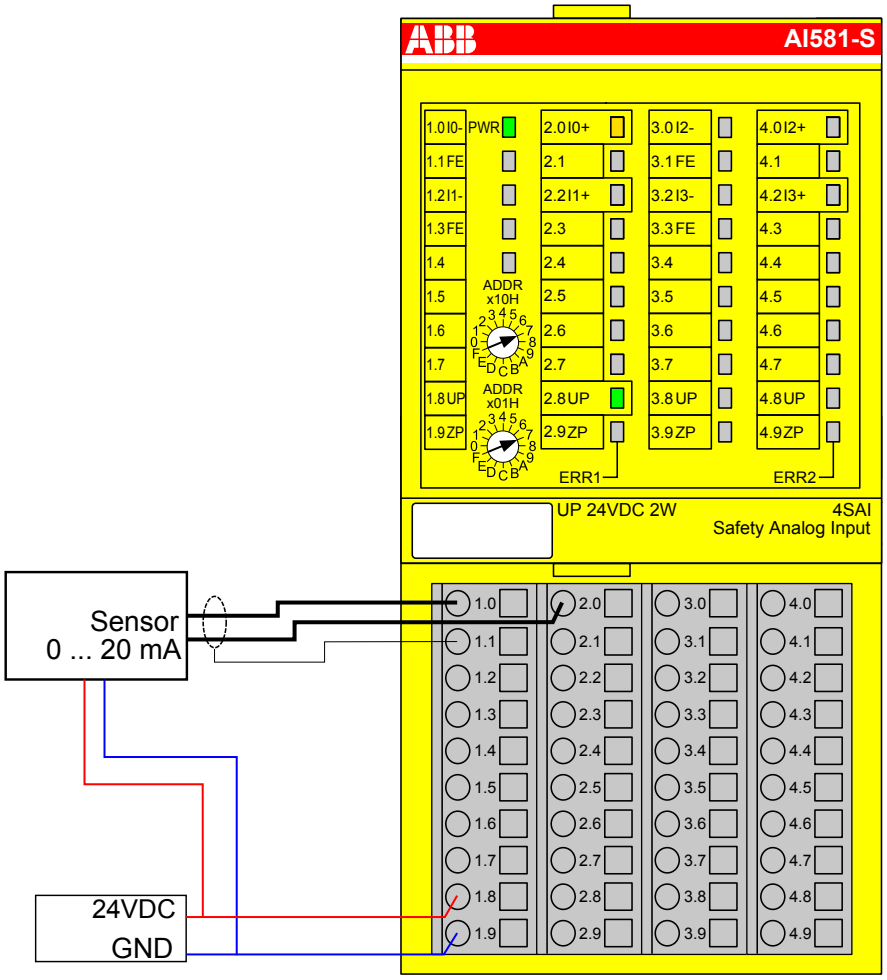


Abb. 56: Beschaltungsbeispiel AI581-S, Analogsensor (0 … 20 mA)

1) - MTTFd = hoch, DC = gering

2) - Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden)

3) - Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu SIL 3 erreicht werden)

2 Analogsensoren (0 … 20 mA), externe Sensor-Stromversorgung

2-Kanal-Auswertung	Im AI581-S-Modul
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I0)**	24 V DC extern (Sensor)
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 2 **(I2)**	24 V DC extern (Sensor)
SILCL/PL [1), 2)]	SILCL 2/PL d
SIL[3)]	SIL 3

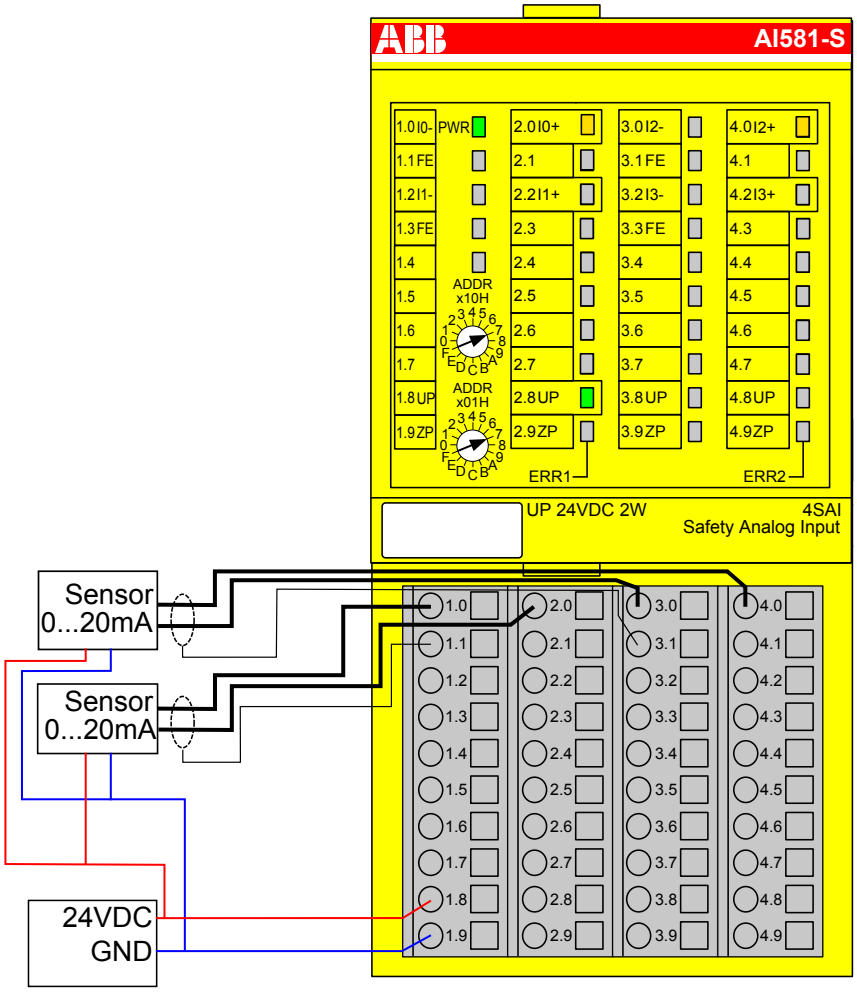


Abb. 57: Beschaltungsbeispiel AI581-S, 2 Analogsensoren (0 … 20 mA)

1) - MTTFd = hoch, DC = mittel

2) - Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden)

3) - Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

Analogsensor (4 … 20 mA), externe Sensor-Stromversorgung

Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I0)**	24 V DC extern (Sensor)
SILCL/PL [1), 2)]	SILCL 2/PL d
SIL[3)]	SIL 2

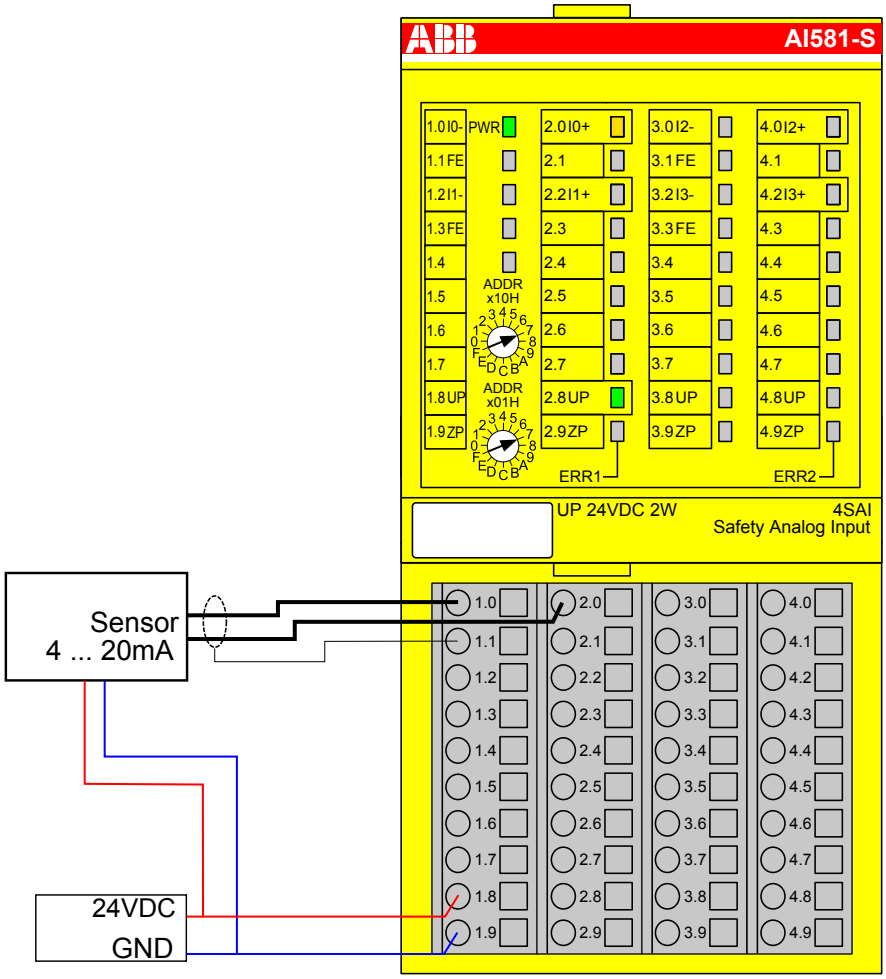


Abb. 58: Beschaltungsbeispiel AI581-S, Analogsensor (4 … 20 mA)

1) - MTTFd = hoch, DC = mittel

2) - Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu PL e, SILCL 3 erreicht werden)

3) - Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich) ➔ ohne Fehlerausschluss (mit Fehlerausschluss können höhere Ebenen bis zu SIL 3 erreicht werden)

2 Analogsensoren (4 … 20 mA), externe Sensor-Stromversorgung

2-Kanal-Auswertung	Im AI581-S-Modul
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 1 **(I0)**	24 V DC extern (Sensor)
Sensor-Stromversorgung auf Kanal 2 **(I2)**	24 V DC extern (Sensor)
SILCL/PL [1), 2)]	SILCL 3/PL e
SIL[3)]	SIL 3

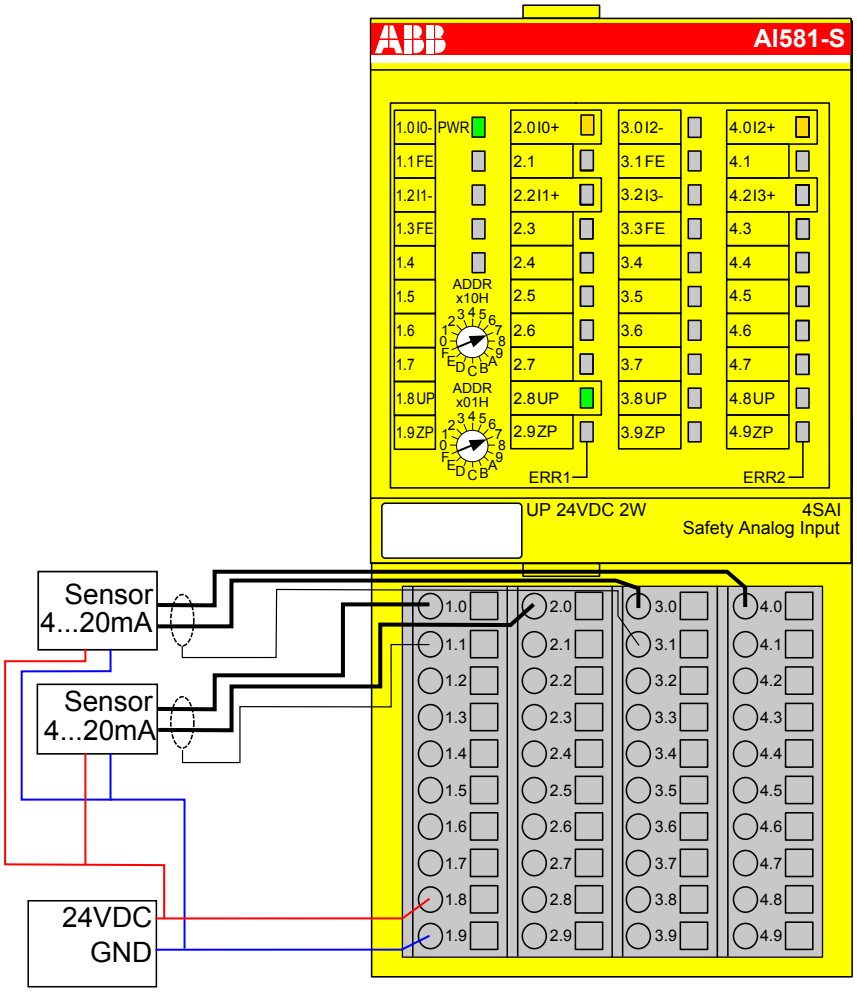


Abb. 59: Beschaltungsbeispiel AI581-S, 2 Analogsensoren (4 … 20 mA)

1) - MTTFd = hoch, DC = hoch

2) - Max. erreichbar (ISO 13849-1, IEC 62061)

3) - Max. erreichbares SIL nach IEC 61508 (Komponenten des Typs A sind erforderlich)

3.5.8 LED-Statusanzeige

Tab. 11: Statusanzeige und deren Bedeutung

LED	Beschreibung	Farbe	LED = AUS	LED = EIN	LED blinkt
Eingänge 0 … 3	Analogeingang	Gelb	Analogeingang = ca. 0 mA	Eingang = EIN (Lichtintensität der LED hängt vom Eingabewert ab)	--
	Kanalfehler	Rot	Kein Kanalfehler	Kanalfehler	--
UP	Prozessspannung +24 V DC an Klemme	Grün	Prozess-Versorgungsspannung fehlt	Prozess-Versorgungsspannung OK	--
PWR	+3,3 V Spannung von E/A-Bus	Grün	+3,3 V Spannung von E/A-Bus ist nicht verfügbar	+3,3 V Spannung von E/A-Bus ist verfügbar	--
ERR1	Modulfehler-Anzeige 1	Rot	Kein Modulfehler	Modulfehler, der zu einem SAFE STOP führt	Modulpassivierung und/oder Quittierungsanforderung (abwechselndes Blinken)
ERR2	Modulfehler-Anzeige 2	Rot			

3.5.9 Technische Daten

! HINWEIS!

Die Version AI581-S-XC ist für eine Verwendung unter extremen Umgebungsbedingungen erhältlich (↳ *Anhang A „Systemdaten für AC500-S-XC“ auf Seite 498*).

Weitere technische Daten stehen im SPS-Katalog von ABB zur Verfügung: *www.abb.com/plc*.

Prozess-Versorgungsspannung UP

Angabe	Wert	Einheit
Anschlussklemmen 1.8 … 4.8 (UP)	+24	V
Anschlussklemmen 1.9 … 4.9 (ZP)	0	V
Nennwert (– 15 %, +20 %, ohne Restwelligkeit)	24	V DC
Max. Restwelligkeit	5	%
Verpolschutz	Ja	
Nennwert für Absicherung für UP (schnell)	10	A
Galvanische Trennung	pro Modul	
Verarbeitungsmechanismen von Ein-/Ausgängen	Regelmäßige Aktualisierung	
Wandlungsfehler der Analogwerte durch Nichtlinearitäten, Abgleichfehler im Werk und Auflösung im Nennbereich, üblicherweise	±1	%
Wandlungsfehler der Analogwerte durch Nichtlinearitäten, Abgleichfehler im Werk und Auflösung im Nennbereich, maximal	±1,5	%
Maximale Signalfrequenz	70	Hz
Stromaufnahme über UP im Normalbetrieb mit + 24 V DC (für Modulelektronik)	0,18	A
Einschaltstrom von UP bei 30 V (beim Einschalten)	0,1	A^2s
Einschaltstrom von UP bei 24 V (beim Einschalten)	0,06	A^2s

Einbaulage

Horizontal oder vertikal mit Leistungsreduzierung (maximale Betriebstemperatur auf +40 °C reduziert).

Kabellänge

Angabe	Wert	Einheit
Leiterquerschnitt von Analogkabeln	> 0,14	mm²
Max. Analogkabellänge, geschirmt	100	m

Kühlung

Die natürliche Konvektionskühlung darf nicht durch Kabelkanäle oder andere Einbauten im Schaltschrank behindert werden.

Erlaubte Unterbrechungen der Spannungsversorgung laut EN 61131-2

Angabe	Wert	Einheit
Unterbrechungen der Gleichstromversorgung	< 10	ms
Zeit zwischen 2 Unterbrechungen der Gleichstromversorgung, PS2	> 1	s

Umgebungsbedingungen

Angabe	Wert	Einheit
Betriebstemperatur*	0 ... +60	°C
Lagerungstemperatur	–40 ... +85	°C
Transporttemperatur	–40 ... +85	°C
Luftfeuchtigkeit ohne Kondensation	max. 95	%
Betriebsluftdruck	> 800	hPa
Lagerluftdruck	> 660	hPa
Betriebshöhe	< 2000	m über NN
Lagerhöhe	< 3500	m über NN

* Erweiterte Temperaturbereiche (unter 0°C und über +60°C) werden von Sonderversionen von AI581-S unterstützt (↳ *Anhang A „Systemdaten für AC500-S-XC“ auf Seite 498*)

Kriech- und Luftstrecken

Die Kriech- und Luftstrecken entsprechen der Überspannungskategorie II, Verschmutzungsgrad 2.

Netzteile

Zur Versorgung der Module müssen Netzteile gemäß PELV-/SELV-Spezifikationen verwendet werden.

Elektromagnetische Verträglichkeit

↳ TÜV SÜD-Bericht [2]

Angabe	Wert	Einheit
Schutzart	IP 20	
Gehäuse	gemäß UL 94	
Vibrationsfestigkeit gemäß EN 61131-2 (alle drei Achsen), kontinuierlich 3,5 mm	2 … 15	Hz
Vibrationsfestigkeit gemäß EN 61131-2 (alle drei Achsen), kontinuierlich 1 g *	15 …150	Hz
Stoßprüfung (alle drei Achsen), 11 ms Halbsinus	15	g
MTBF	102	Jahre

* Höhere Werte auf Anfrage

Selbsttest und Diagnosefunktionen

Tests während Start und Betrieb: Programmablauf-Überwachung, RAM, CPU, ADC usw.

Abmessungen, Gewicht

Angabe	Wert	Einheit
B x H x T	67,5 x 76 x 62	mm
Gewicht (ohne Klemmenblock)	~ 130	g

Zertifizierungen

CE, cUL (↳ weitere Zertifizierungen auf *www.abb.com/plc*)

3.5.9.1 Technische Daten der sicheren Analogeingänge

GEFAHR!

Das Überschreiten der maximalen Prozess- oder Versorgungsspannung (< –35 V DC bzw. > +35 V DC) kann zu irreparablen Schäden am System führen.

Angabe	Wert	Einheit
Anzahl Kanäle pro Modul	4	
Konfigurierbarkeit, 1-kanaliger Modus	0 … 20	mA
Konfigurierbarkeit, 1-kanaliger Modus	4 … 20	mA
Konfigurierbarkeit, 2-kanaliger Modus	4 … 20	mA
Eingangswiderstand der Kanäle im aktiven Modus	~ 125	Ω
Eingangswiderstand der Kanäle im inaktiven Modus	~ 15	kΩ

Kanalaufteilung in Gruppen

2 Gruppen zu je 2 Kanälen.

Angabe	Wert	Einheit
Zeitkonstante des Eingangsfilters	1	ms
Zyklusdauer für Wandlung	0,33	ms
Auflösung	14	Bits
Temperaturkoeffizient ± % des Skalenendwertes (0 ... 20 mA)	±0,005	%/K
Max. Fehler bei 25 °C ± % des Skalenendwertes (0 ... 20 mA)	± 0,25	%
Max. Fehler über den gesamten Temperaturbereich ± % des Skalenendwertes (0 ... 20 mA)	± 0,25	%
Wert des niederwertigsten Bits (LSB = least significant bit)	2,03	µA
Maximal zulässige permanente Überlast (keine Schäden) (Selbstschutz), Spannung	32	V DC
Maximal zulässige permanente Überlast (keine Schäden) (Selbstschutz), Strom	24	mA
Nichtlinearität (des Skalenendwertes)	±0,05	%
Abtastwiederholungszeit	3,3	ms
Eingangsfiltereigenschaften - erste Ordnung, Filterzeitkonstante	1	ms
Übergangsfrequenz	160	Hz
Überspannungsschutz	Ja	

Galvanische Trennung

Gegen interne Versorgung und andere Module.

Anzeige Eingangssignal

Eine LED pro Kanal.

Max. temporäre Abweichung während elektrischer Interferenztests in ± % des Skalenendwertes

Angabe	Wert	Einheit
Abweichung während Störstrahlung und leitungsgeführter Störung	< 0,1	%
Abweichung während Burst-Test	max. 0,33	%
Abweichung während Surge-Test	bis zu 50	%
Abweichung während elektrostatischen Entladungen	keine Abweichung	

Analogeingangsschutz

Angabe	Wert
Schutzart des Analogeingangs	Suppressordiode

Kabellänge

Angabe	Wert	Einheit
Max. Kabellänge, geschirmt	100	m

3.5.10 Bestelldaten

Typ	Beschreibung	Bestellcode
AI581-S	AI581-S:S500, Analoges Sicherheits-Eingabemodul 4SAI	1SAP 282 000 R0001
AI581-S-XC	AI581-S-XC:S500, Analoges Sicherheits-Eingabemodul 4SAI, extreme Umgebungsbedingungen	1SAP 482 000 R0001

3.6 TU582-S Sicherheits-E/A-Klemmenblock

Elemente des Moduls

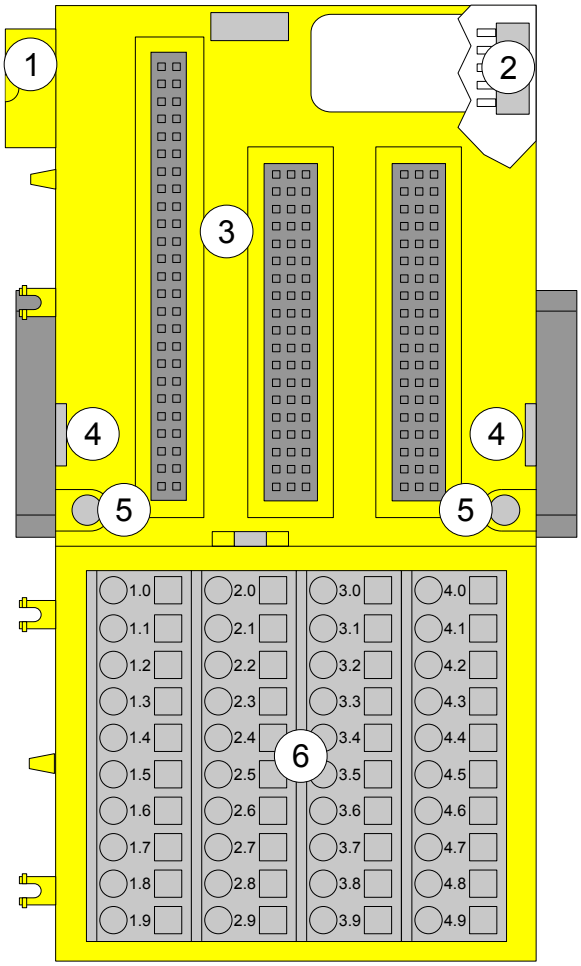


Abb. 60: Sicherheits-E/A-Klemmenblock mit Federzugklemmen TU582-S für Sicherheits-E/A-Erweiterungsmodule

1 I/O-Bus (10-polig, Stecker)
2 I/O-Bus (10-polig, Buchse)
3 Steckplatz für E/A-Modul
4 Durch Einführen eines Schraubendrehers an dieser Stelle lassen sich nebeneinander montierte Klemmenblöcke auseinanderschieben.
5 Bohrungen für Wandmontage
6 40 Anschlussklemmen in Federzugtechnik (Signale und Prozessspannung)

3.6.1 Funktionalität

Die E/A-Klemmenblöcke TU582-S (mit Federzugklemmen) sind speziell für die Verwendung mit den Sicherheits-E/A-Modulen AI581-S, DI581-S und DX581-S der Serie AC500-S geeignet.

Die Sicherheits-E/A-Module (E/A-Erweiterungsmodule) werden am E/A-Klemmenblock eingesteckt. Bei korrektem Sitz der Module werden diese durch zwei mechanische Verriegelungen gesichert. Alle elektrischen Anschlüsse werden am Klemmenblock vorgenommen, was einen einfachen Ausbau bzw. Austausch der E/A-Module ermöglicht, ohne dass die Verdrahtung am Klemmenblock gelöst und neu angeschlossen werden muss.

Die Klemmen 1.8 bis 4.8 und 1.9 bis 4.9 sind im Inneren des E/A-Klemmenblocks jeweils elektrisch miteinander verbunden und haben unabhängig vom eingesetzten Modul immer dieselbe Belegung:

- Klemmen 1.8 bis 4.8: Prozessspannung UP = +24 V DC
- Klemmen 1.9 bis 4.9: Prozessspannung ZP = 0 V

Die Belegung der anderen Klemmen ist abhängig vom eingesetzten Erweiterungsmodul (siehe Beschreibung der verwendeten Erweiterungsmodule).

3.6.2 Montage, Abmessungen und elektrischer Anschluss

Die Sicherheits-E/A-Module können nur in den Klemmenblock mit Federzugklemmen TU582-S eingesteckt werden. Die eindeutige mechanische Codierung auf den E/A-Klemmenblöcken verhindert eventuelle Fehler, sodass keine Standard-E/A-Module in den Sicherheits-E/A-Klemmenblock eingesteckt werden können und umgekehrt.

Installation und Wartung dürfen nur von Elektro-Fachkräften nach den technischen Regeln, Richtlinien und einschlägigen Normen, z. B. EN 60204 Teil 1, vorgenommen werden.

Montage von TU852-S auf Hutschiene

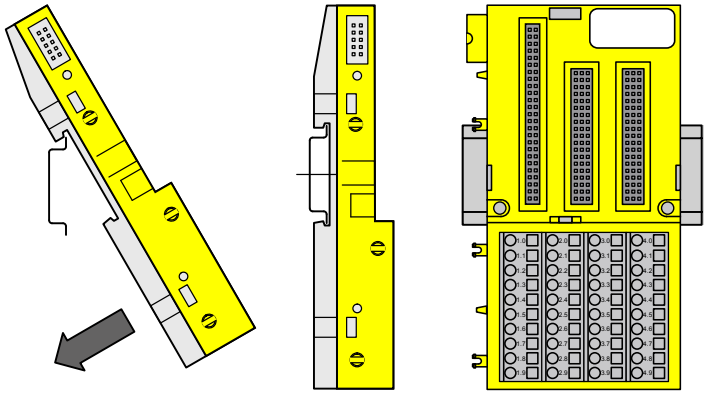
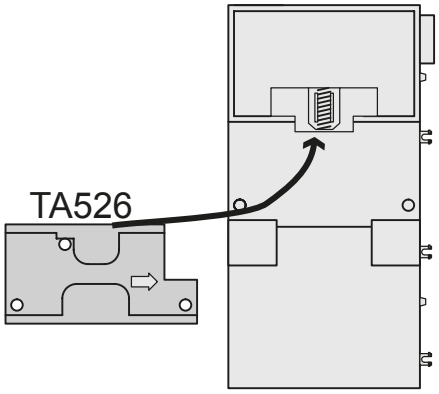


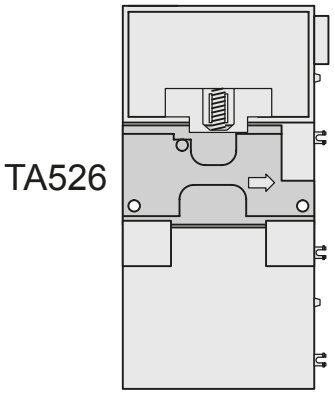
Abb. 61: Montageanweisung zur Montage auf einer Hutschiene

→ Stecken Sie den Klemmenblock von oben in die Hutschiene und lassen Sie ihn unten einrasten.

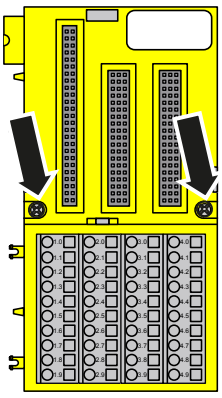
Montage von TU582-S mit Schrauben



Das Anbringen der Zubehörteile TA526 für Wandmontage ist erforderlich.

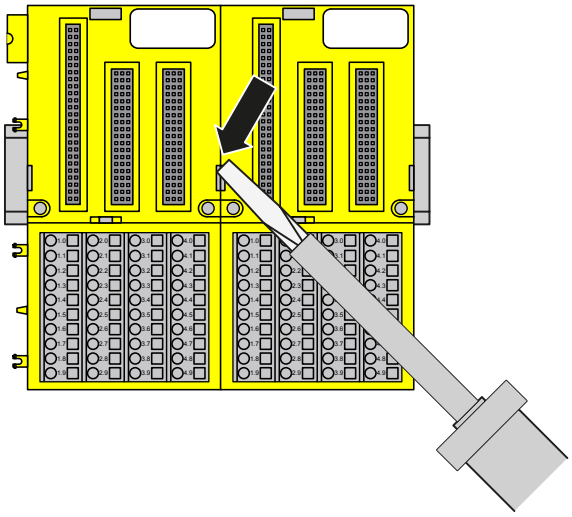


1. Lassen Sie die TA526 auf der Rückseite des Klemmenblocks wie bei Hutschienen einrasten.

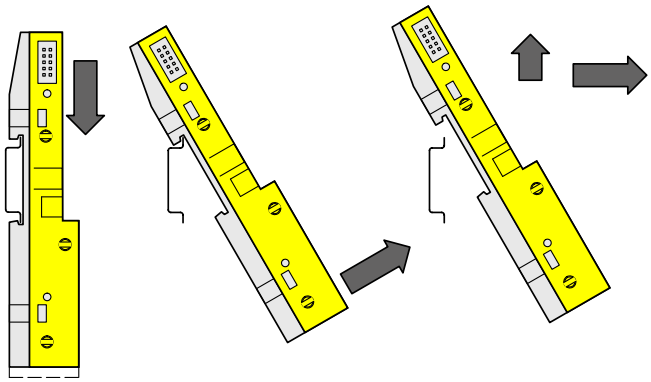


2. Befestigen Sie den Klemmenblock mit 2 M4-Schrauben (max. 1,2 Nm).

Demontage der TU582-S



1. Schieben Sie die Klemmenblöcke auseinander.



2. Ziehen Sie den Klemmenblock herunter und entnehmen Sie ihn.

Abmessungen

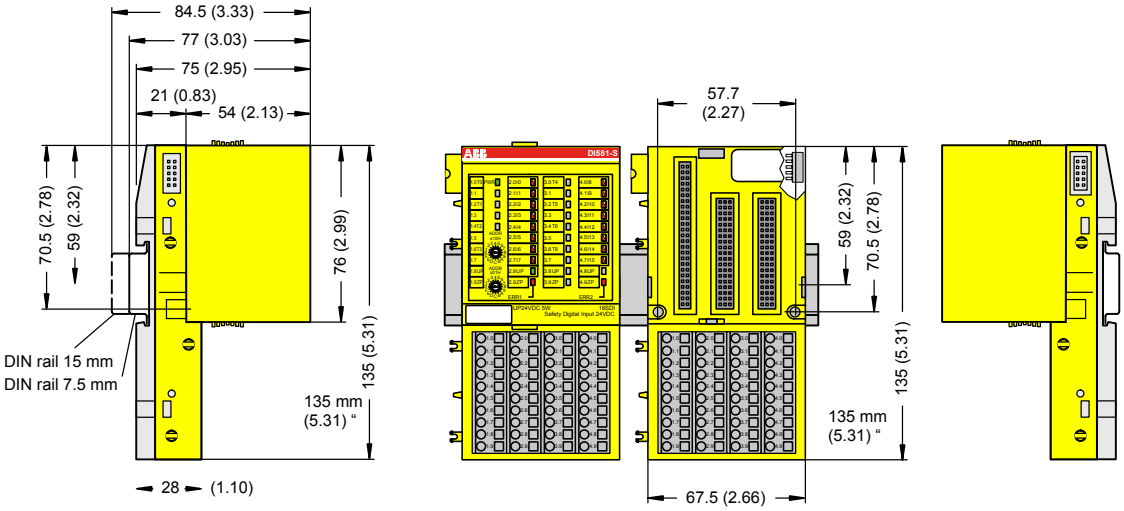


Abb. 62: Abmessungen des Sicherheits-E/A-Klemmenblocks TU582-S

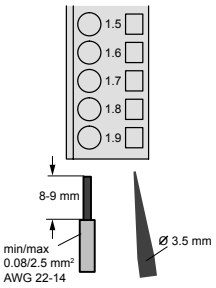


Abb. 63: Anschlussklemmen in Federzugtechnik (Öffnung mit Schraubendreher)

3.6.3 Technische Daten

HINWEIS!

Die Version TU582-S-XC ist für eine Verwendung unter extremen Umgebungsbedingungen erhältlich (*Anhang A „Systemdaten für AC500-S-XC“ auf Seite 498*).

Weitere technische Daten stehen im SPS-Katalog von ABB zur Verfügung: www.abb.com/plc.

Typ

Anschluss von vorne, Leiteranschluss erfolgt senkrecht zur Platine.

Angabe	Wert	Einheit
Anzahl Kanäle pro Modul	32	
Nennspannung	24	V DC
Max. zulässiger Gesamtstrom (zwischen den Klemmen 1.8 ... 4.8 und 1.9 ... 4.9)	10	A

Kanalaufteilung in Gruppen

4 Gruppen zu je 8 Kanälen (1.0 ... 1.7, 2.0 ... 2.7, 3.0 ... 3.7, 4.0 ... 4.7). Die Zuweisung der Kanäle wird durch das eingesetzte E/A-Erweiterungsmodul vorgegeben.

Einbaulage

Horizontal oder vertikal

Erdung

Durch direkte Verbindung mit der geerdeten Hutschiene oder bei Wandmontage über die Schrauben.

Leiter

Angabe	Wert	Einheit
Leiterquerschnitt, starr	0,08 … 2,5	mm²
Leiterquerschnitt, flexibel	0,08 … 2,5	mm²
Leiterquerschnitt, mit Aderendhülse	0,25 … 1,5	mm²
Abisolierte Länge, Minimum	5	mm
Abisolierte Länge	7	mm

Angabe	Wert	Einheit
Schutzart	IP 20	
MTBF	2757	Jahre
Gewicht	~ 200	g

3.6.4 Bestelldaten

Typ	Beschreibung	Bestellcode
TU582-S	TU582-S:S500, Sicherheits-E/A-Klemmenblock, 24VDC	1SAP 281 200 R0001
TU582-S-XC	TU582-S-XC:S500, Sicherheits-E/A-Klemmenblock, 24VDC, extreme Umgebungsbedingungen	1SAP 481 200 R0001

4 Konfiguration und Programmierung

4.1 Übersicht

Verwenden Sie Control Builder Plus PS501 ab V2.2.1 / ABB Automation Builder ab Version 1.0 mit Sicherheitsfeatures (sicherheitsgerichtetes CODESYS und Safety Configurator) zur Programmierung von AC500-S-Sicherheitssteuerungen.

HINWEIS!

SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4 werden ab dem ABB Automation Builder 2.1 unterstützt.

Eine vollständige Überprüfung von Programmlogik und -Konfiguration ist erforderlich, um sicherzustellen, dass die Logik die funktionellen und sicherheitsbezogenen Anforderungen Ihrer Sicherheitsanwendung korrekt und vollständig erfüllt. Die Projektdaten müssen nach jeder Änderung erneut überprüft werden.

Das Sicherheitskonzept für Sicherheitsfeatures in PS501 Control Builder Plus ab V2.2.1 / ABB Automation Builder ab Version 1.0 stellt sicher, dass das Programmiersystem für die Implementierung der Sicherheitsfunktionen in AC500-S korrekt funktioniert, d. h. dass Fehler des Programmiersystems erkannt werden können. Die Kommunikation zwischen dem sicherheitsgerichteten CODESYS und der Sicherheits-CPU ist nicht Teil des Sicherheitskreises; Überprüfungen werden jedoch durchgeführt, z. B. wird eine CRC-Prüfung während des Downloads eines Projekts durchgeführt, um sicherzustellen, dass die übertragenen Daten korrekt sind und kein Kommunikationsfehler vorliegt. Anwender müssen zudem die Version und Funktionalität ihrer Projekte und die richtige Konfiguration der Sicherheits- und Standardmodule überprüfen.

GEFAHR!

Beim ersten Start der Sicherheits-CPU und nach einer Änderung des Anwendungsprogramms oder der Konfiguration muss die Sicherheit des gesamten Systems mit einem kompletten Funktionstest überprüft werden; dieser umfasst auch eine Überprüfung der korrekten Kodierung der Sicherheitsanwendung basierend auf den Funktionsspezifikationen.

Das Sicherheitsprogramm muss mit den folgenden Angaben gekennzeichnet werden: Projektname, Dateiname, Änderungsdatum, Titel, Autor, Version, Beschreibung und CRC. Mithilfe des Menüpunktes "Online - Prüfe Bootprojekt der Steuerung" im sicherheitsgerichteten CODESYS kann überprüft werden, ob das Offline-Projekt vom sicherheitsgerichteten CODESYS und das Bootprojekt in der Sicherheits-CPU identisch sind.

Das Forcen der Variablen wird von der Sicherheits-CPU unterstützt, aber nur im DEBUG-Modus (nicht sicher); d. h. der Anwender ist voll für eventuelle Schäden aufgrund eines falschen Systemverhaltens im DEBUG-Modus (nicht sicher) verantwortlich.

GEFAHR!

Das Forcen der Variablen in der Sicherheits-CPU ist nur gestattet, nachdem die schaltungsberechtigte Person für die Anlage konsultiert wurde. Beim Forcen muss der entsprechende Anwender sicherstellen, dass andere technische, organisatorische und strukturelle Maßnahmen ergriffen werden, um eine ausreichende sicherheitstechnische Überwachung des Prozesses sicherzustellen.

In die Sicherheits-CPU und PS501 Control Builder Plus ab V2.2.1 / ABB Automation Builder ab Version 1.0 sind Sicherheitsfeatures als Schutzmechanismen eingebaut, die die ungewollte oder unautorisierte Änderung des Sicherheitssystems verhindern:

- Eine Änderung des Sicherheitsprogramms generiert eine neue Projekt-CRC-Versionsnummer.
- Anwender müssen sich in der Sicherheits-CPU einloggen, um Zugriff auf die Bedienfunktionen zu haben.
- Sicherheitsanforderungen und andere relevante Anwendungsnormen zum Schutz vor Manipulationen müssen beachtet werden. Die Autorisierung der Mitarbeiter und die erforderlichen Schutzmaßnahmen liegen in der Verantwortung des Betreibers.

Ein unautorisierter Zugriff auf die Sicherheits-CPU und das Sicherheitsprogramm wird durch drei Passwörter verhindert:

- Passwort für die Sicherheits-CPU;
- Passwort für das Sicherheitsprogramm im sicherheitsgerichteten CODESYS V2.3;
- Passwort für Sicherheitsmodule und ihre Konfigurationsdaten in PS501 Control Builder Plus ab V2.2.1 / ABB Automation Builder ab Version 1.0 mit Sicherheitsfeatures.

Das Sicherheitsprogramm kann von einem PC oder mithilfe einer SD-Karte auf die Sicherheits-CPU übertragen werden.

GEFAHR!

Wenn Sie Ihr Sicherheitsprogramm mit einer SD-Karte auf die Sicherheits-CPU übertragen, vergewissern Sie sich, dass die eingesteckte SD-Karte das korrekte Sicherheitsprogramm enthält. Dies kann durch Programmidentifizierung (z. B. CRC) oder andere Maßnahmen wie eine eindeutige Kennung auf der SD-Karte geprüft werden.

HINWEIS!

Das Bootprojekt kann auf der Sicherheits-CPU nur aktualisiert werden, wenn kein Bootprojekt in die Sicherheits-CPU geladen ist. Dies verhindert ein eventuelles Überschreiben eines vorhandenen gültigen Bootprojekts auf der Sicherheits-CPU. Zum Löschen des Bootprojekts von der Sicherheits-CPU kann man z. B. den Adresswert 0xFE während des Startens der Sicherheits-CPU verwenden; er erlaubt das Löschen des Bootprojekts aus dem Flash-Speicher der Sicherheits-CPU. Das Bootprojekt wird endgültig durch Aus- und wieder Anschalten der Sicherheits-CPU gelöscht.

Für die Übertragung des Sicherheitsprogramms auf die SD-Karte ist wie folgt vorzugehen:

1. Sicherheitsprogramm auf die SD-Karte übertragen.
2. Programmidentifizierung durchführen – überprüfen, ob die CRCs der Sicherheitsprogramme auf der SD-Karte und Offline (z. B. auf dem PC) übereinstimmen.
3. Ein entsprechendes Beschriftungsschild auf der SD-Karte anbringen.

Dieser Vorgang muss durch organisatorische Maßnahmen sichergestellt werden.

Für Sicherheitsanwendungen, die mit AC500-S entwickelt wurden, sind CODESYS-Visualisierungen mit dem sicherheitsgerichteten CODESYS V2.3 nur zu Anzeigezwecken gestattet.

GEFAHR!

Das Verändern von Werten mit Menübefehlen (z. B. "Werte schreiben") versetzt die Sicherheits-CPU in den DEBUG RUN-Modus; dieser ist nicht sicher.

Wenn der Modus DEBUG RUN (nicht sicher) auf der Sicherheits-CPU aktiviert wird, liegt die Verantwortung für einen sicheren Prozessablauf ausschließlich bei der Person oder Organisation, die den Modus DEBUG RUN (nicht sicher) aktiviert hat.

4.2 Ablauf

Der in diesem Kapitel vorgestellte Entwicklungsablauf beschreibt nur die Schritte, die zum Instanziieren, Konfigurieren und Programmieren der Sicherheitsmodule und der Standardmodule, die Teil des "Black Channels" [3] für sichere Kommunikation sind, erforderlich sind. Alle anderen Standardmodule werden separat in der Anwenderdokumentation für PS501 Control Builder Plus ab V2.2.1 / ABB Automation Builder ab Version 1.0 und für AC500 behandelt.

Abb. 64 liefert einen Überblick der Schritte, die für eine erfolgreiche Konfiguration und Programmierung der AC500-S-Sicherheitssteuerung erforderlich sind.

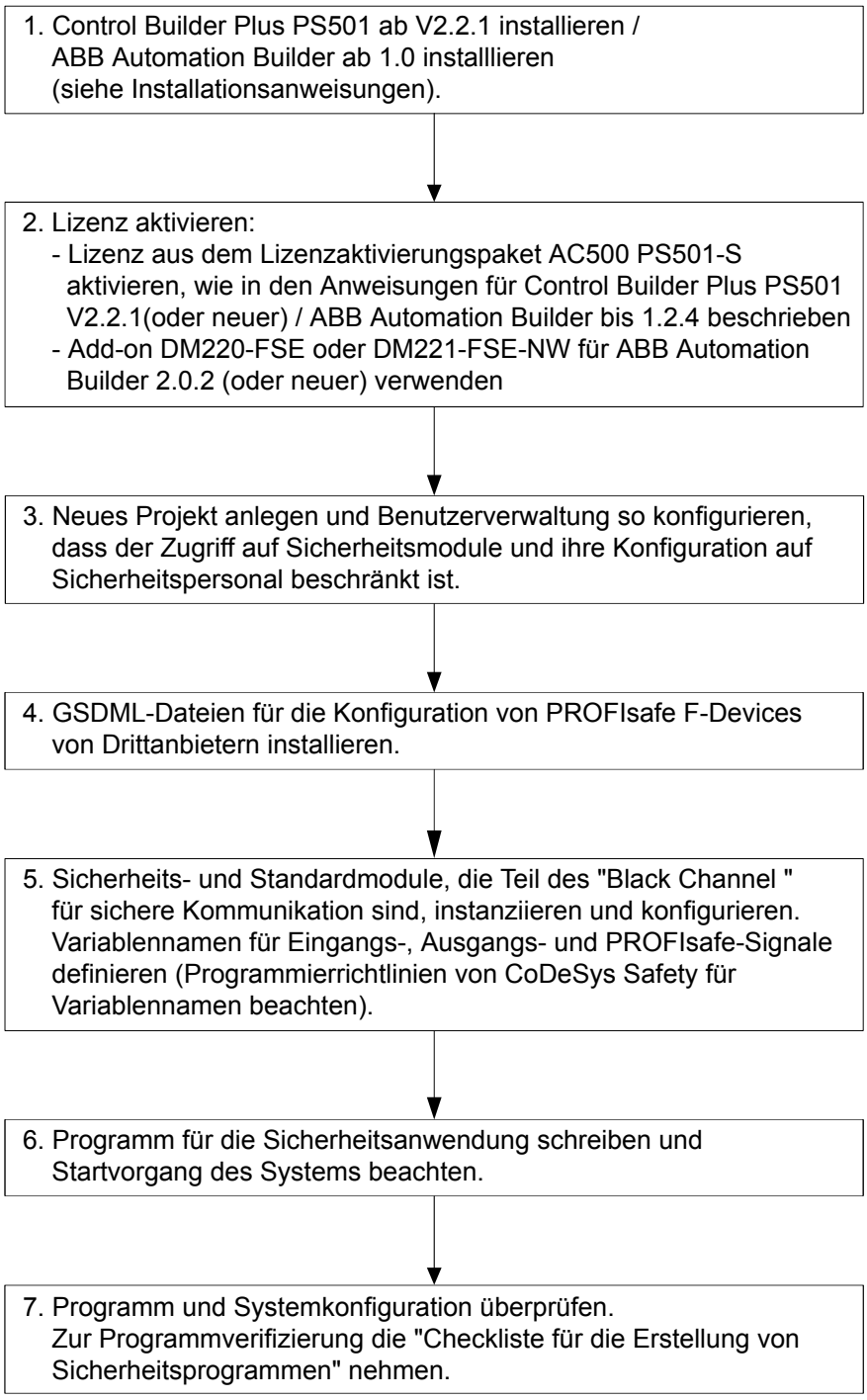


Abb. 64: Ablauf für Konfiguration und Programmierung des AC500-S-Systems

4.3 Konfiguration und Programmierung des Systems

In diesem Kapitel wird Schritt für Schritt erklärt, wie die AC500-S-Sicherheitssteuerung konfiguriert und programmiert wird.

4.3.1 Installation

Control Builder Plus PS501 ab V2.2.1 / ABB Automation Builder ab Version 1.0 installieren (siehe Installationsanweisungen).

4.3.2 Lizenzaktivierung

Für Control Builder Plus PS501 ab Version V2.2.1 / ABB Automation Builder bis Version 1.2.4:

Aktivieren Sie eine Lizenz aus dem Lizenzaktivierungspaket AC500 PS501-S wie folgt:

1. Bestellen Sie eine Lizenz PS501-S mit der Bestellnummer 1SAP198000R0001.
2. Aktivieren Sie die Lizenz auf Ihrem PC entsprechend der Anweisungen zur Lizenzaktivierung.

Für ABB Automation Builder ab Version 2.0.2:

1. Bestellen Sie das Add-On DM220-FSE oder DM221-FSE-NW mit den Bestell-Nummern 1SAS010020R0102 bzw. 1SAS010021R0102.
2. Aktivieren Sie die Lizenz auf Ihrem PC entsprechend der Anweisungen zur Lizenzaktivierung.

4.3.3 Anlegen eines neuen Projekts und Benutzerverwaltung

Neues Projekt anlegen und Benutzerverwaltung wie im Folgenden beschrieben so konfigurieren, dass der Zugriff auf Sicherheitsmodule und ihre Konfiguration auf Sicherheitspersonal beschränkt ist:

1. Wählen Sie den Menüeintrag *„Neues Projekt...“* in PS501 Control Builder Plus / ABB Automation Builder, um ein neues Projekt anzulegen.
2. Wählen Sie z. B. AC500 PM583-ETH im Menü, um eine Standard-CPU zu instanziieren (vergewissern Sie sich, dass diese Sicherheits-CPUs unterstützt, wie es z. B. bei PM573-ETH, PM583-ETH, PM592-ETH usw. der Fall ist).

> **HINWEIS!**
>
> Beachten Sie die Einstellungen der Standard-CPU PM5xx ("Verhalten der Ausgänge bei Stop"; "Stop bei Fehlerklasse" und "Warmstart" *Kapitel 3.1.6 „Interaktion von Sicherheits-CPU und PM5xx“ auf Seite 71*).

3. Unter *„Projekt ➔ Projekteinstellungen…“* angelegt und bestehende verwaltet.

> **HINWEIS!**
>
> In allen neuen Projekten in PS501 Control Builder Plus / ABB Automation Builder gibt es den Standardbenutzer "Owner" mit einem leeren Passwort. Dies ist der Projektadministrator. Der Projektadministrator ist dafür verantwortlich, ein neues Passwort für “Owner” festzulegen und zusätzlich je nach Projektorganisation und Bedarf dedizierte Sicherheits- und Standard-Benutzer anzulegen.

Nur Mitglieder der Sicherheitsgruppe dürfen Sicherheitsmodule bearbeiten, ihre Konfiguration ändern usw. Benutzer ohne die entsprechenden Anmeldedaten und Zugriffsrechte können standardmäßig nicht auf Sicherheitsmodule zugreifen.

Der Projektadministrator darf alle verfügbaren Optionen für die Benutzerverwaltung nutzen, um die bestmöglichen Benutzereinstellungen mit entsprechenden Rechten zu finden (↳*AC500-Anwenderdokumentation*).

⚠ GEFAHR!

Der Projektadministrator ist dafür verantwortlich, für ein entsprechendes Sicherheitsprogramm eine geeignete Benutzerverwaltung aufzustellen, um unautorisierten Zugriff auf Sicherheitsmodule zu verhindern.

Passwörter für Benutzer der Sicherheitsgruppe sollten selbst ausgewählt werden (mindestens 8 Zeichen und eine Kombination aus Zahlen und Buchstaben wird empfohlen). Der Zugang zu Passwörtern muss streng kontrolliert werden.

Stellen Sie sicher, dass Sie die *„Einschränkung“* von Rechten für Benutzer und Gruppen (z. B alle) korrekt im Menü *„Projekt ➔ Benutzerverwaltung ➔ Zugriffsrechte ...“* einstellen, um ein nicht autorisiertes Erstellen neuer Benutzer in der Sicherheitsgruppe (Abb. 65) zu vermeiden.

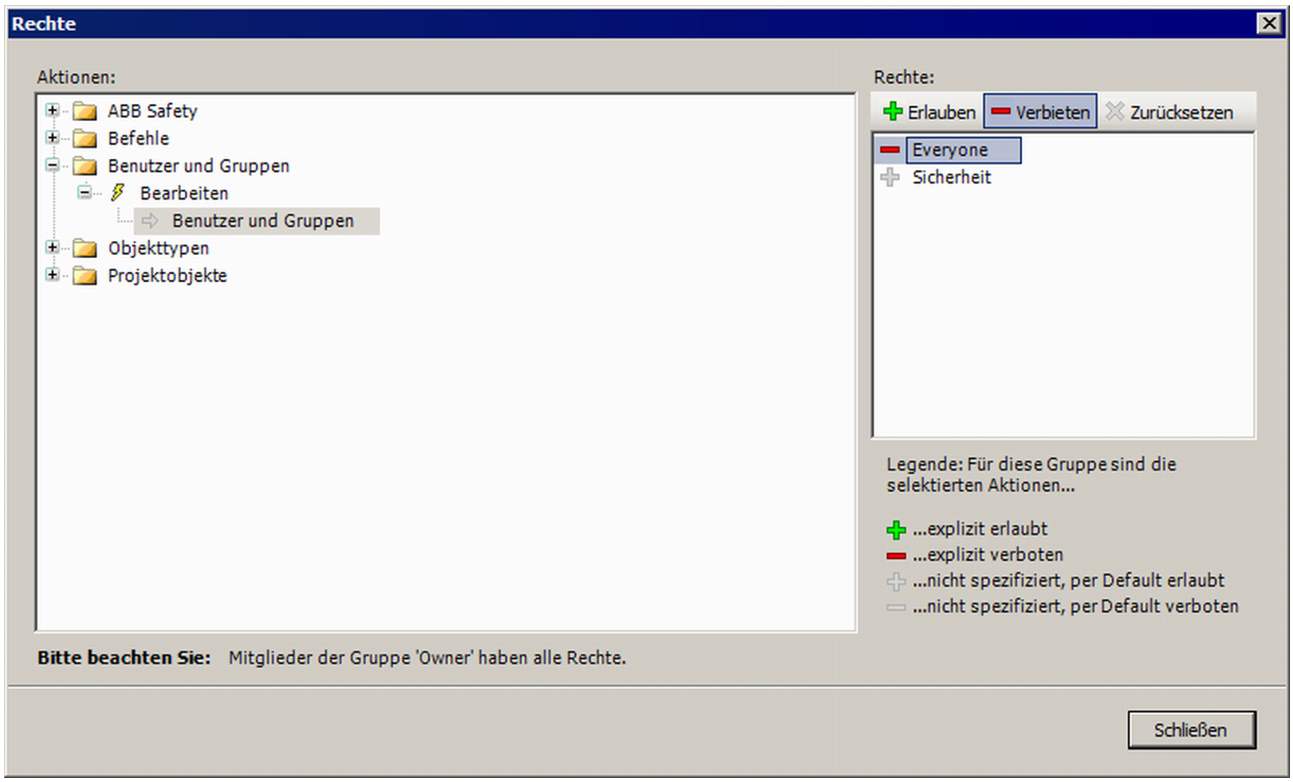


Abb. 65: Zugriffsrechte für Benutzer und Benutzergruppen

4.3.4 Arbeit mit PROFINET/PROFIsafe F-Devices

GSDML-Dateien für die Konfiguration von PROFIsafe F-Devices von Drittanbietern wie folgt installieren:

Um F-Devices von Drittanbietern mit der AC500-S-Sicherheitssteuerung zu nutzen, müssen die Geräte auf dem PROFINET-I/O liegen und das PROFIsafe-Busprofil im V2-Modus unterstützen [3]. Die Basis für die Konfiguration von allen PROFINET-Geräten (Sicherheit und Standard) ist die Spezifikation des Geräts in der GSDML-Datei (Generic Station Description Markup Language).

Die Eigenschaften der E/A-Geräte werden in der GSDML-Datei gespeichert. Für Sicherheits-PROFINET-Geräte sind Teile der Spezifikation durch CRC geschützt [3]. GSDML-Dateien werden von den Gerätehersstellern geliefert.

! HINWEIS!

Bitte kontaktieren Sie den technischen Support von ABB zu unterstützten GSDML-Dateiversionen. Sie hängt von der Version Ihres installierten PS501 Control Builder Plus / ABB Automation Builder ab.

1. Zum Installieren der GSDML-Datei öffnen Sie das Menü *„Werkzeuge ➔ Gerätepool…“*.
2. Klicken Sie dann auf die Schaltfläche *„Installieren...“*, um eine GSDML-Datei für die Installation auszuwählen.
   ⇨ Nach einer erfolgreichen Installation können die Geräte im Gerätepool unter "PROFINET" gefunden werden (Abb. 67)

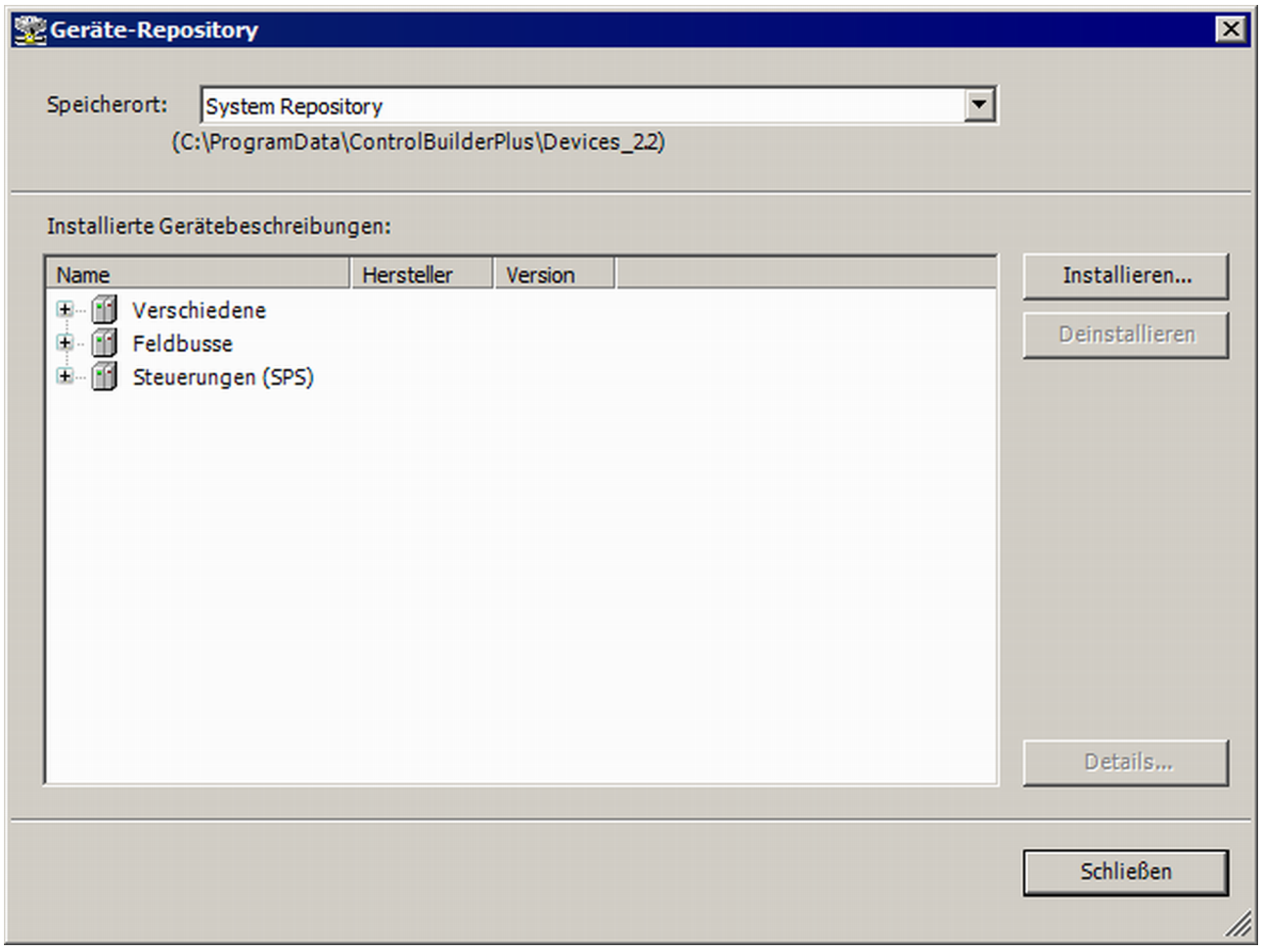


Abb. 66: Installieren Sie die GSDML-Datei

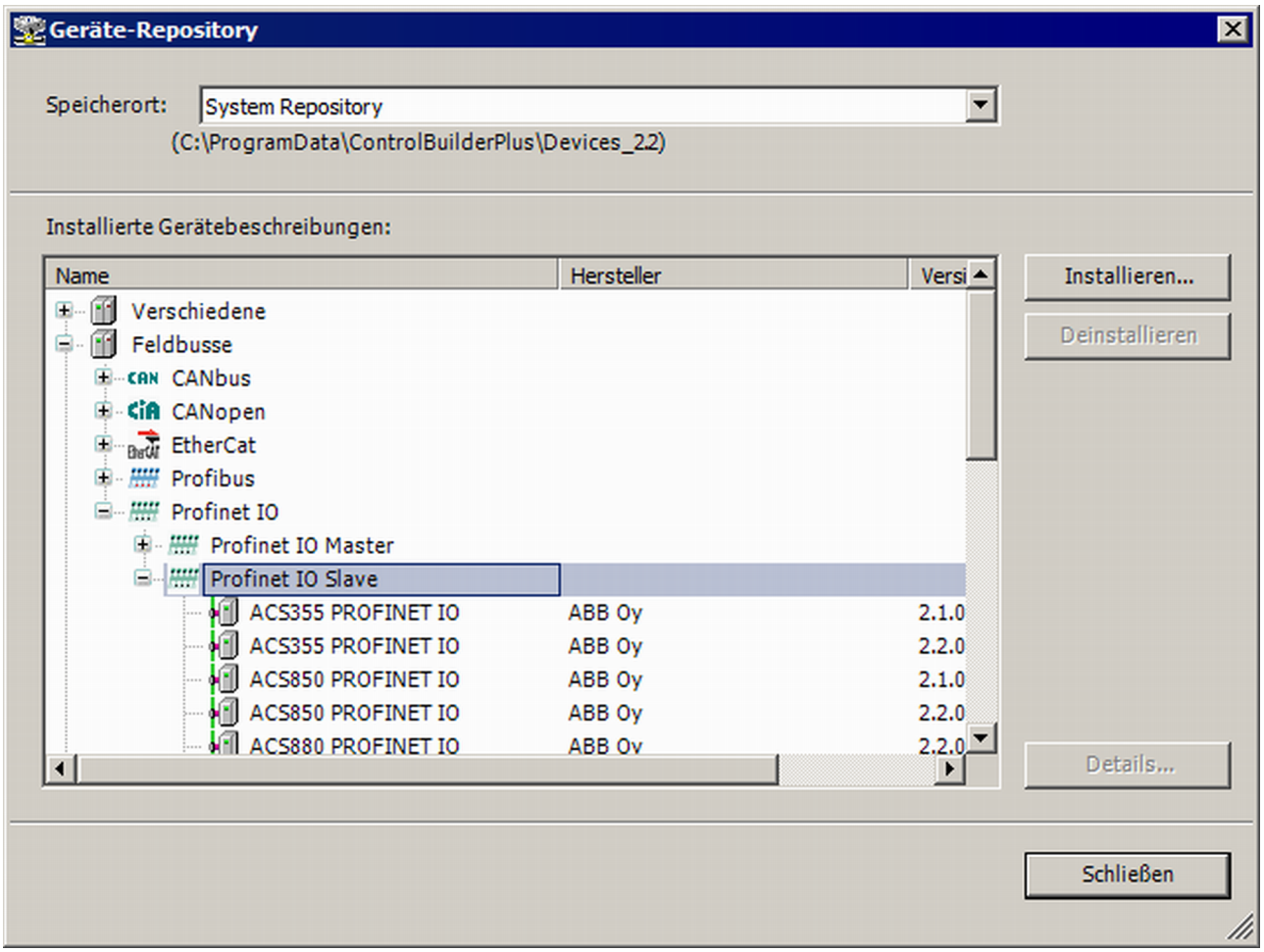


Abb. 67: Das neue Gerät wird im Gerätepool angezeigt

4.3.5 Instanziierung und Konfiguration von Sicherheitsmodulen / Definition von Variablennamen

Sicherheits-und Standardmodule, die Teil des "Black Channels" für sichere Kommunikation sind, instanziieren und konfigurieren. Variablennamen für Eingangs-, Ausgangs- und PROFIsafe-Signale definieren (Programmierrichtlinien vom sicherheitsgerichteten CODESYS für Variablennamen beachten).

1. Wählen Sie einen der vier für Kommunikationsmodule und Sicherheits-CPU verfügbaren Steckplätze und instanziieren Sie die Sicherheits-CPU. Beachten Sie, dass die Steckplatznummer mit dem Steckplatz, in den die Sicherheits-CPU eingesteckt ist, übereinstimmen muss.
2. Doppelklicken Sie auf die Sicherheits-CPU und setzen Sie die Parameter "Minimale Aktualisierungs-Zeit" und "Debug-Modus aktivieren".

HINWEIS!

Beachten Sie den Parameter "Debug-Modus aktivieren" der Sicherheits-CPU. Steht dieser Parameter auf *„AUS“*, so kann kein neues Bootprojekt in die Sicherheits-CPU geladen werden.

Wenn ein neues Bootprojekt in die Sicherheits-CPU geladen werden muss, muss zuvor ein neues Bootprojekt in die Standard-CPU PM5xx geladen werden; dabei muss der Parameter "Debug-Modus aktivieren" für die Sicherheitsa-CPU "EIN" sein. Nach einem Neustart der Standard-CPU PM5xx kann ein neues Bootprojekt in die Sicherheits-CPU geladen werden.

Beachten Sie, dass die folgenden SPS-Browserbefehle nur zulässig sind, wenn "Debug-Modus aktivieren" *„EIN“* ist (*„Die folgenden SPS-Browserbefehle werden von der Sicherheits-CPU unterstützt (diese Befehle können vom sicherheitsgerichteten CODESYS V2.3 aus aufgerufen werden):“ auf Seite 216* enthält eine Liste aller SPS-Browserbefehle):

- resetprg – Reset des SPS-Programms
- resetprgorg – Originalzustand des SPS-Programms wiederherstellen
- setpwd – Login-Passwort setzen
- delpwd – Login-Passwort löschen
- delappl – Anwenderprogramm löschen
- deluserdat – Nutzerdatensegmente löschen

Beachten Sie, dass "Minimale Aktualisierungs-Zeit" die "Black Channel"-Leistung der Sicherheits-CPU beeinflusst. Je kleiner der Wert, desto schneller die Antwortzeit der Sicherheitsfunktion (*Kapitel 5.1 „Übersicht“ auf Seite 445*). Gleichzeitig steigt jedoch die Standard-CPU-Last, je kleiner der Wert von "Minimale Aktualisierungs-Zeit" ist.

GEFAHR!

Hohe Werte (z. B. über 10 ms) für den Parameter "Minimale Aktualisierungs-Zeit" erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass keine Eingangs-Impulssignale mit einer Länge von weniger als "Minimale Aktualisierungs-Zeit" an die Sicherheits-CPU gesendet werden.

! HINWEIS!

Ab Automation Builder 1.0.1 wurde eine zusätzliche Registerkarte "Konfiguration Datenaustausch" für die Sicherheits-CPUs hinzugefügt, um die Funktion für zyklischen Standarddatenaustausch zu konfigurieren. Für schnelle Kommunikation und/oder große Datenmengen (bis zu 2 kByte in beide Richtungen) wird zwischen der Sicherheits-CPU und PM5xx der Standard-CPU eine Übertragung per DPRAM aktiviert. Für die meisten Sicherheitsanwendungen wird diese Funktion nicht benötigt und sollte daher auch nicht verwendet werden ("Zyklischer, nicht sicherer Datenaustausch" ist standardmäßig nicht ausgewählt). Wenn Sie die Funktion dennoch benötigen, wenden Sie sich bitte an den technischen Support von ABB und fordern Sie Dokument 3ADR025195M* an, in dem die Verwendung des zyklischen Standarddatenaustauschs detailliert beschrieben wird.

3. Um dezentrale Einheiten im System zu integrieren, kann das Kommunikationsmodul CM579-PNIO des PROFINET IO-Controllers beispielsweise in Slot 2 instanziiert werden. Bitte beachten Sie, dass PROFINET das einzige von der PROFIsafe-Kommunikation der Sicherheits-CPU AC500-S unterstützte Bussystem ist.

4. Wählen Sie nun das neu erstellte Modul CM579-PNIO aus und instanziieren Sie die erforderliche Anzahl von PROFINET-Modulen, z. B. CI501-PNIO, CI502-PNIO etc. (Freigabedatum: ab 2013) oder andere PROFINET-Module von Drittanbietern, die zuvor mit GSDML-Dateien in den Gerätepool importiert wurden.

Informationen zur korrekten Einstellung von PROFINET-Gerätenamen und IP-Adressen befinden sich in der AC500-Anwenderdokumentation.

5. Am I/O-Busobjekt (siehe unten) können bis zu 10 E/A-Module (Sicherheits- oder Standardmodule) instanziiert werden, die sich zentral auf der Standard-CPU befinden.

6. Gleichermaßen können bis zu 10 E/A-Module (Sicherheits- und Standardmodule) auf jedem PROFINET E/A-Gerät von ABB instanziiert werden.

In der GSDML-Datei wird die maximale Anzahl unterstützter Module auf PROFINET E/A-Geräten von Drittanbietern definiert.

Die Parameter der Sicherheits-E/A-Module können nach Doppelklick auf das jeweilige Modul eingestellt werden. Für jedes Modul gibt es zwei verschiedene Parameter: F-Parameter und iParameter.

F-Parameter sind Parameter, die speziell für die PROFIsafe-Gruppe [3] definiert wurden, um eine sichere Geräte-Kommunikation und Parametrierung zu garantieren. Die Namen der F-Parameter sind für alle F-Devices (ABB und Drittanbieter) dieselben. Die wichtigsten für Endanwender sind: F_SIL, F_Dest_Add, F_Source_Add, F_WD_Time und F_iPar_CRC. Der Parameter F_WD_Time wird außerdem in Berechnungen der Antwortzeit der Sicherheitsfunktion verwendet (*Kapitel 5.3 „Antwortzeit der Sicherheitsfunktion“ auf Seite 446*). F_Dest_Add muss dieselbe Adresse wie die am physischen Sicherheits-E/A-Modul eingestellte sein.

! HINWEIS!

Stellen Sie sicher, dass F_Dest_Add für alle F-Devices eindeutig ist; sonst kann keine Sicherheitskonfiguration generiert werden.

Zur Einstellung von F_Dest_Add können Dezimal- oder Hexadezimal-Zahlen mit dem Präfix 16# oder 0x verwendet werden.

F_iPar_CRC ist ein besonderer Parameter, der für die sichere Übertragung von iParametern zu F-Devices verwendet wird. F_iPar_CRC wird außerhalb des F-Parameter-Editors berechnet und muss deshalb manuell vom Feld "Prüfsumme iParameter” in das Feld F_iPar_CRC kopiert werden, nachdem die Schaltfläche "Berechnen" für den entsprechenden F-Device angeklickt wurde.

Beachten Sie, dass F_iPar_CRC auch neu berechnet werden muss, wenn F_Dest_Add verändert wird, weil F_Dest_Add auch unsichtbar als iParameter zu den Sicherheits-E/A-Modulen AC500-S übertragen wird. Er wird in der AC500-S-Sicherheitssteuerung benötigt, um den physischen PROFIsafe-Adresswert des Sicherheits-E/A-Moduls mit dem in der Entwicklungsumgebung konfigurierten zu vergleichen.

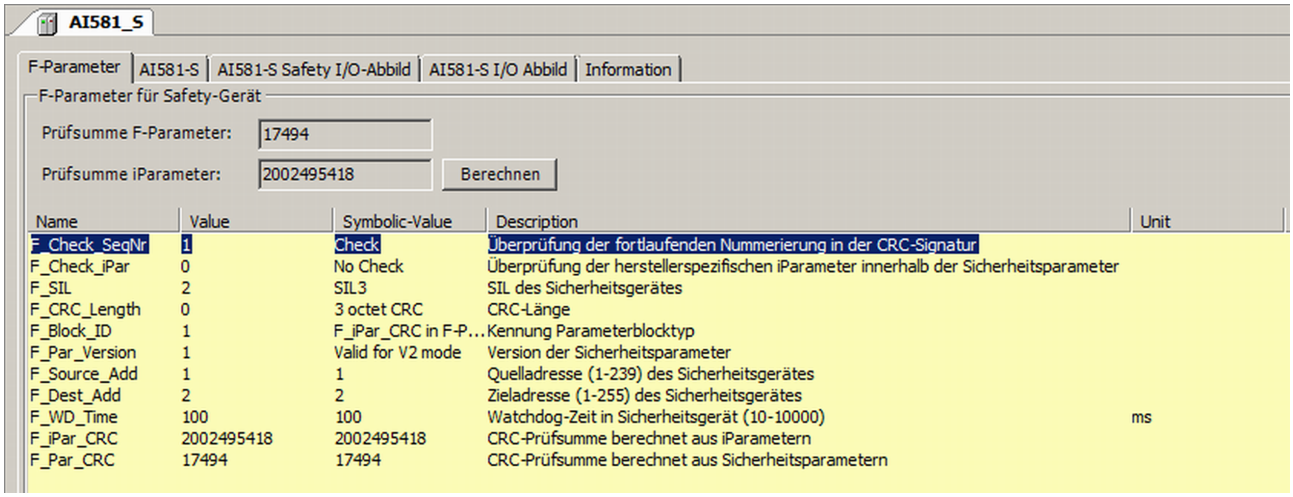


Abb. 68: Einstellen von F-Parametern

F_Parameter	Definition	Zulässige Werte	Standardwert
F_Check_SeqNr	Dieser Parameter definiert, ob eine fortlaufende Nummer in CRC2 enthalten ist. Die laufende Nummer des PROFIsafe V2-Modus [3] muss immer in CRC2 enthalten sein. Hinweis: F_Check_SeqNr wird in der Konfiguration des F-Parameters für die SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4 nicht angezeigt.	“No Check” = 0 "Check" = 1	"Check" = 1
F_Check_iPar	Herstellerspezifische Verwendung mit homogenen Systemen	“No Check” = 0 "Check" = 1	“No Check” = 0
F_SIL	Die verschiedenen Sicherheitsfunktionen, die sicherheitsrelevante Kommunikation verwenden, erfordern verschiedene Sicherheitsintegritätslevel. Die F-Devices können ihren eigenen SIL-Wert mit dem konfigurierten SIL-Wert (F_SIL) vergleichen. Wenn er höher als der SIL-Wert des angeschlossenen F-Device ist, wird das Statusbit "Gerätefehler" gesetzt und eine Reaktion für sicheren Zustand wird ausgelöst [3].	“SIL1“ = 0 “SIL2“ = 1 “SIL3“ = 2 “NoSIL“ = 3	“SIL3“ = 2
F_CRC_Length	Abhängig von der Länge der F-E/A-Daten (12 oder 123 Oktette) und des SIL-Levels ist eine CRC-Prüfung von 2-, 3- oder 4-Oktetten erforderlich.	“3 octet CRC” = 0 “2 octet CRC” = 1 Nicht unterstützt von SM560-S: “4 octet CRC” = 2	“3 octet CRC” = 0 (Sicherheits-E/A-Module der AC500-S können nur mit "3 octet CRC" arbeiten)
F_Block_ID	Identifizierung der Parameterart	“No F_iPar_CRC within F-Parameter block” = 0 “F_iPar_CRC within F-Parameter block” = 1	“F_iPar_CRC within F-Parameter block” = 1 für Sicherheits-E/As (Sicherheits-E/A-Module der AC500-S können nur mit diesem Standardwert arbeiten) "F_iPar_CRC within F- Parameter block" = 0 für SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4

F_Parameter	Definition	Zulässige Werte	Standardwert
F_Par_Version	Versionsnummer des F-Parameter-Satzes	“Valid for V1-mode” = 0 “Valid for V2-mode” = 1	"Valid for V2-mode" = 1 (Sicherheits-E/A-Module der AC500-S können nur mit diesem Standardwert arbeiten)
F_Source_Add	Ursprungsadresse des F-Host. Der Parameter F_Source_Add ist eine logische Adressbezeichnung, die frei zugewiesen werden kann, aber eindeutig sein muss. **F_Source_Add darf für ein F-Device nicht gleich F_Dest_Add sein.**	[1 – 511] für SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4 [1 – 239] für Sicherheits-E/A-Module AC500-S. [1 – 65534] für PROFIsafe F-Devices von Drittanbietern (wenn vom Hersteller keine Begrenzungen von F_Source_Add festgelegt wurden) 0 und 65535 sind nicht zulässig.	1
F_Dest_Add	Eindeutige F-Device-Adresse, die mit der eingestellten Drehschalter-Adresse im F-Device verglichen wird. Der Parameter F_Dest_Add ist eine logische Adressbezeichnung, die frei zugewiesen werden kann, aber eindeutig sein muss.	[1 – 255] für Sicherheits-E/A-Module AC500-S. Für SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4: ■ F_Dest_Add = Wert des Adressschalters (1 – 239) * 100 + F-Device-Instanznr. (0..31) ■ Die Werte des Adressschalters [240 - 255] sind für Systemfunktionen reserviert.	2 für Sicherheits-E/A-Module 100 für SM560-S-FD-1 oder SM560-S-FD-4
F_WD_Time	Watchdog-Zeit in ms für den Empfang von einem neuen gültigen Telegramm	[10 – 10000]	100
F_iPar_CRC	CRC für iParameter (herstellerspezifisch) von F-Devices (Sicherheits-E/A-Module).	[0 – 4294967295] Hex [0 – FFFFFFFF]	Abhängig vom Modultyp
F_Par_CRC	CRC1-Signaturberechnung für alle F-Parameter	[0 – 65535] Hex [0 – FFFF]	Abhängig vom Modultyp

iParameter sind individuelle F-Device-Parameter, die mit einem geeigneten F_iPar_CRC-Parameter an die F-Devices übertragen werden.

HINWEIS!

Die Implementierung des AC500-S PROFIsafe F-Host unterstützt nicht oder nur teilweise folgende Funktionen der PROFIsafe-Konformitätsklasse [3]:

- Kommunikations-Funktionsbausteinsatz RDREC, WRREC, RDIAG und RALRM, wie in [12] defi-niert
- iPar-Serverleistungen
- Datentypen: Unsigned32, Integer32 und REAL Datentypen wie Float32 usw.
- Schnittstelle zum Aufruf von Software-Tools, wie in [3] definiert.

HINWEIS!

Nach dem Verändern der iParameter öffnen Sie die Registerkarte F-Parameter, berechnen die Prüfsumme für iParameter neu und kopieren Sie sie in die Zeile des F-Parameters F_iPar_CRC. Ansonsten wird der neue Parametersatz vom F-Device nicht akzeptiert, weil F_iPar_CRC für einen bestimmten iParameter-Satz nicht gültig ist.

Für F-Devices von Drittanbietern, die mit einer GSDML-Datei importiert wurden, **steht die Funktion "Prüfsumme iParameter" nicht zur Verfügung,** weil PS501 Control Builder Plus / ABB Automation Builder den speziellen Algorithmus, der für die Berechnung von F_iPar_CRC bei Drittanbietern verwendet wird, nicht kennt. F_iPar_CRC muss mit einem speziellen Software-Tool berechnet werden, das vom Hersteller des F-Device für die Entwicklung seiner F-Devices geliefert wird.

Eine weitere Möglichkeit ist, den Verkäufer des F-Device zu kontaktieren und den F_iPar_CRC für den entsprechenden F-Device iParameter anzufordern. Sobald F_iPar_CRC für ein F-Device von Drittanbietern verfügbar ist, können Sie ihn in die Zeile F_iPar_CRC im F-Parameter-Editor kopieren.

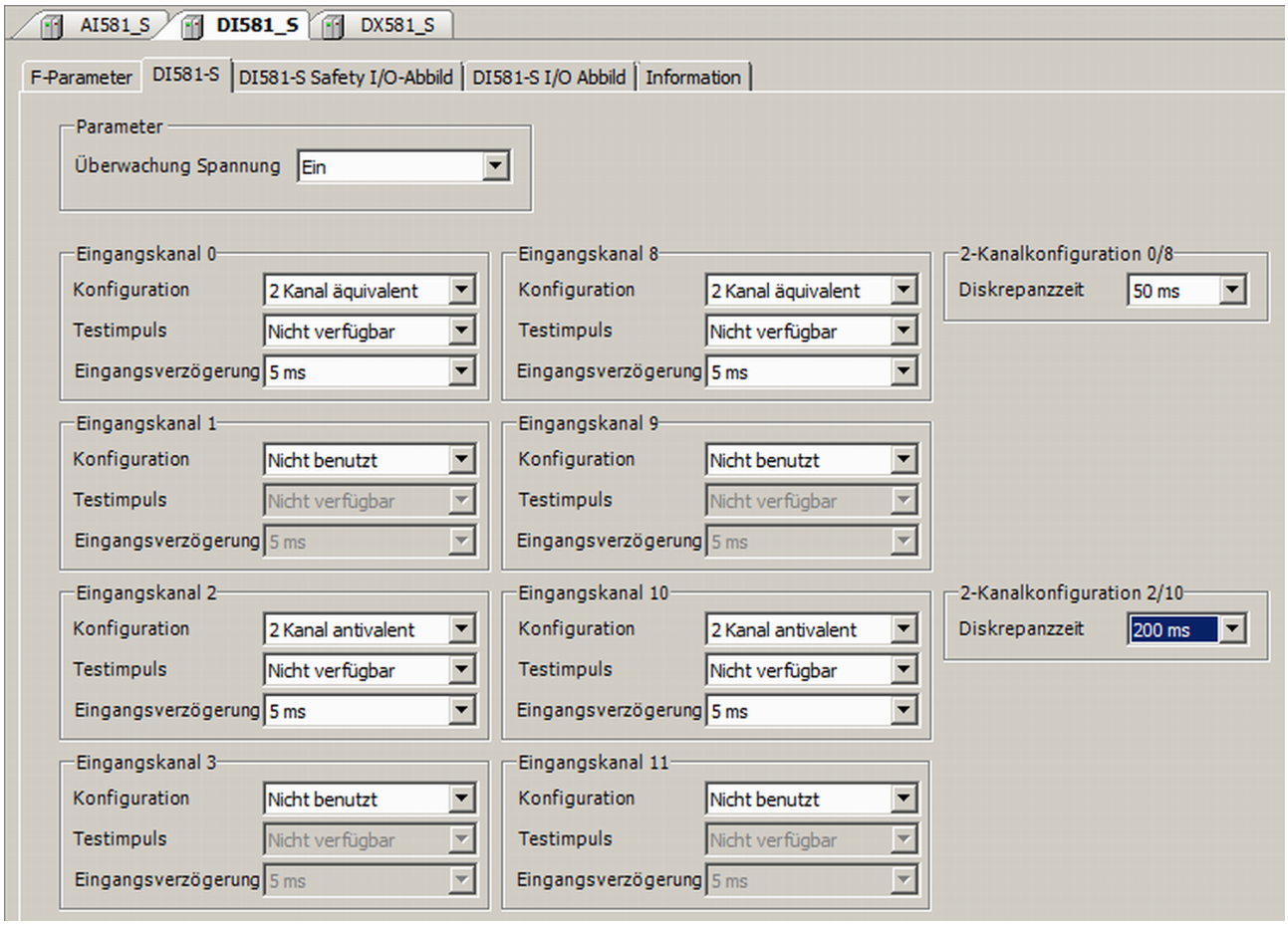


Abb. 69: Beispiele für iParameter-Einstellungen für das Sicherheitsmodul DI581-S; alle Eingangskanäle sind als “Kanal X mit Kanal X + 8” gepaart

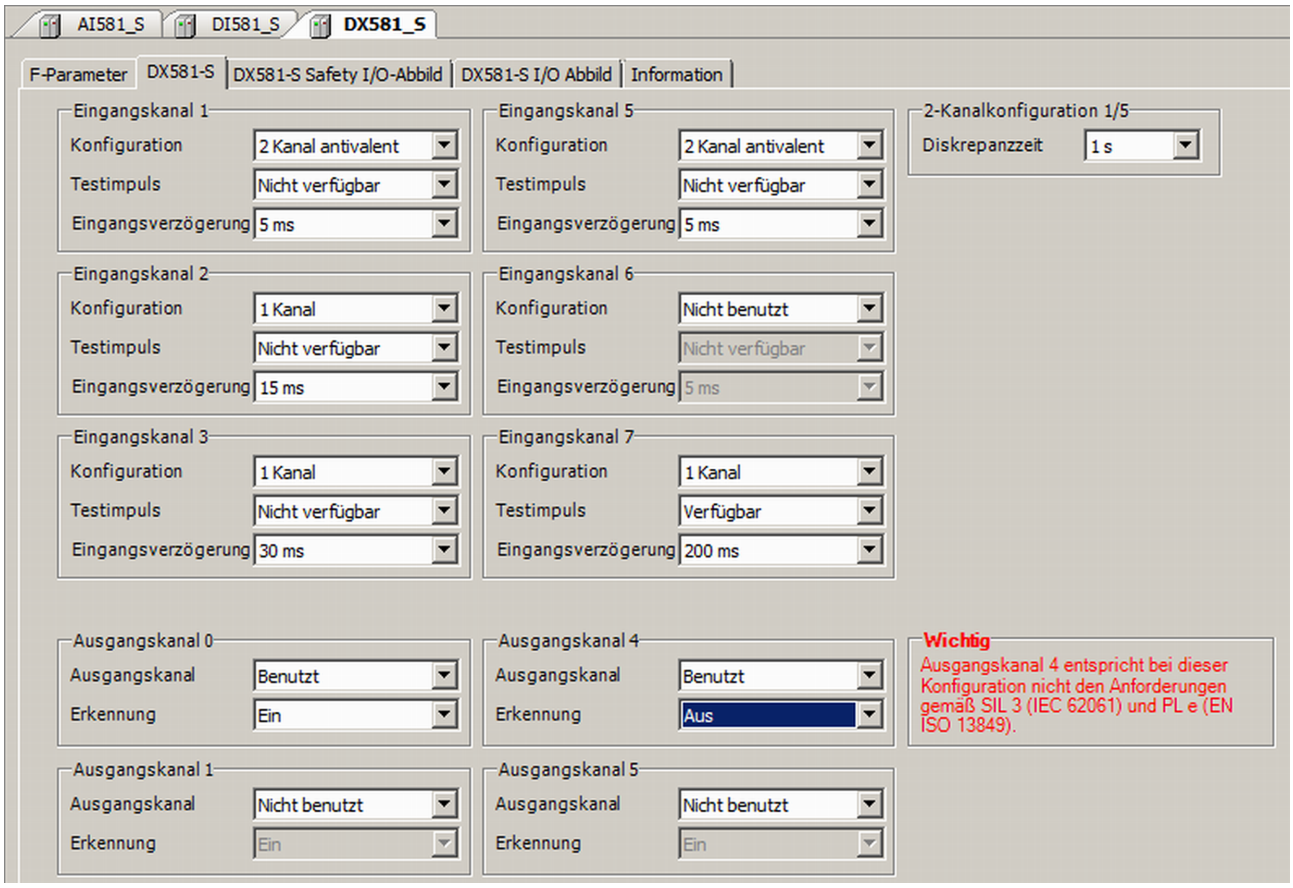


Abb. 70: Beispiele für iParameter-Einstellungen für das Sicherheitsmodul DX581-S; Eingangskanäle sind als “Kanal X mit Kanal X + 4” gepaart

GEFAHR!

Wenn für einen der Ausgangskanäle "Erkennung = Aus" gesetzt wird, erscheint eine Warnung, dass der Ausgangskanal in diesem Fall nicht den Anforderungen gemäß SILCL 3 (IEC 62061) und PL e (ISO 13849-1) entspricht. Zwei Sicherheits-Ausgangskanäle müssen verwendet werden, um die entsprechenden SIL- und PL-Werte zu erreichen.

Der Parameter "Erkennung" wurde für die Anwender entwickelt, die Sicherheits-Ausgänge des DX581-S für Sicherheitsfunktionen gemäß SILCL 1 (oder max. SILCL 2 unter speziellen Bedingungen) oder PL c (oder max. PL d unter speziellen Bedingungen) nutzen wollen und weniger interne Impulse des DX581-S auf der Sicherheits-Ausgangsleitung sichtbar haben wollen. Solche internen Impulse könnten als LOW-Signal z. B. von Antriebseingängen erkannt werden, was zu einem ungewollten Maschinenstopp führen würde.

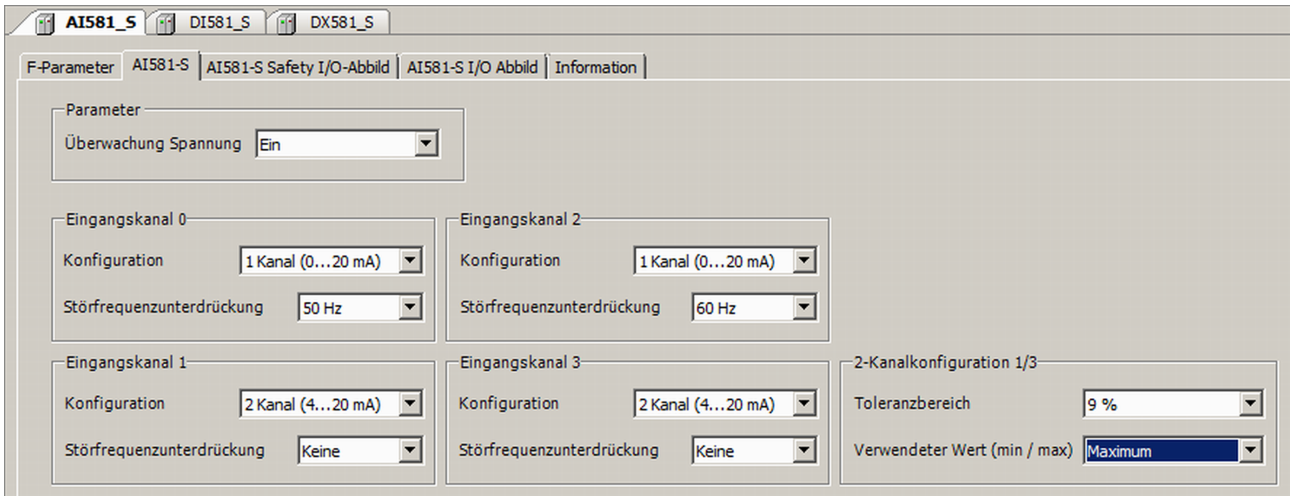
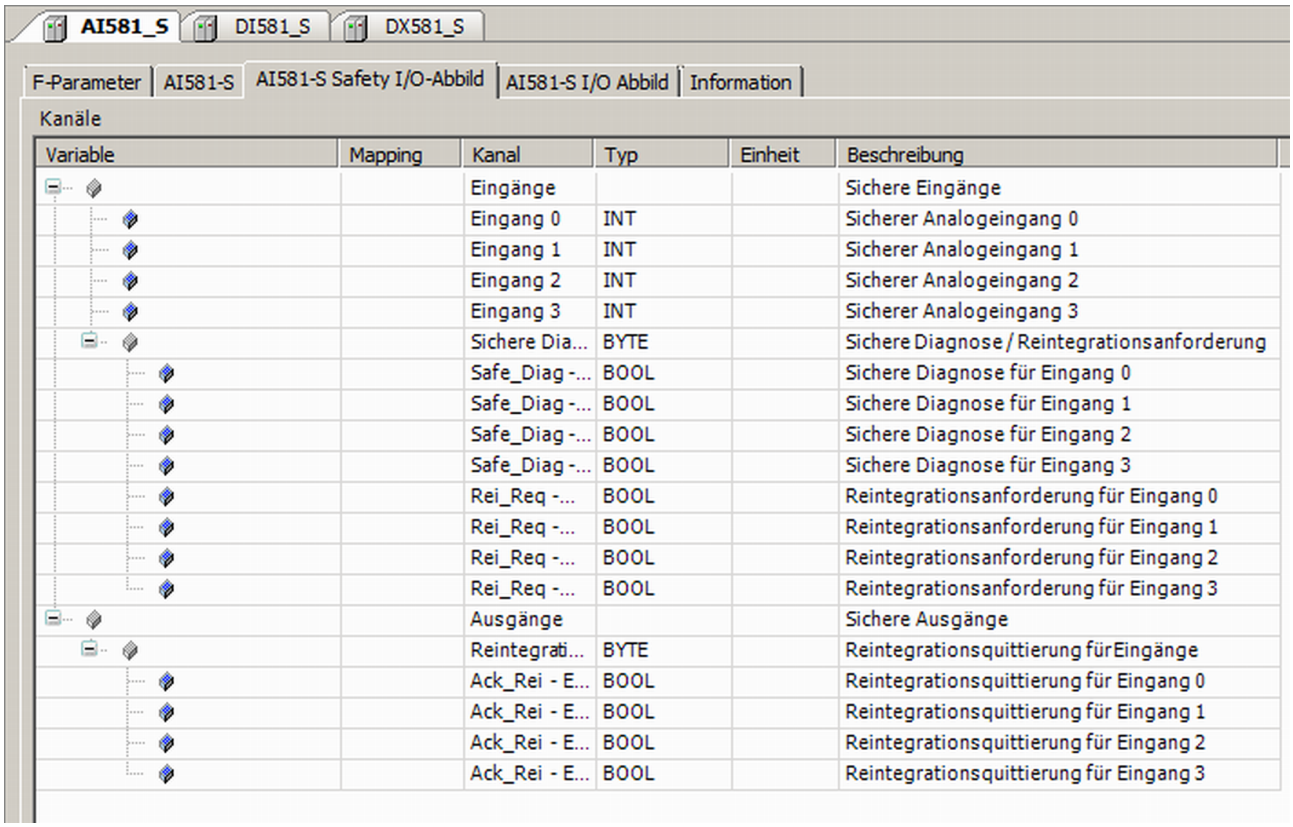


Abb. 71: Beispiele für iParameter-Einstellungen für das Sicherheitsmodul AI581-S; Eingangskanäle sind als “Kanal X mit Kanal X + 2” gepaart

GEFAHR!

Zur Bearbeitung von Modul- und Kanalparametern kann auch die generische Gerätekonfiguration auf den Registerkarten "DI581-S-Konfiguration", "DX581-S-Konfiguration" und "AI581-S-Konfiguration" verwendet werden. **Eine Veränderung der Sicherheits-E/A-Parameter über die generische Gerätekonfiguration wird jedoch nicht empfohlen**, da bei der Parametereinstellung eventuelle Fehler bei der Eingabe von ganzen Zahlen entstehen können.

Außerdem verfügt jedes F-Device über eine spezielle Registerkarte "E/A-Abbild", auf der Variablennamen für Ein- und Ausgangssignale, PROFIsafe-Diagnosebits usw. definiert werden können.



Variable	Mapping	Kanal	Typ	Einheit	Beschreibung
		Eingänge			Sichere Eingänge
		Eingang 0	INT		Sicherer Analogeingang 0
		Eingang 1	INT		Sicherer Analogeingang 1
		Eingang 2	INT		Sicherer Analogeingang 2
		Eingang 3	INT		Sicherer Analogeingang 3
		Sichere Dia...	BYTE		Sichere Diagnose / Reintegrationsanforderung
		Safe_Diag -...	BOOL		Sichere Diagnose für Eingang 0
		Safe_Diag -...	BOOL		Sichere Diagnose für Eingang 1
		Safe_Diag -...	BOOL		Sichere Diagnose für Eingang 2
		Safe_Diag -...	BOOL		Sichere Diagnose für Eingang 3
		Rei_Req -...	BOOL		Reintegrationsanforderung für Eingang 0
		Rei_Req -...	BOOL		Reintegrationsanforderung für Eingang 1
		Rei_Req -...	BOOL		Reintegrationsanforderung für Eingang 2
		Rei_Req -...	BOOL		Reintegrationsanforderung für Eingang 3
		Ausgänge			Sichere Ausgänge
		Reintegrati...	BYTE		Reintegrationsquittierung für Eingänge
		Ack_Rei - E...	BOOL		Reintegrationsquittierung für Eingang 0
		Ack_Rei - E...	BOOL		Reintegrationsquittierung für Eingang 1
		Ack_Rei - E...	BOOL		Reintegrationsquittierung für Eingang 2
		Ack_Rei - E...	BOOL		Reintegrationsquittierung für Eingang 3

Abb. 72: Beispiel für Variablenabbild am Modul AI581-S

Dies gilt ebenso für die Sicherheitsmodule DX581-S und DI581-S; der einzige Unterschied liegt in der Anzahl der Ein- und Ausgangskanäle. Jeder Prozesskanal (Eingänge 0 bis 3 für AI581-S) verfügt zusätzlich über die folgenden Bits:

- Ein Bit für Sicherheitsdiagnose (Safe_Diag), um zu unterscheiden, ob der Prozesswert einen echten Prozesszustand widerspiegelt oder aufgrund von Kanal- oder Modulpassivierung ein "0"-Wert ist.
- Ein Bit für Reintegrationsanforderung des Kanals (Rei_Req), das im Sicherheitsprogramm als Signal verwendet werden kann, dass ein externer Fehler (z. B. falsche Verdrahtung) behoben wurde und der Kanal wieder in die Sicherheitssteuerung integriert werden kann. Endanwender können so eine höhere Verfügbarkeit des Systems erwarten, weil sie von Fall zu Fall entscheiden können, welche Kanäle quittiert werden und welche nicht.
- Ein Bit für die Kanalreintegration (Ack_Rei), sobald der Fehler behoben wurde (weil z. B. die Verdrahtung des externen Sensors korrigiert wurde). Man kann auch eine Variable als BYTE für alle Ack_Rei-Bits definieren und 0xFF-Werte zur Quittierung sämtlicher Fehler auf einmal verwenden.

! HINWEIS!

Wenn Sie Variablennamen für Eingangs-, Ausgangs- oder andere Sicherheitssignale definieren, beachten Sie die Programmierrichtlinien des sicherheitsgerichteten CODESYS (↳ *Kapitel 4.4 „Programmierrichtlinien vom sicherheitsgerichteten CODESYS“ auf Seite 229*).

4.3.6 Programmierung der Sicherheits-CPU AC500-S

Programm für die Sicherheitsanwendung schreiben und Startvorgang des Systems beachten.

HINWEIS!

In der AC500-Online-Anwenderdokumentation ist aufgeführt, wie ein gültiges und nicht sicherheitsgerichtetes CODESYS-Bootprojekt angelegt, konfiguriert, geändert und geladen wird.

Um unerwartete Konfigurationsfehler zu vermeiden, stellen Sie sicher, dass Sie zuerst ein gültiges und nicht sicherheitsgerichtetes CODESYS-SPS-Projekt auf die PM5xx-CPU laden und danach ein sicherheitsgerichtetes CODESYS-SPS-Projekt auf die Sicherheits-CPU laden.

1. Starten Sie die Programmierung des nicht sicherheitsgerichteten CODESYS durch Doppelklick auf das Programmobjekt der PM5xx-CPU.
2. Starten Sie das sicherheitsgerichtete CODESYS durch Doppelklick auf das AC500-S-Objekt der Sicherheits-CPU.

   ⇨ Bevor das sicherheitsgerichtete CODESYS oder nicht sicherheitsgerichtete CoDeSys gestartet wird, müssen Sie eventuell die Konfiguration von CODESYS V2.3 aktualisieren. Das ist erforderlich, um die aktualisierten Konfigurationsdaten (z. B. Variablennamen usw.) zu CODESYS V2.3 zu übertragen.

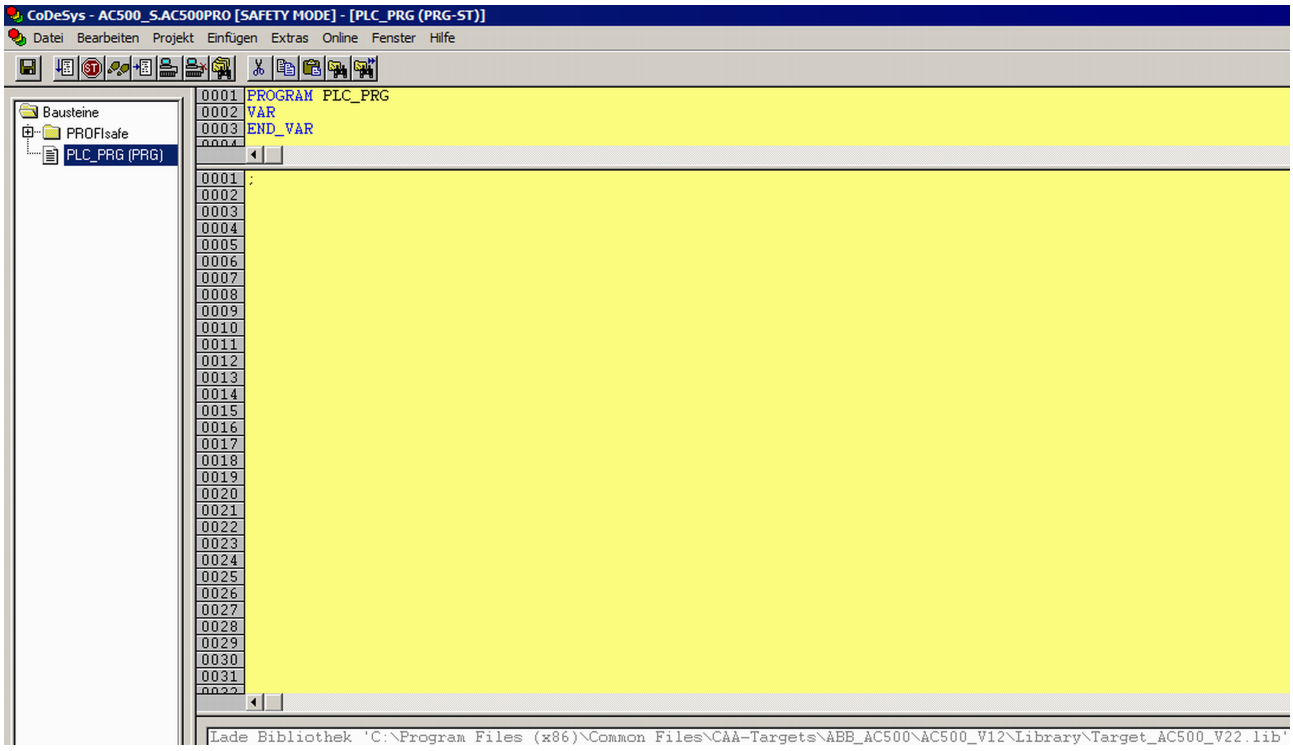


Abb. 73: Sicherheitsgerichtetes CODESYS

GEFAHR!

Stellen Sie sicher, dass beim Start des sicherheitsgerichteten CODESYS folgendes angezeigt wird:

– Gelber Hintergrund
– SAFETY MODE steht in der Titelleiste.

HINWEIS!

Wenn das sicherheitsgerichtete CODESYS zum ersten Mal im ABB Automation Builder-Projekt gestartet wird, werden Sie aufgefordert, manuell die Identifikationsdaten der Sicherheitsbibliothek zu bestätigen (Versionsnummer und CRC). Danach werden diese Daten im Projekt gespeichert.

Wenn Sie den Inhalt der Sicherheitsbibliothek ändern und auf Ihrer Festplatte überschreiben, werden Sie beim nächsten Start von CODESYS informiert, dass eine der Sicherheitsbibliotheken geändert wurde.**Im Eigenschaften-Fenster für Sicherheitsbibliotheken befindet sich immer noch der ursprünglich gespeicherte CRC-Wert.**Wenn Sie das Projekt kompilieren, wird eine CRC-Fehlermeldung für die geänderte Bibliothek angezeigt, und das Projekt wird nicht kompiliert.

Um ein Projekt erfolgreich zu kompilieren, müssen Sie die gewählte Sicherheitsbibliothek manuell löschen, das sicherheitsgerichtete CODESYS-Projekt speichern, es erneut öffnen und eine neue Sicherheitsbibliothek mit einer neuen CRC hinzufügen. Dann wird die neue Sicherheitsbibliothek mit neuer CRC akzeptiert und kein Kompilierfehler angezeigt.

3. Wenn Ihre Konfiguration von F-Devices abgeschlossen ist, müssen Sie prüfen, ob die Werte der F-Parameter aus der Registerkarte F-Parameter denen entsprechen, die in das sicherheitsgerichtete CODESYS Safety V2.3 importiert wurden (gehen Sie im Projekt des sicherheitsgerichteten CODESYS 2.3 zur Registerkarte *„Ressourcen“* und navigieren Sie zu *„Globale Variablen* ➔ *PROFIsafe* ➔ *F-Device-Instanz“*).

GEFAHR!

Eine formelle Bestätigung, dass die F-Parameter-Werte von der Registerkarte "F-Parameter" dieselben sind, wie die in das sicherheitsgerichtete CODESYS V2.3 importierten, ist erforderlich (↳ *Kapitel 6.2 „Checkliste für die Erstellung von Sicherheitsprogrammen“ auf Seite 458* (Punkt 3)).

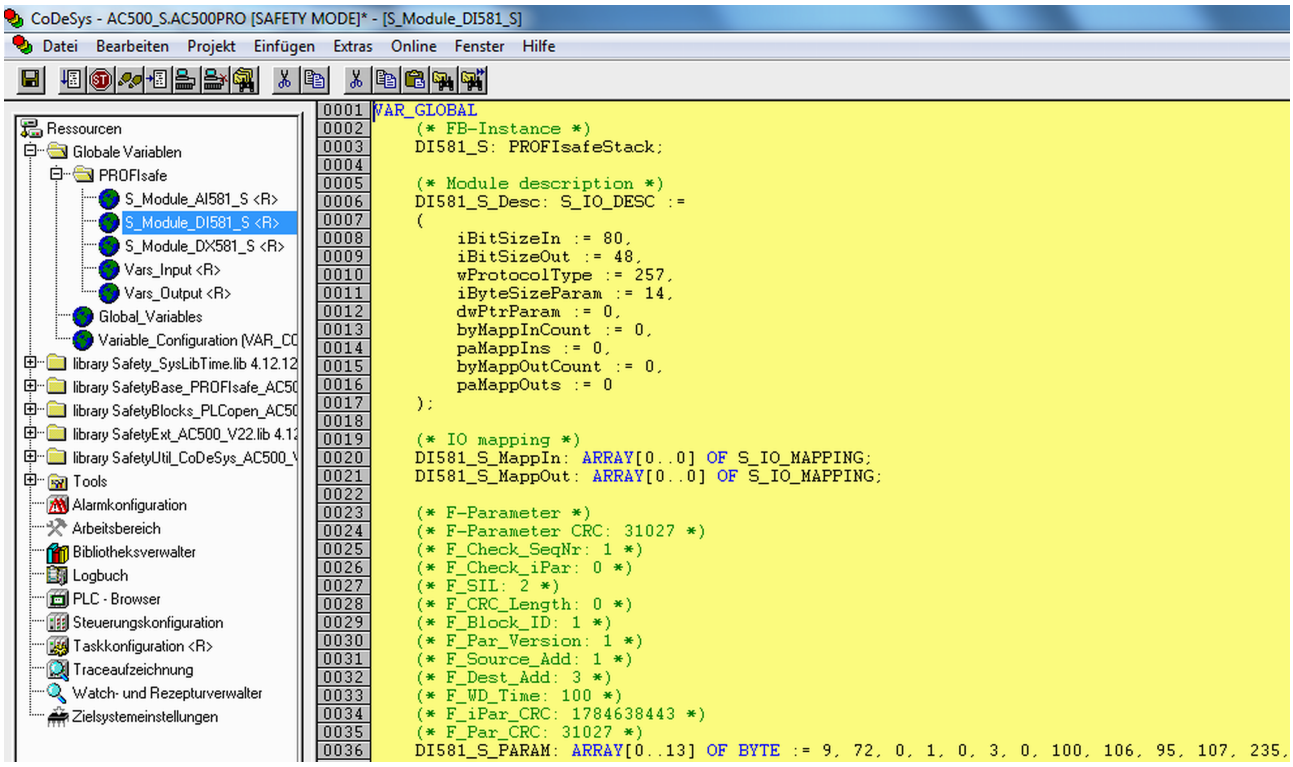


Abb. 74: F-Parameterwerte im sicherheitsgerichteten CODESYS V2.3

4. Alle zuvor konfigurierten Ein- und Ausgangsvariablen stehen in einer separaten Liste "Globale Variablen".

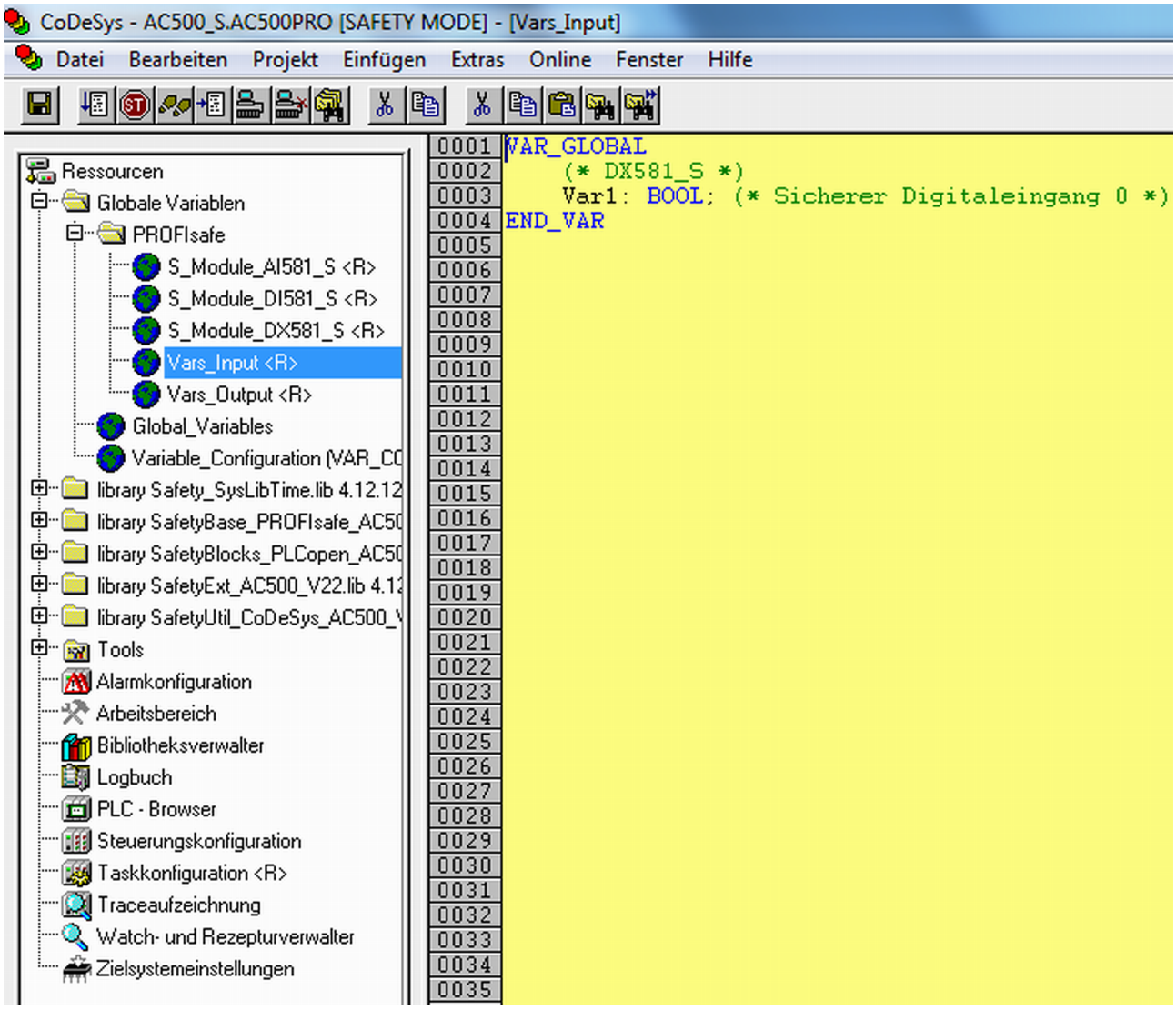


Abb. 75: Liste globaler Variablen im sicherheitsgerichteten CODESYS V2.3

⇨

⚠ GEFAHR!

Schreibgeschützte Ressourcen (<R>) oder die Task-Konfiguration im sicherheitsgerichteten CODESYS V2.3 dürfen nicht geändert werden.

! HINWEIS!

Alle zuvor konfigurierten sicherheitsgerichteten Ein-/Ausgangsvariablen stehen auch automatisch im nicht sicherheitsgerichteten CODESYS-Projekt (z. B. zur Anzeige auf Bedientableaus, Datenerfassung usw.).

Der Unterschied zum sicherheitsgerichteten CODESYS-Projekt ist, dass Endanwender die Werte der Sicherheitsvariablen aus dem nicht sicherheitsgerichteten CODESYS-Projekt nicht ändern können. Dies ist per Design ausgeschlossen.

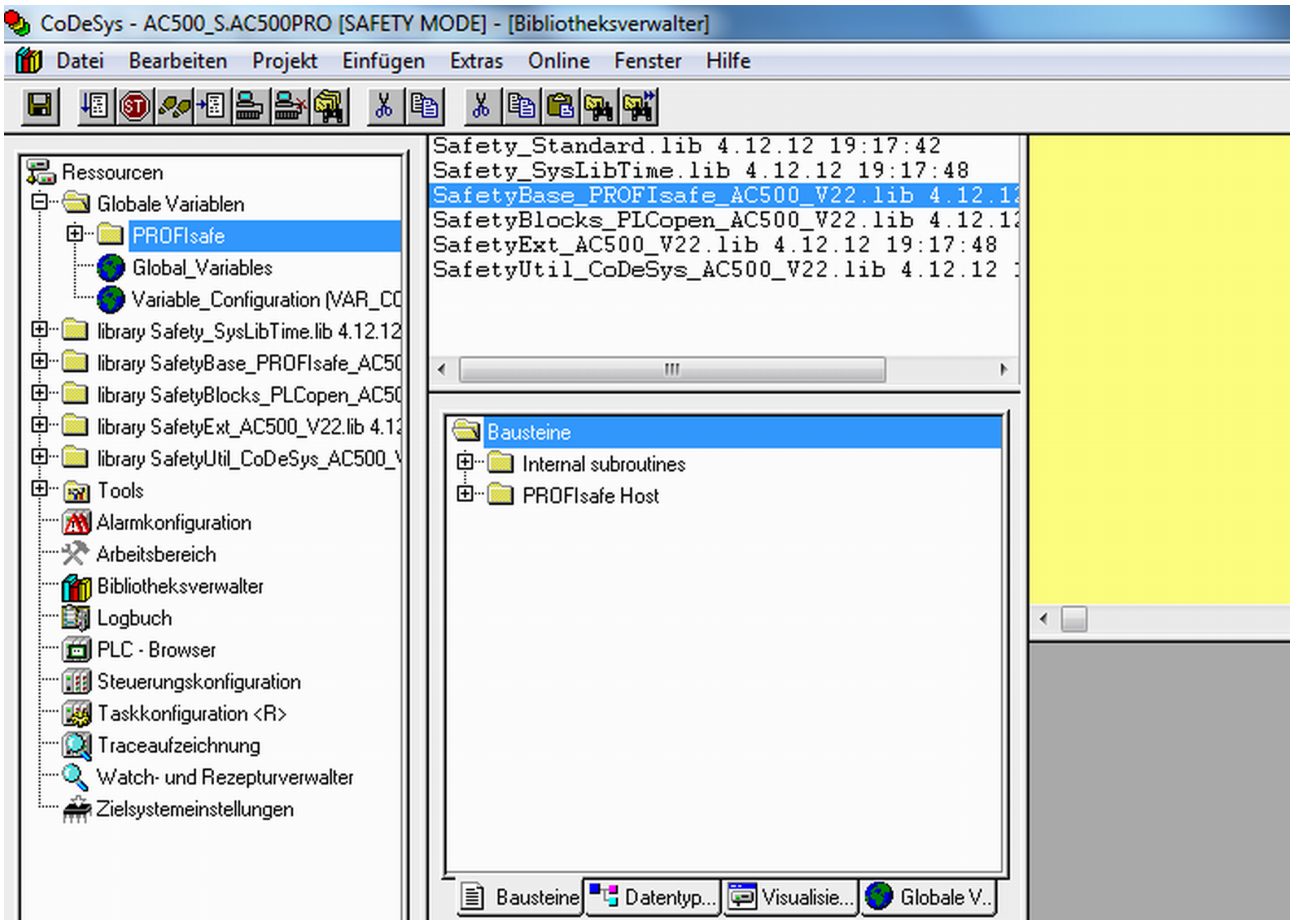


Abb. 76: Alle verfügbaren Sicherheitsbibliotheken sind in der Bibliotheksverwaltung aufgeführt

GEFAHR!

Der Anwender ist dafür verantwortlich, zu überprüfen, dass nur zertifizierte Sicherheitsbibliotheken im Projekt verwendet werden. Zertifizierte Sicherheitsbibliotheken und CRCs:
Kapitel 4.6.1 „Übersicht“ auf Seite 244.

Der Anwender ist allein verantwortlich für alle von ihm angelegten Bibliotheken, auf die er im Projekt zur Verwendung in Sicherheitsanwendungen verweist.

Eine formelle Bestätigung in der “Checkliste für die Erstellung von Sicherheitsprogrammen", dass keine nicht sicherheitsgerichteten Bibliotheken in der Sicherheitsanwendung verwendet werden, ist erforderlich.

HINWEIS!

Die Sicherheits-CPU AC500-S ist ein Single-Task-Gerät; deshalb ist eine Task-Konfiguration nicht erforderlich.

5. Der Projektadministrator muss ein Benutzerpasswort für ein neu angelegtes sicherheitsgerichtetes CODESYS V2.3-Projekt festlegen. Unter *„Projekt ➔ Passwörter für Arbeitsgruppe …“* können Sie ein Passwort für die Benutzergruppe der Stufe 0 festlegen; dies sind Benutzer der Sicherheitsgruppe in PS501 Control Builder Plus ab V2.2.1 / Automation Builder ab Version 1.0.

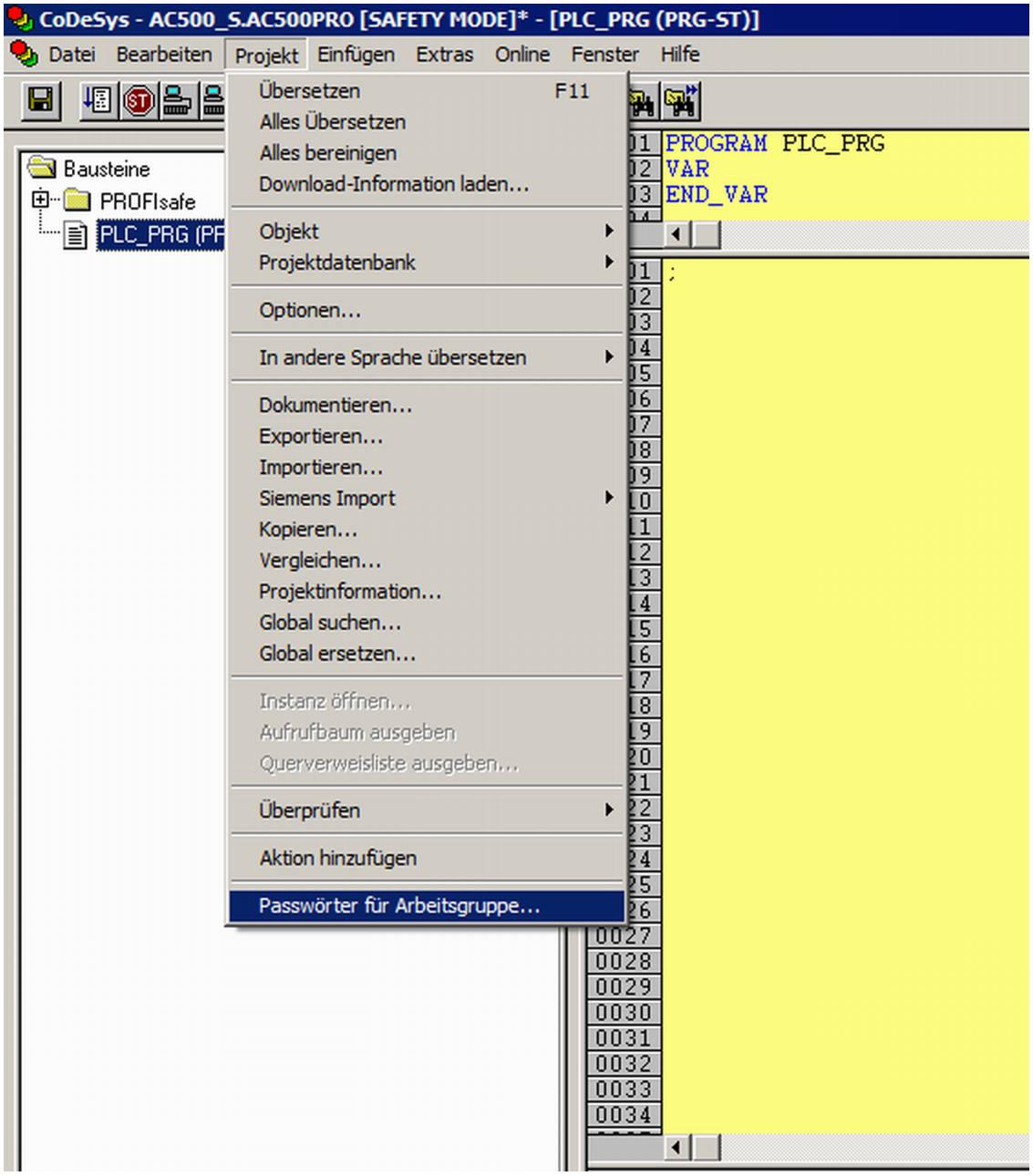


Abb. 77: Passwörter festlegen

6. Alle Optionen der Benutzerverwaltung vom sicherheitsgerichteten CODESYS V2.3 sind für den Projektadministrator verfügbar (*AC500-Anwenderdokumentation* enthält weitere Details).

Die folgenden SPS-Browserbefehle werden von der Sicherheits-CPU unterstützt (diese Befehle können vom sicherheitsgerichteten CODESYS V2.3 aus aufgerufen werden):

? - Liste der verfügbaren Browserbefehle

reflect	-	Ausgabe von Browserbefehlen (zu Testzwecken)
pid	-	Zeigt die Projekt-ID
pinf	-	Zeigt die Projektinformationen im AC500-Format
getprgprop	-	Zeigt die Programmeigenschaften im AC500-Format
getprgstat	-	Zeigt den Programmstatus im AC500-Format
setpwd	-	Setzt ein neues SPS-Passwort (zum Einloggen erforderlich). Dieser Befehl ist nur aktiv, wenn der Parameter "Debug-Modus aktivieren" für die Sicherheits-CPU "EIN" ist.
delpwd	-	Löscht das SPS-Passwort. Dieser Befehl ist nur aktiv, wenn der Parameter "Debug-Modus aktivieren" für die Sicherheits-CPU "EIN" ist.
rtsinfo	-	Zeigt Firmware- und Bootprojekt-Informationen im AC500-Format
proddata	-	Zeigt die Produktionsdaten der Sicherheits-CPU im AC500-Format
diagreset	-	Setzt das Diagnosesystem der Sicherheits-CPU zurück
diagack all	-	Quittiert alle Fehler
diagack x	-	Quittiert alle Fehler der Klasse x (x= 1 .. 4)
diagshow all	-	Zeigt alle Fehler im AC500-Format
diagshow x	-	Zeigt alle Fehler der Klasse x
delappl	-	Löscht das Bootprojekt aus dem Flash-Speicher. Dieser Befehl wird nur ausgeführt, wenn die Sicherheits-CPU im Zustand DEBUG STOP ist. Nach dem Neustart der Sicherheits-CPU muss geprüft werden, dass kein Bootprojekt in der Sicherheits-CPU verfügbar ist. Dieser Befehl ist nur aktiv, wenn der Parameter "Debug-Modus aktivieren" für die Sicherheits-CPU "EIN" ist.
deluserdat:	-	Löscht die Nutzerdaten aus dem Flash-Speicher. Dieser Befehl wird nur ausgeführt, wenn die Sicherheits-CPU im Zustand DEBUG STOP ist. Er wird sofort ausgeführt und ist nur aktiv, wenn der Parameter "Debug-Modus aktivieren" für die Sicherheits-CPU "EIN" ist.
applinfo	-	Zeigt die Anwendungsinformationen, z. B. die Ergebnisse der Zeitprofilerstellung mit den Funktionen SF_APPL_MEASURE_BEGIN und SF_APPL_MEASURE_END.
applinfo reset	-	Setzt alle Anwendungsinformationen, z. B. Zeit-Messwerte, zurück.

Keiner der oben erwähnten SPS-Browserbefehle ändert den Zustand der Sicherheits-CPU (z. B. von RUN auf DEBUG RUN oder DEBUG STOP usw.).

! HINWEIS!

Die folgenden SPS-Browserbefehle von der Sicherheits-CPU ändern ihren Zustand:

resetprg:

Bereitet den Neustart der Sicherheits-CPU mit ursprünglichen Variablenwerten vor. Die Sicherheits-CPU ändert ihren Zustand, z. B. von RUN zu DEBUG STOP. *Dieser Befehl ist nur aktiv, wenn der Parameter "Debug-Modus aktivieren" für die Sicherheits-CPU „EIN“ ist.*

resetprgorg:

Versetzt die Sicherheits-CPU in ihren Originalzustand (sämtliche Variablen, Flash-Speicher usw. erhalten wieder die Ursprungswerte). Die Sicherheits-CPU ändert ihren Zustand, z. B. von RUN zu DEBUG STOP. *Dieser Befehl ist nur aktiv, wenn der Parameter "Debug-Modus aktivieren" für die Sicherheits-CPU „EIN“ ist.*

GEFAHR!

Die Ergebnisse der Befehle *„delappl“*, *„resetprgorg“*, *„setpwd“* und *„delpwd“* müssen von den Endanwendern nach dem Aus- und wieder Einschalten der Sicherheits-CPU durch Einloggen mit dem sicherheitsgerichteten CODESYS überprüft werden.

Die folgenden SPS-Browserbefehle von der PM5xx stehen in Zusammenhang mit der Sicherheits-CPU (diese Befehle können von CODESYS V2.3 aus aufgerufen werden):

sdappl - Speichert das Bootprojekt der Standard-CPU, die Konfigurationsdaten aller zugehörigen Kommunikationsmodule und der Sicherheits-CPU auf die SD-Karte. Die Nutzerdaten, das Onlinepasswort für die Sicherheits-CPU und der Spannungseinbruchswert der Sicherheits-CPU werden nicht gespeichert. Um den Inhalt der Standard-CPU mit zuvor gespeicherten Daten über sdappl zu aktualisieren, müssen die entsprechenden Änderungen in der Datei sdcard.ini (mode = … usw.) auf der SD-Karte vorgenommen werden (↬ *AC500-Anwenderdokumentation und SD-Karten-Verwendung*).

sdclone - Speichert das Bootprojekt der Standard-CPU, die Konfigurationsdaten aller zugehörigen Kommunikationsmodule und der Sicherheits-CPU auf die SD-Karte. Die Nutzerdaten, das Bootprojekt, das Onlinepasswort für die Sicherheits-CPU, der Spannungseinbruchswert und die Nutzerdaten der Sicherheits-CPU werden auch auf der SD-Karte gespeichert. Nach erfolgreicher Ausführung des Befehls sdclone wird die Datei "sdcard.ini" auf der SD-Karte automatisch aktualisiert; wenn die SD-Karte dann in eine andere AC500-Steuerung mit Sicherheits-CPU eingesteckt wird, wird der Inhalt der SD-Karte auf das System kopiert, um einen sogenannten "Klon" des Ursprungssystems zu erstellen.

sdcoupler <x> - Die Firmware des Kommunikationsmoduls (z. B. Firmware der Sicherheits-CPU) wird von der SD-Karte auf das Kommunikationsmodul kopiert, das in Steckplatz <x> eingesteckt ist und die Firmware wird aktualisiert.

HINWEIS!

Die folgenden SPS-Browserbefehle (falls von der Firmware der aktuellen Standard-CPU PM5xx unterstützt) von der Standard-CPU PM5xx ändern den Zustand der Sicherheits-CPU:

`reboot`

Startet die Standard-CPU und Sicherheits-CPU neu.

`resetprgorg`

Versetzt die PM5xx und Sicherheits-CPU in ihren Originalzustand (sämtliche Variablen, Flash-Speicher usw. erhalten wieder die Ursprungswerte). Die Sicherheits-CPU ändert ihren Zustand von RUN zu SAFE STOP.

`startprg`, **`stopprg`**, **`resetprg`** und **`resetprgcold`** führen dazu, dass die Sicherheits-CPU in den Zustand DEBUG RUN bzw. DEBUG STOP wechselt.

HINWEIS!

Die Fehlermeldungen der Sicherheits-CPU werden im Diagnose-Stack der Standard-CPU PM5xx zusammengefasst.

Mit den Befehlen **`diagreset`**, **`diagack all`**, **`diagack x`**, **`diagshow all`** und **`diagshow x`** im nicht sicherheitsgerichteten CODESYS SPS-Browser können verschiedene Fehlermeldungen in einem AC500-System aufgelistet und verarbeitet werden, einschließlich der Meldungen von der Sicherheits-CPU (↳ *AC500-Anwenderdokumentation* enthält weitere Details zu diesen Befehlen).

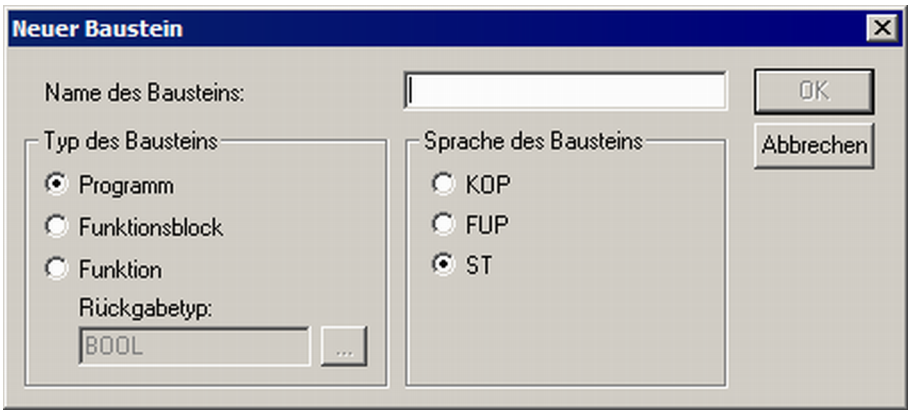


Abb. 78: Anwender können die Programmierung mit dokumentierten CODESYS 2.3-Features beginnen

⇨

HINWEIS!

ST, FUP und KOP sind die einzigen Sprachen laut IEC 61131, die von der Sicherheits-CPU für Sicherheitsprogrammierung unterstützt werden. Beachten Sie die Programmierrichtlinien vom sicherheitsgerichteten CODESYS (↳ *Kapitel 4.4.1 „Übersicht“ auf Seite 229*). ST mit einem Umfang laut ↳ *Kapitel 4.4.1 „Übersicht“ auf Seite 229* entspricht der Limited Variability Language laut IEC 61508.

HINWEIS!

Legen Sie keine Listen mit globalen Variablen an, deren Namen mit dem Präfix “S_Module_” beginnen. Globale Variablen, die mit “S_Module_” beginnen, werden automatisch vom sicherheitsgerichteten CODESYS aktualisiert und können zu einem Informationsverlust führen.

Beim Betrieb einer Sicherheitssteuerung ist es wichtig, dass alle F-Devices erfolgreich initialisiert wurden, bevor die Programmlogik startet. Es ist auch möglich, dass einige F-Devices im Modus FV_activated starten (siehe ↳ *Kapitel 4.6.3 „SafetyBase_PROFIsafe_LV200_AC500_V22.lib“ auf Seite 252* für weitere Details zum PROFIsafe F-Host-Stack). Für einen simultanen Start empfehlen wir eine besondere POE, ähnlich wie SF_Startup (siehe unten), die verschiedene mögliche Startszenarien in der PROFIsafe-Spezifikation [3] verarbeitet und dann das Signal “Ready” als Startsignal für die weitere normale Ausführung der Sicherheitsprogrammlogik gibt. Wie man in der Implementierung unten sieht, reicht es, wenn für mindestens einen der Kanäle des DI581-S das PROFIsafe-Diagnosebit "1" ist, d. h. dass normale Prozesswerte geliefert werden können.

Deklarationsteil

```
FUNCTION_BLOCK SF_Startup

VAR_OUTPUT
   Ready: BOOL; (* TRUE setzen, sobald alle Sicherheitsmodule
initialisiert sind *)
END_VAR

VAR
   bTempReady: BOOL; (* Setzen, sobald Sicherheitsmodul DI581-S bereit
ist *)
END_VAR

VAR CONSTANT
    _TRUE: BOOL := TRUE; (* Konstant, da TRUE Buchstaben sind *)
    _FALSE: BOOL := FALSE; (* Konstant, da FALSE Buchstaben sind *)
    wdNull: WORD := 16#0000; (* Konstant für Sicherheits-E/A-
Initialisierung *)
END_VAR

VAR_EXTERNAL
    DI581_S: PROFIsafeStack; (* Externe Deklaration *)
END_VAR
```

Implementierungsteil

```
(* Prüfen, ob Quittierung durch Bediener für F-Device verlangt wird *)
IF DI581_S.OA_Req_S THEN (* Verlangt das Modul eine Quittierung? *)
   DI581_S.OA_C := DI581_S.OA_Req_S; (* Ggf. Quittierung *)
(* Prüfen, dass DI581_S.OA_C das entsprechende F-Device nicht passiviert
hat und dass es keine Quittieranforderung von diesem Modul gibt *)

(* GS_DI581_Started ist die Variable für alle PROFIsafe-Diagnosebits des
Kanals, die in PS501 Control Builder Plus / Automation Builder Plus für
DI581-S gesetzt werden *)
ELSIF GS_DI581_Started > wdNull THEN (* Wurde dieses Modul initialisiert?
*)
   bTempReady := _TRUE; (* Ja, Modul wurde initialisiert *)
ELSE
   bTempReady := _FALSE; (* Nein, Modul wurde noch nicht initialisiert
*)
END_IF;

IF bTempReady THEN (* Korrekte POE-Ausgangssignale setzen *)
   Ready := _TRUE;
ELSE
```

```
    Ready := _FALSE;
END_IF;
```

HINWEIS!

Zur Quittierung des F-Device nach Modulpassivierung muss das Befehlsbit OA_C von '0' auf '1' gesetzt werden, bis das Statusbit OA_Req_S "0" wird.

7. Die korrekten Kommunikationsparameter sind zum Laden des Sicherheitsprojekts in die Sicherheits-CPU erforderlich

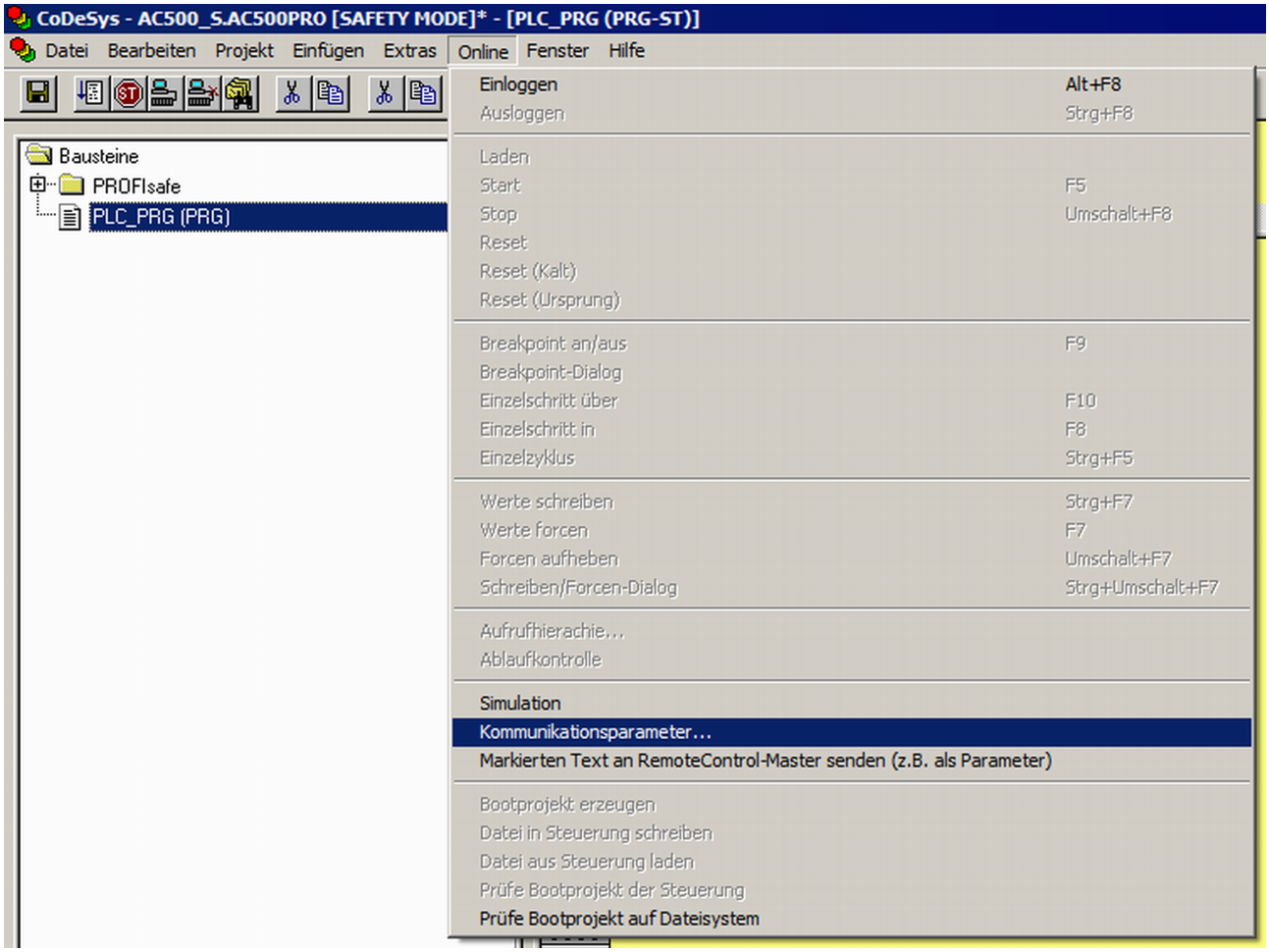


Abb. 79: Kommunikationsparameter festlegen

⇨

! HINWEIS!

Stellen Sie sicher, dass entweder der Kommunikationskanal *„Tcp/Ip“* oder *„Serial(RS232)“* zum Laden des nicht sicherheitsgerichteten CODESYS-Projekts bzw. zum Laden des sicherheitsgerichteten CODESYS-Projekts entweder *„ABB Tcp/Ip Level 2 AC“* oder *„ABB RS232 AC“* ausgewählt ist.

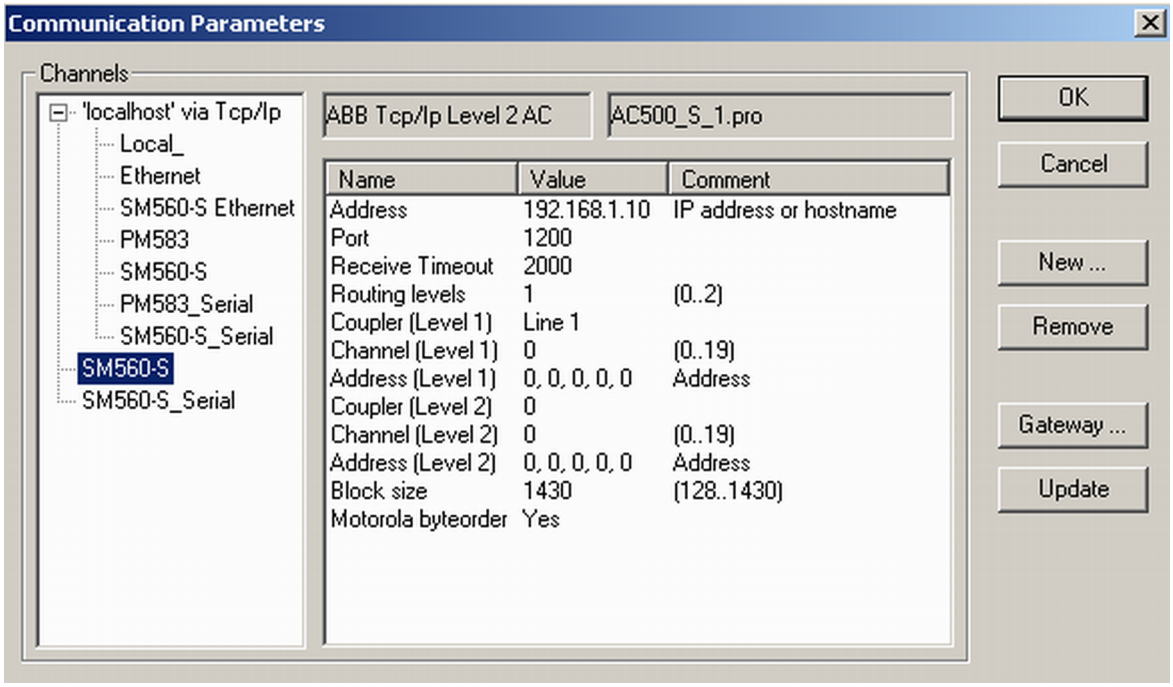


Abb. 80: Beispiel mit Ethernetanschluss

"Address" ist die IP-Adresse der Standard-CPU (man kann auch den COM-Port zum Programm-Download mit serieller Verbindung verwenden). Der Koppler (Level 1) definiert die Position der Sicherheits-CPU (Zeile 1 – Position 1, Zeile 2 – Position 2 usw.).

↳ Weitere Informationen zu "Kommunikationsparametern" finden Sie in der AC500-Anwenderdokumentation.

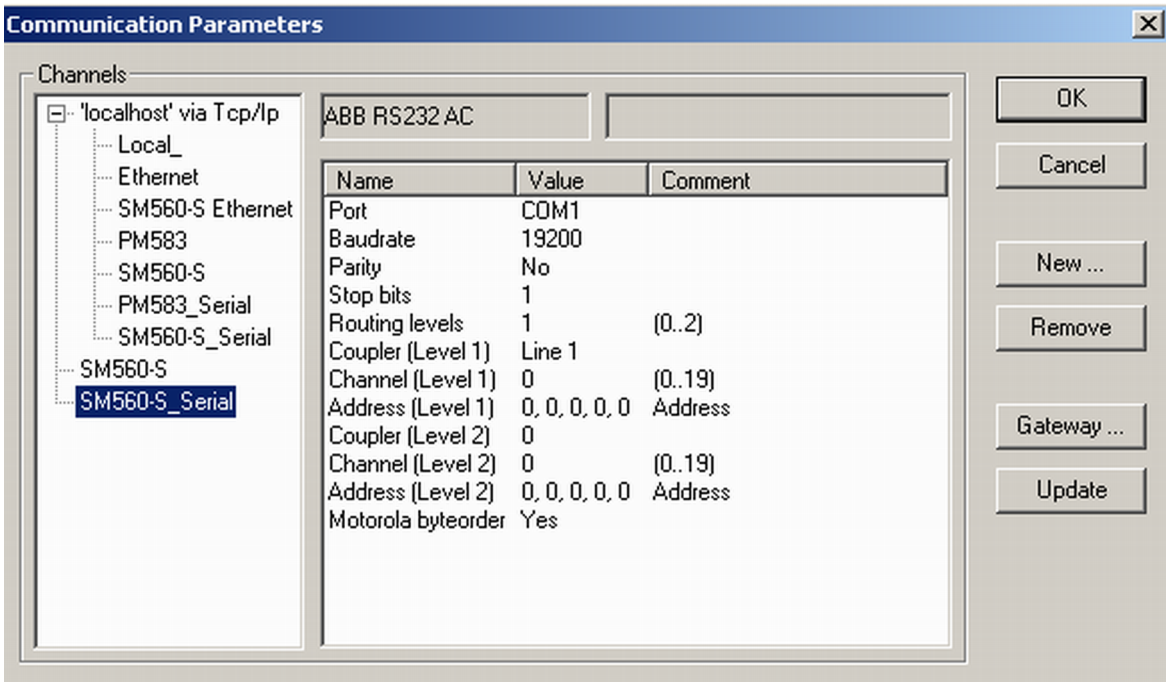


Abb. 81: Beispiel mit einer seriellen Verbindung

Jetzt sollten Sie sich in Ihre Sicherheits-CPU einloggen, Ihre Sicherheitsanwendung laden und ein Bootprojekt erzeugen können, sodass Ihre Sicherheits-CPU die Ausführung des Sicherheitsprogramms nach dem Aus- und Einschalten beginnen kann.

! HINWEIS!

Aus Sicherheitsgründen wird der Dienst "Online-Change" von CODESYS von der Sicherheits-CPU nicht unterstützt. Das bedeutet, dass jede Änderung am sicherheitsgerichteten CODESYS-Projekt den Stopp der Sicherheits-CPU, das Laden eines neuen Bootprojekts und Aus-/Anschalten oder Neustart durch die PM5xx erfordert, damit die Änderungen am Sicherheitsprogramm aktiviert werden.

HINWEIS!

Es kann jeweils nur ein Anwender an der Sicherheits-CPU angemeldet sein. Dies ist erforderlich, um verschiedene Änderungen von gleichzeitig arbeitenden Anwendern an der Sicherheits-CPU zu vermeiden.

Die Beschränkung der Zahl offener Verbindungen gilt nur für die Sicherheits-CPU; das bedeutet, dass es weiterhin möglich ist, sich über das Internet und die OPC-Server-Funktionalität mit der Standard-CPU PM5xx zu verbinden.

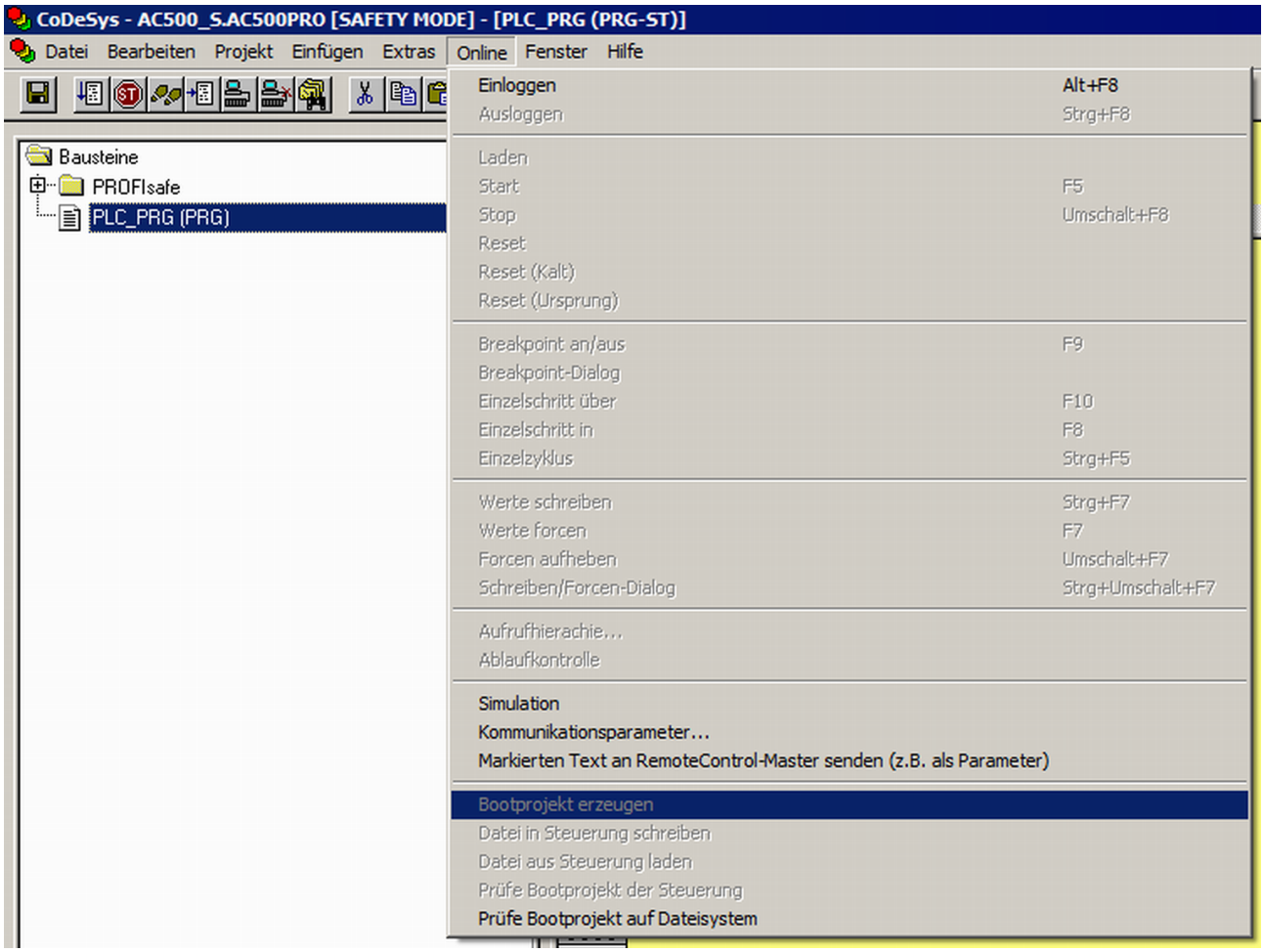


Abb. 82: Bootprojekt für die Sicherheits-CPU erzeugen

GEFAHR!

Wenn die Funktion *„Gerät aktualisieren ...“* auf den Sicherheitsmodulen verwendet wurde, muss ein kompletter Funktionstest sämtlicher Teile der Sicherheitsanwendung durchgeführt werden. Für diesen Test muss die Maschine in ihrem endgültigen Zustand sein, d. h. einschließlich der mechanischen, elektrischen und elektronischen Komponenten, Sensoren, Aktoren und der Software.

HINWEIS!

Der Benutzer kann später im sicherheitsgerichteten CODESYS mit dem Menüpunkt *„Online ➔ Prüfe Bootprojekt der Steuerung“* überprüfen, ob das Offline-Projekt vom sicherheitsgerichteten CODESYS und das Bootprojekt in der Sicherheits-CPU identisch sind (Dateiname, Änderungsdatum, Titel, Autor, Version, Beschreibung und CRC).

Der gleiche Vergleich kann mit einem anderen Bootprojekt auf dem PC mit dem Menüpunkt *„Online ➔ Prüfe Bootprojekt im Dateisystem“* durchgeführt werden.

Beachten Sie, dass das Projekt mindestens einmal in die Sicherheits-CPU geladen werden muss, bevor es offline auf dem PC für Backup und spätere Verwendung gespeichert wird.

Es wird dringend empfohlen, die Befehle *„Alles bereinigen“* und *„Alles übersetzen“* aus dem "Projekt"-Menü vom sicherheitsgerichteten CODESYS vor dem Laden des Sicherheitsprogramms in die Sicherheits-CPU auszuführen.

HINWEIS!

Bitte beachten Sie, dass die Standard-CPU an der iParameter-Übertragung zu F-Devices beteiligt ist und Sie daher nicht nur Ihr Sicherheits-Anwendungsprogramm in die Sicherheits-CPU laden müssen, sondern auf ähnliche Art und Weise (*AC500-Anwenderdokumentation* enthält Details) auch das nicht sicherheitsgerichtete Programm des nicht sicherheitsgerichteten CODESYS in die Standard-CPU laden und ein Bootprojekt für die Standard-CPU PM5xx erstellen müssen.

Eine Missachtung dieser Empfehlungen kann zu Konfigurationsfehlern oder Passivierung einiger F-Devices führen.

GEFAHR!

Verwenden Sie den Befehl *„Datei in Steuerung schreiben“* nicht für die Sicherheits-CPU, da es zu einem Verlust wichtiger Anwenderinformationen oder Laden von korrupten Daten in die Sicherheits-CPU kommen kann.

4.3.6.1 Sichere Kommunikation von CPU zu CPU mit SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4

Die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4 bieten bis zu 32 F-Device-Instanzen für die sichere Kommunikation von CPU zu CPU. Die Sicherheitsdaten jeder F-Device-Instanz werden auf den PROFINET E/A-Geräte-Kommunikationsmodulen CM589-PNIO oder CM589-PNIO-4 abgebildet. Die Kommunikationsmodule CM589-PNIO und CM589-PNIO-4 ermöglichen eine physikalische Trennung ihres PROFINET-Netzwerks von dem des PROFINET IO Controller-Kommunikationsmoduls CM579-PNIO.

Die GSDML-Dateien von ABB für die PROFINET-Geräte CM589-PNIO/CM589-PNIO-4 können zum Konfigurieren der Prozess- und Sicherheitsdatenparameter für PROFINET F-Host-Systeme von Drittanbietern verwendet werden.

Um alle Arten von PROFIsafe F-Hosts von Drittanbietern zu unterstützen, darunter auch solche, die die Verwendung des PROFINET UseAsBits-Attributs in einem PROFIsafe-Modul auf 64 Bits begrenzen, z. B. die Siemens-CPUs S7 3xx-F, wurden zwei Arten von Sicherheitsdatenbeschreibungen festgelegt:

- Primär: 12 Byte definierte UseAsBits;
- Sekundär (für F-Hosts, die 12 Byte definierte UseAsBits nicht unterstützen): 8 Byte definierte UseAsBits und zwei Integer16.

Für eine sichere Kommunikation von CPU zu CPU mit PROFINET/PROFIsafe müssen folgende Schritte unternommen werden:

1. Definieren Sie Master- und Slave-Steuerungen in einer Steuerungssystemkonfiguration. Beachten Sie, dass das gleiche System auch gleichzeitig Master und Slave sein könnte.

   - Alle Steuerungen, die nur Master sind, müssen mindestens über eine Standard-CPU, einen IO-Controller CM579-PNIO (wenn keine integrierte PROFINET IO-Controllerfunktionalität verfügbar ist) und eine Sicherheits-CPU SM560-S verfügen.
   - Alle Steuerungen, die nur Slaves sind, müssen mindestens über eine Standard-CPU, ein E/A-Gerät CM589-PNIO (oder CM589-PNIO-4 , falls die Kommunikation mit mehr als 1 PROFINET IO-Controller erforderlich ist; es wird auch die Verwendung von mehr als 1 Kommunikationsmodul CM589-PNIO unterstützt) und eine Sicherheits-CPU SM560-S-FD-1 (oder SM560-S-FD-4, falls die Kommunikation mit mehr als 1 PROFINET IO-Controller erforderlich ist) verfügen.
   - Alle Steuerungen, die gleichzeitig Master und Slave sind, müssen mindestens über eine Standard-CPU, einen IO-Controller CM579-PNIO (wenn keine integrierte PROFINET IO-Controllerfunktionalität verfügbar ist), ein E/A-Gerät CM589-PNIO (oder CM589-PNIO-4, falls die Kommunikation mit mehr als 1 PROFINET IO-Controller erforderlich ist; es wird auch die Verwendung von mehr als 1 Kommunikationsmodul CM589-PNIO unterstützt) und eine Sicherheits-CPU SM560-S-FD-1 (oder SM560-S-FD-4, falls die Kommunikation mit mehr als 1 PROFINET IO-Controller erforderlich ist) verfügen.

   ! HINWEIS!

   Beachten Sie, dass nur eine Sicherheits-CPU an eine Standard-CPU angebracht werden kann. Die Anzahl der PROFINET-Kommunikationsmodule für die vorhandene Standard-CPU wird nur von der Anzahl der daran verfügbaren Steckplätze begrenzt.

   ! HINWEIS!

   PROFINET IO-Controller von Drittanbietern mit F-Hosts können ebenfalls in der Konfiguration verwendet werden. Verwenden Sie die GSDML-Dateien für CM589-PNIO / CM589-PNIO-4 von *www.abb.com/PLC* für den Anschluss einer SPS AC500-S als Slave an ein Mastersystem von Drittanbietern.

2. Nach der Auswahl der PROFINET-Kommunikationsmodule und Sicherheits-CPUs im Master- und Slavesystem muss die Anzahl der Sicherheitsbytes festgelegt werden, die zwischen Slave- und Mastersystemen ausgetauscht werden müssen. Maximal 384 Sicherheitsbytes können ausgetauscht werden (384 Sicherheitsbytes als Eingaben und 384 Sicherheitsbytes als Ausgaben).

3. Die Sicherheitsbytes können an den Slavesystemen durch Auswahl der Module CM589-PNIO bzw. CM589-PNIO-4 und die Instanziierung der Objekte “12 Byte In/Out (Safety)” oder “8 Byte and 2 Int In/Out (Safety)” instanziiert werden. Die Konfiguration der Module CM589-PNIO oder CM589-PNIO-4 und die Instanziierung der nicht sicherheitsgerichteten Standard-Prozessdaten wird separat in [4] erläutert. SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4 können bis zu 32 F-Device-Objekte “12 Byte In/Out (Safety)” / “8 Byte and 2 Int In/Out (Safety)” bearbeiten.

   ! HINWEIS!

   Die PROFIsafe F_Dest_Add-Werte werden entsprechend der Reihenfolge den Instanzen im Automation Builder-Projekt zugewiesen (ein Vermischen ist nicht möglich). Die erwartete Basisadresse für diese Gruppe wird mit dem Adressdrehschalter der Sicherheits-CPU bzw. dem im Projekt des Mastersystems konfigurierten F-Parameterwert festgelegt, wie in ↬ *Kapitel 3.1.2 „Funktionalität“ auf Seite 44* beschrieben.

Nach der Instanziierung der Objekte “12 Byte In/Out (Safety)” / “8 Byte and 2 Int In/Out (Safety)” können Variablennamen für die instanziierten IN- und OUT-Sicherheitsdaten vergeben werden. Die Variablen können später im Anwendungsprogramm der Sicherheits-CPU verwendet werden, wenn die CODESYS-Sicherheitsinstanz geöffnet wurde. Um auf die Sicherheitsdaten im Programm der Sicherheits-CPU zugreifen zu können, müssen unbedingt symbolische Namen für die erforderlichen Sicherheitsdaten vergeben werden.

4. In jeder Konfiguration des Mastersystems müssen CM589-PNIO bzw. CM589-PNIO-4 unter CM579-PNIO instanziiert werden, um die PROFINET-Verbindung mit Slavesystemen herzustellen. Siehe [4] für weitere Details. Ebenso muss die von CM589-PNIO-4 unterstützte "Shared Device" PROFINET-Gerätefunktionalität berücksichtigt werden, wenn die Daten des Slavesystems mit mehr als einem (bis zu 4) Steuerungssystem ausgetauscht werden sollen.

5. Ähnlich wie bei der Konfiguration des Slavesystems müssen an jedem Mastersystem die Objekte “12 Byte In/Out (Safety)” oder “8 Byte and 2 Int In/Out (Safety)” instanziiert werden. Beachten Sie, dass die Reihenfolge der Objekte und ihr Typ in der Masterkonfiguration die gleiche wie in der Slavekonfiguration sein muss, andernfalls ist ein Konfigurationsfehler im RUN-Modus zu erwarten. Die Namen der instanziierten Objekte “12 Byte In/Out (Safety)” oder “8 Byte and 2 Int In/Out (Safety)” können frei gewählt werden.

6. Durch Doppelklicken auf jedes instanziierte Objekt “12 Byte In/Out (Safety)” oder “8 Byte and 2 Int In/Out (Safety)” müssen entsprechende F-Parameterwerte zugewiesen werden. F_Dest_Add muss für jedes instanziierte Objekt korrekt eingestellt sein.

> **! HINWEIS!**
>
> Siehe *Kapitel 3.1.2 „Funktionalität“ auf Seite 44* für die Regeln der Adresseinstellung von F_Dest_Add und beachten Sie, dass nur ein Aufwärtszählen gemäß der Reihenfolge der Module im Objektbaum des Automation Builder erlaubt ist (das oberste Objekt hat den niedrigsten F_Dest_Add-Wert).

Wir haben beispielsweise den Adressdrehschalter an der Sicherheits-CPU des Slavesystems (SM560-S-FD-1 oder SM560-S-FD-4) auf den Wert 0x01 gestellt. Somit liegt unser verfügbarer Bereich für F_Dest_Add bei 100…131 (siehe Kapitel 3.1.2.5 für weitere Details). Das erste Sicherheitsobjekt “12 Byte In/Out (Safety)” oder “8 Byte and 2 Int In/Out (Safety)” muss die niedrigsten Zahl 100 verwenden. Das zweite muss 101 verwenden und so weiter.

7. Für F_Source_Add können alle Werte des erlaubten Bereichs (1– 511) verwendet werden. Allerdings ist zu beachten, ob das Slavesystem auch eine Masterfunktionalität hat, z. B. für Sicherheits-E/A-Module. Ist dies der Fall, so ist es nicht erlaubt, die gleiche F_Source_Add für die Objekte “12 Byte In/Out (Safety)” oder “8 Byte and 2 Int In/Out (Safety)” zu verwenden wie die F_Source_Add im Slavesystem für das eigene F-Device, z. B. Sicherheits-E/A-Module (siehe *Kapitel 3.1.2 „Funktionalität“ auf Seite 44* für mehr Details zu den Regeln für die Zuweisung von F_Source_Add und F_Dest_Add).

8. Nach der Instanziierung der Objekte “12 Byte In/Out (Safety)” / “8 Byte and 2 Int In/Out (Safety)” in der Konfiguration des Mastersystems können Variablennamen für die instanziierten IN- und OUT-Sicherheitsdaten vergeben werden. Die Variablen können später im Anwendungsprogramm der Sicherheits-CPU verwendet werden, wenn die CODESYS-Sicherheitsinstanz geöffnet wurde. Um auf die Sicherheitsdaten im Programm der Sicherheits-CPU zugreifen zu können, müssen unbedingt symbolische Namen für die erforderlichen Sicherheitsdaten vergeben werden. Die symbolischen Variablennamen können frei gewählt werden, sie müssen jedoch einmalig sein.

9. Wenn SM560-S-FD-4 als Teil der gemeinsamen PROFINET-Gerätekommunikation verwendet wird (siehe Dokumentation für CM589-PNIO-4 in [4]), um Sicherheitsdaten mit bis zu 4 Mastersystemen auszutauschen, so müssen an jedem Mastersystem die nicht verwendeten Sicherheitskommunikationsmodule getrennt werden. Dies ermöglicht die Auswahl, welches der konfigurierten Sicherheitskommunikationsmodule (“12 Byte In/Out (Safety)” / “8 Byte and 2 Int In/Out (Safety)”) im Slavesystem mit welchem Mastersystem kommuniziert. Jedes instanziierte Sicherheitskommunikationsmodul kann nur

eine Verbindung zu einem der Mastersysteme haben. Daher müssen alle Sicherheitskommunikationsmodule, die mit anderen Mastersystemen verbunden sind, mit dem Befehl "Modul trennen" im Menü des Mastersystemprojekts auf "Getrennt" gestellt werden. Die getrennten Module erhalten einen grauen Hintergrund. Mit dem Befehl "Modul verbinden" im Menü des gegebenen Kommunikationsmoduls kann man dieses wieder mit dem gegebenen Mastersystem verbinden.

! HINWEIS!

Beachten Sie, dass, wenn das gleiche Sicherheitskommunikationsmodul mit mehr als einem Mastersystem verbunden ist, die Verbindung während der Start- und Parametrierphase nur mit dem schnellsten Mastersystem hergestellt wird. In diesem Fall erhalten andere Mastersysteme keine Daten. Stellen Sie sicher, dass die Sicherheitskommunikationsmodule (“12 Byte In/Out (Safety)” / “8 Byte and 2 Int In/Out (Safety)”) richtig mit den Mastersystemen verbunden sind. Eine falsche Konfiguration kann zu Fehlermeldungen führen, diese sind in *Tab. 4 „Liste häufiger Fehlermeldungen für die Sicherheits-CPUs SM560-S / SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 “ auf Seite 58* und *Tab. 5 „Liste spezifischer Fehlermeldungen für die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 “ auf Seite 63* aufgelistet.

4.3.7 Überprüfen von Programm- und Systemkonfiguration

Programm und Systemkonfiguration überprüfen. Zur Programmverifizierung die "Checkliste für die Erstellung von Sicherheitsprogrammen" benutzen.

Es ist wichtig, dass Sie die "Checkliste für die Erstellung von Sicherheitsprogrammen" erfolgreich ausfüllen können und unterzeichnen (*Kapitel 6.2 „Checkliste für die Erstellung von Sicherheitsprogrammen“ auf Seite 458*). Ein Sicherheitsprogramm kann nur abgenommen werden, wenn die Checkliste ausgefüllt ist. Wenn einige Punkte der Checkliste nicht ausgefüllt werden können, muss ein Kommentar im entsprechenden Abschnitt angegeben werden.

4.4 Programmierrichtlinien vom sicherheitsgerichteten CODESYS

In diesem Kapitel und weiteren Abschnitten wird ein Auszug aus den relevanten Sicherheitsrichtlinien von CODESYS V2.3.x für die Sicherheits-CPU AC500-S vorgestellt [1].

4.4.1 Übersicht

CODESYS V2.3 wird normalerweise für nicht sicherheitsgerichtete Anwendungen verwendet. CODESYS V2.3 kann jedoch auch für Sicherheitsanwendungen bestimmter Klassen verwendet werden, wenn es in einer geeigneten Umgebung zusammen mit Steuerungen wie AC500-S, die speziell für diesen Zweck vorgesehen sind, eingesetzt wird. Dafür müssen jedoch bestimmte Richtlinien beachtet werden, die in diesem Dokument beschrieben werden.

4.4.1.1 Zielgruppe

Dieses Dokument richtet sich an Anwender, die Sicherheitsanwendungen mit CODESYS V2.3 erstellen wollen.

Es ist auch eine Basis für Prüfer, die Sicherheitsanwendungen abnehmen wollen.

4.4.1.2 Anforderungen

Zum Verständnis dieses Dokuments ist die Kenntnis der IEC 61131-3 [5] und insbesondere des Programmiersystems CODESYS V2.3 erforderlich.

Erfahrung mit der Erstellung von Sicherheitsanwendungen ist hilfreich.

4.4.1.3 Begriffe

Ausgang	-	Variable, die auf eine IEC-Ausgangsadresse (%Q) abgebildet wird
Ausgangsparameter	-	VAR_OUTPUT eines Programms oder Funktionsbausteins
Eingänge	-	Variable, die auf eine IEC-Eingangsadresse (%I) abgebildet wird
Eingangsparameter	-	VAR_INPUT eines Programms, einer Funktion oder eines Funktionsbausteins

4.4.2 Rahmen

4.4.2.1 Safety Integrity Level (SIL)

CODESYS V2.3 ist für die Erstellung von Anwendungen bis SIL 3 geeignet. Für höhere Stufen ist die Verwendung von CODESYS 2.3 nicht gestattet.

4.4.2.2 Genehmigte CODESYS-Version

Die folgenden Produktversionen sind für Sicherheitsanwendungen zugelassen:

Produktkomponente	Name der Produktkomponente	Version (Datum)
Programmiersystem	CODESYS	ab 2.3.9.9

Unter *„Hilfe ➔ Info“* wird die CODESYS-Version angezeigt. Die korrekte Version des Laufzeitsystems wird über die SIL 3-Zulassung des Steuerungssystems durch den TÜV SÜD bestimmt.

4.4.2.3 Steuerungsspezifische Anwendungshinweise

Zum Laden der Sicherheitsanwendung muss bei Sicherheitssteuerungen ein spezielles Verfahren beachtet werden. In CODESYS wird das Laden des Bootprojekts als sicher eingestuft, da es durch geeignete Mechanismen abgesichert wird.

Die Vorgehensweise mit CODESYS ist folgende:

- Anwenderprogramm kompilieren
- Mit der Steuerung verbinden. Dies ist durch Passwort geschützt. Ggf. wird eine automatische Kompilierung des Anwenderprogramms angestoßen.
- Ausführung des Menübefehls *„Online ➔ Bootprojekt erzeugen“*
- Neustart der Steuerung, dadurch Laden und Starten der Anwendung.

Alle Onlinebefehle wie die folgenden deaktivieren den sicheren Betrieb:

- Laden
- Online-Change
- Breakpoint setzen
- Werte schreiben
- Werte forcen
- Trace
- Einzelschritt
- Start/Stop
- Ablaufkontrolle

Variablen-Monitoring im Online-Modus deaktiviert den sicheren Betrieb nicht.

4.4.2.4 Erstellung der Anwendung

Die Erstellung der Anwendung muss nach den Richtlinien der relevanten Sicherheitsnormen, z. B. IEC 61508 für funktionelle Sicherheit und ISO 13849-1 für Maschinen, erfolgen. Zusätzlich zur umfassenden Dokumentation von Anforderungen, Architektur und Modul-Schnittstellen betrifft das auch einen vollständigen Funktionstest sämtlicher Teile der Sicherheitsanwendung. Für diesen Test muss die Maschine in ihrem endgültigen Zustand sein, d. h. einschließlich der mechanischen, elektrischen und elektronischen Komponenten, Sensoren, Aktoren und der Software. Das Testen in einer speziellen Testumgebung, z. B. unter Verwendung eines Debuggers, erleichtert das Bestehen des Abschlusstests, kann aber nicht als Ersatz verwendet werden.

4.4.2.5 Einstellungen

Tab. 12: Die folgenden Systemeinstellungen sind erforderlich:

Einstellen	Wert
Konstanten ersetzen	Ausgewählt unter *„Projekt ➔ Optionen ➔ Übersetzungsoptionen“*
Aktionen verschatten Programme	Ausgewählt unter *„Projekt ➔ Optionen ➔ Übersetzungsoptionen“*

4.4.2.6 Klassifikation

Generell können die meisten Sprachen für Sicherheitsanwendungen verwendet werden. Für bestimmte Sprachen, für die ein erhöhtes Fehlerpotential bei der Erstellung der Anwendung besteht, gilt dies nur in beschränktem Maße, und die Durchführung einer zusätzlichen Fehlerprävention wird unbedingt empfohlen. Diese Maßnahmen sind zusammen mit der entsprechenden Sprache angegeben.

4.4.3 Sprachenspezifische Programmierrichtlinien

4.4.3.1 Sicherheitsbezogene Einschränkungen für Entwickler

Bei der Entwicklung von Sicherheitsanwendungen mit CODESYS V2.3.x gibt es bestimmte Einschränkungen, die durch organisatorische Maßnahmen sichergestellt werden müssen. Diese sind wie folgt:

- Für Sicherheitsanwendungen sind CODESYS-Visualisierungen nur zu Anzeigezwecken gestattet. Das Verändern von Werten mit Menübefehlen (↯ *Kapitel 4.4.2.3 „Steuerungsspezifische Anwendungshinweise“ auf Seite 231* "Werte schreiben") versetzt das Laufzeitsystem in den nicht sicheren Modus, möglicherweise ohne den Anwender zu informieren.

4.4.3.2 Sprache

Von den fünf Sprachen laut IEC 61131-3, die in CODESYS V2.3 implementiert sind, sind "Strukturierter Text" (ST), “Funktionsbausteinsprache” (FUP) und “Kontaktplan” (KOP) für Sicherheitsanwendungen zugelassen.

4.4.3.3 Task-System

Aufgrund der schlechten Testmöglichkeiten in Sicherheitsanwendungen sollte Multitasking auf ein Minimum beschränkt werden. Dies bedeutet in Zusammenhang mit CODESYS:

- Die gesamte Anwendung bestehend aus sicherheitsgerichteten und nicht sicherheitsgerichteten Teilen sollte aus dem Programm "PLC_PRG" aufgerufen werden. Für eine gute Strukturierung des Programms sollte in "PLC_PRG" keine Logikverarbeitung programmiert werden. Zuweisungen, Programmaufrufe, Funktionen und Funktionsbausteine sind zulässig.
- Die steuerungsspezifischen Optionen zur Überwachung der Gesamt-Ausführungszeit müssen aktiviert werden und deutlich unter der Fehlertoleranzzeit liegen.

4.4.3.4 Variablendeklarationen

Die folgenden Variablentypen und -attribute aus IEC 61131-3 sind für Sicherheitsanwendungen geeignet:

Schlüsselwort	Beschreibung	Geeignet (Ja / In begrenztem Maße / Nein) (Kommentar)
VAR	Lokale Bausteinvariable	Ja
VAR_INPUT	Baustein-Eingangsparameter	Ja
VAR_OUTPUT	Baustein-Ausgangsparameter	Ja
VAR_IN_OUT	Baustein-Referenzparameter	In begrenztem Maße (Zur Wiedergabe des Nebeneffekts sollte der Parameter einen Präfix haben. Noch besser wäre stattdessen die Verwendung eines Ein- und Ausgangsparameters.)
VAR_GLOBAL	Globale Variable	Ja (Es wird dringend empfohlen, globale Variablen mit einem Präfix, z. B. "G_" oder "GS_" zu versehen (sicherheitsgerichtete Variablen).)
VAR_EXTERNAL	Deklaration globaler Variablen, die im Baustein verwendet werden	Ja/optional (nicht erforderlich in CODESYS)
AT	Zuweisung der Variablenadresse	Ja (siehe nächstes Kapitel)
CONSTANT	Deklaration als Konstante (kein Schreibzugriff möglich)	Ja (Es wird empfohlen, jede Konstante explizit zu deklarieren.)
RETAIN	Der Variablenwert wird nach dem Ausschalten erhalten	Nein, nicht unterstützt
PERSISTENT	Der Variablenwert wird nach dem erneuten Laden erhalten	Nein, nicht unterstützt

Für bessere Lesbarkeit sollten die folgenden Regeln bei der Deklaration der Variablen befolgt werden:

- Nur ein Baustein einer Deklarationsart (z. B. VAR, VAR_INPUT, VAR_OUTPUT, VAR_IN_OUT, VAR_GLOBAL und Kombinationen mit CONSTANT) je Komponente
- Nur eine Variablendeklaration pro Zeile mit informativem Kommentar
  Schlecht:
  ```
  VAR
     A, B, C: BOOL; (* mehrere Variablen *)
  END_VAR
  ```
  Gut:
  ```
  VAR
     A: BOOL; (* erste Variable *)
     B: BOOL; (* zweite Variable *)
     C: BOOL; (* dritte Variable *)
  END_VAR
  ```
- Lokale Variablen (VAR) sollten stets einen abweichenden Namen haben. Die Verdeckung globaler Variablen durch lokale Variablen sollte vermieden werden.

4.4.3.5 Direkte Adressen

Die folgenden Regeln sind bei der Verwendung von Adressen in Sicherheitsanwendungen zu beachten:

- Keine Anwendung von Adressen direkt im Programmcode. Jede verwendete Adresse muss bei der Deklaration mit "AT" einer Variablen zugewiesen werden. Außerdem wird empfohlen, Ein-/Ausgangsvariablen durch ein Präfix zu identifizieren und diese zusammen in einer einzigen Variablenliste zu definieren.
- Die Verwendung von Merkeradressen (%M) sollte aufgrund der Fehleranfälligkeit der Zuweisung und fehlendem Zweck (Speicher wird für Variablen automatisch zugewiesen) auf ein Minimum beschränkt werden.
- Eine multiple Adresszuweisung sollte wegen der Verschleierung der Nebeneffekte vermieden werden. Für Wort- und Bit-weisen Zugriff ist eine Variable für das Wort definiert; zugegriffen wird über den Bitzugang <variable>.<bit number>.
- Keine Adressdeklarationen innerhalb von Programmen, Funktionsbausteinen, Funktionen und Datenstrukturen.

4.4.3.6 Datentypen

Die folgenden Datentypen aus CODESYS sind für Sicherheitsanwendungen zugelassen:

Tab. 13: Einfacher Datentyp

Schlüsselwort	Geeignet (Ja / In begrenztem Maße / Nein) (Kommentar)
BOOL	Ja
BYTE, SINT, USINT	Ja
WORD, INT, UINT	Ja
DWORD, DINT, UDINT	Ja
TIME, TOD, DATE, DT	Ja
STRING	In begrenztem Maße (technisch möglich, allerdings aufgrund fehlender sicherheitsgerichteter E/A-Geräte wenig sinnvoll)
REAL	In begrenztem Maße (fehleranfällig durch Rundungsfehler; deshalb keine Abfrage mit EQ-Operator; beachten Sie ungültige Operationen wie Division durch Null, Quadratwurzel oder Logarithmus einer negativen Zahl)

Tab. 14: Komplexe Datentypen

Schlüsselwort	Geeignet (Ja / In begrenztem Maße / Nein) (Kommentar)
ARRAY	In begrenztem Maße (nur mit expliziter Bereichsüberprüfung, ansonsten zu fehleranfällig)
STRUCT	Ja
Listing-Typen	Ja
Unterbereichstypen	Ja
POINTER	In begrenztem Maße (empfohlene Maßnahmen: keine Zeigerarithmetik, Bereichsüberprüfung, Neuzuweisung eines Zeigerwerts beim Start jedes Zyklus)

Die folgenden Regeln müssen bei der Verwendung von komplexen Datentypen beachtet werden:

- Bei komplexen Datentypen wird die Typendeklaration empfohlen
- Vor jedem Zugriff auf ein Array muss eine explizite Bereichsüberprüfung des Index durchgeführt werden. Bei einer Verletzung, die nicht durch die Anwendung erklärt werden kann, sollte das Steuerungssystem in einen sicheren Zustand überführt werden.

⚠ GEFAHR!

Ein Speicherzugriff über POINTER (z.B. ADR Funktion) ist fehleranfällig und wird generell nicht empfohlen. Bei einer Verwendung in Sicherheitsanwendungen liegt die Verantwortung für eine korrekte Verwendung dieser und den damit verbundenen Funktionen bei der Organisation und bei Personen, die diese Funktionen in der AC500-S-Sicherheitssteuerung verwenden.

4.4.3.7 Bausteine

Sämtliche Bausteintypen aus IEC 61131-3 sind für Sicherheitsanwendungen geeignet:

- PROGRAM
- FUNCTION
- FUNCTION_BLOCK

Die folgenden Programmierrichtlinien müssen für Bausteine beachtet werden:

- Funktionen und Funktionsbausteine dürfen die globalen Anwendungszustände nicht beeinflussen. Dies kann durch Schreibzugriff auf globale Daten und das Aufrufen von Systemkomponenten erreicht werden.
- Ein expliziter Parametertransfer wird für den Aufruf von Programmen und Funktionsbausteinen bevorzugt.
  Schlecht:
  ```
  Inst.Param1 := 7;
  Inst.Param2 := 3;
  Inst();
  X := (Inst.Out1 AND A) OR B;
  ```
  Gut:
  ```
  Inst(Param1 := 7, Param2 := 3, Out => Result);
  X := (Result AND A) OR B;
  ```
- Sämtliche Eingangsparameter sollten für einen Aufruf zugewiesen sein.

4.4.3.8 Bibliotheken

Externe Bibliotheken, die vom Hersteller des Steuerungssystems zugelassen, d. h. in die Firmware des Steuerungssystems implementiert wurden, können für Sicherheitsanwendungen verwendet werden.

Von den Standard-Bibliotheken in CODESYS sind nur die folgenden zugelassen:

Bibliothek	Beschreibung	Version (Datum)
Safety_Standard.lib (früher: Standard.lib)	IEC 61131-3-Standardfunktionen: ■ Timer ■ Zähler ■ Trigger ■ Flip-Flops ■ String-Verarbeitung	ab 2.3 (04.10.2005)

Anwenderbibliotheken, die vom Hersteller des Steuerungssystems oder dem Endanwender erstellt wurden, können verwendet werden. Beim Einfügen einer Bibliothek muss geprüft werden, ob die ausgewählte Bibliothek tatsächlich eingefügt wurde. Die entsprechende Information wird beim Einfügen der Bibliothek angezeigt.

4.4.3.9 Ausdrücke

4.4.3.9.1 Allgemeines

Die folgenden Regeln sind bei der Programmierung von Ausdrücken für Sicherheitsanwendungen zu beachten:

- Das Mischen von verschiedenen Datentypen in einem Ausdruck ist zu vermeiden. Wenn das Mischen unbedingt erforderlich ist, sollte stattdessen die explizite Typenkonvertierung verwendet werden.
- Die Komplexität der Ausdrücke sollte durch die folgenden Maßnahmen auf ein Minimum gebracht werden:
  - Begrenzung der Verschachtelung (z. B. nicht mehr als 3 Verschachtelungsebenen) pro Ausdruck
  - Nicht mehr als 10 Operatoren und 10 Operanden pro Ausdruck
  - Keine Anwendung von Ausdrücken oder Array-Zugriff in Array-Indizes
  - Keine Anwendung von Ausdrücken in Parametern für Funktionen, Funktionsbausteinen und Programmen

4.4.3.9.2 Konstanten

Für eine transparentere Semantik sollten Konstanten entweder explizit deklariert oder mit der expliziten Typisierung verknüpft werden.

Schlecht:

```
VAR
   size: REAL;
   diameter: REAL;
END_VAR
size:= diameter * 3.14;
```

Gut:

```
VAR CONSTANT
```

```
    PI: REAL := 3.14;
END_VAR
VAR
    size: REAL;
    diameter: REAL;
END_VAR
size:= diameter * PI;
```

Auch gut:

```
VAR
   size: REAL;
   diameter: REAL;
END_VAR
size:= diameter * REAL#3.14;
```

4.4.3.9.3 Zuweisungen

Die folgenden Programmierrichtlinien müssen für Zuweisungen beachtet werden:

- Nur eine Zuweisung ist für jede Anweisung gestattet. Die Zuweisung der Ausdrücke in CODESYS darf für Sicherheitsanwendungen nicht verwendet werden.
  Schlecht:
  ```
  Res1 := Res2 := FunCall(1, C := D, 3);
  ```
  Gut:
  ```
  C := D;
  Res2 := FunCall(1, C, 3);
  Res1 := Res2;
  ```
- Die implizite Konvertierung von vorzeichenlosen, vorzeichenbehafteten und Bitstring-Typen in CODESYS und die Erweiterung von kurzen auf längere Typen während der Zuweisung sollte nicht verwendet werden. Stattdessen sollte die explizite Konvertierung verwendet werden.

4.4.3.9.4 Klammern

Durch die Definition von Prioritäten für Operatoren ist jeder Ausdruck auch ohne Verwendung von Klammern eindeutig definiert. Um jedoch Fehler zu vermeiden und die Lesbarkeit zu verbessern, wird die Verwendung von Klammern empfohlen (außer in bekannten Fällen wie Multiplikation und Division vor Addition und Subtraktion).

Schlecht:

```
X := A < B AND NOT A > C + D OR E;
```

Gut:

```
X := (A < B) AND NOT(A > (C + D)) OR E;
```

4.4.3.9.5 Bitzugriff

Bitzugriff (<variable>.<bit number>) ist für Sicherheitsanwendungen zugelassen und sollte statt der regelmäßig verwendeten multiplen Adresszuweisung verwendet werden.

Schlecht:

```
VAR_GLOBAL
   Flags AT %QW12: WORD;
   Enable AT %QX12.0: BOOL;
END_VAR
Flags := 0;
Enable := TRUE;
```

Gut:

```
VAR CONSTANT
   EnableBit: INT := 0;
END_VAR
VAR
   Flags AT %QW12: WORD;
END_VAR
Flags := 0;
Flags.EnableBit := TRUE;
```

4.4.3.9.6 Konvertierungen

Für Zuweisungen und gemischte Typen sollten keine impliziten Typenkonvertierungen verwendet werden, sondern nur explizite.

Schlecht:

```
VAR
   A: BYTE;
   B: INT;
   C: DWORD;
END_VAR
C := A + B;
```

Gut:

```
VAR
   A: BYTE;
   B: INT;
   C: DWORD;
END_VAR
C := INT_TO_DWORD(B + BYTE_TO_INT(A));
```

Eine noch bessere Lösung für solch einen Fall wäre eine Typenzuweisung.

4.4.3.10 Operatoren

Die folgende Tabelle zeigt, welche Operatoren für Sicherheitsanwendungen geeignet sind:

Schlüsselwort	Geeignet (Ja / In begrenztem Maße / Nein) (Kommentar)
AND, OR, NOT, XOR	Ja
+, -, *, /, MOD	Ja (Division sollte einen expliziten Test für Division durch 0 enthalten)
=, <>, >, >=, <, <=	Ja
SQRT, SIN, COS, TAN, ASIN, ACOS, ATAN, LOG, LN, EXPT, EXP	In begrenztem Maße (fehleranfällig durch Rundungsfehler)
MIN, MAX, LIMIT	Ja
MUX, SEL	Ja (Bitte beachten Sie, dass nicht ausgewählte Zweige nicht ausgeführt werden. Das kann zu Problemen führen, wenn Funktionen verwendet werden, die Systembibliotheken aufrufen.)
TIME	Ja
ADR	In begrenztem Maße (für ZEIGER erforderlich, die in begrenztem Maße eingesetzt werden können)
INDEXOF	In begrenztem Maße (Nur als Parameter für Funktionen des Laufzeitsystems. Die verwendete Funktion sollte als unabhängige Task betrachtet werden)
SIZEOF	Ja
ROL, ROR, SHR, SHL	Ja

4.4.3.11 Sprachenkonstrukte

Die folgenden Steuerelemente der Sprache ST sind für Sicherheitsanwendungen geeignet:

Schlüsselwort	Geeignet (Ja / In begrenztem Maße / Nein) (Kommentar)
IF	Ja
CASE	Ja
FOR	Ja
WHILE	In begrenztem Maße (Bestätigung, dass keine Endlosschleife vorliegt, ist erforderlich)
REPEAT	In begrenztem Maße (Bestätigung, dass keine Endlosschleife vorliegt, ist erforderlich)
EXIT	In begrenztem Maße (verlässt eine Schleife unverzüglich. Eine Schleife sollte nur durch die Endbedingung verlassen werden.)
RETURN	In begrenztem Maße (verlässt eine Subroutine unverzüglich. Eine Subroutine sollte nur verlassen werden, nachdem alle Anweisungen verarbeitet worden sind.)

4.4.4 Allgemeine Programmierrichtlinien

Zusätzlich zu sprachenspezifischen Richtlinien sollten Fehler durch die Beachtung allgemeiner Richtlinien vermieden werden. Diese Richtlinien sind hier in keiner besonderen Reihenfolge aufgeführt:

- Wenige Zustände
  Zustände in der Form von Variablen, die ihren Wert über einen Steuerungszyklus hinaus behalten, erschweren die Prüffreundlichkeit einer Anwendung. Das kann mit den folgenden Maßnahmen verhindert werden:
  - Vermeidung von Zuständen, wo immer möglich
  - Eine Zustandsvariable sollte nur einmal pro Zyklus beschrieben werden. Dies erleichtert das Finden von Fehlern, wenn ein Zustand einen ungültigen Wert hat.
  - Wenn ein Zustand aus mehreren Variablen besteht, sollte er in einen Funktionsbaustein eingebettet werden. Zustandsübergänge sollte nur vom Aufrufen eines Bausteins betroffen sein.
- Keine Warnungen
  Eine Sicherheitsanwendung darf keine Compiler-Warnungen generieren!
- Begrenzte Anzahl von Zeilen pro Baustein (500)
  Für eine bessere Transparenz sollte ein Baustein nicht mehr als 500 Zeilen haben.
- Begrenzte Anzahl von Zeichen pro Zeile (150)
  Für eine bessere Transparenz sollte eine Zeile nicht mehr als 150 Zeichen haben.
- Keine Wiederverwendung von Variablen
  Jede Variable sollte nur für einen Zweck eingesetzt werden. Eine Verwendung in einem anderen Kontext, auch wenn der vorherige Zweck nicht länger wichtig ist, enthält ein bedeutendes Fehlerpotential, insbesondere im Rahmen von Änderungen.
- Variablen so lokal wie nötig
  Variablen, die nur in einem Baustein beschrieben sind, müssen lokal deklariert werden. Die einzige Ausnahme betrifft Variablen, die mit Adressen verknüpft sind. Diese sollten zur Vermeidung mehrfacher Zuweisungen global deklariert werden.
- Nur ein Zugriff auf Ausgang
  Für Zustände sollten Ausgänge nur an einer Stelle im Programm beschrieben werden.
- Kein Zugriff auf globale Variablen aus Funktionen und Funktionsbausteinen
  Eine Funktion sollte keine Nebeneffekte haben und ein Funktionsbaustein sollte nur den Zustand seiner eigenen Instanz ändern. Funktionen und Funktionsbausteine sollten deshalb keinen Zugriff auf globale Variablen haben.

4.4.5 Sicherheitsgerichtete und nicht sicherheitsgerichtete Teile der Anwendung

Für sehr komplexe Anwendungen wird empfohlen, alle sicherheitsgerichteten Teile der Anwendung auf ein separates Steuerungssystem zu übertragen. Wenn das nicht möglich ist, sollten diese Teile der Anwendung durch die folgenden Maßnahmen getrennt werden:

- Bausteine (Programme, Funktionsbausteine und Funktionen) sind entweder sicherheitsgerichtet oder nicht. Sämtliche sicherheitsgerichteten Bausteine sollten einen bestimmten Präfix haben (z. B. "S_").
- Das Aufrufen von nicht sicherheitsgerichteten Bausteinen in Sicherheitsbausteinen ist nicht erlaubt. Dies muss mit der Funktion "Aufrufbaum ausgeben" überprüft werden.
- Das Aufrufen von Sicherheitsbausteinen in nicht sicherheitsgerichteten Bausteinen ist in begrenztem Maße erlaubt. Dies muss mit der Funktion "Aufrufbaum ausgeben" überprüft werden.
- Globale Variablen sind sicherheitsgerichtet oder nicht. Sämtliche sicherheitsgerichteten Variablen sollten einen bestimmten Präfix haben (z. B. "S_"). Sämtliche sicherheitsgerichteten Variablen werden in speziellen Variablenlisten definiert, die auch mit einem Präfix versehen sind.
- Schreibzugriff auf Sicherheitsvariablen von nicht sicherheitsgerichteten Bausteinen aus ist nicht erlaubt. Dies muss mit der Funktion "Querverweisliste ausgeben" überprüft werden.

- Schreibzugriff auf nicht sicherheitsgerichtete Variablen von Sicherheitsbausteinen aus ist nicht erlaubt. Dies muss mit der Funktion "Querverweisliste ausgeben" überprüft werden.
- Die E/A-Adressen für sicherheitsgerichtete und andere Anwendungsteile sind auf verschiedene Bereiche aufgeteilt, wobei die Sicherheitsteile zuerst im Speicher zu finden sind (niedrigere Adressen).
- In den nicht sicherheitsgerichteten Teilen sollten auch die folgenden Maßnahmen beachtet werden:
  – Begrenzte Anwendung von Zeigern
  – Bereichsüberprüfung der Indizes vor Schreibzugriff auf Felder (ARRAY)
  – Keine multiple Adresszuweisung

4.5 SCA (Sicherheitscodeanalyse)

Anstatt die Programmierrichtlinien vom sicherheitsgerichteten CODESYS manuell zu überprüfen, kann man das Softwaretool AC500-S SCA (Safety Code Analysis) von ABB verwenden. Es überprüft die meisten der von CODESYS V2.3 definierten Sicherheitsregeln (die Liste der Regeln, die weiterhin manuell geprüft werden müssen, befindet sich in *Tab. 15 „Programmierrichtlinien für das sicherheitsgerichtete CODESYS, die manuell überprüft werden müssen (sie werden von SCA in der Sicherheitsanwendung nicht erkannt)“ auf Seite 243*).

Eine detaillierte Beschreibung der Verwendung von SCA befindet sich im ABB-Hilfesystem. Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB, wenn Sie ein SCA-Tool benötigen.

Tab. 15: Programmierrichtlinien für das sicherheitsgerichtete CODESYS, die manuell überprüft werden müssen (sie werden von SCA in der Sicherheitsanwendung nicht erkannt)

Regel für manuelle Überprüfung im sicherheitsgerichteten CODESYS	Kommentare (relevant für AC500-S)
Überprüfen Sie, ob der Watchdog aktiviert wurde. Prüfen Sie, ob die Watchdog-Zeit deutlich kürzer ist als die Antwortzeit auf Prozessfehler.	Verwenden Sie eine spezielle Bibliotheken-POE SF_WDOG_TIME_SET (*Kapitel 4.6.1 „Übersicht“ auf Seite 244* enthält weitere Details)
Vergewissern Sie sich, dass es nur eine Task gibt.	AC500-S unterstützt nur eine Task; deshalb muss dies nicht überprüft werden.
Stellen Sie sicher, dass nur Bibliotheken verwendet werden, die für Sicherheitsanwendungen zugelassen sind.	Diese Regeln stehen auch in der "Checkliste für die Erstellung von Sicherheitsprogrammen" für AC500-S.
Prüfen Sie für jede POE, dass es keine unnötigen Zustandsvariablen gibt.	
Stellen Sie sicher, dass das Folgende für alle Funktionsbausteine eingehalten wird: Wenn mehr als eine Variable zum Speichern der Zustandsinfo verwendet wird, nutzen Sie für diese Variablen ihren eigenen Funktionsbaustein und rufen Sie ihn nur für Zustandsänderungen auf.	
Prüfen Sie, dass vom Compiler beim Kompilieren der Anwendung keine Fehler oder Warnungen angezeigt werden.	
Prüfen Sie für jede POE, ob die Variablen nicht später mit einer anderen Bedeutung wiederverwendet werden.	
Prüfen Sie, ob die Namen der Sicherheits-POE mit "S_" beginnen. Stellen Sie sicher, dass die Namen der nicht sicherheitsgerichteten POE nicht mit "S_" beginnen.	Diese Regeln müssen nur überprüft werden, wenn sie sowohl Sicherheits- als auch nicht sicherheitsgerichtete Funktionen in Ihre Sicherheits-CPU SM560-S einbauen wollen. In typischen Anwendungen mit der AC500-S ist dies nicht der Fall, da die nicht sicherheitsgerichteten Funktionen in der Standard-CPU PM5xx realisiert werden.

Regel für manuelle Überprüfung im sicherheitsgerichteten CODESYS	Kommentare (relevant für AC500-S)
Prüfen Sie, ob die Namen der sicherheitsgerichteten lokalen Variablen mit "S_" beginnen. Prüfen Sie, ob die Namen der sicherheitsgerichteten globalen Variablen mit "GS_" beginnen. Prüfen Sie, ob die Namen der Sicherheitseingänge mit "IS_" beginnen. Prüfen Sie, ob die Namen der Sicherheitsausgänge mit "OS_" beginnen. Prüfen Sie, ob die Namen der nicht sicherheitsgerichteten Variablen nicht mit "S_", "GS_", "IS_" oder "OS_" beginnen.	
Stellen Sie sicher, dass die Namen der Listen mit globalen Variablen, die nicht sicherheitsgerichtete Variablen enthalten, nicht mit "S_" beginnen.	
Prüfen Sie, ob die Namen der Listen mit globalen Sicherheitsvariablen mit "S_" beginnen.	
Prüfen Sie für jede nicht sicherheitsgerichtete POE, dass sie nicht in eine Sicherheitsvariable schreibt.	

4.6 AC500-S-Bibliotheken

4.6.1 Übersicht

Die folgenden Sicherheitsbibliotheken sind vom TÜV SÜD zertifiziert und dürfen mit der AC500-S-Sicherheitssteuerung verwendet werden:

Bibliotheksname / Version	CRC der Bibliothek	Beschreibung
Safety_Standard.lib Version 2.3; dies ist eine exakte Kopie der bewährten CODESYS standard.lib (Version 2.3)	fd5d3581	Standardfunktionen von CODESYS ↳ *AC500-Anwenderdokumentation [4]* enthält weitere Details
SafetyBase_PROFIsafe_LV200_AC500_V22.lib Version 2.0.0	1d881052	PROFIsafe F-Host und Sicherheits-E/A-Basisfunktionen Alte Versionen: ■ SafetyBase_PROFIsafe_AC500_V22_Ext.lib, Version 1.0.1, Bibliotheks-CRC: f34d9a48; ■ SafetyBase_PROFIsafe_AC500_V22.lib, Version 1.0.0, Bibliotheks-CRC: 7f64e267, Lizenzaktivierung mit Lizenzaktivierungspaket PS501-S; ■ SafetyBase_PROFIsafe_AC500_V22.lib, Version 1.0.0, Bibliotheks-CRC: c688eb23, spezielle OEM-Version der PROFIsafe-Bibliothek. **Hinweis:** Alte Versionen dürfen NICHT für neue AC500-Kundenprojekte verwendet werden.
SafetyExt_AC500_V22.lib Version 1.0.0	72a88162	Sicherheitsfunktionen für die Zyklus-, Unter- und Überspannungsüberwachung der Sicherheits-CPU, Datenaustausch mit der Standard-CPU, Nutzerdatenspeicherung im Flash-Speicher usw.
SafetyBlocks_PLCopen_AC500_v22.lib Version 1.0.0	b6e0bc60	Bibliotheken von PLCopen Safety
SafetyUtil_CoDeSys_AC500_V22.lib Version 1.0.0	6b29c54	Interne Sicherheitsfunktionen der Sicherheits-CPU **(Nur für interne Verwendung!)**
Safety_SysLibTime.lib Version 2.4.0.6	672b8325	Zeitsystem-Bibliothek **(Nur für interne Verwendung!)**
SysLibCallback.lib Version 2.4.0.6	62ad210d	Interne CODESYS-Bibliothek (nicht in der Bibliotheksverwaltung) **(Nur für interne Verwendung!)**
Target_AC500_V22.lib Version 3.4.0.6	8daa436	Interne AC500-Bibliothek (nicht in der Bibliotheksverwaltung) **(Nur für interne Verwendung!)**

Bibliotheksname / Version	CRC der Bibliothek	Beschreibung
SafetyExt2_LV100_AC500_V27.lib Version 1.0.0	f3eb2fbc	Sicherheitsfunktionen für die Sicherheits-CPU: - Auslösung eines Safe Stop - Lesen des konfigurierten, maximalen Spannungsabfallwertes - Lesen der Bootprojekt-CRC Dies sind Zusatzfunktionen zu den in SafetyExt_AC500_V22.lib verfügbaren Funktionen.
SafetyDeviceExt_LV100_PROFIsafe_AC500_V27.lib Version 1.0.0	2eadeae9	PROFIsafe F-Device-Funktion an der Sicherheits-CPU

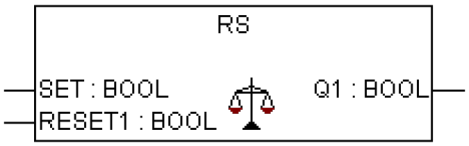
Die nicht sicherheitsgerichteten POE DPRAM_SM5XX_SEND und DPRAM_SM5XX_REC sind in die bestehende Bibliothek SysInt_AC500_V10.lib der Standard-CPU PM5xx für Datenaustausch mit der Sicherheits-CPU integriert.

Beachten Sie, dass die Liste mit Operatoren, Datentypen usw. laut IEC 61131-3 (↳ *Kapitel 4.4 „Programmierrichtlinien vom sicherheitsgerichteten CODESYS“ auf Seite 229*) mit gewissen Einschränkungen in der Programmierumgebung des sicherheitsgerichteten CODESYS unterstützt wird.

4.6.2 Safety_Standard.lib

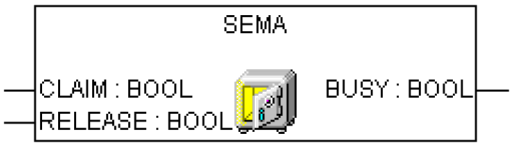
Die Standard-POE der Safety_Standard.lib in CODESYS werden nur kurz beschrieben. Detailliertere Informationen über Standardfunktionen von CODESYS finden Sie in der ↳ *AC500-Anwenderdokumentation*.

RS



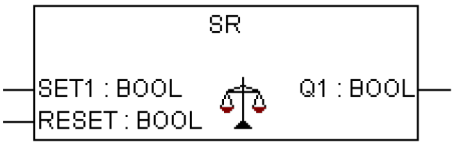
Bistabile Funktion, RESET dominant.
Q1 = NOT RESET1 AND (SET OR Q1)

SEMA



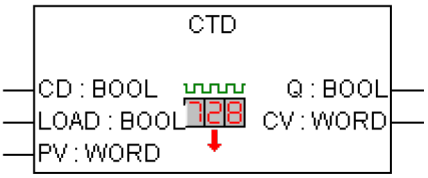
Software-Semaphor. Kann unterbrochen werden!
BUSY ist TRUE, sofern ein Aufruf mit CLAIM = TRUE vorliegt,
aber kein Aufruf mit RELEASE = TRUE.
CLAIM = TRUE setzt BUSY = TRUE;
RELEASE = TRUE setzt BUSY = FALSE;

SR



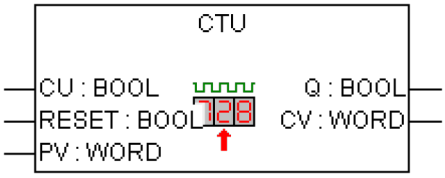
Bistabile Funktion, SET dominant.
Q1 = SET1 OR (NOT RESET AND Q1)

CTD



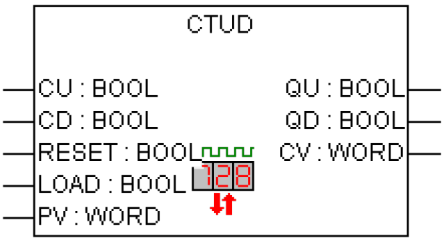
Abwärtszähler.
CV wird um 1 verringert bei steigender Flanke an CD.
Q ist TRUE, wenn CV 0 erreicht.

CTU



Aufwärtszähler.
CV wird um 1 erhöht bei steigender Flanke an CU.
Q ist TRUE, wenn CV PV erreicht.

CTUD

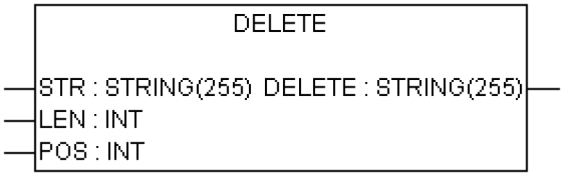


Auf-/Abwärtszähler
CV wird um 1 erhöht bei steigender Flanke an CU.
CV wird um 1 verringert bei steigender Flanke an CD.
QU ist TRUE, wenn Zähler PV ist.
QD ist TRUE, wenn Zähler 0 ist.

CONCAT

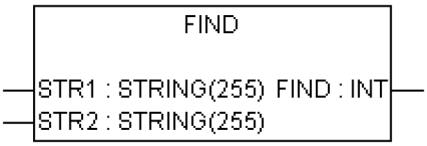
Verknüpfung von zwei Strings.

DELETE



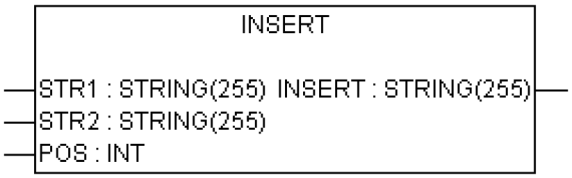
Löscht LEN Zeichen von STR, beginnend ab der POS-ten Zeichenposition.
POS = 1 ist das 1. Zeichen.

FIND



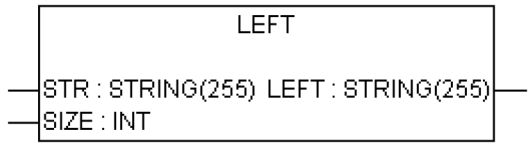
Findet die Zeichenposition zu Beginn des ersten Auftretens von STR2 in STR1.
Wenn kein STR1 gefunden wird, ist das Ergebnis 0.

INSERT



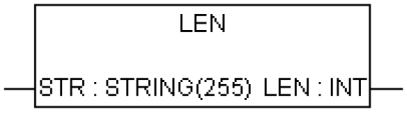
Fügt STR2 in STR1 nach POS-ten Zeichenposition ein.
POS = 0 - Einfügen vor dem ersten Zeichen.
POS = 1 - Einfügen nach dem ersten Zeichen.

LEFT



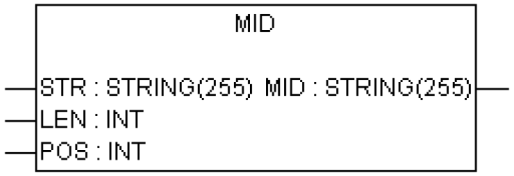
Gibt die ersten SIZE Zeichen von STR zurück.

LEN



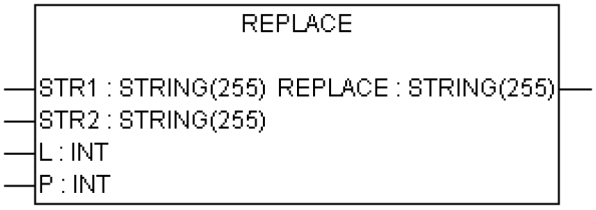
Stringlängen-Funktion.
Gibt die Anzahl der Zeichen in STR zurück.

MID



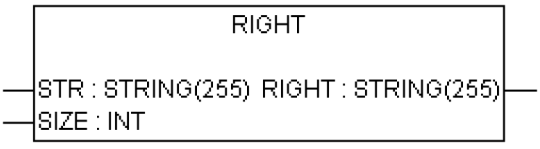
Gibt LEN Zeichen von STR zurück, beginnend ab der POS-ten Zeichenposition.
POS = 1 ist das 1. Zeichen.

REPLACE



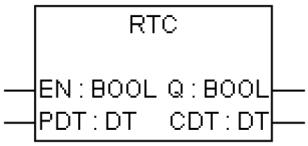
Ersetzt L Zeichen von STR1 durch STR2,
beginnend ab der POS-ten Zeichenposition; gibt einen neuen String zurück.
POS = 1 ist das 1. Zeichen.

RIGHT



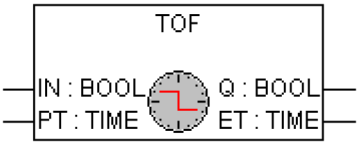
Gibt die letzten SIZE Zeichen von STR zurück.

RTC



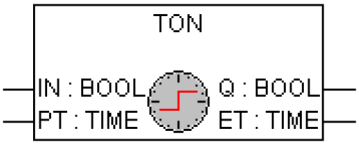
Setzt CDT auf PDT bei steigender Flanke an EN und beginnt mit Erhöhung von CDT.
Bei EN = FALSE, CDT auf DT#1970-01-01-00-00:00

TOF



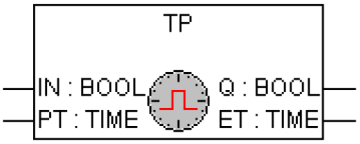
Ausschaltverzögerung.
Q ist FALSE, PT Millisekunden nach fallender Flanke an IN.

TON



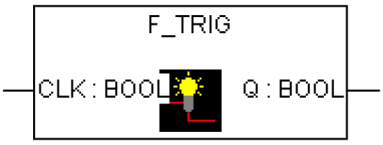
Einschaltverzögerung.
Q ist TRUE, PT Millisekunden nach steigender Flanke an IN.

TP



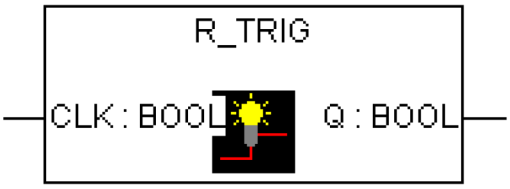
Impulsgeber.
Q gibt High-Signal mit Länge PT bei jeder steigenden Flanke an IN.

F_TRIG



Erkennung fallender Flanken.

R_TRIG



Erkennung steigender Flanken.

4.6.3 SafetyBase_PROFIsafe_LV200_AC500_V22.lib

Diese Bibliothek enthält eine PROFIsafe-Stack-Implementierung (durch POE PROFISAFESTACK); diese ist eine Schlüsselkomponente des F-Host.

HINWEIS!

Alte Versionen

– SafetyBase_PROFIsafe_AC500_V22_Ext.lib, Version 1.0.1, Bibliotheks-CRC: f34d9a48
– SafetyBase_PROFIsafe_AC500_V22.lib, Version 1.0.0, Bibliotheks-CRC: 7f64e267, Lizenzaktivierung mit Lizenzaktivierungspaket PS501-S;
– SafetyBase_PROFIsafe_AC500_V22.lib, Version 1.0.0, Bibliotheks-CRC: c688eb23, spezielle OEM-Version der PROFIsafe-Bibliothek.

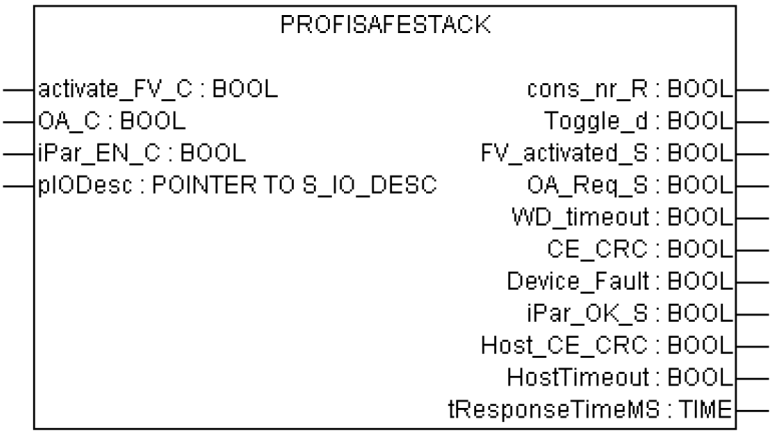
dürfen NICHT für neue AC500-Kundenprojekte verwendet werden.

HINWEIS!

Loopback-Prüfung mit Bit 7 im Status-/Kontrollbyte des PROFIsafe-Telegramms ist implementiert; dies bedeutet, dass Endanwender nicht überlegen müssen, ob systematische Loopback-Konfigurationsfehler vermieden wurden (*www.profisafe.net* für weitere Details).

GEFAHR!

In 100 Stunden ist max. ein Kommunikationsfehler (Ausgangssignale von CE_CRC oder Host_CE_CRC werden TRUE) zulässig, der vom Bediener mit dem Eingangssignal OA_C quittiert wird, ohne dass das verantwortliche Sicherheitspersonal kontaktiert werden muss (*www.profisafe.net* enthält weitere Details).



Dieser Funktionsbaustein repräsentiert die PROFIsafe F-Host-Instanz zur Kontrolle und Überwachung des Zustands eines bestimmten F-Device (Sicherheits-E/A etc.) [3].

Tab. 16: FB-Name: PROFISAFESTACK

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
activate_FV_C	BOOL	FALSE	Befehl (= TRUE) zum Aktivieren von Failsafe-Werten im F-Device oder (= FALSE) für normalen F-Device-Betrieb
OA_C	BOOL	FALSE	Befehl (= TRUE) für Bedienerquittierung und Wiederaufnahme der Sicherheitsfunktion durch F-Device
iPar_EN_C	BOOL	FALSE	Ist diese Variable TRUE, kann ein Sicherheitsprogramm ein F-Device in einen Modus schalten, in dem es iParameter akzeptiert. Dieser Modus wird von Sicherheits-E/A-Modulen der Serie AC500-S Safety (DI581-S, DX581-S, AI581-S und SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4) nicht unterstützt.
pIODesc	POINTER	NULL	Interner Eingangsparameter **(Nur für interne Verwendung!)**
VAR_OUTPUT			
cons_nr_R	BOOL	FALSE	**Dieser Parameter ist nur für Debugging bestimmt.** Er wird gesetzt, wenn das F-Device seinen Zähler fortlaufender Nummern in der PROFIsafe-Kommunikation zurückgesetzt hat [3].
Toggle_d	BOOL	FALSE	**Dieser Parameter ist nur für Debugging bestimmt.** Es ist ein gerätebasiertes Toggle-Bit, das einen Trigger zur Erhöhung der virtuellen fortlaufenden Nummer im F-Host anzeigt [3].
FV_activated_S	BOOL	FALSE	Bei Eingabegeräten zeigt diese Variable an, dass der Treiber bei TRUE für jeden Eingangswert Failsafe-Werte "0" an das F-Host-Programm liefert. Bei Ausgabegeräten zeigt diese Variable an, dass jeder Ausgang bei TRUE auf Failsafe-Werte "0" gesetzt wird (Standardverhalten) oder dass bei einem F-Ausgang gerätespezifische Werte durch das Signal "activate_FV" kontrolliert werden [3].

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
OA_Req_S	BOOL	FALSE	Diese Variable zeigt eine Quittieranforderung vor Wiederaufnahme der Sicherheitsfunktion an. Falls der F-Host-Treiber oder das F-Device einen Kommunikationsfehler oder F-Device-Fehler feststellt, werden Failsafe-Werte aktiviert. Der F-Device-Treiber setzt dann die Variable OA_Req_S (= TRUE), sobald der Fehler behoben wurde und die Quittierung durch den Bediener möglich ist. Nach Quittierung (OA_C = TRUE) setzt der F-Device-Treiber die Anforderungsvariable OA_Req_S (= FALSE) zurück [3].
WD_timeout	BOOL	FALSE	**Dieser Parameter ist nur für Debugging bestimmt.** Er ist TRUE, wenn das F-Device einen Kommunikationsfehler erkennt, d. h. wenn die Watchdog-Zeit des F-Device überschritten wird [3].
CE_CRC	BOOL	FALSE	**Dieser Parameter ist nur für Debugging bestimmt.** Er wird gesetzt, wenn das F-Device einen Kommunikationsfehler erkennt, d. h. wenn die laufende Nummer falsch ist (erkannt über CRC2-Fehler im V2-Modus) oder die Datenintegrität verletzt wird (CRC-Fehler) [3].
Device_Fault	BOOL	FALSE	Dieser Parameter wird TRUE, wenn es eine Störung im F-Device gibt (z. B. Unter- oder Überspannung) [3].
iPar_OK_S	BOOL	FALSE	Dieser Parameter wird auf TRUE gesetzt, wenn dem F-Device neue Parameterwerte zugewiesen werden [3].
Host_CE_CRC	BOOL	FALSE	**Dieser Parameter ist nur für Debugging bestimmt.** Dieser Parameter wird auf TRUE gesetzt, wenn ein Kommunikationsfehler (CRC-Fehler beim F-Host) vorliegt.
HostTimeout	BOOL	FALSE	**Dieser Parameter ist nur für Debugging bestimmt.** Dieser Parameter wird auf TRUE gesetzt, wenn ein Kommunikationsfehler (Zeitüberschreitung beim F-Host) vorliegt.
tResponseTimeMS	TIME	16#0000	**Dieser Parameter ist nur für Debugging bestimmt.** Er repräsentiert die aktuelle Antwortzeit des F-Device in ms. Dieser Wert muss kleiner als der definierte Parameter F_WD_Time für das jeweilige F-Device sein. Wenn das nicht der Fall ist, wird das F-Device passiviert.

Die FB-Instanzen werden für alle F-Devices automatisch generiert; sie stehen im sicherheitsgerichteten CODESYS-Projekt im Verzeichnis "Ressourcen/Globale Variablen/PROFIsafe" (siehe unten). Diese FB-Instanzen sind normale globale Variablen; Endanwender können aus ihren Sicherheitsprogrammen auf sie zugreifen.

⚠ GEFAHR!

Um unerwünschtes Verhalten wie einen unerwünschten Neustart von PROFIsafe-Geräten von Drittanbietern zu vermeiden, sollte der Beschreibung des Bits PROFIsafe Device_Fault im Sicherheitshandbuch für solche Geräte besondere Beachtung geschenkt werden.

Es wird dringend empfohlen, das Bit Device_Fault von PROFIsafe-Aktoren von Drittanbietern wie Ventilen etc. laufend zu überwachen, um deren unerwünschten Neustart z. B. nach einem Stromausfall zu vermeiden. Wird Device_Fault = 1 für solche Geräte erkannt, dann muss die Sicherheitsanwendung das Modul mit activate_FV_C = 1 passivieren. Die Neustarterlaubnis (activate_FV_C = 0) muss in der Sicherheitsanwendung mit der Funktionalität ähnlich SF_OutControl FB ↪ *Kapitel 4.6.6.17 „SF_OutControl“ auf Seite 418* bearbeitet werden.

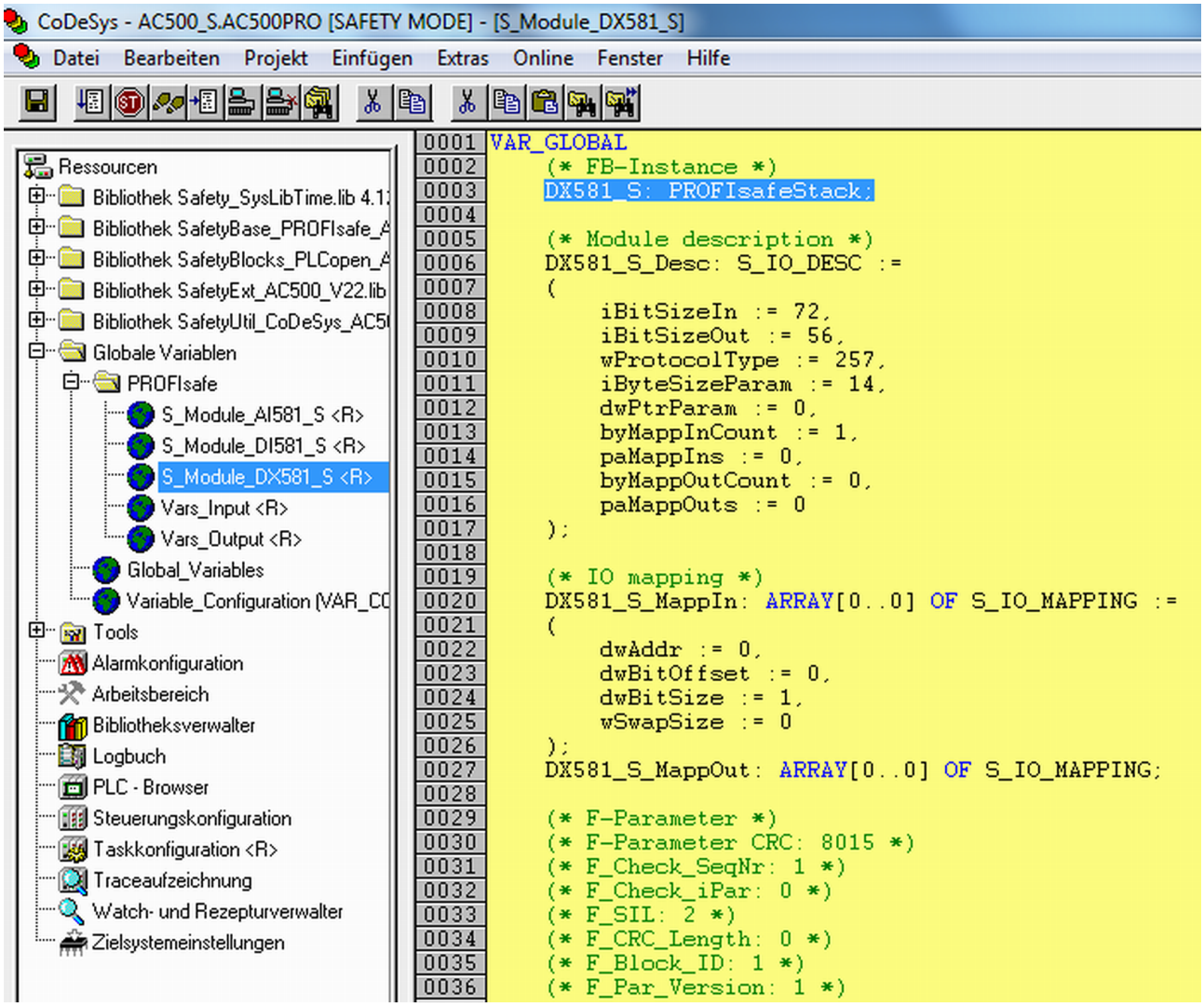


Abb. 83: FB-Instanzen für F-Devices

Beachten Sie, dass die Bibliothek SafetyBase_PROFIsafe_LV200_AC500_V22.lib auch eine Reihe interner POE (GetWord, MappingIn, MappingOut und SMemCpy) zur Sicherheits-E/A-Abwicklung enthält. **Diese POE sind nur für interne Verwendung!**

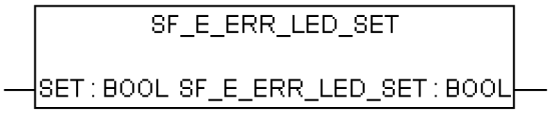
4.6.4 SafetyExt_AC500_V22.lib

Die Bibliothek SafetyExt_AC500_V22.lib enthält die folgenden POE:

- Systembefehle
  - SF_E_ERR_LED_SET (Setzt die LED E-ERR (AN oder AUS))
  - SF_MAX_POWER_DIP_SET (Setzt die max. Anzahl Neustarts nach Spannungsabfall in der Sicherheits-CPU)
  - SF_WDOG_TIME_SET (Setzt die maximal zulässige Zykluszeit der Sicherheits-CPU)
  - SF_APPL_MEASURE_BEGIN (Diese Funktion definiert den Startpunkt der Zeitprofilerstellung)
  - SF_APPL_MEASURE_END (Diese Funktion definiert den Endpunkt der Zeitprofilerstellung)
- Systeminformationen
  - SF_MAX_POWER_DIP_GET (gibt die aktuelle Anzahl von Neustarts nach Spannungsabfall in der Sicherheits-CPU an)
  - SF_SAFETY_MODE (gibt an, ob die Sicherheits-CPU im DEBUG- oder SAFETY-Modus ist)
  - SF_SM5XX_OWN_ADR (Gibt den Wert der Drehschalter-Adresse der Sicherheits-CPU an)
  - SF_RTS_INFO (Gibt die Firmwareversion der Sicherheits-CPU an. Die Version ist eine Dezimale im Binärcode, 16#10 bedeutet z. B. Version 1.0)
- Datenspeicherung
  - SF_FLASH_DEL (Dieser Funktionsbaustein löscht ein Datensegment im Flash-Speicher. Sämtliche Daten in diesem Datensegment werden gelöscht.)
  - SF_FLASH_READ (Der Funktionsbaustein liest einen Datensatz aus einem Datensegment des Flash-Speichers und legt diesen Datensatz ab dem durch die Sicherheits-CPU definierten Anfangsmerker ab.)
  - SF_FLASH_WRITE (Dieser Funktionsbaustein schreibt Daten in ein Datensegment im Flash-Speicher.)
- DPRAM-Kommunikation
  - SF_DPRAM_PM5XX_S_REC (Empfang von Daten der Standard-CPU PM5xx)
  - SF_DPRAM_PM5XX_S_SEND (Versand von Daten an die Standard-CPU PM5xx)

  Beachten Sie, dass die POE DPRAM_SM5XX_SEND und DPRAM_SM5XX_REC entsprechend auf der Standard-CPU PM5xx zum Senden und Empfangen von Daten der Sicherheits-CPU verwendet werden.

4.6.4.1 SF_E_ERR_LED_SET



Setzt den Zustand der LED E-ERR (EIN = TRUE oder AUS = FALSE)

Die LED E-ERR wird direkt im Zyklus der Sicherheits-CPU gesetzt. Der Zustand bleibt unverändert, bis er explizit mit Aufrufen von SF_E_ERR_LED_SET geändert wird.

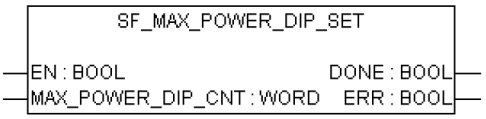
Tab. 17: FUN-Name: SF_E_ERR_LED_SET

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
SET	BOOL	FALSE	FALSE = LED E-ERR ist AUS, TRUE = LED E-ERR ist EIN
VAR_OUTPUT			
SF_E_ERR_LED_SET	BOOL	FALSE	FALSE = LED E-ERR ist AUS, TRUE = LED E-ERR ist EIN

Aufruf in ST

```
SF_E_ERR_LED_SET_Value := SF_E_ERR_LED_SET(SF_E_ERR_LED_SET_Set);
```

4.6.4.2 SF_MAX_POWER_DIP_SET



Setzt die max. Anzahl Neustarts nach Spannungsabfall in der Sicherheits-CPU SM560-S

Mit dem Funktionsbaustein SF_MAX_POWER_DIP_SET kann der Anwender die Anzahl der Aus-/Einschaltvorgänge festlegen (1 bzw. 2 sind je nach Spannungsabfallerkennungszustand erforderlich, wie weiter hinten im Text erläutert), um nach einem erkannten Spannungsabfall die Sicherheits-CPU erfolgreich im RUN-Modus neu zu starten. Der Funktionsbaustein hat einen Eingang für die maximale Zahl von Warmstarts (nur 1 Aus-/Einschaltzyklus ist nach einer Pause von mindestens 1,5 Sekunden erforderlich) nach Spannungsabfall (Eingang MAX_POWER_DIP_CNT). Der Wert an diesem Eingang kann nach einer steigenden Flanke am Eingang EN im Flash-Speicher gespeichert werden.

Wenn der Funktionsbaustein im Sicherheitsprogramm nicht vorhanden oder nicht aktiviert ist, wird stattdessen der Anfangswert "0" im Flash-Speicher gespeichert. Die Anzahl der Warmstarts nach einem Spannungsabfall wird gezählt und mit der Zahl, die vor dem Starten des Sicherheitsprogramms verfügbar ist, verglichen. Ist die Zahl größer, wird die Anwendung auf der Sicherheits-CPU nicht nach 1 Aus-/Einschaltzyklus ausgeführt. Dieser Zustand kann durch das Ausschalten der Spannung und erneutes Anschalten der Sicherheits-CPU nach einer Pause von mindestens 1,5 Sekunden beendet werden.

Es darf nur eine Funktionsbausteininstanz im Sicherheitsprogramm verwendet werden; ansonsten wird eine Warnung angezeigt.

! HINWEIS!

Bei jedem Aufruf des Funktionsbausteins SF_MAX_POWER_DIP_SET mit EN-Übergang von FALSE zu TRUE wird der interne Spannungsabfall-Zähler zurückgesetzt; d. h. er beginnt wieder mit 0. Deshalb ist es sinnvoll, den Funktionsbaustein SF_MAX_POWER_DIP_SET nur einmal im Sicherheitsprogramm mit EN-Übergang von FALSE zu TRUE als Einzelparametrierung der Spannungsabfall-Funktionalität aufzurufen.

Wenn Sie dieser Empfehlung nicht folgen, wird der Zählerwert für Neustarts nach Spannungseinbrüchen in der Sicherheits-CPU für den Funktionsbaustein SF_MAX_POWER_DIP_GET bei jedem Aufruf des Funktionsbausteins SF_MAX_POWER_DIP_SET mit EN-Übergang von FALSE zu TRUE durch das sicherheitsgerichtete Anwendungsprogramm auf '0' zurückgesetzt.

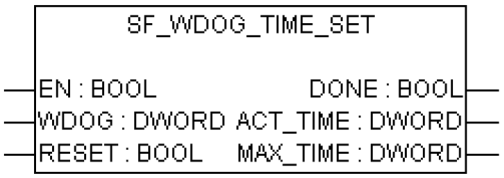
Tab. 18: FB-Name: SF_MAX_POWER_DIP_SET

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
EN	BOOL	FALSE	Der Baustein wird zum Speichern des Wertes MAX_POWER_DIP_CNT im Flash-Speicher durch Übergang des Eingangs EN von FALSE zu TRUE aktiviert. Der Baustein bleibt aktiv und ignoriert Veränderungen am Eingang EN, bis der Ausgang DONE auch TRUE ist. Der Wert MAX_POWER_DIP_CNT kann nur im Flash-Speicher gespeichert werden, wenn der Übergang von FALSE zu TRUE am Eingang EN ausgelöst wird.
MAX_POWER_DIP_CNT	WORD	16#0000	Maximale Anzahl von Warmstarts der Sicherheits-CPU nach Spannungsabfall-Fehlern der Spannungsversorgung der Standard-CPU PM5xx.
VAR_OUTPUT			
DONE	BOOL	FALSE	Am Ausgang DONE wird angezeigt, dass der Set-Vorgang abgeschlossen ist (siehe auch Ausgang ERR).
ERR	BOOL	FALSE	Bei TRUE ist ein Fehler während des Set-Vorgangs aufgetreten (Speichern des Wertes MAX_POWER_DIP_CNT in den Flash-Speicher).

Aufruf in ST

```
SF_MAX_POWER_DIP_SET (EN := SF_MAX_POWER_DIP_SET_EN,
MAX_POWER_DIP_CNT := SF_MAX_POWER_DIP_SET_MAX_POWER_DIP_CNT,
DONE => SF_MAX_POWER_DIP_SET_DONE, ERR => SF_MAX_POWER_DIP_SET_ERR);
```

4.6.4.3 SF_WDOG_TIME_SET



Setzt die maximal zulässige Zykluszeit der Sicherheits-CPU

Mit dem Funktionsbaustein SF_WDOG_TIME_SET hat der Anwender die Möglichkeit, die Zykluszeit zu überwachen. Der Funktionsbaustein muss vom Anwender im ersten Zyklus aufgerufen werden. Zur Aktualisierung der Ausgänge ACT_TIME und MAX_TIME muss der Funktionsbaustein in jedem Zyklus aufgerufen werden. Ist der Funktionsbaustein in der Anwendung nicht vorhanden, gehen die Sicherheits-CPU und das Anwendungsprogramm nach dem ersten Zyklus in den Zustand SAFE STOP. Die Watchdog-Zeit wird vor der Ausgabe der PROFIsafe-Telegramme überwacht.

Bei einer Überschreitung der Zykluszeit wird eine Fehlermeldung ausgegeben und die Sicherheits-CPU geht in den Zustand SAFE STOP. Sinnvolle Werte sind größer als die Grundlaufzeit der Sicherheits-CPU und halb so groß oder kleiner als F_WD_Time der Sicherheits-E/A-Module.

Es darf nur eine Funktionsbausteininstanz im Sicherheitsprogramm verwendet werden; ansonsten wird eine Warnung angezeigt.

! HINWEIS!

Die Überwachung der Zyklusdauer erfolgt nur im RUN-Modus (Sicherheit).

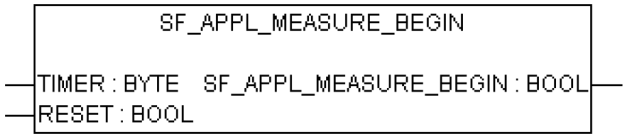
Tab. 19: FB-Name: SF_WDOG_TIME_SET

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
EN	BOOL	FALSE	Der Funktionsbaustein wird über den Eingang EN aktiviert (EN = TRUE) oder deaktiviert (EN = FALSE). Wenn der Baustein aktiv ist, sind die aktuellen Werte an den Ausgängen verfügbar.
WDOG	DWORD	16#00000000	Watchdog-Zeit in ms. Der max. zulässige Wert ist 1000. Bei WDOG > 1000 geht die Sicherheits-CPU in den Zustand SAFE STOP.
RESET	BOOL	FALSE	TRUE setzt MAX_TIME auf 0.
VAR_OUTPUT			
DONE	BOOL	FALSE	Am Ausgang DONE wird angezeigt, dass der Set-Vorgang abgeschlossen ist.
ACT_TIME	DWORD	16#00000000	Tatsächliche Zyklusdauer der Sicherheits-CPU in ms
MAX_TIME	DWORD	16#00000000	Max. überwachte Zyklusdauer der Sicherheits-CPU in ms

Aufruf in ST

```
SF_WDOG_TIME_SET (EN := SF_WDOG_TIME_SET_EN,
WDOG := SF_WDOG_TIME_SET_WDOG,
RESET := SF_WDOG_TIME_SET_RESET,
DONE => SF_WDOG_TIME_SET_DONE,
ACT_TIME => SF_WDOG_TIME_SET,
MAX_TIME => SF_WDOG_TIME_SET_MAX_TIME);
```

4.6.4.4 SF_APPL_MEASURE_BEGIN



Definiert den Startpunkt von Zeitprofilen

Diese Funktion definiert den Startpunkt der Zeitprofilerstellung im Sicherheitsprogramm und ist zusammen mit der Funktion SF_APPL_MEASURE_END zu verwenden. Die Ergebnisse der Zeitprofilerstellung können nur mit dem SPS-Browserbefehl "applinfo" angezeigt und nicht im Sicherheitsprogramm verwendet werden.

Die Zeit zwischen dem Aufrufen von SF_APPL_MEASURE_BEGIN und SF_APPL_MEASURE_END im Sicherheitsprogramm wird gemessen (auch innerhalb eines Sicherheits-CPU-Zyklus) und in dem durch den Eingangsparameter TIMER identifizierten Timer gespeichert.

! HINWEIS!

Die Funktion SF_APPL_MEASURE_BEGIN wurde nur für das Messen kurzer Zeitintervalle entwickelt; bei Zeitintervallen über ca. 10 Minuten sind die Ergebnisse ungültig.

Tab. 20: FUN-Name: SF_APPL_MEASURE_BEGIN

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
TIMER	BYTE	16#00	Timer-Identifikation. Der zulässige Bereich reicht von 0 bis 31.
RESET	BOOL	FALSE	Bei TRUE werden die MAX und MIN Ergebnisse der Zeitprofilerstellung gelöscht. Andernfalls werden die beobachteten Werte beibehalten.
VAR_OUTPUT			
SF_APPL_MEASURE_BEGIN	BOOL	FALSE	Der zurückgegebene Wert ist TRUE, wenn der TIMER-Wert im zulässigen Bereich (0 ... 31) liegt; andernfalls FALSE.

Aufruf in ST

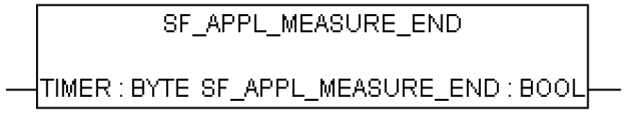
```
SF_APPL_MEASURE_BEGIN_VALUE := SF_APPL_MEASURE_BEGIN(SF_APPL_MEASURE_BEGIN_TIMER, SF_APPL_MEASURE_BEGIN_RESET);

…

…

SF_APPL_MEASURE_END_VALUE := SF_APPL_MEASURE_END(SF_APPL_MEASURE_END_TIMER);
```

4.6.4.5 SF_APPL_MEASURE_END



Definiert den Endpunkt von Zeitprofilen

Diese Funktion definiert den Endpunkt der Zeitprofilerstellung im Sicherheitsprogramm und ist zusammen mit der Funktion SF_APPL_MEASURE_BEGIN zu verwenden. Die Ergebnisse der Zeitprofilerstellung können nur mit dem SPS-Browserbefehl "applinfo" angezeigt und nicht im Sicherheitsprogramm verwendet werden.

Die Zeit zwischen dem Aufrufen von SF_APPL_MEASURE_BEGIN und SF_APPL_MEASURE_END im Sicherheitsprogramm wird gemessen und in dem durch den Eingangsparameter TIMER identifizierten Timer gespeichert.

! HINWEIS!

Die Funktion SF_APPL_MEASURE_END wurde nur für das Messen kurzer Zeitintervalle entwickelt; bei Zeitintervallen über ca. 10 Minuten sind die Ergebnisse ungültig.

Tab. 21: FUN-Name: SF_APPL_MEASURE_END

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
TIMER	BYTE	16#00	Timer-Identifikation. Der zulässige Bereich reicht von 0 bis 31.
VAR_OUTPUT			
SF_APPL_MEASURE_END	BOOL	FALSE	Der zurückgegebene Wert ist TRUE, wenn der TIMER-Wert im zulässigen Bereich (0 ... 31) liegt; andernfalls FALSE.

Aufruf in ST

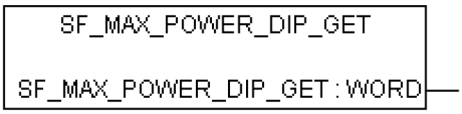
```
SF_APPL_MEASURE_BEGIN_VALUE := SF_APPL_MEASURE_BEGIN(SF_APPL_MEASURE_BEGIN_TIMER, SF_APPL_MEASURE_BEGIN_RESET);

…

…

SF_APPL_MEASURE_END_VALUE := SF_APPL_MEASURE_END(SF_APPL_MEASURE_END_TIMER);
```

4.6.4.6 SF_MAX_POWER_DIP_GET



Gibt die aktuelle Anzahl von Neustarts nach Spannungsabfall in der Sicherheits-CPU an

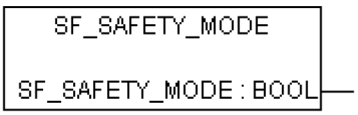
Tab. 22: FUN-Name: SF_MAX_POWER_DIP_GET

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_OUTPUT			
SF_MAX_POWER_DIP_GET	WORD	16#0000	Istwert des Zählers für Spannungsabfallfehler.

Aufruf in ST

SF_MAX_POWER_DIP_GET_Value := SF_MAX_POWER_DIP_GET();

4.6.4.7 SF_SAFETY_MODE



Ausgelesener Wert gibt an, ob sich die Sicherheits-CPU im Modus DEBUG RUN (nicht sicher), DEBUG STOP (nicht sicher) oder im Modus RUN (Sicherheitsmodus) befindet.

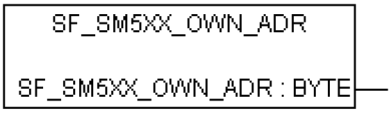
Tab. 23: FUN-Name: SF_SAFETY_MODE

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_OUTPUT			
SF_SAFETY_MODE	BOOL	FALSE	Modus der Sicherheits-CPU: ■ FALSE: Der Modus DEBUG RUN (Standard-modus) oder DEBUG STOP (Standardmodus) ist aktiv. ■ TRUE: Der Modus RUN (Sicherheitsmodus) ist aktiv.

Aufruf in ST

```
SF_SAFETY_MODE_Value := SF_SAFETY_MODE();
```

4.6.4.8 SF_SM5XX_OWN_ADR



Gibt den Wert der Drehschalter-Adresse der Sicherheits-CPU an

Nur der während des Starts der Sicherheits-CPU SM560-S gesetzte Wert wird gelesen. Weitere Änderungen der Drehschalter-Adresse werden ignoriert.

! HINWEIS!

Ungeachtet der Tatsache, dass die SF_SM5XX_OWN_ADR-Funktion eine Sicherheits-POE ist, ist der Adresswert des Hardwareschalters ein nicht sicherer Wert und es sind zusätzliche Maßnahmen nötig, um die funktionellen sicherheitsbezogenen Anforderungen zu erfüllen.

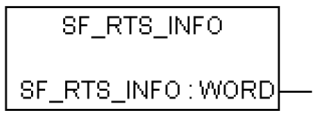
Tab. 24: FUN-Name: SF_SM5XX_OWN_ADR

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_OUTPUT			
SF_SM5XX_OWN_ADR	BYTE	16#00	Wert der Drehschalter-Adresse der Sicherheits-CPU, der während des Starts gesetzt war.

Aufruf in ST

```
SF_SM5XX_OWN_ADR_Value := SF_SM5XX_OWN_ADR();
```

4.6.4.9 SF_RTS_INFO



Anzeige der Firmwareversion der Sicherheits-CPU

Diese Funktion gibt die Firmwareversion der Sicherheits-CPU an. Die Version ist eine Dezimale im Binärcode, 16#10 bedeutet z. B. Version 1.0.

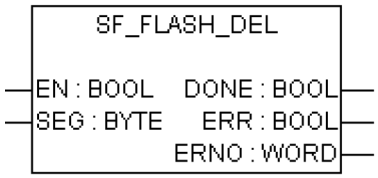
Tab. 25: FUN-Name: SF_RTS_INFO

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_OUTPUT			
SF_RTS_INFO	WORD	16#0000	Firmwareversion der Sicherheits-CPU. Das obere BYTE des Eintrags stellt die Hauptversion, das untere BYTE die Unterversion des Laufzeitsystems dar. Beispiel: RTS_VERSION = 16#0110 ➔ V01.1.0

Aufruf in ST

```
SF_RTS_INFO_Value := SF_RTS_INFO();
```

4.6.4.10 SF_FLASH_DEL



Ausgewähltes Segment aus dem Flash-Speicher löschen

Dieser Funktionsbaustein löscht ein ausgewähltes Segment der Nutzerdaten aus dem Flash-Speicher.

Der Eingang SEG legt das Datensegment im Flash-Speicher fest. In der Sicherheits-CPU sind zwei Segmente (1 und 2) mit je 64 kByte (inkl. CRC, Merker und Ausrichtung) für den Anwender reserviert. Das Löschen eines Datensegments im Flash-Speicher kann mehrere SPS-Zyklen dauern.

Mit einer FALSE/TRUE-Flanke am Eingang EN wird der einmalige Löschvorgang des Datensegments ausgelöst. Bis zur Beendigung des Löschvorganges (DONE = TRUE) wird der Eingang EN nicht mehr ausgewertet.

Nach Beendigung des Löschvorganges werden alle Funktionsbaustein-Ausgänge aktualisiert. Bei DONE = TRUE und ERR = FALSE war das Löschen erfolgreich. Sind die Ausgänge DONE = TRUE und ERR = TRUE, dann konnte das Datensegment nicht gelöscht werden.

Tab. 26: FB-Name: SF_FLASH_DEL

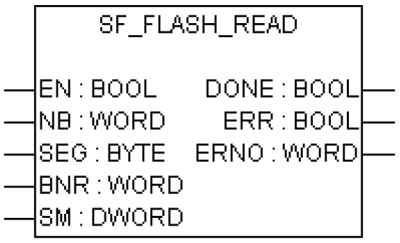
Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
EN	BOOL	FALSE	Aktivierung des Funktionsbausteins mit positiver Flanke Es wird der einmalige Löschvorgang des Datensegments ausgelöst. Bis zur Beendigung des Löschvorganges (DONE = TRUE) wird der Eingang EN nicht mehr ausgewertet. EN = TRUE: Der Funktionsbaustein wird nicht verarbeitet, d. h. er verändert seine Ausgänge nicht mehr. Dies gilt nicht während eines Löschvorganges.
SEG	BYTE	16#00	ID-Nummer des Datensegments (16#01 oder 16#02)
VAR_OUTPUT			

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
DONE	BOOL	FALSE	Der Löschvorgang ist abgeschlossen (DONE = TRUE) Am Ausgang DONE wird angezeigt, dass der Löschvorgang des Datensegmentes abgeschlossen ist. Der Ausgang muss immer im Zusammenhang mit dem Ausgang ERR betrachtet werden. Es gilt: DONE = TRUE und ERR = FALSE: Der Löschvorgang ist abgeschlossen. Das Datensegment wurde gelöscht. DONE = TRUE und ERR = TRUE: Beim Löschvorgang ist ein Fehler aufgetreten. Das Datensegment konnte nicht gelöscht werden.
ERR	BOOL	FALSE	Fehler aufgetreten (Datensegment konnte nicht gelöscht werden) Am Ausgang ERR wird angezeigt, ob beim Löschvorgang ein Fehler aufgetreten ist. Dieser Ausgang muss immer zusammen mit dem Ausgang DONE ausgewertet werden. Kann das Datensegment nicht gelöscht werden, so gilt: DONE = TRUE und ERR = TRUE. Der Ausgang ERNO signalisiert die Fehlernummer.
ERNO	WORD	16#0000	Fehlernummer (weitere Details siehe [4]) Am Ausgang ERNO wird eine Fehlernummer ausgegeben. Dieser Ausgang muss immer im Zusammenhang mit den Ausgängen DONE und ERR betrachtet werden. Da das SPS-Anwenderprogramm vorrangig ausgeführt wird, kann SF_FLASH_DEL relativ viel Zeit beanspruchen. Am Ausgang ERNO wird dann angezeigt (0x0FFF = BUSY), dass der Funktionsbaustein die Verarbeitung angestoßen hat. Während dieser Phase sind ERR=FALSE und DONE=FALSE.

Aufruf in ST

```
DEL_FLASH(EN := EN_FLASH_DEL,
SEG := SEG_FLASH_DEL,
DONE => DONE_FLASH_DEL,
ERR => ERR_FLASH_DEL,
ERNO => ERNO_FLASH_DEL);
```

4.6.4.11 SF_FLASH_READ



Lesen der Nutzerdaten aus dem Flash-Speicher

Der Funktionsbaustein liest einen Datensatz aus einem Datensegment im Flash-Speicher und legt diesen Datensatz ab dem am Eingang SM projektierten Anfangsmerker ab. Die Daten des Datensatzes wurden durch den Funktionsbaustein SF_FLASH_WRITE im Flash-Speicher abgelegt.

! HINWEIS!

Der Zugriff auf den Flash-Speicher ist nur mit den Funktionsbausteinen SF_FLASH_WRITE, SF_FLASH_DEL und SF_FLASH_READ möglich.

Es werden NB Bausteine ab dem Baustein BNR im Segment SEG geholt und ab der Adresse SM abgelegt.

Pro Baustein werden 32 Binär-Daten oder 16 Wort-Daten oder 8 Doppelwort-Daten gelesen.

Ein Baustein enthält 38 Byte:

– 32 Byte Daten
– 4 Byte für CRC-Prüfsumme
– 1 Byte als "geschrieben"-Kennung
– 1 Byte für Ausrichtung

(s. Abbildung am Ende der Bausteinbeschreibung)

Mit einer FALSE/TRUE-Flanke am Eingang EN wird der einmalige Lesevorgang eines Datensatzes ausgelöst. Wenn beim Lesen der Daten kein Fehler aufgetreten ist, wird der Ausgang DONE auf TRUE und die Ausgänge ERR und ERNO auf FALSE gesetzt. Der Datensatz wird ab dem projektierten Anfangsmerker SM abgelegt.

Die Ablage des Datensatzes kann mehrere SPS-Zyklen dauern.

Tritt beim Lesen ein Fehler auf, werden DONE und ERR auf TRUE gesetzt und die Daten ab SM sind gleich 0. Die Art des Fehlers wird am Ausgang ERNO signalisiert.

Tab. 27: FB-Name: SF_FLASH_READ

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
EN	BOOL	FALSE	Aktivierung des Funktionsbausteins mit positiver Flanke Es gilt: ■ EN = FALSE/TRUE-Flanke: Es wird der einmalige Lesevorgang des Datensatzes durchgeführt. ■ EN = TRUE: Der Funktionsbaustein wird nicht verarbeitet, d. h. er verändert seine Ausgänge nicht mehr.
NB	WORD	16#0000	Anzahl der Datensatz-Bausteine (Dezimal 1 … 1724) Am Eingang NB wird die Anzahl der Bausteine des Datensatzes angegeben. Pro Baustein werden 32 Binär-Daten oder 16 Wort-Daten oder 8 Doppelwort-Daten gelesen. Gültige Werte: 1 … 1724 Beispiel: ■ SM = ADR(%MW0.0) und NB = 1: Ablage der Daten von %MW0.0 bis %MW0.15 (1 Baustein = 16 Wort-Daten) ■ SM = ADR(%MW0.0) und NB = 2: Ablage der Daten von %MW0.0 bis %MW0.31 (2 Bausteine = 32 Wort-Daten)
SEG	BYTE	16#00	ID-Nummer des Datensegments (16#01 oder 16#02)
BNR	WORD	16#0000	Nummer des Startbausteins im Datensegment im Flash-Speicher (Dezimal 0 ... 1723)
SM	DWORD	16#00000000	Zieladresse für den gelesenen Datensatz (Adresse der ersten Variable, ab der die Daten abgelegt sind)
VAR_OUTPUT			
DONE	BOOL	FALSE	Der Lesevorgang ist abgeschlossen (DONE = TRUE) Der Ausgang muss immer im Zusammenhang mit dem Ausgang ERR betrachtet werden. Es gilt: ■ DONE = TRUE und ERR = FALSE: Lesevorgang abgeschlossen. Der Datensatz wurde ab dem projektierten Eingang SM abgelegt. ■ DONE = TRUE und ERR = TRUE: Beim Lesevorgang ist ein Fehler aufgetreten. Der Ausgang ERNO signalisiert die Fehlernummer.

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
ERR	BOOL	FALSE	Fehler aufgetreten (Datensegment konnte nicht gelesen werden) Dieser Ausgang muss immer zusammen mit dem Ausgang DONE ausgewertet werden. Ist ein Fehler aufgetreten, so gilt: DONE = TRUE und ERR = TRUE. Der Ausgang ERNO signalisiert die Fehlernummer.
ERNO	WORD	16#0000	Fehlernummer (*[4]* enthält weitere Details). Am Ausgang ERNO wird eine Fehlernummer ausgegeben. Dieser Ausgang muss immer im Zusammenhang mit den Ausgängen DONE und ERR betrachtet werden. Da das SPS-Anwenderprogramm vorrangig ausgeführt wird, kann SF_FLASH_READ relativ viel Zeit beanspruchen. Am Ausgang ERNO wird dann angezeigt (0x0FFF = BUSY), dass der Funktionsbaustein die Verarbeitung angestoßen hat. Während dieser Phase sind ERR=FALSE und DONE=FALSE.

Die Struktur eines Segments mit Nutzerdaten im Flash-Speicher ist unten angeführt.

Byte:		**1 | 2**	**3 | 4**	**5 | 6**	**…**	**29 | 30**	**31 | 32**	**33 … 36**	**37**	**38**
Byte-offset	**Bau-stein-Nr.**	**Wort 1**	**Wort 2**	**Wort 3**	**…**	**Wort 15**	**Wort 16**	**CRC**	**Geschr ieben-Ken-nung**	**Aus-rich-tung**
0	0									
38	1									
76	2									
…	…									
65436	1722									
65474	1723									

Aufruf in ST

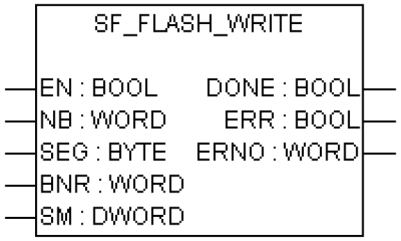
READ_FLASH(EN := EN_FLASH_READ,

NB := NB_FLASH_READ,

SEG := SEG_FLASH_READ,

```
BNR := BNR_FLASH_READ,
SM := SM_FLASH_READ,
DONE => DONE_FLASH_READ,
ERR => ERR_FLASH_READ,
ERNO => ERNO_FLASH_READ);
```

4.6.4.12 SF_FLASH_WRITE



Schreiben von Nutzerdaten in den Flash-Speicher

Der Funktionsbaustein schreibt einen Datensatz in ein Datensegment im Flash-Speicher. Dazu stehen in der Sicherheits-CPU zwei Datensegmente zur Verfügung. Ein Löschvorgang (Funktionsbaustein SF_FLASH_DEL) löscht immer ein komplettes Datensegment. Ein Datensegment besteht aus 1724 Bausteinen (0 ... 1723). Jeder Baustein besteht aus 38 Byte. Die Anzahl der Schreibzyklen auf den Flash-Speicher ist begrenzt. Das Löschen vom Flash-Speicher ist auch ein „Schreiben“-Vorgang.

Nach einem Löschvorgang kann jeder dieser 1724 Bausteine eines Datensegments nur einmal Daten aufnehmen. Soll ein Baustein, der Daten enthält, mit neuen Daten überschrieben werden, muss das gesamte Datensegment vorher gelöscht werden. Dadurch gehen alle Daten in diesem Datensegment verloren.

Es werden NB Bausteine ab der Adresse SM gelesen und im Segment SEG ab Baustein BNR abgelegt.

Pro Baustein werden 32 Binär-Daten oder 16 Wort-Daten oder 8 Doppelwort-Daten gelesen.

Ein Baustein enthält 38 Byte:

- 32 Byte Daten
- 4 Byte für CRC-Prüfsumme
- 1 Byte als "geschrieben"-Kennung
- 1 Byte für Ausrichtung

(s. Abbildung am Ende der SF_FLASH_READ Funktionsbausteinbeschreibung.)

Wird der Schreibvorgang eines Datensatzes gestartet (FALSE/TRUE-Flanke am Eingang EN), dann dürfen die Daten des Datensatzes bis zur Beendigung des Schreibvorgangs (DONE = TRUE) nicht mehr verändert werden. Die Ablage des Datensatzes im Flash-Speicher kann mehrere SPS-Zyklen dauern.

Mit einer FALSE/TRUE-Flanke am Eingang EN wird der einmalige Schreibvorgang des Datensatzes ausgelöst. Bis zur Beendigung der Ablage (DONE = TRUE) wird der Eingang EN nicht mehr ausgewertet.

Nach Beendigung des Schreibvorgangs werden die Funktionsbaustein-Ausgänge DONE, ERR und ERNO aktualisiert. Bei DONE = TRUE und ERR = FALSE war die Sicherung erfolgreich. Sind DONE = TRUE und ERR = TRUE, ist ein Fehler aufgetreten. Die Art des Fehlers wird am Ausgang ERNO signalisiert.

Eine erneute FALSE/TRUE-Flanke am Eingang EN startet einen neuen Schreibvorgang. Da ohne vorheriges Löschen des Datensegments keine neuen Daten in Bausteine, die bereits Daten enthalten, geschrieben werden können, muss beim nächsten Schreibvorgang der Eingang BNR auf den nächsten freien Baustein zeigen.

Tab. 28: FB-Name: SF_FLASH_WRITE

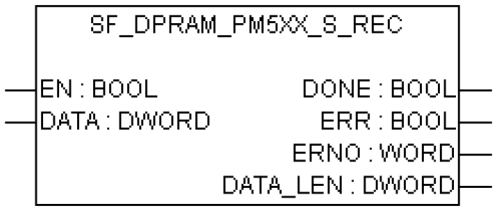
Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
EN	BOOL	FALSE	Aktivierung des Funktionsbausteins mit positiver Flanke Es gilt: ■ EN = FALSE/TRUE-Flanke: Es wird der einmalige Lesevorgang des Datensatzes durchgeführt. ■ EN = TRUE: Der Funktionsbaustein wird nicht verarbeitet, d. h. er verändert seine Ausgänge nicht mehr.
NB	WORD	16#0000	Anzahl der Datensatz-Bausteine (Dezimal 1 ... 1724) Am Eingang NB wird die Anzahl der Bausteine des Datensatzes angegeben. Pro Baustein werden 32 Binär-Daten oder 16 Wort-Daten oder 8 Doppelwort-Daten gelesen. Gültige Werte: 1 ... 1724 Beispiel: - SM = ADR(%MW0.0) und NB = 1: Ablage der Daten von %MW0.0 bis %MW0.15 (1 Baustein = 16 Wort-Daten) - SM = ADR(%MW0.0) und NB = 2: Ablage der Daten von %MW0.0 bis %MW0.31 (2 Bausteine = 32 Wort-Daten)
SEG	BYTE	16#00	ID-Nummer des Datensegments (16#01 oder 16#02)
BNR	WORD	16#0000	Nummer des Startbausteins im Datensegment im Flash-Speicher (Dezimal 0 ... 1723)
SM	DWORD	16#00000000	Startadresse (Adresse der ersten Variable, ab der die Daten in den Flash-Speicher geschrieben werden) Am Eingang SM wird mittels ADR-Operator die Adresse der ersten Variable des Datensatzes angegeben. Wird der Schreibvorgang eines Datensatzes gestartet (FALSE/TRUE-Flanke am Eingang EN), dann dürfen die Daten des Datensatzes bis zur Beendigung des Schreibvorgangs (DONE = TRUE) nicht mehr verändert werden.
VAR_OUTPUT			

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
DONE	BOOL	FALSE	Der Schreibvorgang ist abgeschlossen (DONE = TRUE) Der Ausgang muss immer im Zusammenhang mit dem Ausgang ERR betrachtet werden. Es gilt: DONE = TRUE und ERR = FALSE: Schreibvorgang abgeschlossen. Der Datensatz wurde im Flash-Speicher abgelegt. DONE = TRUE und ERR = TRUE: Beim Schreibvorgang ist ein Fehler aufgetreten. Der Ausgang ERNO signalisiert die Fehlernummer.
ERR	BOOL	FALSE	Fehler aufgetreten (Datensegment konnte nicht geschrieben werden) Am Ausgang ERR wird angezeigt, ob beim Schreibvorgang ein Fehler aufgetreten ist. Dieser Ausgang muss immer zusammen mit dem Ausgang DONE ausgewertet werden. Ist ein Fehler aufgetreten, so gilt: DONE = TRUE und ERR = TRUE. Der Ausgang ERNO signalisiert die Fehlernummer.
ERNO	WORD	16#0000	Fehlernummer (*[4]* enthält weitere Details) Am Ausgang ERNO wird eine Fehlernummer ausgegeben. Dieser Ausgang muss immer im Zusammenhang mit den Ausgängen DONE und ERR betrachtet werden. Da das Anwenderprogramm der Sicherheitssteuerung vorrangig ausgeführt wird, kann der Vorgang SF_FLASH_WRITE relativ viel Zeit beanspruchen. Am Ausgang ERNO wird dann angezeigt (0x0FFF = BUSY), dass der Funktionsbaustein die Verarbeitung angestoßen hat. Während dieser Phase sind ERR=FALSE und DONE=FALSE.

Aufruf in ST

```
WRITE_FLASH(EN := EN_FLASH_WRITE,
NB := NB_FLASH_WRITE,
SEG := SEG_FLASH_WRITE,
BNR := BNR_FLASH_WRITE,
SM := SM_FLASH_WRITE,
DONE => DONE_FLASH_WRITE,
ERR => ERR_FLASH_WRITE,
ERNO => ERNO_FLASH_WRITE);
```

4.6.4.13 SF_DPRAM_PM5XX_S_REC



Lesen der Daten aus der Standard-CPU PM5xx und Schreiben in die Sicherheitsanwendung auf der Sicherheits-CPU

GEFAHR!

Datenwerte von der Sicherheits-CPU auf die Standard-CPU zu übertragen (z. B. für Diagnose und spätere Darstellung auf Bedientableaus) ist kein Problem, aber es wird nicht empfohlen, Datenwerte von der Standard-CPU auf die Sicherheits-CPU zu übertragen. In letzterem Fall müssen die Endanwender zusätzliche prozessspezifische Validierungsverfahren in ihrem Sicherheitsprogramm definieren, um die Korrektheit der übertragenen nicht sicheren Daten zu überprüfen, wenn sie diese nicht sicheren Werte für Sicherheitsfunktionen verwenden wollen.

Über den Funktionsbaustein SF_DPRAM_PM5XX_S_REC werden Daten von der Standard-CPU PM5xx empfangen. Diese Daten werden im projektierten Speicherbereich (DATA) abgelegt (Speicheradresse für die Empfangsdaten über ADR-Operator). Die Aktivierung des Funktionsbausteins erfolgt durch ein TRUE-Signal an Eingang EN. Der Baustein ist solange aktiv, bis Eingang EN = FALSE wird. An Ausgang DATA_LEN wird die Länge der empfangenen Daten in Bytes ausgegeben. Ein erfolgreicher Empfangsvorgang wird durch DONE=TRUE und ERR=FALSE signalisiert. Wurde bei der Verarbeitung des Funktionsbausteins ein Fehler festgestellt, wird er an den Ausgängen ERR und ERNO angezeigt.

HINWEIS!

Der Empfang mit dem Funktionsbaustein SF_DPRAM_SM5XX_S_REC ist nicht flankengetriggert. Der Eingang EN ist also dauerhaft mit TRUE zu belegen, solange Daten empfangen werden sollen.

Tab. 29: FB-Name: Funktion SF_DPRAM_PM5XX_S_REC

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
EN	BOOL	FALSE	Die Verarbeitung dieses Funktionsbausteins wird vom Eingang EN gesteuert. Der Funktionsbaustein ist aktiv, wenn EN = TRUE ist. Der Empfang von Daten wird durch den Ausgang DONE signalisiert.

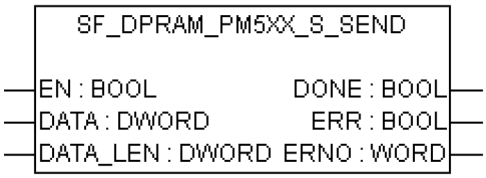
Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
DATA	DWORD	16#00000000	Am Eingang DATA wird die Adresse der Variablen angegeben, in die die Anwenderdaten kopiert werden sollen. Die an DATA spezifizierte Adresse muss zu einer Variablen vom Typ ARRAY oder STRUCT gehören. Speicherbereichsüberschneidungen vermeiden, indem die Größe der Variablen an die maximal zu erwartenden Daten angepasst wird.
VAR_OUTPUT			
DONE	BOOL	FALSE	Am Ausgang DONE wird der Empfang der Daten angezeigt. Der Ausgang muss immer im Zusammenhang mit dem Ausgang ERR betrachtet werden. Es gilt: DONE = TRUE und ERR = FALSE: Der Empfangsvorgang ist abgeschlossen. Es wurde ein Datensatz korrekt empfangen. DONE = TRUE und ERR = TRUE: Beim Empfangsvorgang ist ein Fehler aufgetreten. Die Fehlernummer wird am Ausgang ERNO ausgegeben.
ERR	BOOL	FALSE	Am Ausgang ERR wird angezeigt, ob beim Empfangsvorgang ein Fehler aufgetreten ist. Dieser Ausgang muss immer zusammen mit dem Ausgang DONE ausgewertet werden. Ist ein Fehler aufgetreten beim Empfang, so gilt: DONE = TRUE und ERR = TRUE. Der Ausgang ERNO signalisiert die Fehlernummer.
ERNO	WORD	16#0000	Am Ausgang ERNO wird eine Fehlerkennung ausgegeben, wenn an einem Eingang ein ungültiger Wert angegeben wurde oder während der Verarbeitung des Auftrags ein Fehler aufgetreten ist. ERNO muss immer im Zusammenhang mit den Ausgängen DONE und ERR betrachtet werden. Der an ERNO ausgegebene Wert ist nur gültig, wenn DONE = TRUE und ERR = TRUE ist. Die Kodierung der Fehlermeldungen am Ausgang ERNO wird am Anfang der Funktionsbausteinbeschreibung erläutert.
DATA_LEN	DWORD	16#00000000	An Ausgang DATA_LEN wird die Länge der empfangenen Daten in Bytes ausgegeben (max. 84). Der an DATA_LEN ausgegebene Wert ist nur gültig, wenn DONE = TRUE ist.

Aufruf in ST

PM5xxRec (EN := PM5xxRec_EN,

```
DATA := ADR(PM5xxRec_DATA),
DONE => PM5xxRec_DONE,
ERR => PM5xxRec_ERR,
ERNO => PM5xxRec_ERNO,
DATA_LEN => PM5xxRec_DATA_LEN);
```

4.6.4.14 SF_DPRAM_PM5XX_S_SEND



Senden der Daten von der Sicherheits-CPU an die Standard-CPU PM5xx

Über den Funktionsbaustein SF_DPRAM_PM5XX_S_SEND werden Daten an die Standard-CPU PM5xx gesendet. Diese Daten werden im projektierten Speicherbereich (DATA) bereitgestellt (Speicheradresse für die Sendedaten über ADR-Operator). Der Funktionsbaustein wird mit einem TRUE-Signal (FALSE/TRUE-Flanke) am Eingang EN aktiviert. Am Eingang DATA_LEN wird die Länge der zu sendenden Daten in Byte angegeben. Ein erfolgreicher Sendevorgang wird durch DONE=TRUE und ERR=FALSE signalisiert. Wurde bei der Verarbeitung des Funktionsbausteins ein Fehler festgestellt, wird er an den Ausgängen ERR und ERNO angezeigt.

GEFAHR!

Wenn der Funktionsbaustein SF_DPRAM_PM5XX_S_SEND zum Senden sicherheitsrelevanter Daten verwendet wird, sind die Sicherheitsanforderungen SIL 3 (IEC 61508), SILCL 3 (IEC 62061) und PL e (ISO 13849-1) für gesendete Daten nicht erfüllt (unabhängig vom verwendeten Kommunikationsprofil für Anwendungssicherheit), da in der Sicherheits-CPU nur ein Mikroprozessor (keine 1oo2-Sicherheitsarchitektur im Hintergrund) den Funktionsbaustein SF_DPRAM_PM5XX_S_SEND verarbeitet. Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB, um Hilfe beim Erreichen von SIL 3 und PL e mit dem Funktionsbaustein SF_DPRAM_PM5XX_S_SEND zu erhalten oder verwenden Sie den sicherheitsgerichteten PROFIsafe-Ausgang, z. B. DX581-S um die Sicherheitsfunktion auszulösen.

HINWEIS!

Das Senden von Daten mit dem Funktionsbaustein SF_DPRAM_PM5XX_S_SEND ist flankengetriggert, d. h. jeder Sendevorgang wird durch eine FALSE-TRUE-Flanke am Eingang EN ausgelöst.

Tab. 30: FB-Name: Funktion SF_DPRAM_PM5XX_S_SEND

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
EN	BOOL	FALSE	Die Verarbeitung dieses Funktionsbausteins wird vom Eingang EN gesteuert. Der Funktionsbaustein ist aktiv, wenn EN = TRUE ist. Das Senden von Daten wird durch den Ausgang DONE signalisiert

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
DATA	DWORD	16#00000000	Am Eingang DATA wird die Adresse der Variablen angegeben, in die die Anwenderdaten kopiert werden sollen. Die an DATA spezifizierte Adresse muss zu einer Variablen vom Typ ARRAY oder STRUCT gehören. Speicherbereichsüberschneidungen vermeiden, indem die Größe der Variablen an die maximal zu erwartenden Daten angepasst wird.
DATA_LEN	DWORD	16#00000000	Am Eingang DATA_LEN wird die Länge der zu sendenden Daten in Byte angegeben. Die maximale Anzahl ist 84.
VAR_OUTPUT			
DONE	BOOL	FALSE	Am Ausgang DONE wird der Versand der Daten angezeigt. Der Ausgang muss immer im Zusammenhang mit dem Ausgang ERR betrachtet werden. Es gilt: DONE = TRUE und ERR = FALSE: Der Sendevorgang ist abgeschlossen. Es wurde ein Datensatz korrekt gesendet. DONE = TRUE und ERR = TRUE: Beim Sendevorgang ist ein Fehler aufgetreten. Die Fehlernummer wird am Ausgang ERNO ausgegeben.
ERR	BOOL	FALSE	Am Ausgang ERR wird angezeigt, ob beim Sendevorgang ein Fehler aufgetreten ist. Dieser Ausgang muss immer zusammen mit dem Ausgang DONE ausgewertet werden. Ist ein Fehler aufgetreten beim Versand, so gilt: DONE = TRUE und ERR = TRUE. Der Ausgang ERNO signalisiert die Fehlernummer.
ERNO	WORD	16#0000	Am Ausgang ERNO wird eine Fehlerkennung ausgegeben, wenn an einem Eingang ein ungültiger Wert angegeben wurde oder während der Verarbeitung des Auftrags ein Fehler aufgetreten ist. ERNO muss immer im Zusammenhang mit den Ausgängen DONE und ERR betrachtet werden. Der an ERNO ausgegebene Wert ist nur gültig, wenn DONE = TRUE und ERR = TRUE ist. Die Kodierung der Fehlermeldungen am Ausgang ERNO wird am Anfang der Funktionsbausteinbeschreibung erläutert (*AC500-Anwenderdokumentation*).

Aufruf in ST

PM5xxSend (EN := PM5xxSend_EN,

DATA := ADR(PM5xxSend_DATA),

DATA_LEN := PM5xxSend_DATA_LEN,

DONE => PM5xxSend_DONE,

ERR => PM5xxSend_ERR,

ERNO => PM5xxSend_ERNO);

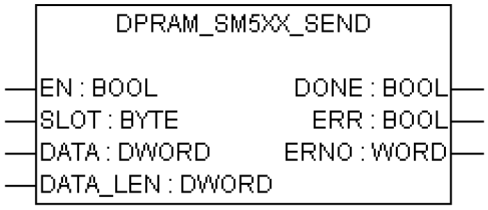
4.6.5 DPRAM_SM5XX_SEND und DPRAM_SM5XX_REC in SysInt_AC500_V10.lib

Die POE DPRAM_SM5XX_SEND und DPRAM_SM5XX_REC aus der Bibliothek SysInt_AC500_V10.lib können auf der Standard-CPU PM5xx für Datenaustausch mit der Sicherheits-CPU verwendet werden.

GEFAHR!

Datenwerte von der Sicherheits-CPU auf die Standard-CPU zu übertragen (z. B. für Diagnose und spätere Darstellung auf Bedientableaus) ist kein Problem, aber es wird nicht empfohlen, Datenwerte von der Standard-CPU auf die Sicherheits-CPU zu übertragen. In letzterem Fall müssen die Endanwender zusätzliche prozessspezifische Validierungsverfahren in ihrem Sicherheitsprogramm definieren, um die Korrektheit der übertragenen nicht sicheren Daten zu überprüfen, wenn sie diese nicht sicheren Werte für Sicherheitsfunktionen verwenden wollen.

4.6.5.1 DPRAM_SM5XX_SEND



Der Funktionsbaustein DPRAM_SM5XX_S_SEND sendet Daten zur Sicherheits-CPU

Über den Funktionsbaustein DPRAM_SM5XX_SEND werden Daten an die Sicherheits-CPU gesendet. Diese Daten werden im projektierten Speicherbereich (DATA) bereitgestellt (Speicheradresse für die Sendedaten über ADR-Operator). Der Funktionsbaustein wird mit einem TRUE-Signal (Flanke „0“ ➔ „1“) am Eingang EN aktiviert. Die Steckplatznummer der Sicherheits-CPU wird am Eingang SLOT eingestellt. Am Eingang DATA_LEN wird die Länge der zu sendenden Daten in Byte angegeben. Ein erfolgreicher Sendevorgang wird durch DONE=TRUE und ERR=FALSE signalisiert. Wurde bei der Verarbeitung des Funktionsbausteins ein Fehler festgestellt, wird er an den Ausgängen ERR und ERNO angezeigt.

Vorsicht: Das Senden von Daten mit dem Funktionsbaustein DPRAM_SM5XX_SEND ist flankengetriggert, d. h. jeder Sendevorgang wird durch eine FALSE-TRUE-Flanke am Eingang EN ausgelöst.

Tab. 31: FB-Name: DPRAM_SM5XX_SEND

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
EN	BOOL	FALSE	Freigabe der Funktionsbausteinverarbeitung Die Verarbeitung dieses Funktionsbausteins wird vom Eingang EN gesteuert. Der Funktionsbaustein ist aktiv, wenn EN = TRUE ist. Das Senden von Daten wird durch den Ausgang DONE signalisiert
SLOT	BYTE	16#00	Steckplatznummer (Modulnummer) Am Eingang SLOT wird der Steckplatz (Kartennummer) ausgewählt, zu dem die Daten gesendet werden sollen. Die externen Steckplätze werden von rechts nach links durchnummeriert und beginnen mit der Nummer 1.
DATA	DWORD	16#00000000	Speicheradresse für die Sendedaten über ADR-Operator Am Eingang DATA wird die Adresse der Variablen angegeben, in die die Anwenderdaten kopiert werden sollen. Die an DATA spezifizierte Adresse muss zu einer Variablen vom Typ ARRAY oder STRUCT gehören. Vorsicht: Speicherbereichsüberschneidungen vermeiden, indem die Größe der Variablen an die maximal zu erwartenden Daten angepasst wird.

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
DATA_LEN	WORD	16#0000	Länge der zu sendenden Daten ab Adresse DATA in Byte, max. 84 Am Eingang DATA_LEN wird die Länge der zu sendenden Daten in Byte angegeben. Die maximale Anzahl ist 84.
VAR_OUTPUT			
DONE	BOOL	FALSE	Daten gesendet Am Ausgang DONE wird angezeigt, dass Daten gesendet wurden. Der Ausgang muss immer im Zusammenhang mit dem Ausgang ERR betrachtet werden. Es gilt: DONE = TRUE und ERR = FALSE: Der Sendevorgang ist abgeschlossen. Es wurde ein Datensatz korrekt gesendet. DONE = TRUE und ERR = TRUE: Beim Sendevorgang ist ein Fehler aufgetreten. Die Fehlernummer wird am Ausgang ERNO ausgegeben.
ERR	BOOL	FALSE	Fehlermeldung des Funktionsbausteins Am Ausgang ERR wird angezeigt, ob beim Sendevorgang ein Fehler aufgetreten ist. Dieser Ausgang muss immer zusammen mit dem Ausgang DONE ausgewertet werden. Ist ein Fehler aufgetreten beim Versand, so gilt: DONE = TRUE und ERR = TRUE. Der Ausgang ERNO signalisiert die Fehlernummer.
ERNO	WORD	16#0000	Fehlernummer Am Ausgang ERNO wird eine Fehlerkennung ausgegeben, wenn an einem Eingang ein ungültiger Wert angegeben wurde oder während der Verarbeitung des Auftrags ein Fehler aufgetreten ist. ERNO muss immer im Zusammenhang mit den Ausgängen DONE und ERR betrachtet werden. Der an ERNO ausgegebene Wert ist nur gültig, wenn DONE = TRUE und ERR = TRUE ist. Die Kodierung der Fehlermeldungen am Ausgang ERNO wird am Anfang der Funktionsbausteinbeschreibungen erläutert (siehe AC500-Anwenderdokumentation).

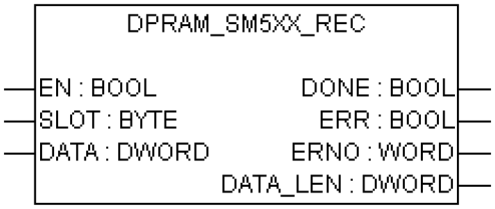
Aufruf in ST

SM5xxSend (EN := SM5xxSend_EN,

SLOT := SM5xxSend_SLOT,

```
DATA := ADR(SM5xxSend_DATA),
DATA_LEN := SM5xxSend_DATA_LEN,
DONE => SM5xxSend_DONE,
ERR => SM5xxSend_ERR,
ERNO => SM5xxSend_ERNO);
```

4.6.5.2 DPRAM_SM5XX_REC



Der Funktionsbaustein DPRAM_SM5XX_S_REC empfängt Daten von der Sicherheits-CPU

Über den Funktionsbaustein DPRAM_SM5XX_REC werden Daten von der Sicherheits-CPU empfangen. Diese Daten werden im projektierten Speicherbereich (DATA) abgelegt (Speicheradresse für die Empfangsdaten über ADR-Operator). Die Aktivierung des Funktionsbausteins erfolgt durch ein TRUE-Signal an Eingang EN. Der Baustein ist solange aktiv, bis Eingang EN = FALSE wird. Die Steckplatznummer der Sicherheits-CPU wird am Eingang SLOT eingestellt. An Ausgang DATA_LEN wird die Länge der empfangenen Daten in Bytes ausgegeben. Ein erfolgreicher Empfangsvorgang wird durch DONE=TRUE und ERR=FALSE signalisiert. Wurde bei der Verarbeitung des Funktionsbausteins ein Fehler festgestellt, wird er an den Ausgängen ERR und ERNO angezeigt.

Vorsicht: Der Empfang mit dem Funktionsbaustein DPRAM_SM5XX_REC ist nicht flankengetriggert. Der Eingang EN ist also dauerhaft mit TRUE zu belegen, solange Daten empfangen werden sollen.

Tab. 32: FB-Name: DPRAM_SM5XX_REC

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
EN	BOOL	FALSE	Freigabe der Funktionsbausteinverarbeitung Die Verarbeitung dieses Funktionsbausteins wird vom Eingang EN gesteuert. Der Funktionsbaustein ist aktiv, wenn EN = TRUE ist. Der Empfang von Daten wird durch den Ausgang DONE signalisiert.
SLOT	BYTE	16#00	Steckplatznummer (Modulnummer) Am Eingang SLOT wird der Steckplatz (Modulnummer) ausgewählt, von dem die Daten ausgelesen werden sollen. Die externen Steckplätze werden von rechts nach links durchnummeriert und beginnen mit der Nummer 1.

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
DATA	DWORD	16#00000000	Speicheradresse für die Empfangsdaten über ADR-Operator Am Eingang DATA wird die Adresse der Variablen angegeben, in die die Anwenderdaten kopiert werden sollen. Die an DATA spezifizierte Adresse muss zu einer Variablen vom Typ ARRAY oder STRUCT gehören. Vorsicht: Speicherbereichsüberschneidungen vermeiden, indem die Größe der Variablen an die maximal zu erwartenden Daten angepasst wird.
VAR_OUTPUT			
DONE	BOOL	FALSE	Daten empfangen Am Ausgang DONE wird der Empfang der Daten angezeigt. Der Ausgang muss immer im Zusammenhang mit dem Ausgang ERR betrachtet werden. Es gilt: DONE = TRUE und ERR = FALSE: Der Empfangsvorgang ist abgeschlossen. Es wurde ein Datensatz korrekt empfangen. DONE = TRUE und ERR = TRUE: Beim Empfangsvorgang ist ein Fehler aufgetreten. Die Fehlernummer wird am Ausgang ERNO ausgegeben.
ERR	BOOL	FALSE	Fehlermeldung des Funktionsbausteins Am Ausgang ERR wird angezeigt, ob beim Empfangsvorgang ein Fehler aufgetreten ist. Dieser Ausgang muss immer zusammen mit dem Ausgang DONE ausgewertet werden. Ist bei der Verarbeitung des Funktionsbausteins ein Fehler aufgetreten, so gilt: DONE = TRUE und ERR = TRUE. Der Ausgang ERNO signalisiert die Fehlernummer.

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
ERNO	WORD	16#0000	Fehlernummer Am Ausgang ERNO wird eine Fehlerkennung ausgegeben, wenn an einem Eingang ein ungültiger Wert angegeben wurde oder während der Verarbeitung des Auftrags ein Fehler aufgetreten ist. ERNO muss immer im Zusammenhang mit den Ausgängen DONE und ERR betrachtet werden. Der an ERNO ausgegebene Wert ist nur gültig, wenn DONE = TRUE und ERR = TRUE ist. Die Kodierung der Fehlermeldungen am Ausgang ERNO wird am Anfang der Funktionsbausteinbeschreibung erläutert.
DATA_LEN	WORD	16#0000	Länge der Daten in Byte An Ausgang DATA_LEN wird die Länge der empfangenen Daten in Bytes ausgegeben. DATA_LEN ist nur gültig, wenn DONE = TRUE ist.

Aufruf in ST

SM5xxRec (EN := SM5xxRec_EN,

SLOT := SM5xxRec_SLOT,

DATA := ADR(SM5xxRec_DATA),

DONE => SM5xxRec_DONE,

ERR => SM5xxRec_ERR,

ERNO => SM5xxRec_ERNO,

DATA_LEN => SM5xxRec_DATA_LEN);

4.6.6 SafetyBlocks_PLCopen_AC500_v22.lib

Eine Liste unterstützter POE für PLCopen Safety wird in den folgenden Abschnitten vorgestellt. Die entwickelten POE für PLCopen Safety basieren auf [9].

! HINWEIS!

Die in den folgenden Abschnitten angegebenen Normen dienen nur der Information:

– EN 954-1:1996
– IEC 60204-1 Ed. 5.0:2003
– IEC 61496-1: 2004
– CD IEC 62046/Ed.1:2005
– ISO 12100-2:2003
– MRL 98/37/EC, Anhang I
– EN 418:1992
– EN 574:1996
– EN 1088:1995
– EN 953:1997

Verwenden Sie für die Zertifizierung der funktionalen Sicherheit die neuesten Normen zur funktionalen Sicherheit, z. B. IEC 62061, ISO 13849-1, IEC 61496-1, IEC 60204-1 etc., wie in der Tabelle in ↳ *Kapitel 1.8 „Anwendbare Normen“ auf Seite 15* aufgelistet.

4.6.6.1 Einführung

Allgemeine Parameter und Diagnosecodes für POE von PLCopen Safety werden unten angeführt.

Tab. 33: Allgemeine Eingangsparameter

Name	Typ	Beschreibung
Activate	BOOL	Variable oder Konstante. Aktivierung des Funktionsbausteins. Der Anfangswert ist FALSE. Dieser Parameter kann mit der Variablen verbunden werden, die den Zustand (aktiv oder nicht aktiv) des relevanten Sicherheitsgerätes anzeigt. Dadurch wird keine irrelevante Diagnoseinfo generiert, sobald ein Gerät deaktiviert wird. Bei FALSE werden alle Ausgangsvariablen auf ihren Anfangswert gesetzt. Wenn kein Gerät angeschlossen ist, muss ein statisches TRUE-Signal zugewiesen werden.
S_StartReset	BOOL	Variable oder Konstante. Anfangswert FALSE: Manuelles Rücksetzen, wenn PES gestartet wird (Warm- oder Kaltstart). TRUE: Automatisches Rücksetzen, wenn PES gestartet wird (Warm- oder Kaltstart). Diese Funktion sollte nur aktiviert werden, wenn sichergestellt ist, dass vom PES-Start keine Gefahr ausgeht. Deshalb erfordert die Verwendung des automatischen Schaltkreis-Resets der Funktionsbausteine die Implementierung weiterer Maßnahmen auf System- oder Anwendungsebene, um sicherzustellen, dass es keine unerwarteten oder unbeabsichtigten Starts gibt.

Name	Typ	Beschreibung
S_AutoReset	BOOL	Variable oder Konstante. Anfangswert FALSE: Manuelles Rücksetzen, wenn ein Not-Aus-Taster losgelassen wird. TRUE: Automatisches Rücksetzen, wenn ein Not-Aus-Taster losgelassen wird. Diese Funktion sollte nur aktiviert werden, wenn sichergestellt ist, dass vom PES-Start keine Gefahr ausgeht. Deshalb erfordert die Verwendung des automatischen Schaltkreis-Resets der Funktionsbausteine die Implementierung weiterer Maßnahmen auf System- oder Anwendungsebene, um sicherzustellen, dass es keine unerwarteten oder unbeabsichtigten Starts gibt.
Reset	BOOL	Variable. Der Anfangswert ist FALSE. Abhängig von der Funktion kann dieser Eingang für verschiedene Zwecke verwendet werden: ■ Zurücksetzen der von DiagCode angezeigten Zustandsmaschine-, Kombifehler- und Zustandsmeldungen, nachdem die Fehlerursache behoben wurde. Dieses Verhalten ist als Fehler-Reset ausgelegt. ■ Manuelles Rücksetzen der Wiederanlaufsperre durch den Bediener (↳ *EN 954-1*). Dieses Verhalten ist als funktionaler Reset ausgelegt. ■ Zusätzliche FB-spezifische Reset-Funktionen. Diese Funktion ist nur bei einem Signalwechsel von FALSE auf TRUE aktiv. Ein statisches TRUE-Signal löst keine weiteren Aktionen aus, kann aber in manchen Funktionsbausteinen als Fehler gewertet werden. Die entsprechende Bedeutung muss in jedem Funktionsbaustein beschrieben werden.

Tab. 34: Allgemeine Ausgabeparameter

Name	Typ	Beschreibung
Ready	BOOL	TRUE gibt an, dass der Funktionsbaustein aktiviert wurde und die Ausgangsergebnisse gültig sind (wie die "POWER"-LED eines Sicherheitsrelais). Bei FALSE ist der Funktionsbaustein nicht aktiv und das Programm wird nicht ausgeführt. Hilfreich im Debug-Modus oder zur (De-)Aktivierung zusätzlicher Funktionsbausteine sowie zur weiteren Verarbeitung im funktionsbasierten Programm.
Error	BOOL	Fehleranzeiger (wie die "K1/K2"-LED eines Sicherheitsrelais). TRUE zeigt an, dass ein Fehler aufgetreten und der Funktionsbaustein in einem Fehlerzustand ist. Der relevante Fehlerzustand wird am DiagCode-Ausgang gespiegelt. Bei FALSE gibt es keinen Fehler und der Funktionsbaustein ist in einem anderen Zustand. Dies wird auch durch DiagCode gespiegelt (d. h. DiagCode muss im selben Zyklus wie der Zustandswechsel gesetzt werden). Hilfreich im Debug-Modus sowie zur weiteren Verarbeitung im funktionsbasierten Programm.
DiagCode	WORD	Diagnoseregister. Alle Zustände des Funktionsbausteins (aktiv, nicht aktiv und Fehler) werden durch dieses Register dargestellt. Diese Information wird in Hexadezimalformat kodiert, um mehr als 16 Codes darzustellen. Es wird nur ein konsistenter Code auf einmal dargestellt. Bei multiplen Fehlern zeigt der DiagCode-Ausgang den ersten erkannten Fehler an. Weitere Informationen finden Sie in den folgenden Tabellen dieses Abschnittes. Hilfreich im Debug-Modus sowie zur weiteren Verarbeitung im funktionsbasierten Programm.

Ein transparentes und eindeutiges Diagnosekonzept ist die Basis aller Funktionsbausteine. So wird sichergestellt, dass dem Anwender als DiagCode eindeutige Diagnoseinformationen zur Verfügung stehen, unabhängig von der jeweiligen Implementierung des Herstellers. Liegt kein Fehler vor, wird der interne Zustand des Funktionsbausteins angezeigt (Zustandsmaschine). Ein Fehler wird durch einen Binärausgang (Fehler) angezeigt. Detaillierte Informationen über interne und externe Fehler des Funktionsbausteins werden von DiagCode zur Verfügung gestellt. Der Funktionsbaustein muss über verschiedene Reset-Eingänge zurückgesetzt werden.

Ein Hersteller kann zusätzliche Schnittstellen über Funktionsbausteine mit herstellerspezifischen Diagnoseinformationen zur Verfügung stellen.

Tab. 35: Allgemeine Bereiche für Diagnosecodes

DiagCode	Beschreibung
$0000_0000_0000_0000_{bin}$	Der Funktionsbaustein wurde nicht aktiviert, oder die Sicherheits-CPU wurde gestoppt.
$10xx_xxxx_xxxx_xxxx_{bin}$	Zeigt, dass sich der aktivierte Funktionsbaustein im Betriebszustand ohne Fehler befindet. X = FB-spezifischer Code.
$11xx_xxxx_xxxx_xxxx_{bin}$	Zeigt, dass für den aktivierten Funktionsbaustein ein Fehler vorliegt. X = FB-spezifischer Code.

Tab. 36: System- oder gerätespezifische Codes

DiagCode	Beschreibung
$0xxx_xxxx_xxxx_xxxx_{bin}$	X = System- oder gerätespezifische Meldung. Diese enthält die Diagnoseinformation für System oder Geräte und wird direkt auf den DiagCode-Ausgang abgebildet. (Anmerkung: 0000_{hex} ist reserviert)

Tab. 37: Allgemeine Diagnosecodes

DiagCode	Beschreibung
$0000_0000_0000_0000_{bin}$ 0000_{hex}	Der Funktionsbaustein wurde nicht aktiviert. Dieser Code zeigt Leerlauf an. Nachfolgend ein allgemeines Beispiel einer E/A-Einstellung: Activate = FALSE S_In = FALSE oder TRUE Ready = FALSE Error = FALSE S_Out = FALSE
$0111_1111_1111_1111_{bin}$ $7FFF_{hex}$	Der Wert 16#7FFF am DiagCode-Ausgang der PLCopen-Safety-Funktionsbausteine zeigt einen internen Fehler an. Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB. **Hinweis:** Dies ist ein durch die Sicherheitssteuerung AC500-S definierter herstellerspezifischer Wert.

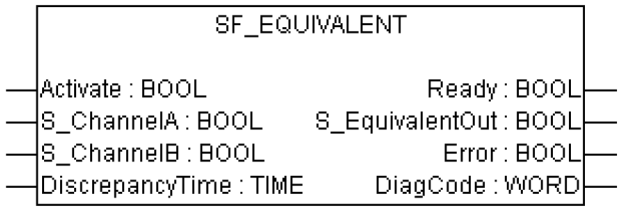
DiagCode	Beschreibung
$1000_0000_0000_0000_{bin}$ 8000_{hex}	Der Funktionsbaustein wurde ohne Fehler oder einen anderen Zustand aktiviert, der den Sicherheitsausgang auf FALSE setzt. Dies ist der Standard-Betriebszustand, wobei der Sicherheitsausgang S_Out im Normalbetrieb TRUE ist. Nachfolgend ein allgemeines Beispiel einer E/A-Einstellung: Activate = TRUE S_In = TRUE Ready = TRUE Error = FALSE S_Out = TRUE
$1000_0000_0000_0001_{bin}$ 8001_{hex}	Der Funktionsbaustein hat eine Aktivierung erkannt, wird jetzt aktiviert, aber der Sicherheitsausgang S_Out ist FALSE. Dieser Code zeigt den Init-Zustand der Betriebsart an. Nachfolgend ein allgemeines Beispiel einer E/A-Einstellung: Activate = TRUE S_In = FALSE oder TRUE Ready = TRUE Error = FALSE S_Out = FALSE
$1000_0000_0000_0010_{bin}$ 8002_{hex}	Der aktivierte Funktionsbaustein erkennt eine Sicherheitsanforderung, z. B. S_In = FALSE. Der Sicherheitsausgang ist deaktiviert. Dies ist ein Betriebszustand, in dem der Sicherheitsausgang S_Out FALSE ist. Nachfolgend ein allgemeines Beispiel einer E/A-Einstellung: Activate = TRUE S_In = FALSE Ready = TRUE Error = FALSE S_Out = FALSE
$1000_0000_0000_0011_{bin}$ 8003_{hex}	Der Sicherheitsausgang des aktivierten Funktionsbausteins wurde durch die Sicherheitsanforderung deaktiviert. Die Sicherheitsanforderung wird jetzt zurückgezogen, aber der Sicherheitsausgang bleibt FALSE, bis ein Reset-Zustand erkannt wird. Dies ist ein Betriebszustand, in dem der Sicherheitsausgang S_Out FALSE ist. Nachfolgend ein allgemeines Beispiel einer E/A-Einstellung: Activate = TRUE S_In = FALSE => TRUE (danach statisches TRUE) Ready = TRUE Error = FALSE S_Out = FALSE

Hinweis: Wenn es mehrere Betriebszustände gibt, in denen der Sicherheitsausgang TRUE ist, wird die nächste verfügbare DiagCode-Nummer den nachfolgenden Zuständen zugewiesen.

4.6.6.2 SF_Equivalent

Normen	Anforderungen
EN 954-1:1996	6.2 Allgemeine Sicherheitsleitlinien, Ruhestrom 6.2 Fehlererkennung für Kategorie 3 und 4

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.

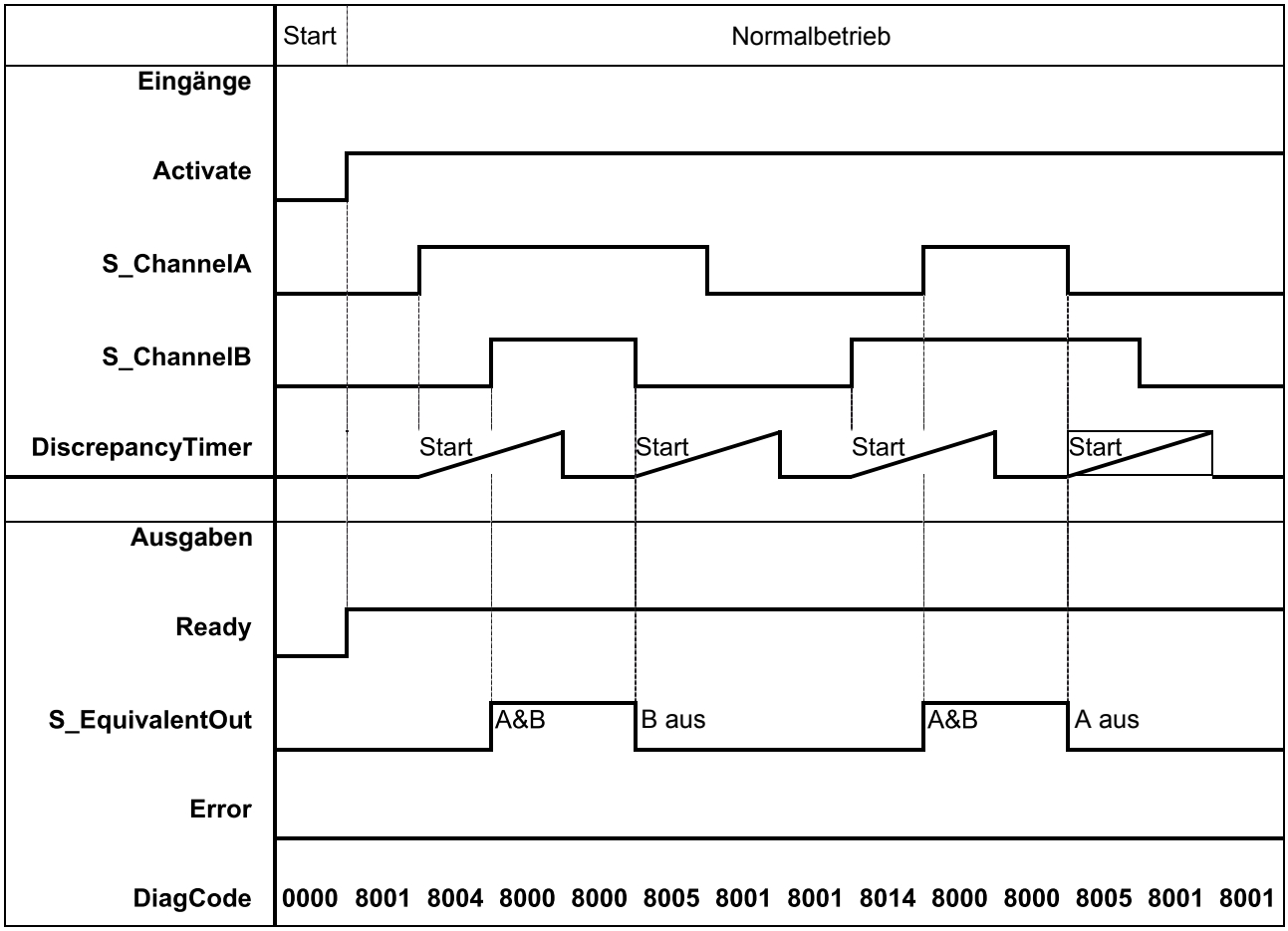


Dieser Funktionsbaustein konvertiert zwei gleiche BOOL-Eingänge (beide NO oder NC) in einen BOOL-Ausgang, einschließlich Diskrepanzzeit-Überwachung. Dieser Funktionsbaustein sollte nicht alleine verwendet werden, da er nicht über eine Wiederanlaufsperre verfügt. Er ist erforderlich, um den Ausgang mit anderen sicherheitsrelevanten Funktionalitäten zu verbinden.

Tab. 38: FB-Name: SF_Equivalent

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_ChannelA	BOOL	FALSE	Variable. Eingang A für logische Verbindung. FALSE: Kontakt A offen TRUE: Kontakt A geschlossen
S_ChannelB	BOOL	FALSE	Variable. Eingang B für logische Verbindung. FALSE: Kontakt B offen TRUE: Kontakt B geschlossen
DiscrepancyTime	TIME	T#0ms	Konstante. Maximale Überwachungszeit für den Diskrepanzzustand beider Eingänge.
VAR_OUTPUT			
Ready	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
S_EquivalentOut	BOOL	FALSE	Sicherheitsausgang FALSE: Mindestens ein Eingangssignal = FALSE oder Zustandsänderung außerhalb der Überwachungszeit. TRUE: Beide Eingangssignale "active" und Zustandsänderung innerhalb der Überwachungszeit.
Error	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Typische Zeitdiagramme



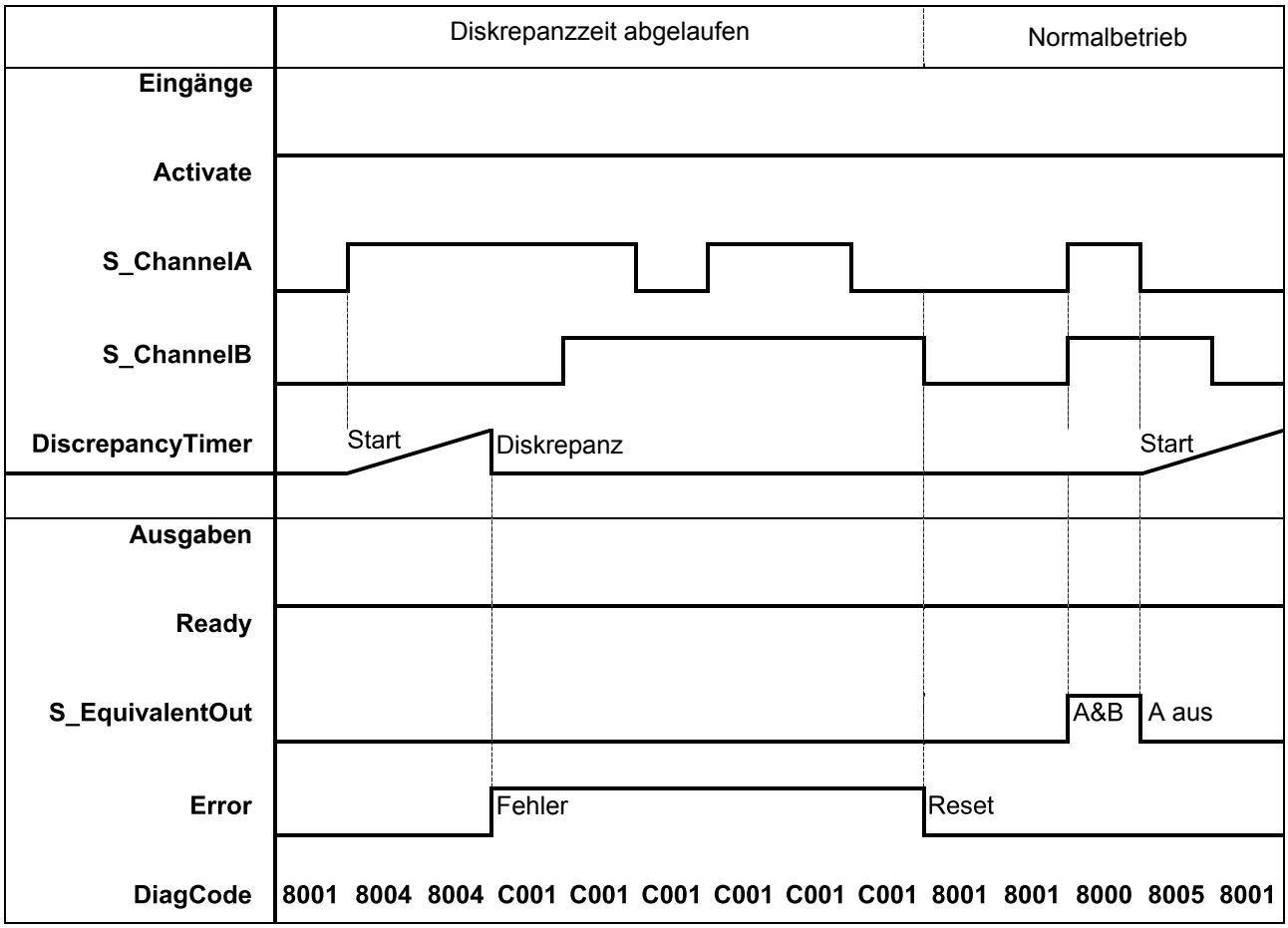


Abb. 84: Typisches Zeitdiagramm für SF_Equivalent

Dieser Funktionsbaustein überwacht die Diskrepanzzeit zwischen Kanal A und B beim Schalten auf TRUE bzw. FALSE.

Verhalten im Fehlerfall

S_EquivalentOut wird auf FALSE gesetzt. Error-Ausgang wird auf TRUE gesetzt. DiagCode zeigt die Fehlerzustände an. Es gibt keinen separaten Reset-Eingang zum Rücksetzen eines Fehlers. Wenn an den Eingängen ein Fehler auftritt, müssen neue Eingangssignale mit korrektem S_EquivalentOut den Fehlermerker zurücksetzen können. (Beispiel: Wenn ein Schaltelement fehlerhaft ist und ausgetauscht wird, führt das erneute Verwenden des Schaltelements zu korrekten Ausgangswerten.)

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 39: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C001	Fehler 1	Diskrepanzzeit im Zustand 8004 abgelaufen. Ready = TRUE S_EquivalentOut = FALSE Error = TRUE
C002	Fehler 2	Diskrepanzzeit im Zustand 8014 abgelaufen. Ready = TRUE S_EquivalentOut = FALSE Error = TRUE
C003	Fehler 3	Diskrepanzzeit im Zustand 8005 abgelaufen. Ready = TRUE S_EquivalentOut = FALSE Error = TRUE

Tab. 40: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

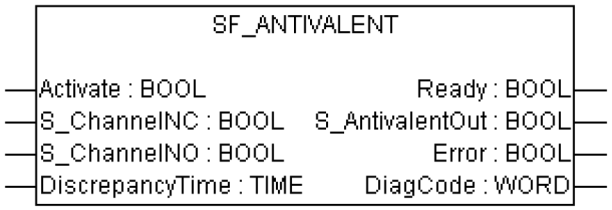
DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE S_EquivalentOut = FALSE Error = FALSE
8001	Init	Der Funktionsbaustein hat eine Aktivierung erkannt und wird jetzt aktiviert. Ready = TRUE S_EquivalentOut = FALSE Error = FALSE
8000	Sicherheits-ausgang akti-viert	Die Eingänge werden im Äquivalenzmodus TRUE. Ready = TRUE S_EquivalentOut = TRUE Error = FALSE
8004	Warten auf Kanal B	Kanal A wurde auf TRUE gesetzt - warten auf Kanal B; Diskrepanz-Timer gestartet. Ready = TRUE S_EquivalentOut = FALSE Error = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8014	Warten auf Kanal A	Kanal B wurde auf TRUE gesetzt - warten auf Kanal A; Diskrepanz-Timer gestartet. Ready = TRUE S_EquivalentOut = FALSE Error = FALSE
8005	Warten auf "Active"	Ein Kanal wurde auf FALSE gesetzt; warten, dass der zweite Kanal auch auf FALSE schaltet; Diskrepanz-Timer gestartet. Ready = TRUE S_EquivalentOut = FALSE Error = FALSE

4.6.6.3 SF_Antivalent

Normen	Anforderungen
EN 954-1:1996	6.2 Allgemeine Sicherheitsleitlinien, Ruhestrom 6.2 Fehlererkennung für Kategorie 3 und 4

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.



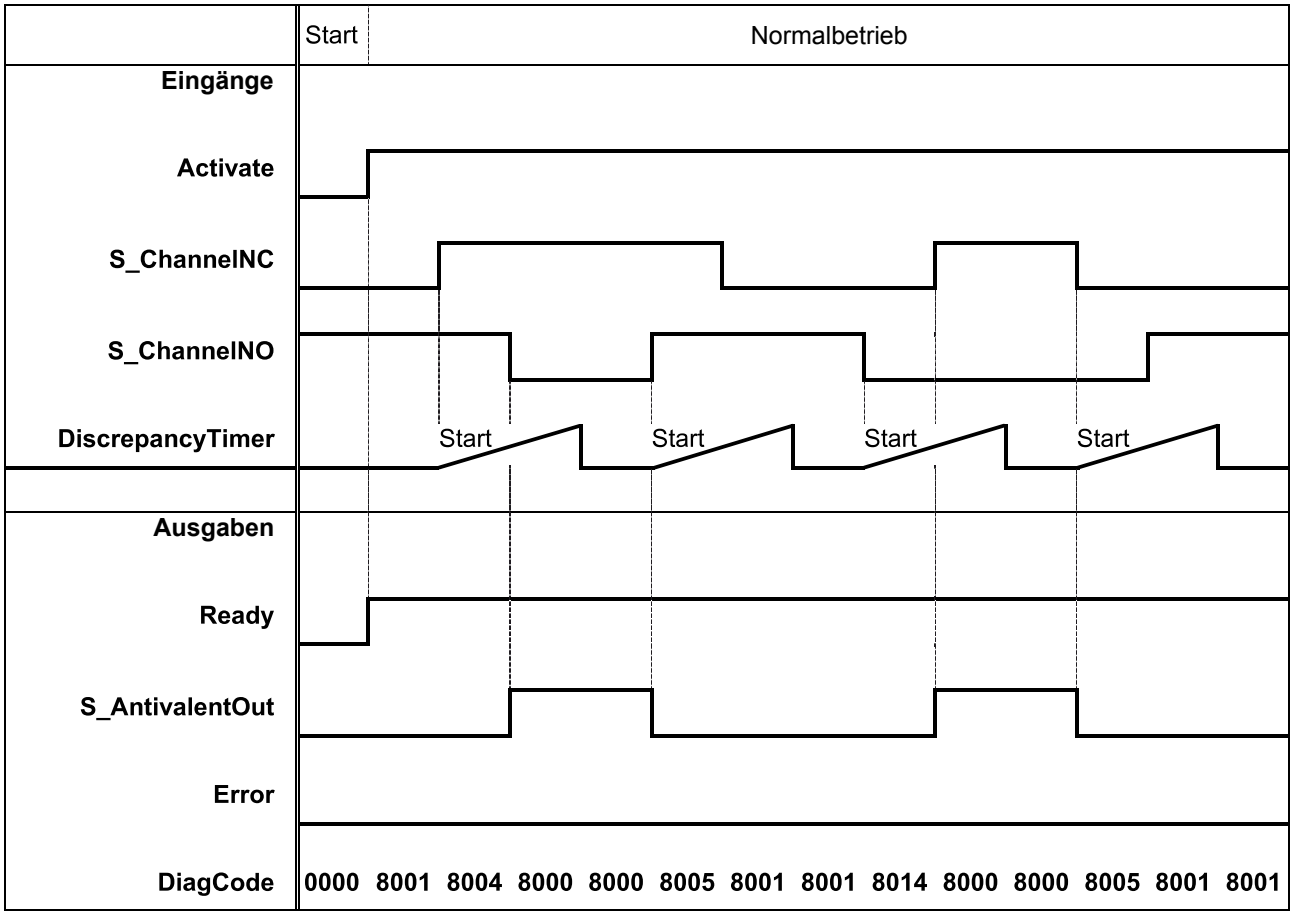
Dieser Funktionsbaustein konvertiert zwei antivalente BOOL-Eingänge (NO/NC-Paar) in einen BOOL-Ausgang, einschließlich Diskrepanzzeit-Überwachung. Dieser Funktionsbaustein sollte nicht alleine verwendet werden, da er nicht über eine Wiederanlaufsperre verfügt. Er ist erforderlich, um den Ausgang mit anderen sicherheitsrelevanten Funktionalitäten zu verbinden.

Tab. 41: FB-Name: SF_Antivalent

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_ChannelNC	BOOL	FALSE	Variable. NC bedeutet "Normally Closed" (Öffner). Eingang für NC-Anschluss. FALSE: Kontakt NC offen TRUE: Kontakt NC geschlossen
S_ChannelNO	BOOL	TRUE	Variable. NO bedeutet "Normally Open" (Schließer). Eingang für NO-Anschluss. FALSE: Kontakt NO offen TRUE: Kontakt NO geschlossen
DiscrepancyTime	TIME	T#0ms	Konstante. Maximale Überwachungszeit für den Diskrepanzzustand beider Eingänge.
VAR_OUTPUT			
Ready	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
S_AntivalentOut	BOOL	FALSE	Sicherheitsausgang FALSE: Mindestens ein Eingangssignal "not active" oder Zustandsänderung außerhalb der Überwachungszeit. TRUE: Beide Eingangssignale "active" und Zustandsänderung innerhalb der Überwachungszeit.
Error	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Hinweis: "Antivalent" bedeutet, dass die beiden Eingänge im Normalbetrieb gegensätzliche Zustände aufweisen. Dies wird manchmal auch "komplementär" oder "nicht äquivalent" genannt.

Typische Zeitdiagramme



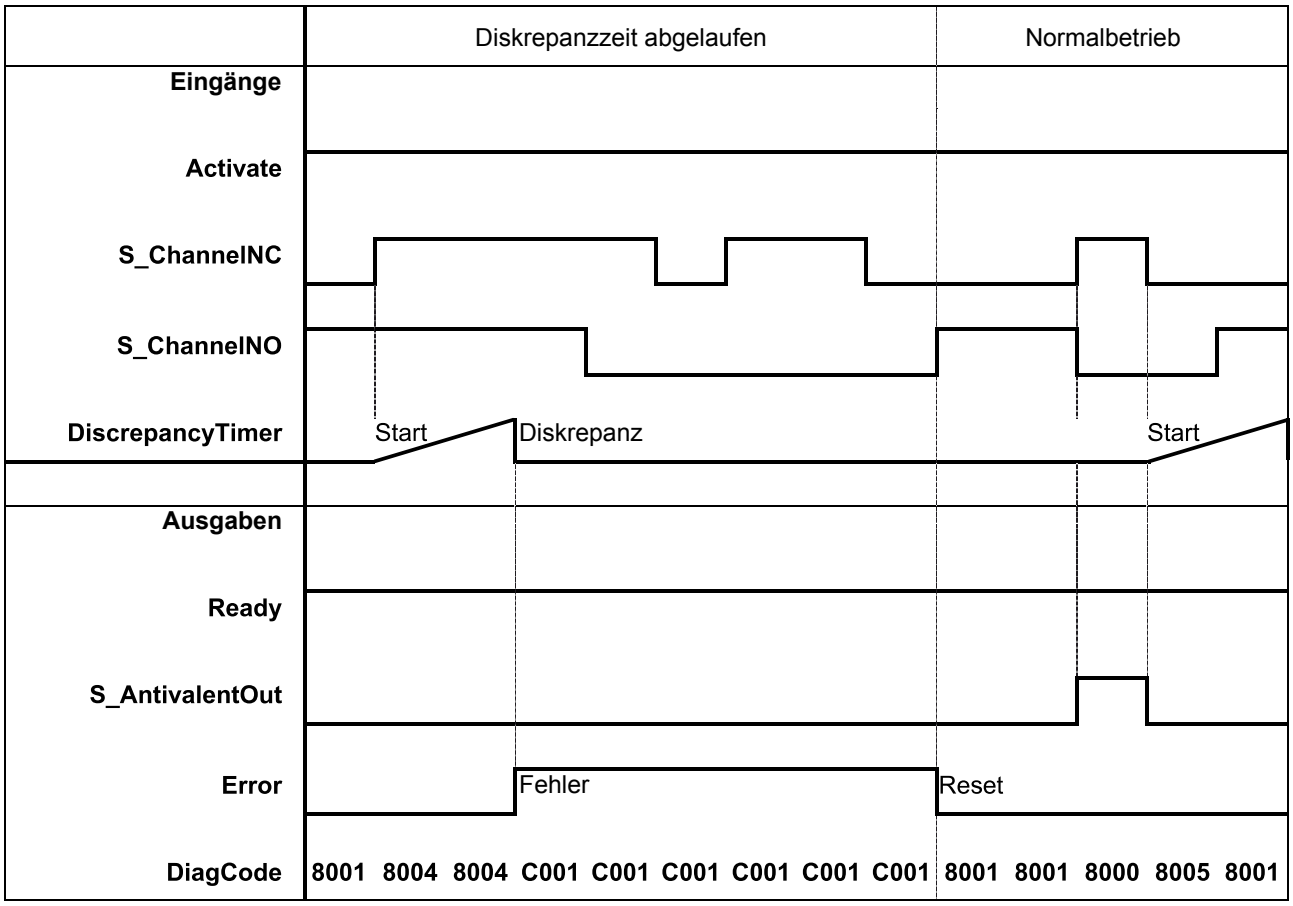


Abb. 85: Typisches Zeitdiagramm für SF_Antivalent

Dieser Funktionsbaustein überwacht die Diskrepanzzeit zwischen Kanal NO und Kanal NC.

Verhalten im Fehlerfall

Der Ausgang S_AntivalentOut wird FALSE. Error-Ausgang wird auf TRUE gesetzt. DiagCode zeigt die Fehlerzustände an.

Es gibt keinen separaten Reset-Eingang zum Rücksetzen eines Fehlers. Wenn an den Eingängen ein Fehler auftritt, müssen neue Eingangssignale mit korrektem Wert den Fehlermerker zurücksetzen können. (Beispiel: Wenn ein Schaltelement fehlerhaft ist und ausgetauscht wird, führt das erneute Verwenden des Schaltelements zu korrekten Ausgangswerten.)

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 42: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C001	Fehler 1	Diskrepanzzeit im Zustand 8004 abgelaufen. Ready = TRUE S_AntivalentOut = FALSE Error = TRUE
C002	Fehler 2	Diskrepanzzeit im Zustand 8014 abgelaufen. Ready = TRUE S_AntivalentOut = FALSE Error = TRUE
C003	Fehler 3	Diskrepanzzeit im Zustand 8005 abgelaufen. Ready = TRUE S_AntivalentOut = FALSE Error = TRUE

Tab. 43: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

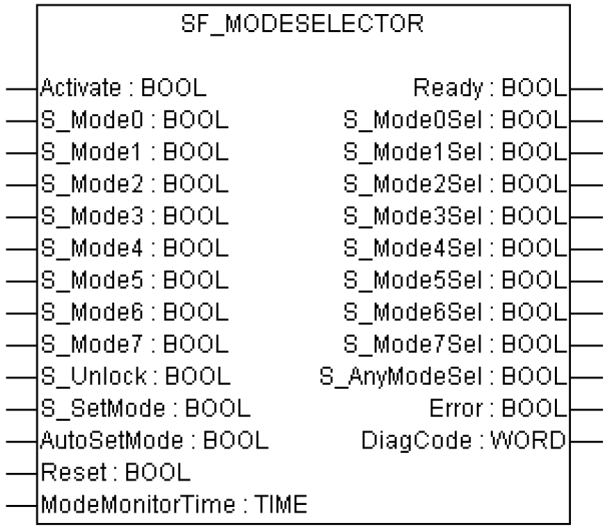
DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE S_AntivalentOut = FALSE Error = FALSE
8001	Init	Der Funktionsbaustein hat eine Aktivierung erkannt und wird jetzt aktiviert. Ready = TRUE S_AntivalentOut = FALSE Error = FALSE
8000	Sicherheits-ausgang akti-viert	Die Eingänge werden im Antivalenzmodus "Active". Ready = TRUE S_AntivalentOut = TRUE Error = FALSE
8004	Warten auf NO	Der Kanal NC wurde auf TRUE gesetzt - warten, dass der Kanal NO auf FALSE schaltet; Diskrepanz-Timer gestartet. Ready = TRUE S_AntivalentOut = FALSE Error = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8014	Warten auf NC	Der Kanal NO wurde auf FALSE gesetzt - warten, dass der Kanal NC auf TRUE schaltet; Diskrepanz-Timer gestartet. Ready = TRUE S_AntivalentOut = FALSE Error = FALSE
8005	Warten auf "Active"	Ein Kanal wurde auf "inactive" gesetzt; warten, dass der zweite Kanal auch auf "inactive" gesetzt wird. Ready = TRUE S_AntivalentOut = FALSE Error = FALSE

4.6.6.4 SF_ModeSelector

Normen	Anforderungen
Maschinenrichtlinie 98/37/EG, Anhang I	1.2.3. Ingangsetzen … Das Ingangsetzen einer Maschine darf nur durch absichtliches Betätigen eines hierfür vorgesehenen Stellteils möglich sein. …Dies gilt auch: … - für eine wesentliche Änderung des Betriebszustands … 1.2.5 … in jeder Stellung verriegelbaren Betriebsartenwählschalter. Jede Stellung des Wählschalters darf nur einer Steuerungs- oder Betriebsart entsprechen. …
EN ISO 12100-2:2003	4.11.10 Wahl der Steuerungs- und Betriebsart … so muss sie mit einem in jeder Stellung abschließbaren Betriebsartenwahlschalter ausgestattet sein. Jede Stellung des Wahlschalters muss deutlich erkennbar sein und darf nur einer Steuerungs- oder Betriebsart entsprechen…
IEC 60204-1, Ed. 5.0:2003	9.2.3 Betriebsarten ... Sofern durch eine Betriebsartenwahl eine gefahrbringende Situation entstehen kann, muss eine solche Wahl durch geeignete Mittel verhindert werden (z. B. Schlüsselschalter, Zugangscode). Die Betriebsartenwahl selbst darf die Maschine nicht in Betrieb setzen. Eine separate Handlung des Bedieners muss erforderlich sein. ... Eine Anzeige der ausgewählten Betriebsart ist zur Verfügung zu stellen ...
EN 954-1:1996	5.4 Manuelles Rücksetzen
ISO 12100-2:2003	4.11.4: Wiederingangsetzen nach Ausfall der Energieversorgung/spontanes Wiederanlaufen

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.



Dieser Funktionsbaustein wählt die Betriebsart des Systems, z. B. manuell, automatisch, halbautomatisch usw.

Tab. 44: FB-Name: SF_ModeSelector

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_Mode0	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Eingang 0 von Betriebsartenschalter FALSE: Betriebsart 0 wird vom Bediener nicht angefordert. TRUE: Betriebsart 0 wird vom Bediener angefordert.
S_Mode1	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Eingang 1 von Betriebsartenschalter FALSE: Betriebsart 1 wird vom Bediener nicht angefordert. TRUE: Betriebsart 1 wird vom Bediener angefordert.
S_Mode2	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Eingang 2 von Betriebsartenschalter FALSE: Betriebsart 2 wird vom Bediener nicht angefordert. TRUE: Betriebsart 2 wird vom Bediener angefordert.
S_Mode3	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Eingang 3 von Betriebsartenschalter FALSE: Betriebsart 3 wird vom Bediener nicht angefordert. TRUE: Betriebsart 3 wird vom Bediener angefordert.
S_Mode4	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Eingang 4 von Betriebsartenschalter FALSE: Betriebsart 4 wird vom Bediener nicht angefordert. TRUE: Betriebsart 4 wird vom Bediener angefordert.
S_Mode5	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Eingang 5 von Betriebsartenschalter FALSE: Betriebsart 5 wird vom Bediener nicht angefordert. TRUE: Betriebsart 5 wird vom Bediener angefordert.

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
S_Mode6	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Eingang 6 von Betriebsartenschalter FALSE: Betriebsart 6 wird vom Bediener nicht angefordert. TRUE: Betriebsart 6 wird vom Bediener angefordert.
S_Mode7	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Eingang 7 von Betriebsartenschalter FALSE: Betriebsart 7 wird vom Bediener nicht angefordert. TRUE: Betriebsart 7 wird vom Bediener angefordert.
S_Unlock	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Sperrt die ausgewählte Betriebsart FALSE: Der Ist-Wert am Ausgang S_ModeXSel wird gesperrt; deshalb führt eine Veränderung an einem der Eingänge S_ModeX auch bei einer steigenden Flanke von SetMode nicht zu einer Veränderung des Ausgangs S_ModeXSel. TRUE: Der ausgewählte S_ModeXSel ist nicht gesperrt, eine Veränderung der Betriebsart ist möglich.
S_SetMode	BOOL	FALSE	Variable (oder Konstante FALSE, wenn AutoSetMode = TRUE) Setzt die ausgewählte Betriebsart Der Bediener quittiert die Wahl der Betriebsart. Jede Veränderung zu einem neuen S_ModeX = TRUE führt zu S_AnyModeSel/S_ModeXSel = FALSE; nur eine steigende SetMode-Flanke führt dann zu einem neuen S_ModeXSel = TRUE.
AutoSetMode	BOOL	FALSE	Konstante. Parametrierung der Quittierung der Betriebsartenwahl FALSE: Eine Änderung der Betriebsart muss vom Bediener über SetMode quittiert werden. TRUE: Eine gültige Änderung des Eingangs S_ModeX zu einem anderen S_ModeX führt automatisch zu einer Änderung von S_ModeXSel, ohne dass der Bediener dies durch SetMode quittieren muss (solange dies nicht durch S_Unlock gesperrt ist).
Reset	BOOL	FALSE	↳ *Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
ModeMonitorTime	TIME	T#0	Konstante. Max. zulässige Zeit für das Ändern des Auswahleingangs.
VAR_OUTPUT			
Ready	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
S_Mode0Sel	BOOL	FALSE	Gibt an, dass Betriebsart 0 gewählt und quittiert wurde. FALSE: Betriebsart 0 wurde nicht ausgewählt oder ist nicht aktiv. TRUE: Betriebsart 0 wurde ausgewählt oder ist aktiv.
S_Mode1Sel	BOOL	FALSE	Gibt an, dass Betriebsart 1 gewählt und quittiert wurde. FALSE: Betriebsart 1 wurde nicht ausgewählt oder ist nicht aktiv. TRUE: Betriebsart 1 wurde ausgewählt oder ist aktiv.
S_Mode2Sel	BOOL	FALSE	Gibt an, dass Betriebsart 2 gewählt und quittiert wurde. FALSE: Betriebsart 2 wurde nicht ausgewählt oder ist nicht aktiv. TRUE: Betriebsart 2 wurde ausgewählt oder ist aktiv.
S_Mode3Sel	BOOL	FALSE	Gibt an, dass Betriebsart 3 gewählt und quittiert wurde. FALSE: Betriebsart 3 wurde nicht ausgewählt oder ist nicht aktiv. TRUE: Betriebsart 3 wurde ausgewählt oder ist aktiv.
S_Mode4Sel	BOOL	FALSE	Gibt an, dass Betriebsart 4 gewählt und quittiert wurde. FALSE: Betriebsart 4 wurde nicht ausgewählt oder ist nicht aktiv. TRUE: Betriebsart 4 wurde ausgewählt oder ist aktiv.
S_Mode5Sel	BOOL	FALSE	Gibt an, dass Betriebsart 5 gewählt und quittiert wurde. FALSE: Betriebsart 5 wurde nicht ausgewählt oder ist nicht aktiv. TRUE: Betriebsart 5 wurde ausgewählt oder ist aktiv.

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
S_Mode6Sel	BOOL	FALSE	Gibt an, dass Betriebsart 6 gewählt und quittiert wurde. FALSE: Betriebsart 6 wurde nicht ausgewählt oder ist nicht aktiv. TRUE: Betriebsart 6 wurde ausgewählt oder ist aktiv.
S_Mode7Sel	BOOL	FALSE	Gibt an, dass Betriebsart 7 gewählt und quittiert wurde. FALSE: Betriebsart 7 wurde nicht ausgewählt oder ist nicht aktiv. TRUE: Betriebsart 7 wurde ausgewählt oder ist aktiv.
S_AnyModeSel	BOOL	FALSE	Gibt an, dass einer der 8 Modi ausgewählt und quittiert wurde. FALSE: Kein S_ModeX ausgewählt. TRUE: Einer der 8 S_ModeX ist ausgewählt und aktiv.
Error	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Hinweis: Das X in den Parametern "S_ModeX" oder "S_ModeXSel" ist ein Platzhalter für die Zahlen 0 bis 7.

Typische Zeitdiagramme

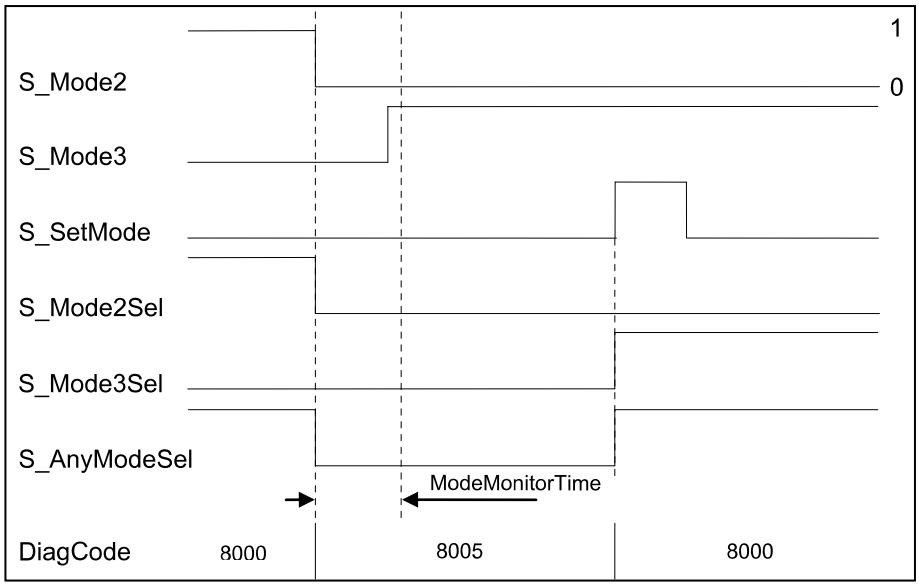


Abb. 86: Zeitdiagramm für SF_ModeSelector, gültige Änderung am Betriebsarten-Eingang mit Quittierung

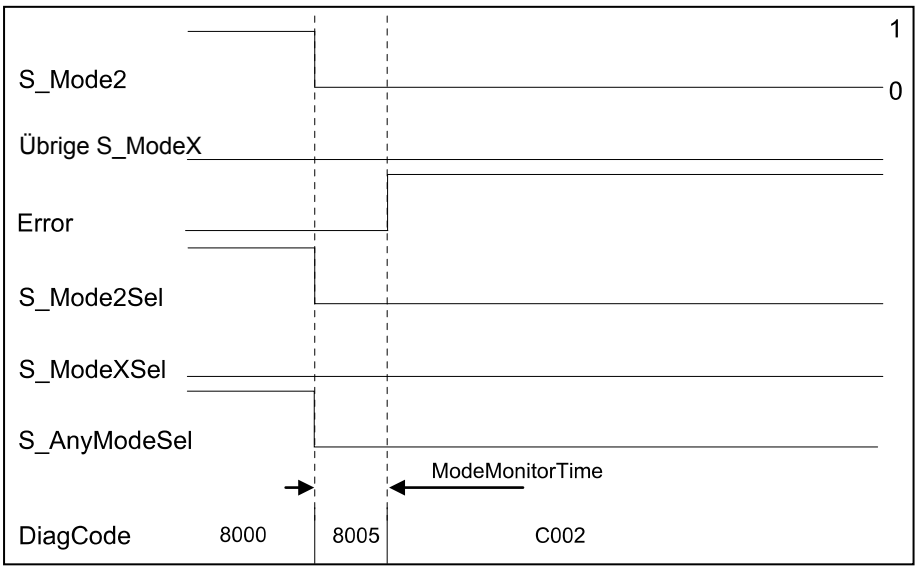


Abb. 87: Zeitdiagramm für SF_ModeSelector, Fehlerbedingung 2 an Betriebsarten-Eingängen

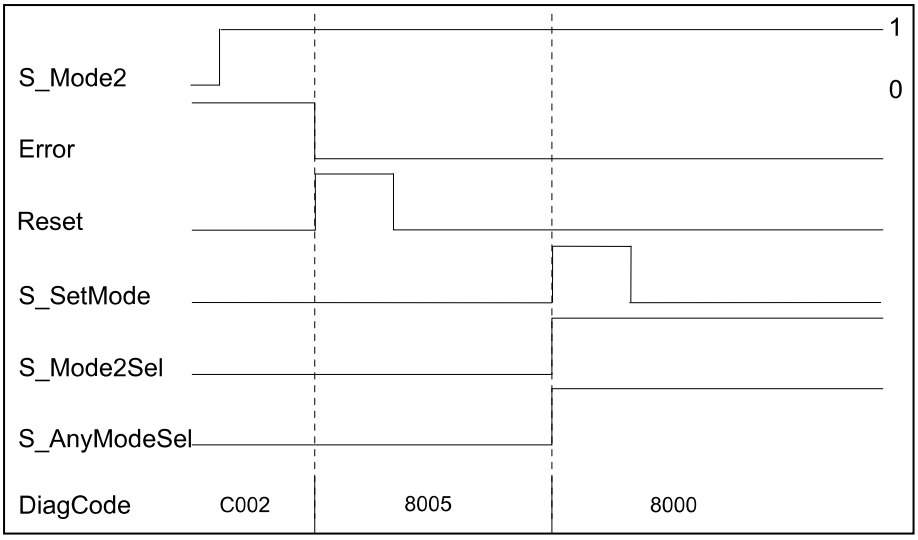


Abb. 88: Zeitdiagramm für SF_ModeSelector, Rücksetzen der Fehlerbedingung

Der Funktionsbaustein erkennt, wenn keiner der Betriebsarten-Eingänge gewählt wurde. Diese ungültige Bedingung wird nach Ablauf von ModeMonitorTime erkannt:

- Die Zeit startet mit jeder fallenden Flanke eines über S_ModeX geschalteten Betriebsarten-Eingangs neu
- Nach der Aktivierung des Funktionsbausteins liegt Zustand ModeChanged vor

Im Gegensatz dazu erkennt der Funktionsbaustein direkt, ob mehr als ein Betriebsarten-Eingang S_ModeX zur selben Zeit gewählt wurde.

Eine statische Rücksetzbedingung wird erkannt, wenn der Funktionsbaustein entweder im Fehlerzustand C001 oder C002 ist.

Verhalten im Fehlerfall

Bei einem Fehler werden die Ausgänge S_ModeXSel und S_AnyModeSel in den sicheren Zustand FALSE geschaltet. Der Ausgang DiagCode zeigt den relevanten Fehlercode an und der Fehlerausgang wird auf TRUE gesetzt.

Ein Fehler muss mit einer steigenden Flanke des Eingangs Reset BOOL quittiert werden. Der Funktionsbaustein wechselt vom Zustand Error in den Zustand ModeChanged.

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 45: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C001	Fehler Kurzschluss	Der Funktionsbaustein hat erkannt, dass zwei oder mehr S_ModeX auf TRUE gesetzt sind, z. B. durch einen Kurzschluss. Ready = TRUE Error = TRUE S_AnyModeSel = FALSE Alle S_ModeXSel = FALSE
C002	Fehler Drahtbruch	Der Funktionsbaustein hat erkannt, dass alle S_ModeX auf FALSE gesetzt sind: Die Zeit nach einer fallenden S_ModeX-Flanke überschreitet Mode-MonitorTime, z. B. durch Drahtbruch. Ready = TRUE Error = TRUE S_AnyModeSel = FALSE Alle S_ModeXSel = FALSE
C003	Fehler-Reset 1	Statisches Reset-Signal im Zustand C001. Ready = TRUE Error = TRUE S_AnyModeSel = FALSE Alle S_ModeXSel = FALSE
C004	Fehler-Reset 2	Statisches Reset-Signal im Zustand C002. Ready = TRUE Error = TRUE S_AnyModeSel = FALSE Alle S_ModeXSel = FALSE

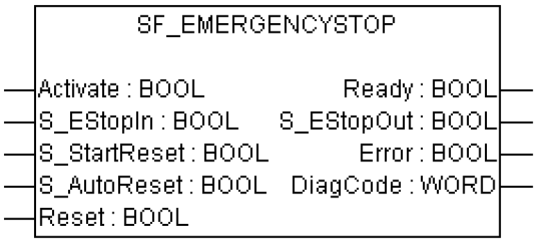
Tab. 46: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE Error = FALSE S_AnyModeSel = FALSE Alle S_ModeXSel = FALSE
8005	Modus-Änderung	Zustand nach Aktivierung oder wenn S_ModeX geändert wurde (wenn nicht gesperrt) oder nach dem Rücksetzen eines Fehlerzustands. Ready = TRUE Error = FALSE S_AnyModeSel = FALSE Alle S_ModeXSel = FALSE
8000	Modusauswahl	Gültige Modusauswahl, aber noch nicht gesperrt. Ready = TRUE Error = FALSE S_AnyModeSel = TRUE S_ModeXSel = Auswahl X ist TRUE, andere sind FALSE.
8004	Modus gesperrt	Gültige Modusauswahl ist gesperrt. Ready = TRUE Error = FALSE S_AnyModeSel = TRUE S_ModeXSel = Auswahl X ist TRUE, andere sind FALSE.

4.6.6.5 SF_EmergencyStop

Normen	Anforderungen
EN 418:1992	3. Definitionen 4.1.12 … Das Rücksetzen des Steuergerätes selbst darf keinen Wiederanlaufbefehl auslösen.
EN 954-1:1996	5.4 Manuelles Rücksetzen
ISO 12100-2:2003	4.11.4 Wiederingangsetzen nach Ausfall der Energieversorgung/spontanes Wiederanlaufen
IEC 60204-1, Ed. 5.0:2003	9.2.2. Stoppfunktionen

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.



Dieser Funktionsbaustein ist ein sicherheitsrelevanter Funktionsbaustein für die Überwachung eines Not-Halt-Tasters. Dieser Funktionsbaustein kann für Not-Halt (Nothalt der Kategorie 0) oder — mit zusätzlicher Unterstützung der Peripherie — als Not-Halt (Nothalt der Kategorien 1 oder 2) verwendet werden.

Tab. 47: FB-Name: SF_EmergencyStop

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_EStopIn	BOOL	FALSE	Eingang mit Sicherheitsanforderung. Variable. FALSE: Anforderung von sicherheitsgerichteter Antwort (z. B. Not-Halt-Taster betätigt). TRUE: Keine Anforderung von sicherheitsgerichteter Antwort (z. B. Not-Halt-Taster nicht betätigt).
S_StartReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_AutoReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
Reset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
VAR_OUTPUT			
Ready	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
S_EStopOut	BOOL	FALSE	Ausgang für die sicherheitsgerichtete Antwort. FALSE: Sicherheitsausgang deaktiviert. Anforderung von sicherheitsgerichteter Antwort (z. B. Not-Halt-Taster betätigt, Rücksetzen erforderlich oder interne Fehler liegen vor). TRUE: Sicherheitsausgang aktiviert. Keine Anforderung von sicherheitsgerichteter Antwort (z. B. Not-Halt-Taster nicht betätigt, keine internen Fehler).
Error	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Hinweis: Die folgenden in der Norm EN 418:1992 definierten Anforderungen müssen vom Anwender erfüllt werden (beim nachfolgenden Text handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der Norm):

- Kap. 4.1.4 Nach der Aktivierung des Stellglieds muss die Not-Aus-Ausrüstung in einer Weise funktionieren, dass die Gefahr abgewendet oder automatisch auf bestmögliche Art und Weise verringert wird.
- 4.1.7 Der Not-Aus-Befehl muss Vorrang vor allen anderen Befehlen haben.
- 4.1.12 Ein Rücksetzen des Steuergerätes darf nur als Folge einer manuellen Handlung am Steuergerät selbst möglich sein … Es darf nicht möglich sein, die Maschine neu zu starten, bevor alle betätigten Steuergeräte manuell, individuell und absichtlich zurückgesetzt wurden.

Typische Zeitdiagramme

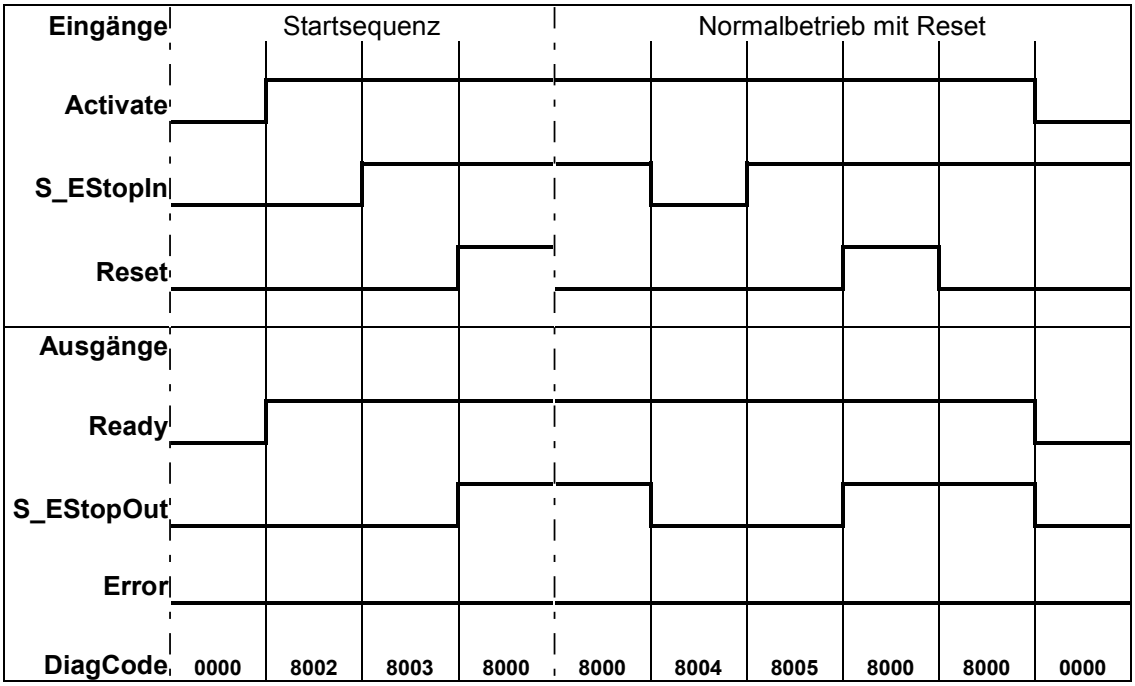


Abb. 89: Zeitdiagramm für SF_EmergencyStop: S_StartReset = FALSE; S_AutoReset = FALSE; Start, Reset, Normalbetrieb, Sicherheitsanforderung, Neustart

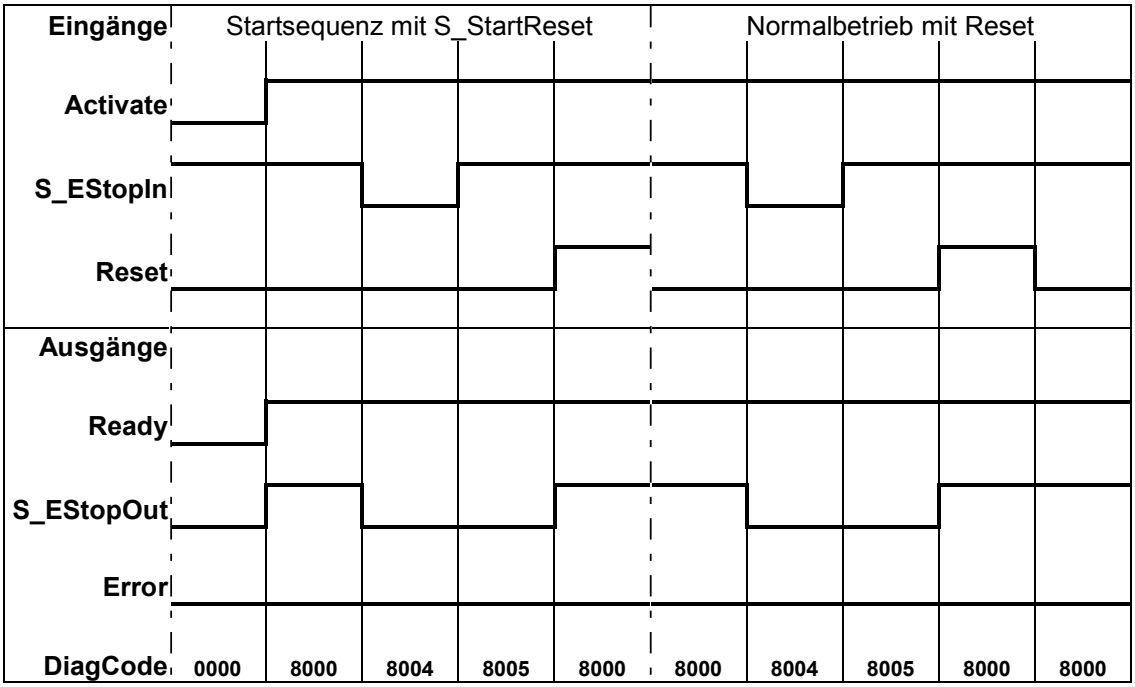


Abb. 90: Zeitdiagramm für SF_EmergencyStop: S_StartReset = TRUE; S_AutoReset = FALSE; Start, Normalbetrieb, Sicherheitsanforderung, Neustart

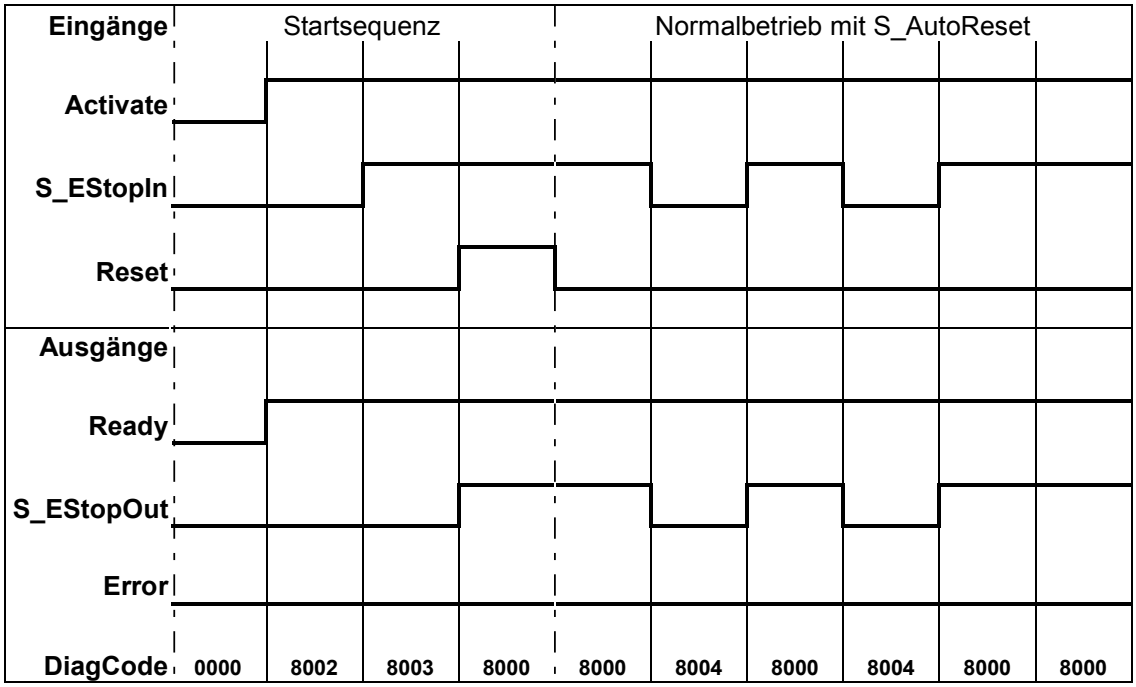


Abb. 91: Zeitdiagramm für SF_EmergencyStop: S_StartReset = FALSE; S_AutoReset = TRUE; Start, Normalbetrieb, Sicherheitsanforderung, Neustart

Der Funktionsbaustein erkennt ein statisches TRUE-Signal am Reset-Eingang.

Verhalten im Fehlerfall

S_EStopOut wird FALSE gesetzt. Bei einem statischen TRUE-Signal am Reset-Eingang zeigt der Ausgang DiagCode den relevanten Fehlercode an und der Fehlerausgang wird auf TRUE gesetzt.

Zum Verlassen der Fehlerzustände muss Reset auf FALSE gesetzt werden.

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 48: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C001	Fehler-Reset 1	Reset ist TRUE beim Warten auf S_EStopIn = TRUE. Ready = TRUE S_EStopOut = FALSE Error = TRUE
C002	Fehler-Reset 2	Reset ist TRUE beim Warten auf S_EStopIn = TRUE. Ready = TRUE S_EStopOut = FALSE Error = TRUE

Tab. 49: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

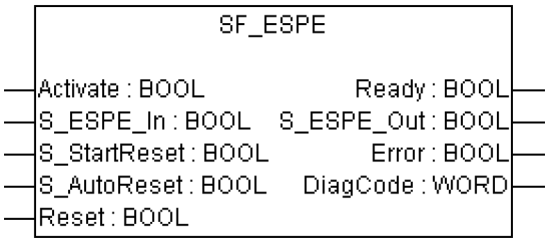
DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE S_EStopOut = FALSE Error = FALSE
8001	Init	Aktivierung ist TRUE. Der Funktionsbaustein wurde aktiviert. Prüfen Sie, ob S_StartReset erforderlich ist. Ready = TRUE S_EStopOut = FALSE Error = FALSE
8002	Warten auf S_EstopIn 1	Aktivierung ist TRUE. Prüfen Sie, ob Reset FALSE ist und warten Sie auf S_EStopIn = TRUE. Ready = TRUE S_EStopOut = FALSE Error = FALSE
8003	Warten auf Reset 1	Aktivierung ist TRUE. S_EStopIn = TRUE. Warten auf steigende Flanke von Reset. Ready = TRUE S_EStopOut = FALSE Error = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8004	Warten auf S_EstopIn 2	Aktivierung ist TRUE. Sicherheitsanforderung erkannt. Prüfen Sie, ob Reset FALSE ist und warten Sie auf S_EStopIn = TRUE. Ready = TRUE S_EStopOut = FALSE Error = FALSE
8005	Warten auf Reset 2	Aktivierung ist TRUE. S_EStopIn = TRUE. S_AutoReset prüfen oder auf steigende Flanke von Reset warten. Ready = TRUE S_EStopOut = FALSE Error = FALSE
8000	Sicherheits-ausgang akti-viert	Aktivierung ist TRUE. S_EStopIn = TRUE. Funktionsweise mit S_EStopOut = TRUE. Ready = TRUE S_EStopOut = TRUE Error = FALSE

4.6.6.6 SF_ESPE

Normen	Anforderungen
EN IEC 61496-1:2004	A.5.1 Anlaufsperre: Die Anlaufsperre muss verhindern, dass das (die) OSSD(s) in den EIN-Zustand geht (gehen), wenn die elektrische Versorgung eingeschaltet wird oder unterbrochen und wiederhergestellt wird. A.5.2: Ein Ausfall in der Anlaufsperre, der dazu führt, dass sie in den EIN-Zustand geht oder darin verbleibt, muss veranlassen, dass die BWS in den Verriegelungszustand geht oder dort verbleibt. A.6.1 Wiederanlaufsperre: … Der gesperrte Zustand muss beibehalten werden, bis die Wiederanlaufsperre manuell zurückgesetzt wird. Jedoch darf es nicht möglich sein, die Wiederanlaufsperre zurückzusetzen, während der Sensorteil aktiviert ist.
EN 954-1:1996	5.4 Manuelles Rücksetzen
ISO 12100-2:2003	4.11.4: Wiederingangsetzen nach Ausfall der Energieversorgung/spontanes Wiederanlaufen

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.



Dieser Funktionsbaustein ist ein sicherheitsrelevanter Funktionsbaustein für die Überwachung berührungslos wirkender Schutzeinrichtungen (BWS). Seine Funktion ist dieselbe wie bei SF_EmergencyStop. Das Ausgangssignal S_ESPE_Out wird FALSE, sobald der Eingang S_ESPE_In auf FALSE gesetzt wird. Das Ausgangssignal S_ESPE_Out wird nur TRUE, wenn der Eingang S_ESPE_In auf TRUE gesetzt wird und ein Reset durchgeführt wird. Die Reset-Aktivierung hängt von den definierten Eingängen S_StartReset, S_AutoReset und Reset ab.

Bei S_AutoReset = TRUE erfolgt eine automatische Quittierung.

Bei S_AutoReset = FALSE muss eine steigende Flanke am Reset-Eingang verwendet werden, um die Freigabe zu quittieren.

Bei S_StartReset = TRUE erfolgt eine automatische Quittierung; PES wird zum 1. Mal gestartet.

Bei S_StartReset = FALSE muss eine steigende Flanke am Reset-Eingang verwendet werden, um die Freigabe zu quittieren.

Die Eingänge S_StartReset und S_AutoReset dürfen nur aktiviert werden, wenn sichergestellt ist, dass vom PES-Start keine Gefahr ausgeht.

Die berührungslos wirkende Schutzeinrichtung (BWS) muss gemäß den Produktnormen EN IEC 61496-1, 2 und 3 und den erforderlichen Kategorien laut EN 954-1 gewählt werden.

Tab. 50: FB-Name: SF_ESPE

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_ESPE_In	BOOL	FALSE	Eingang mit Sicherheitsanforderung. Variable. FALSE: BWS betätigt, Anforderung von sicherheitsgerichteter Antwort. TRUE: BWS nicht betätigt, keine Anforderung von sicherheitsgerichteter Antwort. Die Sicherheitssteuerung muss fähig sein, eine sehr kurze Unterbrechung des Sensors zu erkennen (laut 61496-1: min. 80 ms), wenn die berührungslos wirkende Schutzeinrichtung als Auslöser in Anwendungen verwendet wird.
S_StartReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_AutoReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
Reset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
VAR_OUTPUT			
Ready	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
S_ESPE_Out	BOOL	FALSE	Ausgang für die sicherheitsgerichtete Antwort. FALSE: Sicherheitsausgang deaktiviert. Anforderung von sicherheitsgerichteter Antwort (z. B. Rücksetzen erforderlich oder interne Fehler liegen vor). TRUE: Sicherheitsausgang aktiviert. Keine Anforderung von sicherheitsgerichteter Antwort.
Error	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Typische Zeitdiagramme

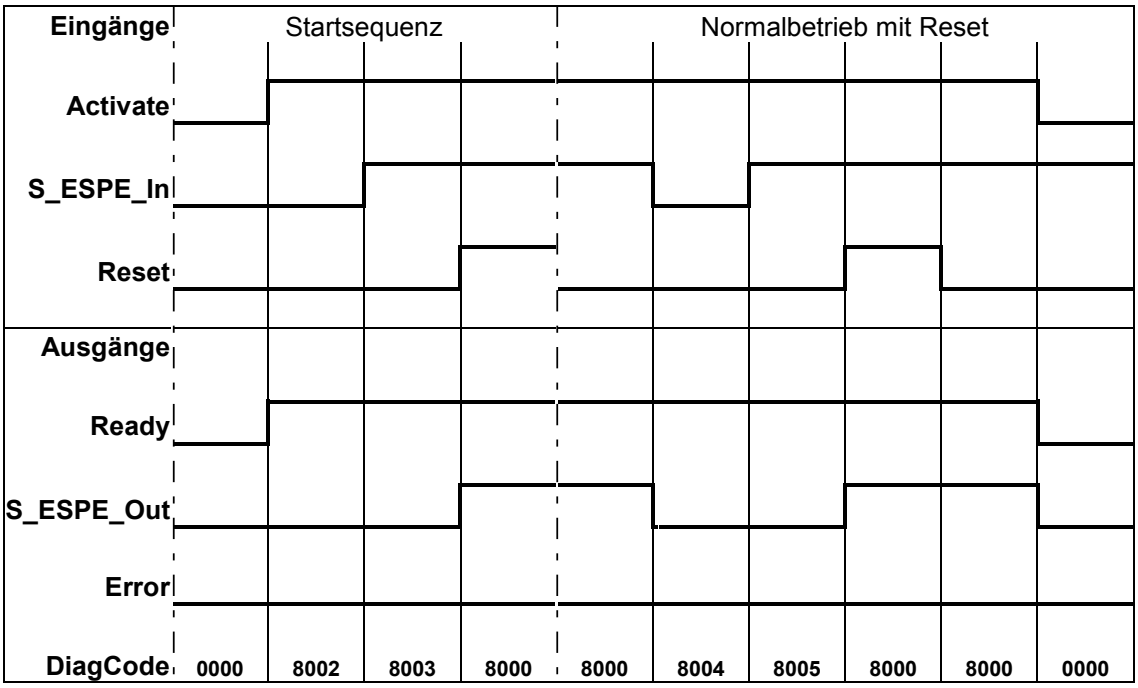


Abb. 92: Zeitdiagramm für SF_ESPE: S_StartReset = FALSE; S_AutoReset = FALSE; Start, Reset, Normalbetrieb, Sicherheitsanforderung, Neustart

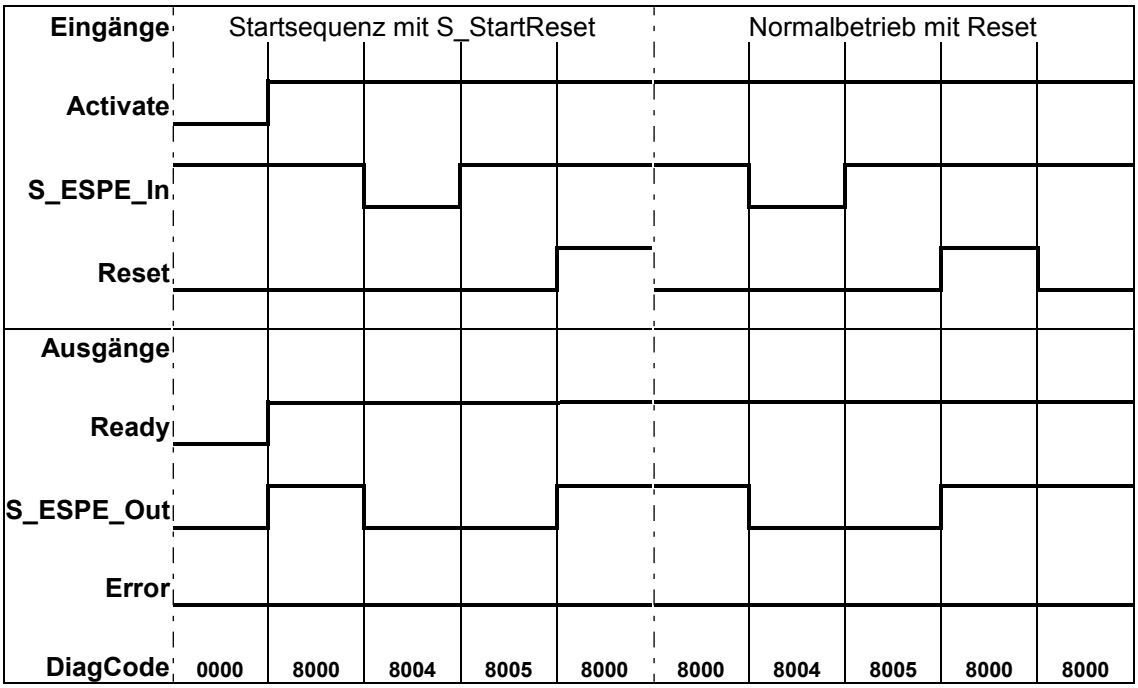


Abb. 93: Zeitdiagramm für SF_ESPE: S_StartReset = TRUE; S_AutoReset = FALSE; Start, Normalbetrieb, Sicherheitsanforderung, Neustart

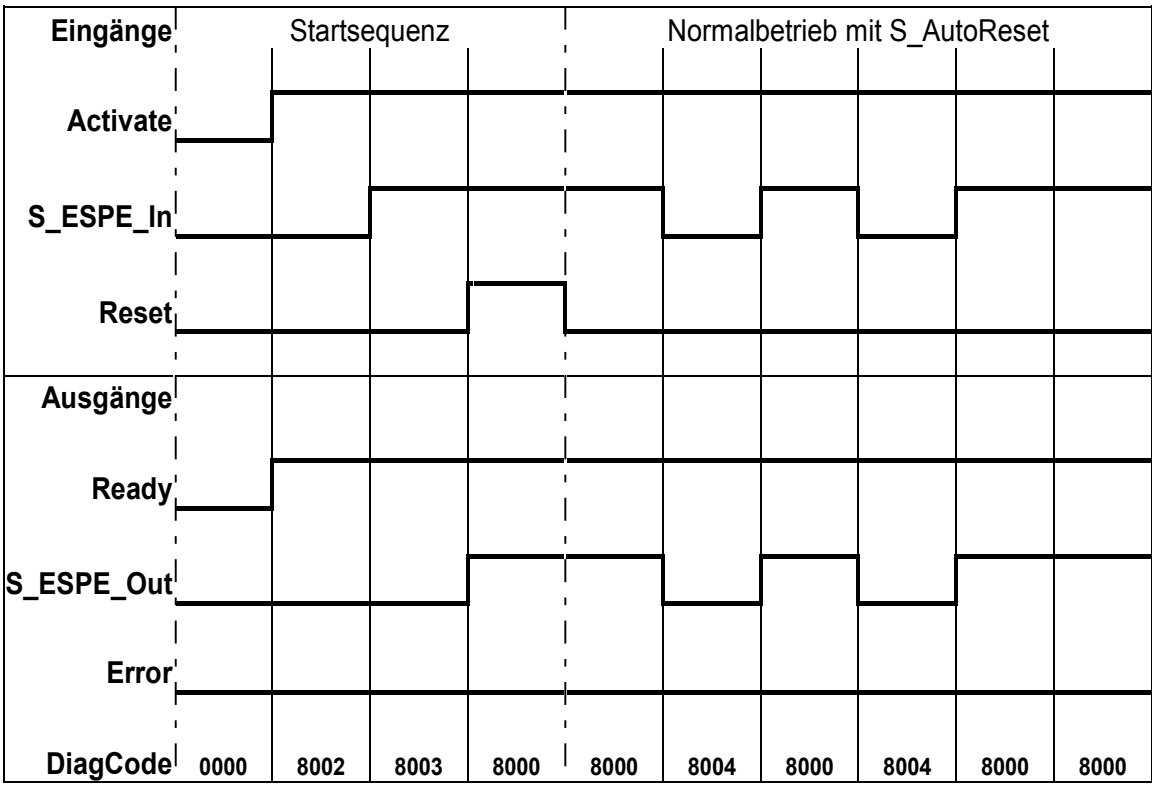


Abb. 94: Zeitdiagramm für SF_ESPE: S_StartReset = FALSE; S_AutoReset = TRUE; Start, Normalbetrieb, Sicherheitsanforderung, Neustart

Der Funktionsbaustein erkennt ein statisches TRUE-Signal am Reset-Eingang.

Verhalten im Fehlerfall

S_ESPE_Out wird auf FALSE gesetzt. Bei einem statischen TRUE-Signal am Reset-Eingang zeigt der Ausgang DiagCode den relevanten Fehlercode an und der Fehlerausgang wird auf TRUE gesetzt.

Zum Verlassen der Fehlerzustände muss Reset auf FALSE gesetzt werden.

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 51: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C001	Fehler-Reset 1	Reset ist TRUE beim Warten auf S_ESPEIn = TRUE. Ready = TRUE S_ESPE_Out = FALSE Error = TRUE
C002	Fehler-Reset 2	Reset ist TRUE beim Warten auf S_ESPEIn = TRUE. Ready = TRUE S_ESPE_Out = FALSE Error = TRUE

Tab. 52: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

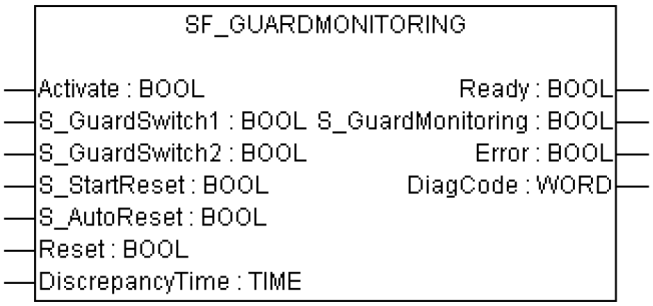
DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE S_ESPE_Out = FALSE Error = FALSE
8001	Init	Aktivierung ist TRUE. Der Funktionsbaustein wurde aktiviert. Prüfen Sie, ob S_StartReset erforderlich ist. Ready = TRUE S_ESPE_Out = FALSE Error = FALSE
8002	Warten auf S_ESPE_In 1	Aktivierung ist TRUE. Prüfen Sie, ob Reset FALSE ist und warten Sie auf S_ESPEIn = TRUE. Ready = TRUE S_ESPE_Out = FALSE Error = FALSE
8003	Warten auf Reset 1	Aktivierung ist TRUE. S_ESPE_In = TRUE. Warten auf steigende Flanke von Reset. Ready = TRUE S_ESPE_Out = FALSE Error = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8004	Warten auf S_ESPE_In 2	Aktivierung ist TRUE. Sicherheitsanforderung erkannt. Prüfen Sie, ob Reset FALSE ist und warten Sie auf S_ESPEIn = TRUE. Ready = TRUE S_ESPE_Out = FALSE Error = FALSE
8005	Warten auf Reset 2	Aktivierung ist TRUE. S_ESPE_In = TRUE. S_AutoReset prüfen oder auf steigende Flanke von Reset warten. Ready = TRUE S_ESPE_Out = FALSE Error = FALSE
8000	Sicherheits-ausgang akti-viert	Aktivierung ist TRUE. S_ESPE_In = TRUE. Funktionsweise mit S_ESPEOut = TRUE. Ready = TRUE S_ESPE_Out = TRUE Error = FALSE

4.6.6.7 SF_GuardMonitoring

Normen	Anforderungen
EN 953:1997	3.3.3 Trennende Schutzeinrichtung mit Startfunktion ■ Die von der Schutzeinrichtung „abgedeckten“ gefährlichen Maschinenfunktionen können nicht ausgeführt werden, solange die Schutzeinrichtung geöffnet ist; ■ Das Schließen der Schutzeinrichtung ermöglicht den Betrieb der gefährlichen Maschinenfunktion(en).
EN 1088:1995	3.2 Verriegelnde Schutzeinrichtung ■ Die von der Schutzeinrichtung „abgedeckten“ gefährlichen Maschinenfunktionen können nicht ausgeführt werden, solange die Schutzeinrichtung geöffnet ist; ■ Wenn die Schutzeinrichtung während der Ausführung der gefährlichen Maschinenfunktionen geöffnet wird, führt dies zur Ausgabe eines Stoppbefehls; ■ Wenn die Schutzeinrichtung geschlossen ist, können die von der Schutzeinrichtung „abgedeckten“ gefährlichen Maschinenfunktionen ausgeführt werden, wobei das Schließen der Schutzeinrichtung selbst nicht deren Betrieb einleitet;
EN 954-1:1996	5.4 Manuelles Rücksetzen
ISO 12100-2:2003	4.11.4 Wiederingangsetzen nach Ausfall der Energieversorgung/spontanes Wiederanlaufen

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.



Dieser Funktionsbaustein überwacht die relevante Schutzeinrichtung. Es gibt zwei unabhängige Eingangsparameter für zwei Schaltelemente an der Schutzeinrichtung, gekoppelt mit einer Zeitdifferenz (Monitoring-Time) zum Schließen der Schutzeinrichtung.

Der Funktionsbaustein erfordert bei Schutzeinrichtungen mit zwei Schaltelementen zwei Eingänge, die die Position der Schutzeinrichtung anzeigen (laut EN 1088): die Eingänge DiscrepancyTime und Reset. Wenn die Schutzeinrichtung nur über ein Schaltelement verfügt, können die Eingänge S_GuardSwitch1 und S_GuardSwitch2 überbrückt werden. Die Überwachungszeit ist die maximale Zeit, die für eine Antwort beider Schaltelemente nach Schließen der Schutzeinrichtung erforderlich ist. Die Eingänge Reset, S_StartReset und S_AutoReset legen fest, wie der Funktionsbaustein zurückgesetzt wird, nachdem die Schutzeinrichtung geöffnet wurde.

Beim Öffnen der Schutzeinrichtung sollten die beiden Eingänge S_GuardSwitch1 und S_GuardSwitch2 auf FALSE schalten. Der Ausgang S_GuardMonitoring schaltet auf FALSE, sobald eines der Schaltelemente auf FALSE gesetzt wird. Beim Schließen der Schutzeinrichtung sollten die beiden Eingänge S_GuardSwitch1 und S_GuardSwitch2 auf TRUE schalten.

Dieser Funktionsbaustein überwacht die Symmetrie des Schaltverhaltens der zwei Schaltelemente. Der Ausgang S_GuardMonitoring bleibt FALSE, wenn nur einer der Kontakte das Öffnen/Schließen beendet hat.

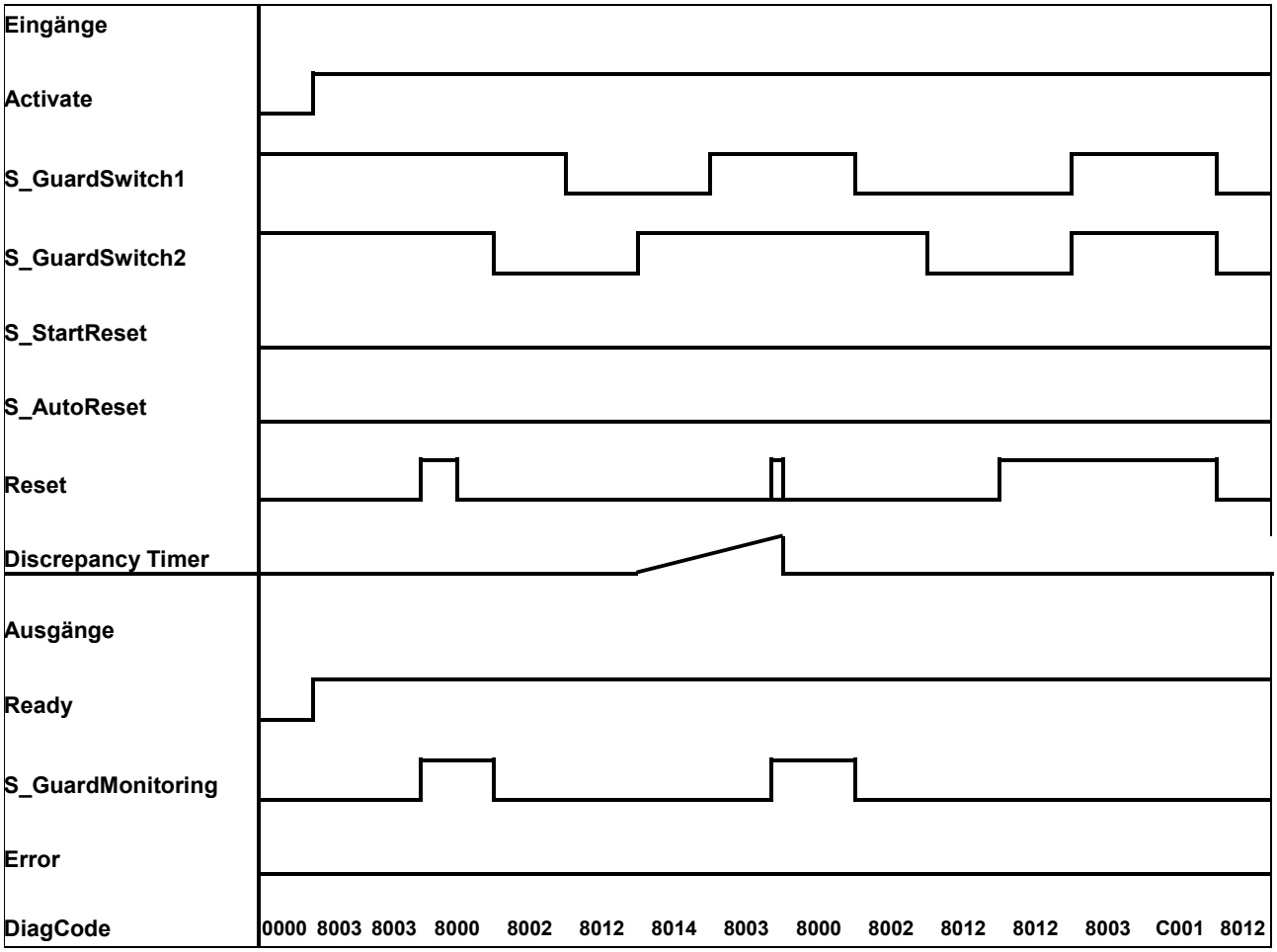
Das Verhalten des Ausgangs S_GuardMonitoring hängt von der Zeitdifferenz zwischen den schaltenden Eingängen ab. Die Diskrepanzzeit wird überwacht, sobald der Wert der beiden Eingänge S_GuardSwitch1 und S_GuardSwitch2 sich unterscheidet. Wenn DiscrepancyTime abgelaufen ist, aber die Eingänge sich weiterhin unterscheiden, bleibt der Ausgang S_GuardMonitoring FALSE. Wenn der zweite Eingang (S_GuardSwitch1 bzw. S_GuardSwitch2) innerhalb des für DiscrepancyTime festgelegten Wertes auf TRUE schaltet, wird der Ausgang S_GuardMonitoring nach Quittierung auch auf TRUE gesetzt.

Die Eingänge S_StartReset und S_AutoReset dürfen nur aktiviert werden, wenn sichergestellt ist, dass vom PES-Start keine Gefahr ausgeht.

Tab. 53: FB-Name: SF_GuardMonitoring

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_GuardSwitch1	BOOL	FALSE	Variable. Eingang des Schaltelements 1 der Schutzeinrichtung. FALSE: Schutzeinrichtung ist offen. TRUE: Schutzeinrichtung ist geschlossen.
S_GuardSwitch2	BOOL	FALSE	Variable. Eingang des Schaltelements 2 der Schutzeinrichtung. FALSE: Schutzeinrichtung ist offen. TRUE: Schutzeinrichtung ist geschlossen.
DiscrepancyTime	TIME	T#0ms	Konstante. Konfiguriert die überwachte Synchronzeit zwischen S_GuardSwitch1 und S_GuardSwitch2.
S_StartReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290* – Nur Konstante
S_AutoReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290* – Nur Konstante
Reset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
VAR_OUTPUT			
Ready	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
S_GuardMonitoring	BOOL	FALSE	Ausgang, der den Zustand der Schutzeinrichtung angibt. FALSE: Schutzeinrichtung ist nicht aktiv. TRUE: Beide S_GuardSwitches sind TRUE, kein Fehler und Quittierung. Schutzeinrichtung ist aktiv.
Error	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Typische Zeitdiagramme



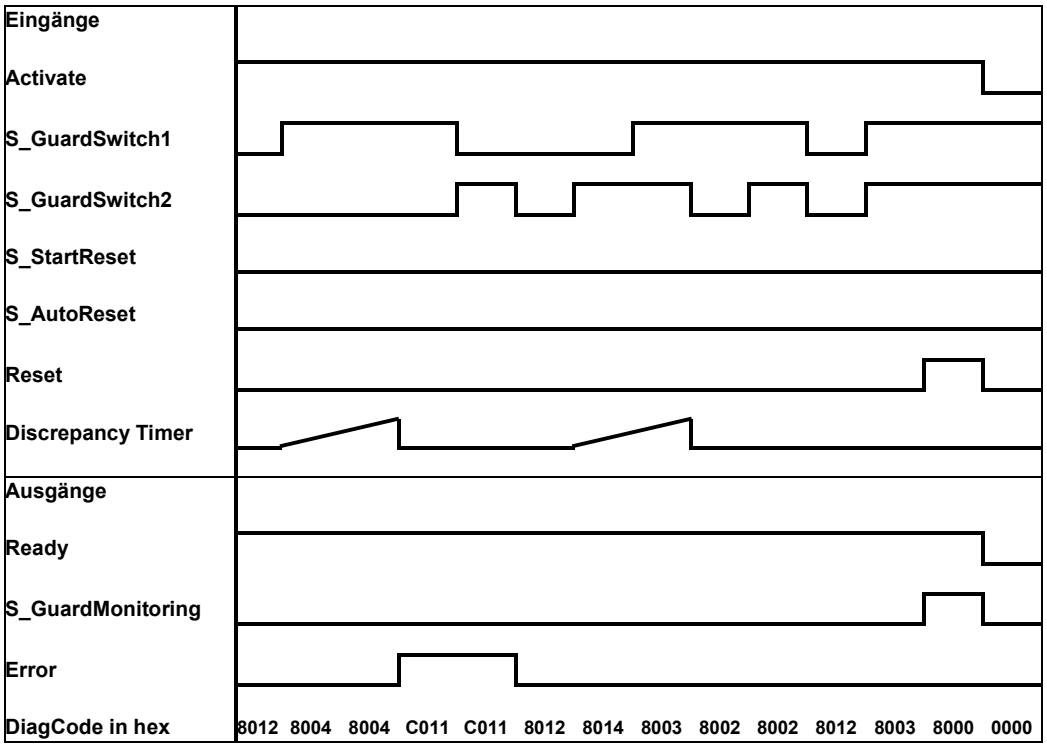


Abb. 95: Zeitdiagramme für SF_GuardMonitoring

Externe Signale: Der mechanische Aufbau kombiniert ein öffnendes und schließendes Schaltelement laut EN 954 (Schutzeinrichtung mit zwei Schaltelementen). Die Diskrepanzzeit für die Zeitspanne zwischen der mechanischen Reaktion der beiden Schaltelemente laut EN 954 (gilt als Erkennung eines "Anwendungsfehlers", d. h. durch die Anwendung generiert) wird überwacht.

Ein Fehler wird festgestellt, wenn die Zeitspanne zwischen erstem S_GuardSwitch1/S_GuardSwitch2-Eingang und dem zweiten länger ist als der Wert für den DiscrepancyTime-Eingang. Der Fehlerausgang wird auf TRUE gesetzt.

Der Funktionsbaustein erkennt ein statisches TRUE-Signal am Reset-Eingang.

Verhalten im Fehlerfall und bei Reset

Der Ausgang S_GuardMonitoring wird auf FALSE gesetzt. Wenn die zwei Eingänge S_GuardSwitch1 und S_GuardSwitch2 überbrückt sind, wird kein Fehler festgestellt. Um den Zustand "Fehler-Reset" zu verlassen, muss der RESET-Eingang auf FALSE gesetzt werden. Um die Diskrepanzzeit-Fehler zu verlassen, müssen die beiden Eingänge S_GuardSwitch1 und 2 beide FALSE sein.

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 54: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C001	Fehler-Reset	Statisches Reset im Zustand 8003 erkannt. Ready = TRUE S_GuardMonitoring = FALSE Error = TRUE
C011	Diskrepanz-zeit-Fehler 1	DiscrepancyTime abgelaufen im Zustand 8004. Ready = TRUE S_GuardMonitoring = FALSE Error = TRUE
C012	Diskrepanz-zeit-Fehler 2	DiscrepancyTime abgelaufen im Zustand 8014. Ready = TRUE S_GuardMonitoring = FALSE Error = TRUE

Tab. 55: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

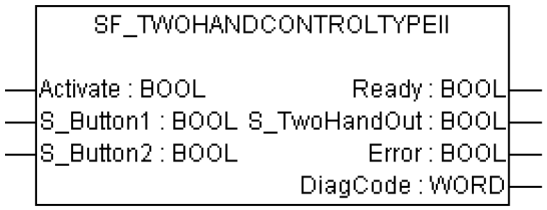
DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE S_GuardMonitoring = FALSE Error = FALSE
8000	Normal	Schutzeinrichtung geschlossen und sicherer Zustand quittiert. Ready = TRUE S_GuardMonitoring = TRUE Error = FALSE
8001	Init	Der Funktionsbaustein wurde aktiviert. Ready = TRUE S_GuardMonitoring = FALSE Error = FALSE
8002	Anforderung für offene Schutzeinrich-tung	Komplette Schaltfolge erforderlich. Ready = TRUE S_GuardMonitoring = FALSE Error = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8003	Warten auf Reset	Warten auf steigende Flanke an Reset. Ready = TRUE S_GuardMonitoring = FALSE Error = FALSE
8012	Schutzeinrich-tung offen	Schutzeinrichtung komplett geöffnet. Ready = TRUE S_GuardMonitoring = FALSE Error = FALSE
8004	Warten auf GuardSwitch2	S_GuardSwitch1 wurde auf TRUE gesetzt - warten auf S_GuardSwitch2; Diskrepanz-Timer gestartet. Ready = TRUE S_GuardMonitoring = FALSE Error = FALSE
8014	Warten auf GuardSwitch1	S_GuardSwitch2 wurde auf TRUE gesetzt - warten auf S_GuardSwitch1; Diskrepanz-Timer gestartet. Ready = TRUE S_GuardMonitoring = FALSE Error = FALSE
8005	Schutzeinrich-tung geschlossen	Schutzeinrichtung ist geschlossen. Warten auf Reset, wenn S_AutoReset = FALSE. Ready = TRUE S_GuardMonitoring = FALSE Error = FALSE

4.6.6.8 SF_TwoHandControlTypeII

Normen	Anforderungen
EN 574:1996	Satz 4, Tabelle 1, Typ II. 5.1 Verwendung beider Hände / gleichzeitige Betätigung. 5.2 Zusammenhang zwischen Ausgangs- und Eingangssignalen. 5.3 Abschluss des Ausgangssignals. 5.6 Wiederaufnahme des Ausgangssignals. 6.3 Anwendung von DIN EN 954-1 Kategorie 3 (Kann nur mit Öffnern und Schließern zusammen mit antivalenter Verarbeitung umgesetzt werden)
ISO 12100-2:2003	4.11.4: Wiederingangsetzen nach Ausfall der Energieversorgung/spontanes Wiederan-laufen

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.



Dieser Funktionsbaustein bietet die Funktionalität der Zweihandbedienung (↳ *EN 574, Abschnitt 4, Typ II*).

Dieser Funktionsbaustein bietet die Funktionalität der Zweihandbedienung (siehe EN 574, Abschnitt 4, Typ II). Wenn S_Button1 und S_Button2 in einer korrekten Reihenfolge auf TRUE gesetzt werden, wird der Ausgang S_TwoHandOut auch auf TRUE gesetzt. Der Funktionsbaustein kontrolliert auch das Loslassen der beiden Taster, bevor der Ausgang S_TwoHandOut erneut auf TRUE gesetzt wird.

Tab. 56: FB-Name: SF_TwoHandControlTypeII

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_Button1	BOOL	FALSE	Variable. Eingang von Taster 1 (für Kategorie 3 oder 4: zwei antivalente Kontakte) FALSE: Taster 1 losgelassen. TRUE: Taster 1 betätigt.
S_Button2	BOOL	FALSE	Variable. Eingang von Taster 2 (für Kategorie 3 oder 4: zwei antivalente Kontakte) FALSE: Taster 2 losgelassen. TRUE: Taster 2 betätigt.
VAR_OUTPUT			
Ready	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
S_TwoHandOut	BOOL	FALSE	Sicherheitsgerichtetes Ausgangssignal. FALSE: Keine korrekte Zweihandbedienung. TRUE: Die Eingänge S_Button1 und S_Button2 sind TRUE und es liegt kein Fehler vor. Korrekte Zweihandbedienung.
Error	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Hinweis: Kein Reset-Eingang oder Error-Ausgang erforderlich, weil kein Test an beiden Schaltelementen durchgeführt werden kann.

Typisches Zeitdiagramm

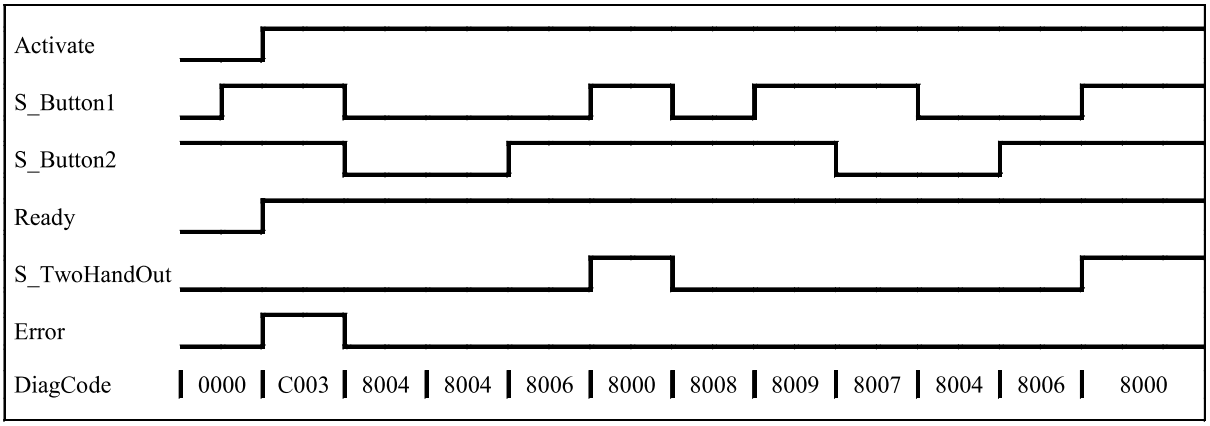


Abb. 96: Zeitdiagramm für SF_TwoHandControlTypeII

Nach Aktivierung des Funktionsbausteins wird jeder Taster, für den es ein TRUE-Signal gibt, als ungültige Einstellung des Eingangs erkannt, was zu einem Fehler führt.

Verhalten im Fehlerfall

Bei einem Fehler wird der Ausgang S_TwoHandOut auf FALSE gesetzt und bleibt in diesem sicheren Zustand.

Der Fehlerzustand ist beendet, wenn beide Taster losgelassen (auf FALSE gesetzt) werden.

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 57: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C001	Fehler B1	S_Button1 war TRUE bei Aktivierung des Funktionsbausteins. Ready = TRUE Error = TRUE S_TwoHandOut = FALSE
C002	Fehler B2	S_Button2 war TRUE bei Aktivierung des Funktionsbausteins. Ready = TRUE Error = TRUE S_TwoHandOut = FALSE
C003	Fehler B1&B2	Die Signale an S_Button1 und S_Button2 waren TRUE bei Aktivierung des Funktionsbausteins. Ready = TRUE Error = TRUE S_TwoHandOut = FALSE

Tab. 58: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

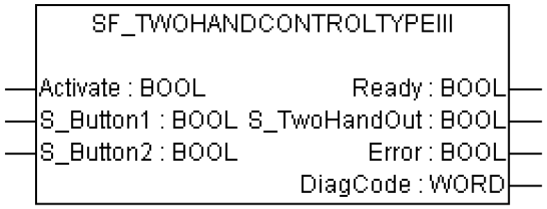
DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE
8000	Taster betätigt	Beide Taster korrekt betätigt. Der Sicherheitsausgang wird aktiviert. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = TRUE
8001	Init	Der Funktionsbaustein ist aktiv, aber im Zustand Init. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE
8004	Taster losge-lassen	Kein Taster betätigt. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8005	Taster 1 betätigt	Nur Taster 1 ist betätigt. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE
8006	Taster 2 betätigt	Nur Taster 2 ist betätigt. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE
8007	Taster 2 losgelassen	Der Sicherheitsausgang wurde aktiviert und wieder deaktiviert. FALSE bei S_Button1 und S_Button2 wurde nicht erreicht nach dem Deaktivieren des Sicherheitsausgangs. In diesem Zustand ist S_Button1 TRUE und S_Button2 FALSE nach dem Deaktivieren des Sicherheitsausgangs. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE
8008	Taster 1 losgelassen	Der Sicherheitsausgang wurde aktiviert und wieder deaktiviert. FALSE bei S_Button1 und S_Button2 wurde nicht erreicht nach dem Deaktivieren des Sicherheitsausgangs. In diesem Zustand ist S_Button1 FALSE und S_Button2 TRUE nach dem Deaktivieren des Sicherheitsausgangs. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE
8009	Verriegelt Aus	Der Sicherheitsausgang wurde aktiviert und wieder deaktiviert. FALSE bei S_Button1 und S_Button2 wurde nicht erreicht nach dem Deaktivieren des Sicherheitsausgangs. In diesem Zustand ist S_Button1 TRUE und S_Button2 TRUE nach dem Deaktivieren des Sicherheitsausgangs. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE
8019	Verriegelt Ein	Nicht korrekte Betätigung der Taster. Warten auf das Loslassen beider Taster. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE

4.6.6.9 SF_TwoHandControlTypeIII

Normen	Anforderungen
EN 574:1996	Satz 4, Tabelle 1, Typ III A; B; C. 5.1 Verwendung beider Hände / gleichzeitige Betätigung. 5.2 Zusammenhang zwischen Ausgangs- und Eingangssignalen. 5.3 Abschluss des Ausgangssignals. 5.6 Wiederaufnahme des Ausgangssignals. 5.7 Synchrone Betätigung. 6.2 Anwendung von DIN EN 954-1 Kategorie 1. 6.3 Anwendung von DIN EN 954-1 Kategorie 3 (Kann nur mit Öffnern und Schließern zusammen mit antivalenter Verarbeitung umgesetzt werden) 6.4 Anwendung von DIN EN 954-1 Kategorie 4 (Kann nur mit Öffnern und Schließern zusammen mit antivalenter Verarbeitung umgesetzt werden)
ISO 12100-2:2003	4.11.4: Wiederingangsetzen nach Ausfall der Energieversorgung/spontanes Wiederanlaufen

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.



Dieser Funktionsbaustein bietet die Funktionalität der Zweihandbedienung (siehe EN 574, Abschnitt 4, Typ III. Der fest definierte Zeitunterschied ist 500 ms).

Dieser Funktionsbaustein bietet die Funktionalität der Zweihandbedienung (siehe EN 574, Abschnitt 4, Typ III). Wenn S_Button1 und S_Button2 in einer korrekten Reihenfolge innerhalb von 500 ms auf TRUE gesetzt werden, wird der Ausgang S_TwoHandOut auch auf TRUE gesetzt. Der Funktionsbaustein kontrolliert auch das Loslassen der beiden Taster, bevor der Ausgang S_TwoHandOut erneut auf TRUE gesetzt wird.

Tab. 59: FB-Name: SF_TwoHandControlTypeIII

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_Button1	BOOL	FALSE	Variable. Eingang von Taster 1 (für Kategorie 3 oder 4: zwei antivalente Kontakte) FALSE: Taster 1 losgelassen. TRUE: Taster 1 betätigt.
S_Button2	BOOL	FALSE	Variable. Eingang von Taster 2 (für Kategorie 3 oder 4: zwei antivalente Kontakte) FALSE: Taster 2 losgelassen. TRUE: Taster 2 betätigt.
VAR_OUTPUT			
Ready	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
S_TwoHandOut	BOOL	FALSE	Sicherheitsgerichtetes Ausgangssignal. FALSE: Keine korrekte Zweihandbedienung. TRUE: Die Eingänge S_Button1 und S_Button2 wechselten innerhalb von 500 ms von FALSE auf TRUE und kein Fehler lag vor. Die Zweihandbedienung erfolgte korrekt.
Error	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Hinweis: Kein Reset-Eingang oder Error-Ausgang erforderlich, weil kein Test an beiden Schaltelementen durchgeführt werden kann.

Typisches Zeitdiagramm

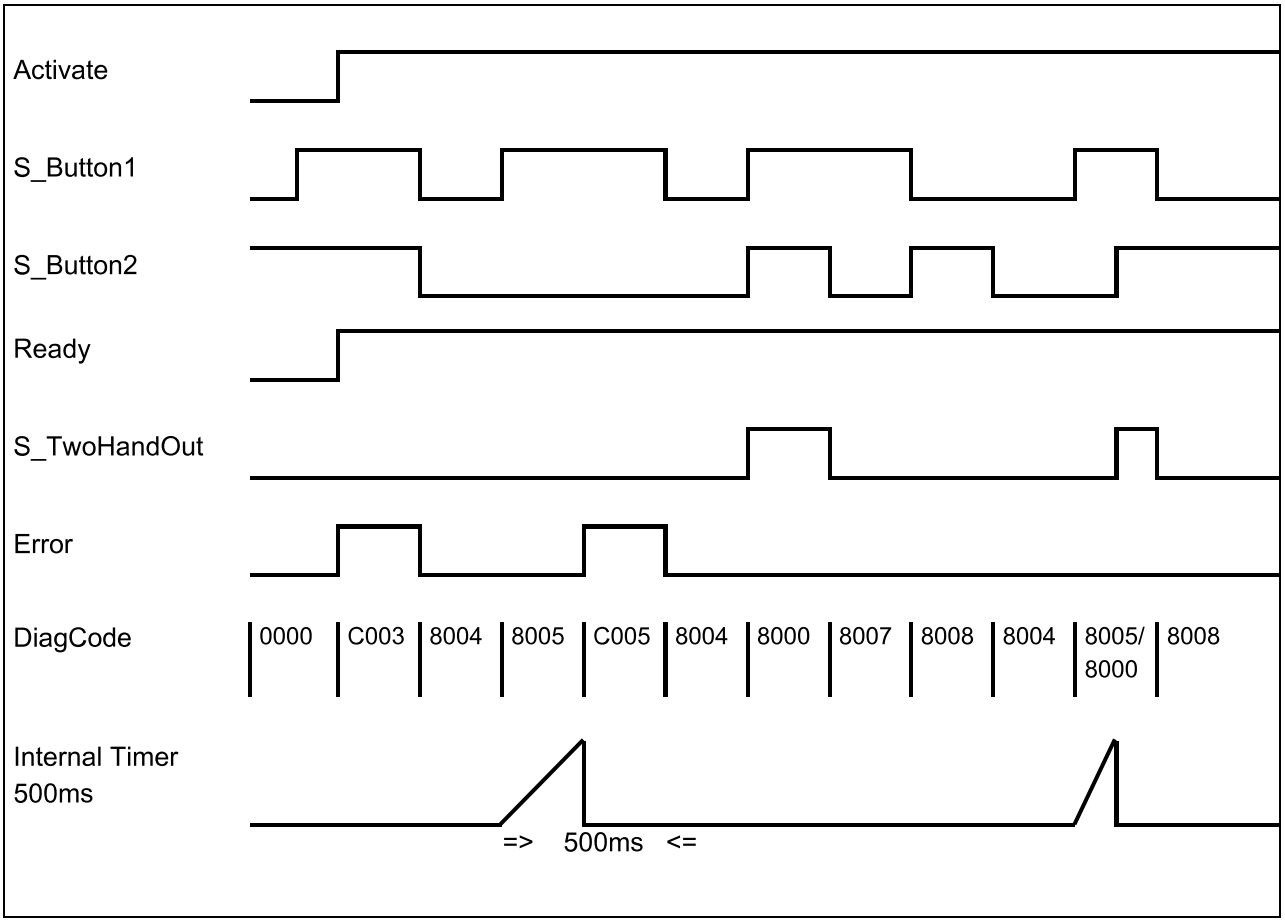


Abb. 97: Zeitdiagramm für SF_TwoHandControlTypeIII

Nach Aktivierung des Funktionsbausteins wird jeder Taster, für den es ein TRUE-Signal gibt, als ungültige Einstellung des Eingangs erkannt, was zu einem Fehler führt. Der Funktionsbaustein erkennt, wenn der Unterschied zwischen den Eingangssignalen mehr als 500 ms beträgt.

Verhalten im Fehlerfall

Bei einem Fehler wird der Ausgang S_TwoHandOut auf FALSE gesetzt und bleibt in diesem sicheren Zustand.

Der Fehlerzustand ist beendet, wenn beide Taster losgelassen (auf FALSE gesetzt) werden.

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 60: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C001	Fehler 1 B1	S_Button1 war TRUE bei Aktivierung des Funktionsbausteins. Ready = TRUE Error = TRUE S_TwoHandOut = FALSE
C002	Fehler 1 B2	S_Button2 war TRUE bei Aktivierung des Funktionsbausteins. Ready = TRUE Error = TRUE S_TwoHandOut = FALSE
C003	Fehler 1 B1&B2	Die Signale an S_Button1 und S_Button2 waren TRUE bei Aktivierung des Funktionsbausteins. Ready = TRUE Error = TRUE S_TwoHandOut = FALSE
C004	Fehler 2 B1	S_Button1 war FALSE und S_Button2 war TRUE nach 500 ms in Zustand 8005. Ready = TRUE Error = TRUE S_TwoHandOut = FALSE
C005	Fehler 2 B2	S_Button1 war TRUE und S_Button2 war FALSE nach 500 ms in Zustand 8005. Ready = TRUE Error = TRUE S_TwoHandOut = FALSE
C006	Fehler 2 B1&B2	S_Button1 war TRUE und S_Button2 war TRUE nach 500 ms in Zustand 8005 oder 8006. Dieser Zustand ist nur möglich, wenn die Zustände der Eingänge (S_Button1 und S_Button2) simultan von divergent auf konvergent (beide TRUE) schalten und wenn der Timer (500 ms) im gleichen Zyklus abgelaufen ist. Ready = TRUE Error = TRUE S_TwoHandOut = FALSE

Tab. 61: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

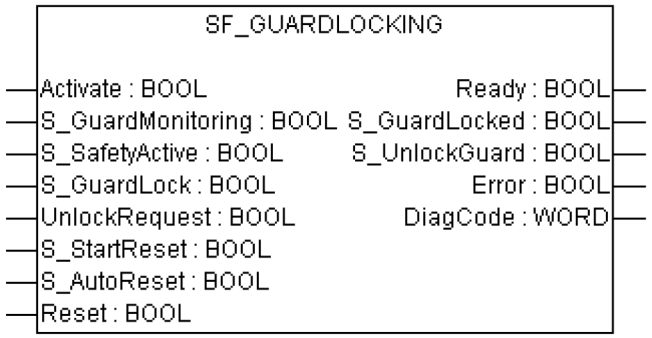
DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE
8000	Taster betätigt	Beide Taster korrekt betätigt. Der Sicherheitsausgang wird aktiviert. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = TRUE
8001	Init	Der Funktionsbaustein ist aktiv, aber im Zustand Init. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE
8004	Taster losge-lassen	Kein Taster betätigt. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE
8005	Taster 1 betä-tigt	Nur Taster 1 ist betätigt. Überwachungs-Timer starten. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE
8006	Taster 2 betä-tigt	Nur Taster 2 ist betätigt. Überwachungs-Timer starten. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE
8007	Taster 2 losge-lassen	Der Sicherheitsausgang wurde aktiviert und wieder deaktiviert. FALSE bei S_Button1 und S_Button2 wurde nicht erreicht nach dem Deaktivieren des Sicherheitsausgangs. In diesem Zustand ist S_Button1 TRUE und S_Button2 FALSE nach dem Deaktivieren des Sicherheitsausgangs. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8008	Taster 1 losge-lassen	Der Sicherheitsausgang wurde aktiviert und wieder deaktiviert. FALSE bei S_Button1 und S_Button2 wurde nicht erreicht nach dem Deaktivieren des Sicherheitsausgangs. In diesem Zustand ist S_Button1 FALSE und S_Button2 TRUE nach dem Deaktivieren des Sicherheitsausgangs. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE
8009	Verriegelt Aus	Der Sicherheitsausgang wurde aktiviert und wieder deaktiviert. FALSE bei S_Button1 und S_Button2 wurde nicht erreicht nach dem Deaktivieren des Sicherheitsausgangs. In diesem Zustand ist S_Button1 TRUE und S_Button2 TRUE nach dem Deaktivieren des Sicherheitsausgangs. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE
8019	Verriegelt Ein	Nicht korrekte Betätigung der Taster. Warten auf das Loslassen beider Taster. Ready = TRUE Error = FALSE S_TwoHandOut = FALSE

4.6.6.10 SF_GuardLocking

Normen	Anforderungen
EN 953:1997	3.3.3 Trennende Schutzeinrichtung mit Startfunktion ■ Die von der Schutzeinrichtung „abgedeckten“ gefährlichen Maschinenfunktionen können nicht ausgeführt werden, solange die Schutzeinrichtung geöffnet ist; ■ Das Schließen der Schutzeinrichtung ermöglicht den Betrieb der gefährlichen Maschinenfunktion(en).
EN 1088:1995	3.3 Definition: Verriegelnde Schutzeinrichtung mit Zuhaltung ■ Die von der Schutzeinrichtung „abgedeckten“ gefährlichen Maschinenfunktionen können nicht ausgeführt werden, solange die Schutzeinrichtung nicht geschlossen und verriegelt ist; ■ Die Schutzeinrichtung bleibt geschlossen, bis keine Verletzungsgefahr durch die gefährlichen Maschinenfunktionen mehr besteht; ■ Wenn die Schutzeinrichtung geschlossen und verriegelt ist, können die von der Schutzeinrichtung „abgedeckten“ gefährlichen Maschinenfunktionen ausgeführt werden, wobei das Schließen der Schutzeinrichtung selbst nicht deren Betrieb einleitet. 4.2.2 – Verriegelnde Schutzeinrichtung mit Zuhaltung Bedingtes Entriegeln ("Four-State Interlocking"), siehe Abb. 3 b2)
EN 954-1:1996	5.4 Manuelles Rücksetzen
ISO 12100-2:2003	4.11.4: Wiederingangsetzen nach Ausfall der Energieversorgung/spontanes Wiederanlaufen

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.



Dieser Funktionsbaustein kontrolliert einen Eingang zu einem Gefahrenbereich mit einer verriegelten trennenden Schutzeinrichtung mit Zuhaltung (“Four State Interlocking”).

Die Funktion kontrolliert die Zuhaltung und überwacht die Position der Schutzeinrichtung und der Verriegelung. Dieser Funktionsbaustein kann mit einem mechanischen Sperrschalter verwendet werden.

Der Bediener möchte Zugang zum Gefahrenbereich erhalten. Die Schutzeinrichtung kann nur entriegelt werden, wenn der gefährliche Bereich in einem sicheren Zustand ist. Die Schutzeinrichtung kann verriegelt werden, wenn sie geschlossen ist. Die Maschine kann gestartet werden, wenn die Schutzeinrichtung geschlossen und verriegelt ist. Eine offene oder nicht verriegelte Schutzeinrichtung wird bei einer sicherheitskritischen Situation erkannt.

Die Eingänge S_StartReset und S_AutoReset dürfen nur aktiviert werden, wenn sichergestellt ist, dass vom PES-Start keine Gefahr ausgeht.

Tab. 62: FB-Name: SF_GuardLocking

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_GuardMonitoring	BOOL	FALSE	Variable. Überwacht die Verriegelung der Schutzeinrichtung. FALSE: Schutzeinrichtung ist offen. TRUE: Schutzeinrichtung ist geschlossen.
S_SafetyActive	BOOL	FALSE	Variable. Zustand des Gefahrenbereichs (EDM), z. B. basierend auf Geschwindigkeitsüberwachung oder Verzögerung nach sicherer Abschaltung. FALSE: Maschine im nicht sicheren Zustand. TRUE: Maschine im sicheren Zustand.
S_GuardLock	BOOL	FALSE	Variable. Zustand der mechanischen Verriegelung. FALSE: Schutzeinrichtung ist nicht verriegelt. TRUE: Schutzeinrichtung ist verriegelt.
UnlockRequest	BOOL	FALSE	Variable. Bedienereingriff - Entriegelung der Schutzeinrichtung wurde angefordert. FALSE: Keine Anforderung. TRUE: Anforderung.
S_StartReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_AutoReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
Reset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290* Auch verwendet, um eine erneute Verriegelung der Schutzeinrichtung anzufordern. Die Qualität des Signals muss dem für ein manuelles Rücksetzgerät entsprechen (siehe EN 954-1, Kapitel 5.4)
VAR_OUTPUT			
Ready	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
S_GuardLocked	BOOL	FALSE	Schnittstelle zum Gefahrenbereich, in dem die gefährlichen Bewegungen gestoppt werden sollen. FALSE: Kein sicherer Zustand. TRUE: Sicherer Zustand.
S_UnlockGuard	BOOL	FALSE	Signal zur Entriegelung der Schutzeinrichtung. FALSE: Schutzeinrichtung schließen. TRUE: Schutzeinrichtung entriegeln.
Error	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Typisches Zeitdiagramm

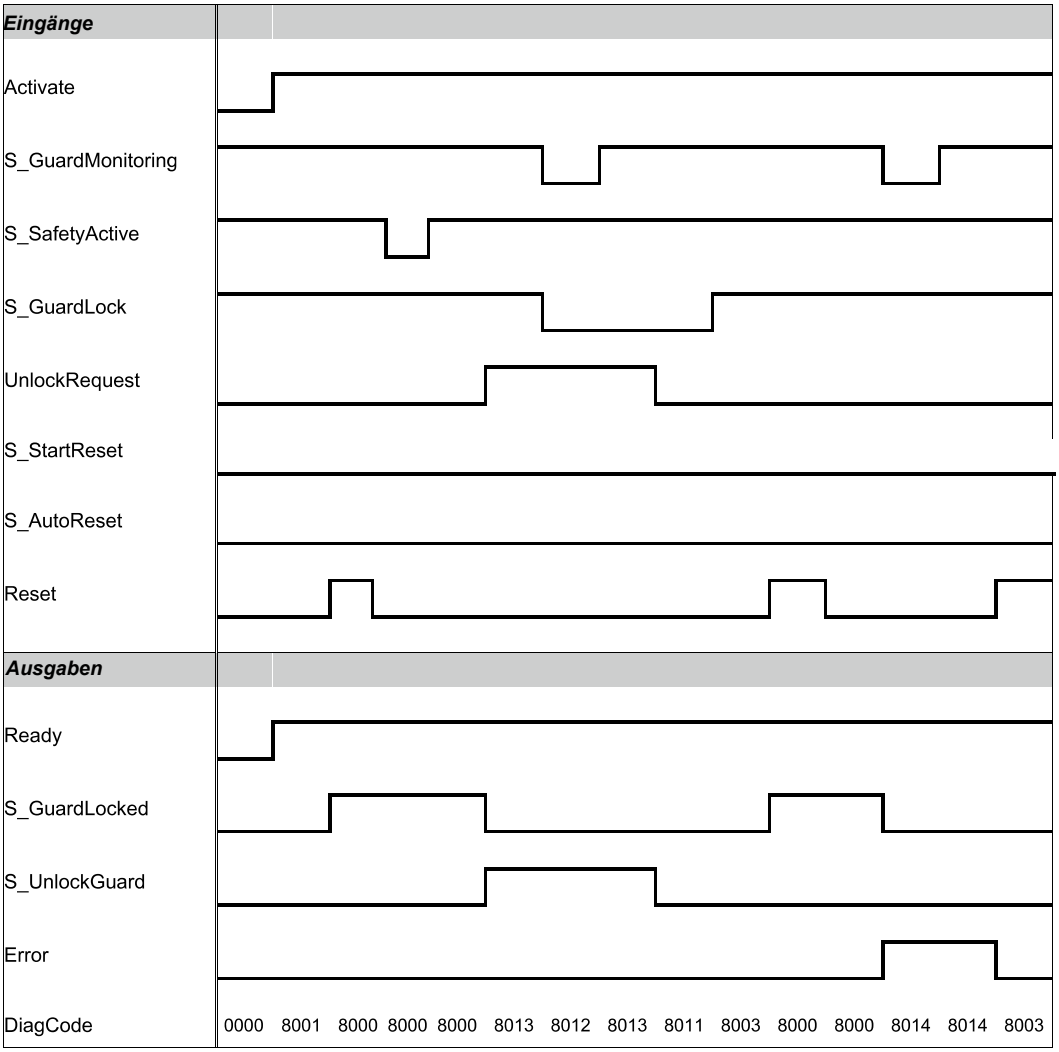


Abb. 98: Zeitdiagramm für SF_GuardLocking

Statische Signale wurden an Reset erkannt. Fehler wurden an den Schaltelementen der Schutzeinrichtung erkannt.

Verhalten im Fehlerfall

Bei einem Fehler werden die Ausgänge S_GuardLocked und S_UnlockGuard auf FALSE gesetzt; der Ausgang DiagCode zeigt den relevanten Fehlercode an und der Fehlerausgang wird auf TRUE gesetzt.

Ein Fehler muss mit einer steigenden Flanke am Reset-Eingang quittiert werden.

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 63: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C001	Fehler-Reset 1	Statisches Reset im Zustand 8001 erkannt. Ready = TRUE S_GuardLocked = FALSE S_UnlockGuard = FALSE Error = TRUE
C002	Fehler-Reset 2	Statisches Reset im Zustand C004 erkannt. Ready = TRUE S_GuardLocked = FALSE S_UnlockGuard = FALSE Error = TRUE
C003	Fehler-Reset 3	Statisches Reset im Zustand 8011 erkannt. Ready = TRUE S_GuardLocked = FALSE S_UnlockGuard = FALSE Error = TRUE
C004	Keine Sicher-heit	Keine Sicherheit mehr; Schutzeinrichtung offen oder nicht verriegelt. Ready = TRUE S_GuardLocked = FALSE S_UnlockGuard = FALSE Error = TRUE

Tab. 64: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

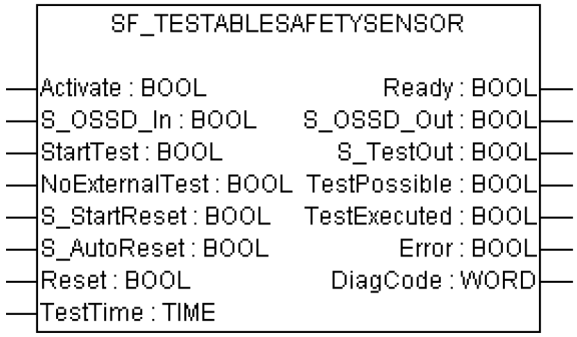
DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE S_GuardLocked = FALSE S_UnlockGuard = FALSE Error = FALSE
8000	Schutzeinrich-tung geschlossen und verriegelt	Schutzeinrichtung ist verriegelt. Ready = TRUE S_GuardLocked = TRUE S_UnlockGuard = FALSE Error = FALSE
8001	Init	Der Funktionsbaustein wurde aktiviert und initialisiert. Ready = TRUE S_GuardLocked = FALSE S_UnlockGuard = FALSE Error = FALSE
8003	Warten auf Reset	Die Tür ist geschlossen und verriegelt; warten auf Reset des Bedieners. Ready = TRUE S_GuardLocked = FALSE S_UnlockGuard = FALSE Error = FALSE
8011	Warten auf Bediener	Warten auf Anforderung des Bedieners für Entriegelung oder Reset. Ready = TRUE S_GuardLocked = FALSE S_UnlockGuard = FALSE Error = FALSE
8012	Schutzeinrich-tung offen und entriegelt	Verriegelung wurde gelöst und Schutzeinrichtung ist offen. Ready = TRUE S_GuardLocked = FALSE S_UnlockGuard = TRUE Error = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8013	Schutzeinrich-tung geschlossen aber entriegelt	Verriegelung wurde gelöst, aber Schutzeinrichtung ist geschlossen. Ready = TRUE S_GuardLocked = FALSE S_UnlockGuard = TRUE Error = FALSE
8014	Rückgabe von Sicherheit	Rückgabe des Signals S_SafetyActive, warten auf Bedienerquittierung. Ready = TRUE S_GuardLocked = FALSE S_UnlockGuard = FALSE Error = FALSE

4.6.6.11 SF_TestableSafetySensor

Normen	Anforderungen
IEC 61496-1: 2004	4.2.2.3 Spezielle Anforderungen für BWS vom Typ 2 Eine BWS vom Typ 2 muss über Einrichtungen für regelmäßige Prüfungen auf Gefahren verfügen (z. B. Verlust der Erkennungsfunktion, Antwortzeit über Maximal-wert). Ein einzelner Fehler, der zum Verlust der Erkennungsfunktion oder einer Erhöhung der Antwortzeit über dem Maximalwert führt oder eine oder mehrere der OSSDs daran hin-dert, in den Zustand AUS überzugehen, muss in Folge der nächsten regelmäßigen Prüfung zu einem gesperrten Zustand führen. Sofern die regelmäßige Prüfung von einem externen sicherheitsgerichteten Steuer-ungssystem (z. B. einer Maschine) initiiert werden soll, muss die BWS mit geeigneten Eingängen (z. B. Klemmen) ausgestattet werden. Die Dauer der regelmäßigen Prüfung darf die Sicherheitsfunktion nicht beeinträch-tigen. ANMERKUNG Wenn die BWS vom Typ 2 als Auslösevorrichtung verwendet werden soll (z. B. als Umgebungswächter) und die Dauer der regelmäßigen Prüfung länger ist als 150 ms, kann eine Person die Erkennungszone passieren, ohne erkannt zu werden. In diesem Fall sollte eine Wiederanlaufsperre integriert werden. Wenn die regelmäßige Prüfung automatisch initiiert wird, muss die korrekte Funktion der regelmäßigen Prüfung überwacht werden und ein einzelner Fehler in den Teilen zur Implementierung der Überwachungsfunktion muss erkannt werden. Im Falle eines Fehlers muss/müssen der/die OSSD(s) einen Befehl zum Übergang in den Zustand AUS erhalten. Wenn eine oder mehrere OSSDs nicht in den Zustand AUS übergehen, muss ein gesperrter Zustand initiiert werden.
EN 954-1:1996	5.4 Manuelles Rücksetzen
ISO 12100-2:2003	4.11.4: Wiederingangsetzen nach Ausfall der Energieversorgung/spontanes Wiederan-laufen

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.



Dieser Funktionsbaustein erkennt zum Beispiel, ob eine Erkennung durch die Abtasteinrichtung nicht länger möglich ist, eine Überschreitung der festgelegten Antwortzeit und ein statisches EIN-Signal im Einzelkanal-Sensorsystem. Er kann für externe überprüfbare Sicherheitssensoren (BWS: berührungslos wirkende Schutzeinrichtung, z. B. Lichtschranke) verwendet werden.

Tab. 65: FB-Name: SF_TestableSafetySensor

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_OSSD_In	BOOL	FALSE	Variable. Status des Sensorausgangs, z. B. Lichtvorhang. FALSE: Der Sicherheitssensor ist im Testzustand, oder es liegt eine Anforderung einer sicherheitsgerichteten Antwort vor. TRUE: Sensor ist im Zustand für Normalbetrieb.
StartTest	BOOL	FALSE	Variable. Eingang zum Starten des Sensortests. Setzt S_TestOut und startet die interne Zeitüberwachungsfunktion im Funktionsbaustein. FALSE: Kein Test angefordert. TRUE: Test angefordert.
NoExternalTest	BOOL	FALSE	Konstante. Gibt an, ob der externe manuelle Sensortest unterstützt wird. FALSE: Der externe manuelle Sensortest wird unterstützt. Ein automatischer Test nach einem fehlerhaften automatischen Sensortest ist erst nach einer kompletten manuellen Sensor-Schaltsequenz wieder möglich. TRUE: Der externe manuelle Sensortest wird nicht unterstützt. Ein automatischer Test ist nach einem fehlerhaften automatischen Sensortest ohne komplette manuelle Sensor-Schaltsequenz wieder möglich.
S_StartReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_AutoReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
Reset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
TestTime	TIME	T#10ms	Konstante. Bereich: 0..150 ms. Testzeit des Sicherheitssensors.
VAR_OUTPUT			
Ready	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
S_OSSD_Out	BOOL	FALSE	Sicherheitsausgang, der den Zustand der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung angibt. FALSE: Am Sensor liegt eine Anforderung einer sicherheitsgerichteten Aktion oder ein Testfehler vor. TRUE: Am Sensor liegt keine Anforderung einer sicherheitsgerichteten Aktion und kein Testfehler vor.
S_TestOut	BOOL	TRUE	Gekoppelt mit dem Testeingang des Sensors. FALSE: Test-Anforderung. TRUE: Kein Test angefordert.
TestPossible	BOOL	FALSE	Rückmeldung an den Prozess. FALSE: Ein automatischer Sensortest ist nicht möglich. TRUE: Ein automatischer Sensortest ist möglich.
TestExecuted	BOOL	FALSE	Eine positive Signalflanke zeigt die erfolgreiche Ausführung des automatischen Sensortests an. FALSE: - Ein automatischer Sensortest wurde noch nicht durchgeführt. - Ein automatischer Sensortest ist aktiv. - Ein automatischer Sensortest war fehlerhaft. TRUE: Ein Sensortest wurde erfolgreich durchgeführt.
Error	BOOL	FALSE	↯ *Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	↯ *Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Hinweise: OSSD = Ausgangssignal-Schaltelement (Output Signal Switching Device)

Typisches Zeitdiagramm

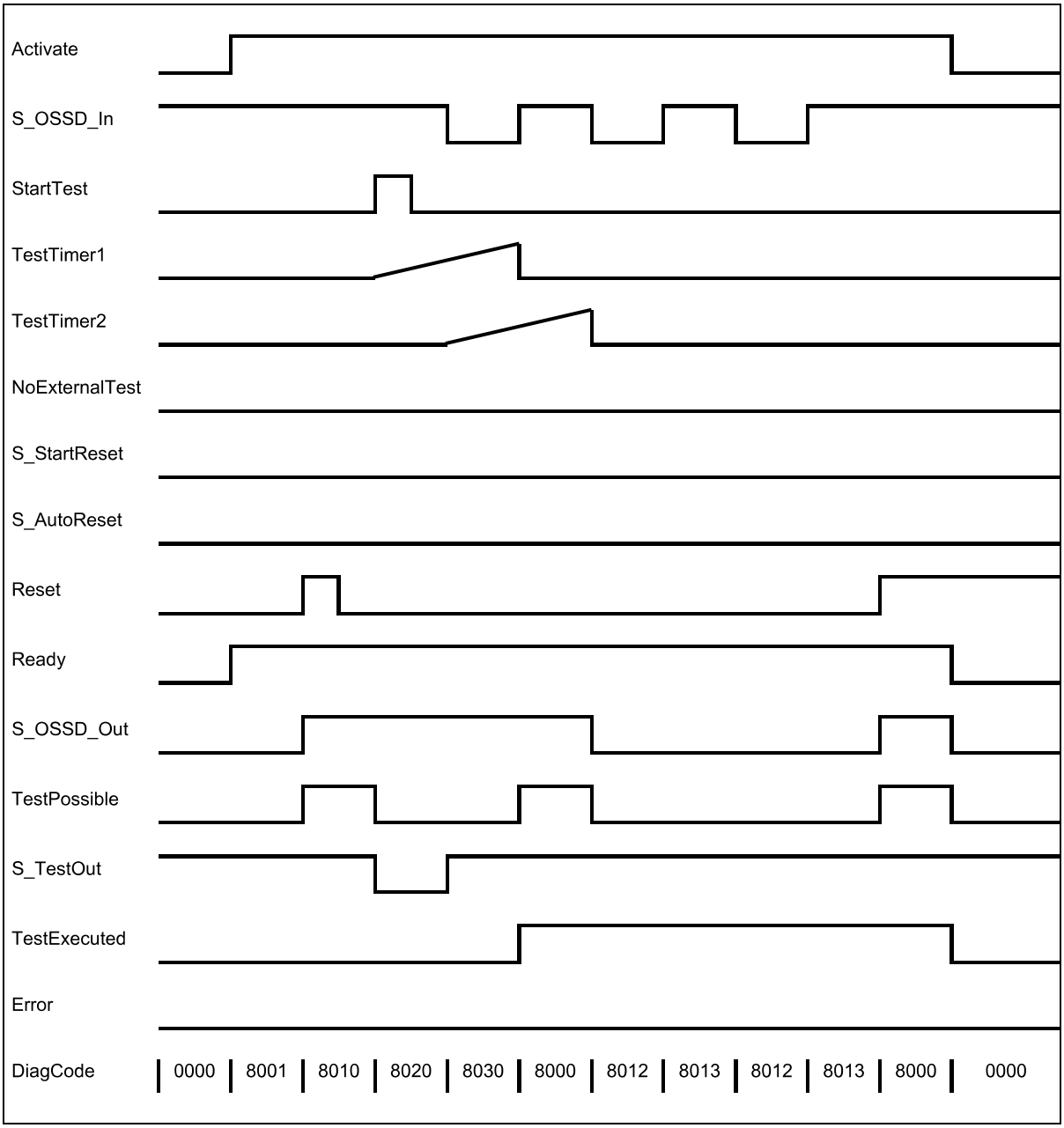


Abb. 99: Zeitdiagramm für SF_TestableSafetySensor

Die folgenden Situationen führen zu einem Übergang in den Fehlerzustand:

- Testzeit überschritten ohne verzögertes Sensor-Feedback.
- Test ohne Sensorsignal-Feedback.
- Ungültiges statisches Reset-Signal im Prozess.
- Plausibilitätsprüfung der eingestellten Überwachungszeit.

Bei einem Fehler wird der Ausgang S_OSSD_Out auf FALSE gesetzt und bleibt in diesem sicheren Zustand.

Sobald der Fehler behoben wurde und der Sensor aktiviert ist (S_OSSD_In = TRUE), setzt ein Reset den Fehlerzustand zurück und den Ausgang S_OSSD_Out auf TRUE.

Bei S_AutoReset = FALSE ist eine steigende Flanke an Reset erforderlich.

Nachdem S_OSSD_In auf TRUE gesetzt wurde, kann die optionale Anlaufsperre durch eine steigende Flanke am Reset-Eingang zurückgesetzt werden.

Nach Aktivierung des Bausteins kann die optionale Anlaufsperre durch eine steigende Flanke am Reset-Eingang zurückgesetzt werden.

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 66: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C000	Parameter-fehler	Ungültiger Wert des TestTime-Parameters. Werte zwischen 0 ms und 150 ms sind möglich. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = TRUE
C001	Fehler-Reset 1	Nach Aktivierung des Funktionsbausteins wurde eine statische Reset-Bedingung erkannt. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = TRUE
C002	Fehler-Reset 2	Statische Reset-Bedingung im Zustand 8003. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = TRUE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C003	Fehler-Reset 3	Statische Reset-Bedingung im Zustand C010. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = TRUE
C004	Fehler-Reset 4	Statische Reset-Bedingung im Zustand C020. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = TRUE
C005	Fehler-Reset 5	Statische Reset-Bedingung im Zustand 8006. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = TRUE
C006	Fehler-Reset 6	Statische Reset-Bedingung im Zustand C000. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = TRUE
C007	Fehler-Reset 7	Statische Reset-Bedingung im Zustand 8013. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = TRUE Error = TRUE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C010	Testfehler 1	Testzeit im Zustand 8020 abgelaufen. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = TRUE
C020	Testfehler 2	Testzeit im Zustand 8030 abgelaufen. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = TRUE

Tab. 67: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = FALSE
8001	Init	Der Funktionsbaustein hat eine Aktivierung erkannt. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8002	BWS unterbrochen 1	Der Funktionsbaustein hat eine Sicherheitsanforderung erkannt. Das Schaltelement wurde noch nicht automatisch getestet. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = FALSE
8003	Warten auf Reset 1	Warten auf steigende Flanke von Reset nach Zustand 8002. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = FALSE
8004	Externer Funktionstest	Der automatische Sensortest war fehlerhaft. Ein externer manueller Sensortest ist erforderlich. Die Unterstützung für den erforderlichen externen manuellen Sensortest wurde im Funktionsbaustein aktiviert (NoExternalTest = FALSE). Eine negative Signalflanke ist am Sensor erforderlich. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8005	BWS unterbro-chen - externer Test	Der automatische Sensortest war fehlerhaft. Ein externer manueller Sensortest ist erforderlich. Die Unterstützung für den erforderlichen externen manuellen Sensortest wurde im Funktionsbaustein aktiviert (NoExternalTest = FALSE). Ein TRUE-Signal ist am Sensor erforderlich. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = FALSE
8006	Ende externer Test	Der automatische Sensortest war fehlerhaft. Ein externer manueller Sensortest ist erforderlich. Die Unterstützung für den erforderlichen externen manuellen Sensortest wurde im Funktionsbaustein aktiviert (NoExternalTest = FALSE). Der externe manuelle Sensortest ist beendet. Der Funktionsbaustein hat einen vollständigen Sensor-Schaltzyklus fest-gestellt (extern überwacht). Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = FALSE
8010	BWS frei - kein Test	Der Funktionsbaustein hat keine Sicherheitsanforderung erkannt. Der Sensor wurde nicht automatisch getestet. Ready = TRUE S_OSSD_Out = TRUE S_TestOut = TRUE TestPossible = TRUE TestExecuted = FALSE Error = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8020	Testanfrage	Der automatische Sensortest ist aktiv. Der Test-Timer wird zum ersten Mal gestartet. Das Gebersignal des Sensors wird vom Funktionsbaustein deaktiviert. Das Signal des Empfängers muss dem Signal des Gebers folgen. Ready = TRUE S_OSSD_Out = TRUE S_TestOut = FALSE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = FALSE
8030	Test aktiv	Der automatische Sensortest ist aktiv. Der Test-Timer wird zum zweiten Mal gestartet. Das Gebersignal des Sensors wird vom Funktionsbaustein aktiviert. Das Signal des Empfängers muss dem Signal des Gebers folgen. Ready = TRUE S_OSSD_Out = TRUE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = FALSE Error = FALSE
8000	BWS frei - Test OK	Der Funktionsbaustein hat keine Sicherheitsanforderung erkannt. Der Sensor wurde automatisch getestet. Ready = TRUE S_OSSD_Out = TRUE S_TestOut = TRUE TestPossible = TRUE TestExecuted = TRUE Error = FALSE

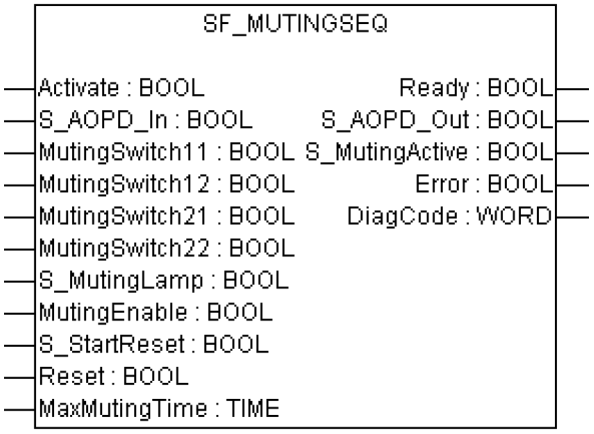
DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8012	BWS unterbro-chen 2	Der Funktionsbaustein hat eine Sicherheitsanforderung erkannt. Das Schaltelement wurde automatisch getestet. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = TRUE Error = FALSE
8013	Warten auf Reset 2	Warten auf steigende Flanke von Reset nach Zustand 8012. Ready = TRUE S_OSSD_Out = FALSE S_TestOut = TRUE TestPossible = FALSE TestExecuted = TRUE Error = FALSE

4.6.6.12 SF_MutingSeq

Normen	Anforderungen
IEC 61496-1: 2004	A.7 Muting A.7.1.2 Es müssen mindestens zwei unabhängige und fest verdrahtete Muting-Signalquellen zur Initiierung der Funktion zur Verfügung stehen. Muting darf nicht möglich sein, wenn sich die OSSDs bereits im Zustand AUS befinden. A.7.1.3 Die Muting-Funktion darf nur von der korrekten Sequenz und/oder vom korrekten Timing der Muting-Signale initiiert werden. Sollten widersprüchliche Muting-Signale auftreten, darf die BWS keinen Muting-Zustand zulassen. A.7.1.4 Es müssen mindestens zwei unabhängige und fest verdrahtete Muting-Signalquellen zum Stoppen der Funktion zur Verfügung stehen. Die Muting-Funktion muss stoppen, wenn das erste dieser Muting-Signale seinen Zustand ändert. Die Deaktivierung der Muting-Funktion darf nicht nur auf der Freigabe der BWS beruhen. A.7.1.5 Die Muting-Signale sollten beim Muting durchgehend vorhanden sein. Wenn die Signale nicht durchgehend vorhanden sind, muss eine fehlerhafte Reihenfolge und/oder der Ablauf einer voreingestellten Zeitbegrenzung entweder einen gesperrten Zustand oder eine Wiederanlaufsperre auslösen. A.7.4 Anzeige: Ein Mute-Statussignal oder eine Statusanzeige muss zur Verfügung gestellt werden (in einigen Anwendungen ist ein Anzeigesignal für Muting erforderlich)
CD IEC 62046/ Ed. 1:2005	5.5.1: … eine Anzeige für den Aktivitätsstatus der Muting-Funktion kann erforderlich sein. Die Muting-Funktion muss automatisch initiiert und beendet werden ... Falsche Signale, Sequenzen oder Timing der Muting-Sensoren oder Signale dürfen keinen Muting-Zustand zulassen. Eine Initiierung der Muting-Funktion darf in den folgenden Fällen nicht möglich sein: ■ Die Schutzausrüstungs-OSSDs befinden sich im Zustand AUS; ■ Die Schutzausrüstung befindet sich im Sperrzustand. ■ Initiierung der Muting-Funktion durch zwei oder mehrere unabhängige Muting-Sensoren, sodass ein einzelner Fehler keinen Mute-Zustand auslösen kann; ■ Terminierung der Muting-Funktion durch zwei oder mehrere unabhängige Muting-Sensoren, sodass die Deaktivierung eines Sensors die Muting-Funktion beendet; ■ Verwendung von Timing- und Sequenzsteuerung für Muting-Sensoren, um einen korrekten Muting-Betrieb sicherzustellen; 5.5.3: Die folgenden Maßnahmen sind zu berücksichtigen: … ■ Die Begrenzung des Muting-Zustandes auf einen bestimmten Zeitraum, der für den Transport des Materials durch die Erkennungszone ausreichend ist. Wenn diese Zeit überschritten wird, sollte die Muting-Funktion beendet und alle gefährlichen Bewegungen gestoppt werden. Anhang F.3 Vier Lichtschranken – Ablaufsteuerung: (siehe auch Abb. F.3.1 und Tabelle F.1) Die Initiierung der Muting-Funktion hängt von der Überwachung der korrekten Aktivierungsreihenfolge der Muting-Sensoren ab. Wenn beispielsweise im gemuteten Zustand S2 [in diesem Dokument MS_12] vor S3 [in diesem Dokument MS_21] deaktiviert wird, führt dies zum Abbruch des Muting. Anhang F.5: Methoden zur Vermeidung von Manipulationen der Muting-Funktion: … verwenden Sie einen vom Steuerungssystem der Maschine erzeugten Aktivierungsbefehl, der die Muting-Funktion nur dann auslöst, wenn dies im Maschinenzyklus erforderlich ist.

Normen	Anforderungen
EN 954-1:1996	5.4 Manuelles Rücksetzen
ISO 12100-2:2003	4.11.4: Wiederingangsetzen nach Ausfall der Energieversorgung/spontanes Wiederanlaufen

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.



Muting ist die gewollte Unterdrückung der Sicherheitsfunktion (z. B. Lichtschranken). In diesem Funktionsbaustein wird sequentielles Muting mit vier Muting-Sensoren spezifiziert.

Muting ist die gewollte Unterdrückung der Sicherheitsfunktion. Dies ist z. B. erforderlich, wenn Material in den Gefahrenbereich transportiert wird, ohne dass die Maschine gestoppt werden soll. Muting wird durch Muting-Sensoren ausgelöst. Die Verwendung von zwei oder vier Muting-Sensoren und die korrekte Integration in die Produktionssequenz muss sicherstellen, dass niemand den Gefahrenbereich betreten kann, während der Lichtvorhang deaktiviert ist. Als Muting-Sensoren können Näherungsschalter, Lichtschranken, Grenzwertschalter usw. verwendet werden; sie müssen nicht zwingend "failsafe" sein. Aktives Muting muss durch Kontrollleuchten angezeigt werden.

Es gibt sequentielles und paralleles Muting. In diesem Funktionsbaustein wird sequentielles Muting mit vier Muting-Sensoren verwendet; eine Erklärung für die Vorwärtsbewegung beim Transport ist unten angegeben. Der Funktionsbaustein kann in beide Richtungen verwendet werden, vorwärts und rückwärts. Muting sollte durch die Prozesssteuerung über das Signal MutingEnable aktiviert werden, um eine Manipulation zu vermeiden. Wenn das Signal MutingEnable nicht vorhanden ist, muss dieser Eingang auf TRUE gesetzt werden.

Die Eingangsparameter des Funktionsbausteins umfassen die Signale der vier Muting-Sensoren (MutingSwitch11 ... MutingSwitch22) sowie das OSSD-Signal der aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtung (S_AOPD_In).

Der Eingang S_StartReset darf nur aktiviert werden, wenn sichergestellt ist, dass vom PES-Start keine Gefahr ausgeht.

Tab. 68: FB-Name: SF_MutingSeq

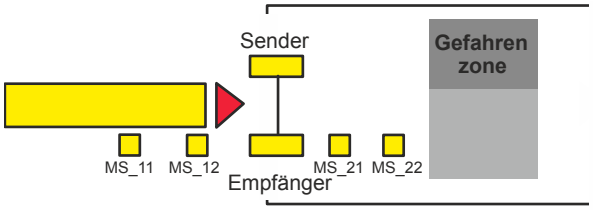
Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_AOPD_In	BOOL	FALSE	Variable. OSSD-Signal der AOPD. FALSE: Schutzfeld unterbrochen. TRUE: Schutzfeld nicht unterbrochen.
MutingSwitch11	BOOL	FALSE	Variable. Zustand des Muting-Sensors 11. FALSE: Muting-Sensor 11 nicht betätigt. TRUE: Das Werkstück betätigt den Muting-Sensor 11.
MutingSwitch12	BOOL	FALSE	Variable. Zustand des Muting-Sensors 12. FALSE: Muting-Sensor 12 nicht betätigt. TRUE: Das Werkstück betätigt den Muting-Sensor 12.
MutingSwitch21	BOOL	FALSE	Variable. Zustand des Muting-Sensors 21. FALSE: Muting-Sensor 21 nicht betätigt. TRUE: Das Werkstück betätigt den Muting-Sensor 21.
MutingSwitch22	BOOL	FALSE	Variable. Zustand des Muting-Sensors 22. FALSE: Muting-Sensor 22 nicht betätigt. TRUE: Das Werkstück betätigt den Muting-Sensor 22.
S_MutingLamp	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Zeigt den Betrieb der Muting-Lampe. FALSE: Ausfall der Muting-Lampe. TRUE: Kein Ausfall der Muting-Lampe.

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
MutingEnable	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Befehl des Steuerungssystems, der die Muting-Funktion auslöst, sobald dies im Maschinenzyklus erforderlich ist. Nach dem Start der Muting-Funktion kann dieses Signal ausgeschaltet werden. FALSE: Muting nicht aktiviert TRUE: Muting-Funktion aktiviert
S_StartReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
Reset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
MaxMutingTime	TIME	T#0s	Konstante 0 .. 10 min; Maximale Zeit für das Beenden der Muting-Sequenz; der Timer startet, wenn der erste Muting-Sensor betätigt wird.
VAR_OUTPUT			
Ready	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
S_AOPD_Out	BOOL	FALSE	Sicherheitsausgang, der den Status der Schutzeinrichtung im Muting-Zustand anzeigt. FALSE: Schutzfeld der aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtung unterbrochen und Muting nicht aktiv. TRUE: Schutzfeld der aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtung nicht unterbrochen oder Muting aktiv.
S_MutingActive	BOOL	FALSE	Zeigt den Muting-Zustand. FALSE: Muting nicht aktiv. TRUE: Muting aktiv.
Error	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Hinweis: Ein Kurzschluss der Mutingsensor-Signale oder ein Fehler der funktionalen Applikation bei der Signalübertragung wird von diesem Funktionsbaustein nicht erkannt, aber als fehlerhafte Muting-Sequenz interpretiert. Dies sollte jedoch nicht zu einem ungewollten Muting führen. Anwender sollten dies in die Risikoanalyse aufnehmen.

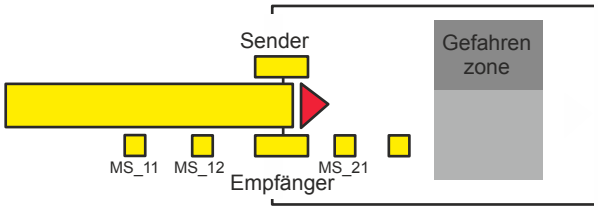
Beispiel für SF_MutingSeq in Vorwärtsbewegung mit vier Sensoren

1



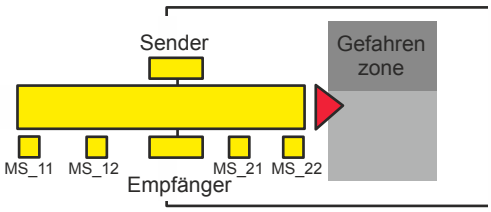
Wenn das Produkt den Muting-Sensor MutingSwitch12 (MS_12) nach MutingSwitch11 (MS_11) aktiviert, ist der Muting-Modus aktiviert.

2



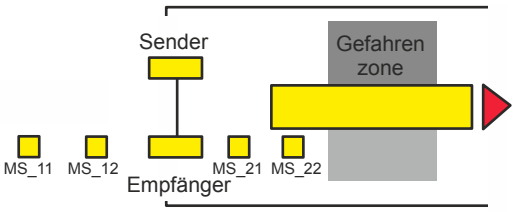
Muting bleibt so lange aktiv, wie MutingSwitch11 (MS_11) und MutingSwitch12 (MS_12) vom Produkt aktiviert werden. Das Produkt kann den Lichtvorhang passieren, ohne dass die Maschine stoppt.

3



Bevor die Muting-Sensoren MutingSwitch11 (MS_11) und MutingSwitch12 (MS_12) deaktiviert werden, müssen die Muting-Sensoren MutingSwitch21 (MS_21) und MutingSwitch22 (MS_22) aktiviert werden. Dies stellt sicher, dass der Muting-Modus aktiv bleibt.

4



Der Muting-Modus ist beendet, wenn nur der Muting-Sensor MutingSwitch22 (MS_22) vom Produkt aktiviert wird.

Bedingungen für Muting

Vorwärtsbewegung

Muting-Bedingung 1 (bis 8011) (MS_11 ist das erste Schaltelement am Eingang, das betätigt wird). Timer MaxMutingTime wird gestartet:

MutingEnable AND (R_TRIG at MS_11 AND NOT MS_12 AND NOT MS_21 AND NOT MS_22)

Muting-Bedingung 2 (von 8011 bis 8012) (MS_12 ist das zweite Schaltelement am Eingang, das betätigt wird):

MutingEnable AND (MS_11 AND R_TRIG at MS_12 AND NOT MS_21 AND NOT MS_22)

Muting-Bedingung 3 (von 8012 bis 8000) (MS_21 ist das erste Schaltelement am Ausgang, das freigegeben wird). Timer MaxMutingTime wird gestoppt:

NOT MS_11 AND NOT MS_12 AND F_TRIG at MS_21 AND MS_22

Rückwärtsbewegung

Muting-Bedingung 11 (bis 8122) (MS_22 ist das erste Schaltelement am Eingang, das betätigt wird). Timer MaxMutingTime wird gestartet:

MutingEnable AND (NOT MS_11 AND NOT MS_12 AND NOT MS_21 AND R_TRIG at MS_22)

Muting-Bedingung 12 (von 8122 bis 8112) (MS_21 ist das zweite Schaltelement am Eingang, das betätigt wird):

MutingEnable AND (NOT MS_11 AND NOT MS_12 AND R_TRIG at MS_21 AND MS_22)

Muting-Bedingung 13 (MS_12 ist das erste Schaltelement am Ausgang, das freigegeben wird). Timer Max-MutingTime wird gestoppt:

MS_11 AND F_TRIG at MS_12 AND NOT MS_21 AND NOT MS_22

Spezifikation falscher Muting-Sequenzen:

In Zustand 8000 - (NOT MutingEnable AND R_TRIG at MS_11) OR (NOT MutingEnable AND R_TRIG at MS_22) OR (MS_12 OR MS_21) OR (MS_11 AND MS_22)

In Zustand 8011 - NOT MutingEnable OR NOT MS_11 OR MS_21 OR MS_22

In Zustand 8012 - R_TRIG at MS_11 OR R_TRIG at MS_12 OR F_TRIG at MS_22

In Zustand 8122 - NOT MutingEnable OR MS_11 OR MS_12 OR NOT MS_22

In Zustand 8112 - F_TRIG at MS_11 OR R_TRIG at MS_21 OR R_TRIG at MS_22

Typisches Zeitdiagramm

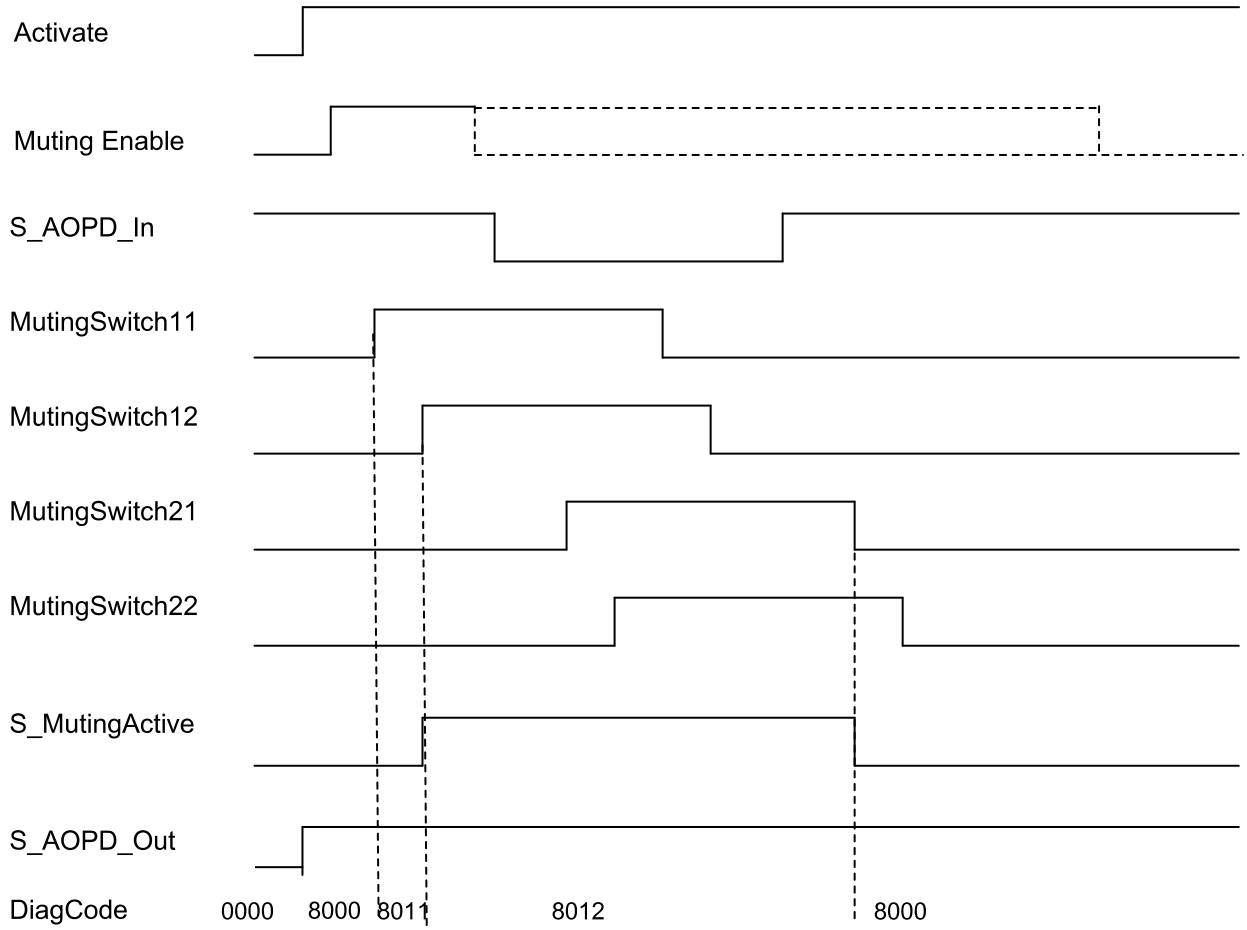


Abb. 100: Zeitdiagramm für SF_MutingSeq mit S_StartReset = TRUE

Der Funktionsbaustein erkennt die folgenden Fehlerbedingungen:

- Die Muting-Sensoren MutingSwitch11, MutingSwitch12, MutingSwitch21 und MutingSwitch22 werden in der falschen Reihenfolge aktiviert.
- Die Muting-Sequenz startet, ohne von MutingEnable aktiviert worden zu sein.
- Eine fehlerhafte Muting-Lampe wird von S_MutingLamp = FALSE angezeigt.
- Eine statische Reset-Bedingung.
- Der Wert für MaxMutingTime ist kleiner als T#0s oder größer als T#10min.
- Die Muting-Funktion (S_MutingActive = TRUE) dauert länger als die maximale Mutingzeit MaxMuting-Time.

Verhalten im Fehlerfall

Bei einem Fehler werden die Ausgänge S_AOPD_Out und S_MutingActive auf FALSE gesetzt. Der Ausgang DiagCode zeigt den relevanten Fehlercode an und der Fehlerausgang wird auf TRUE gesetzt.

Ein Neustart ist erst möglich, wenn die Fehler behoben wurden und der sichere Zustand vom Bediener mit Reset quittiert wurde.

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 69: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C001	Fehler-Reset 1	Nach Aktivierung des Funktionsbausteins wurde eine statische Reset-Bedingung erkannt. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE
C002	Fehler-Reset 2	Statische Reset-Bedingung im Zustand 8003. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE
C003	Fehler bei Muting-Lampe	Fehlerhafte Muting-Lampe. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE
CYx4	Fehler in Muting-Sequenz	Fehler in der Muting-Sequenz in den Zuständen 8000, 8011, 8012, 8112 oder 8122. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE Y = Zustand in der Sequenz (2 Zustände für vorwärts und 2 Zustände für rückwärts). C0x4 = Fehler in Zustand 8000 C1x4 = Fehler in Zustand Vorwärts 8011 C2x4 = Fehler in Zustand Vorwärts 8012 C3x4 = Fehler in Zustand Rückwärts 8122 C4x4 = Fehler in Zustand Rückwärts 8112 CFx4 = MutingEnable fehlt x = Zustand der Sensoren, als der Fehler auftrat (4 Bits: LSB = MS_11; MS_12; MS_21; MSB = MS_22).

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C005	Parameter-fehler	MaxMutingTime außerhalb des gültigen Bereichs. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE
C006	Fehler in Max-Muting-Timer	Zeitfehler: Die aktive Mutingzeit (bei S_MutingActive = TRUE) übersteigt MaxMutingTime. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE

Tab. 70: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8000	AOPD frei	Muting ist nicht aktiv, keine Sicherheitsanforderung der aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtung. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8001	Init	Der Funktionsbaustein wurde aktiviert. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8002	Sicherheitsan-forderung - AOPD	Sicherheitsanforderung von aktiver optoelektronischer Schutzeinrichtung erkannt, Muting ist nicht aktiv. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8003	Warten auf Reset	Sicherheitsanforderung oder Fehler wurden erkannt und behoben. Bedie-nerquittierung durch Reset erforderlich. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8005	Sicher	Sicherheitsfunktion aktiviert. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8011	Muting vor-wärts - Start	Muting vorwärts; Sequenz ist in Startphase, keine Sicherheitsanforderung. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8012	Muting vor-wärts aktiv	Muting vorwärts, Sequenz ist aktiv. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = TRUE Error = FALSE

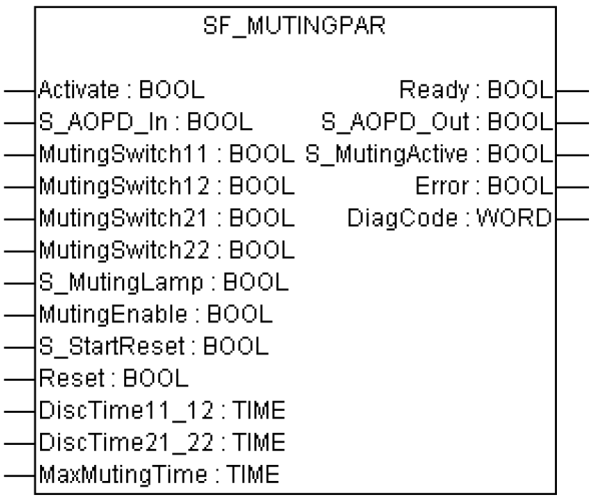
DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8112	Muting rück-wärts aktiv	Muting rückwärts, Sequenz ist aktiv. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = TRUE Error = FALSE
8122	Muting rück-wärts - Start	Muting rückwärts; Sequenz ist in Startphase, keine Sicherheitsanforde-rung. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE

4.6.6.13 SF_MutingPar

Normen	Anforderungen
IEC 61496-1: 2004	A.7 Muting A.7.1.2 Es müssen mindestens zwei unabhängige und fest verdrahtete Muting-Signalquellen zur Initiierung der Funktion zur Verfügung stehen. Muting darf nicht möglich sein, wenn sich die OSSDs bereits im Zustand AUS befinden. A.7.1.3 Die Muting-Funktion darf nur von der korrekten Sequenz und/oder vom korrekten Timing der Muting-Signale initiiert werden. Sollten widersprüchliche Muting-Signale auftreten, darf die BWS keinen Muting-Zustand zulassen. A.7.1.4 Es müssen mindestens zwei unabhängige und fest verdrahtete Muting-Signalquellen zum Stoppen der Funktion zur Verfügung stehen. Die Muting-Funktion muss stoppen, wenn das erste dieser Muting-Signale seinen Zustand ändert. Die Deaktivierung der Muting-Funktion darf nicht nur auf der Freigabe der BWS beruhen. A.7.1.5 Die Muting-Signale sollten beim Muting durchgehend vorhanden sein. Wenn die Signale nicht durchgehend vorhanden sind, muss eine fehlerhafte Reihenfolge und/oder der Ablauf einer voreingestellten Zeitbegrenzung entweder einen gesperrten Zustand oder eine Wiederanlaufsperre auslösen. A.7.4 Anzeige: Ein Mute-Statussignal oder eine Statusanzeige muss zur Verfügung gestellt werden (in einigen Anwendungen ist ein Anzeigesignal für Muting erforderlich)
CD IEC 62046/ Ed. 1:2005	5.5.1: … eine Anzeige für den Aktivitätsstatus der Muting-Funktion kann erforderlich sein. Die Muting-Funktion muss automatisch initiiert und beendet werden ... Falsche Signale, Sequenzen oder Timing der Muting-Sensoren oder Signale dürfen keinen Muting-Zustand zulassen. Eine Initiierung der Muting-Funktion darf in den folgenden Fällen nicht möglich sein: ■ Die Schutzausrüstungs-OSSDs befinden sich im Zustand AUS; ■ Die Schutzausrüstung befindet sich im Sperrzustand. ■ Initiierung der Muting-Funktion durch zwei oder mehrere unabhängige Muting-Sensoren, sodass ein einzelner Fehler keinen Mute-Zustand auslösen kann; ■ Terminierung der Muting-Funktion durch zwei oder mehrere unabhängige Muting-Sensoren, sodass die Deaktivierung eines Sensors die Muting-Funktion beendet; ■ Verwendung von Timing- und Sequenzsteuerung für Muting-Sensoren, um einen korrekten Muting-Betrieb sicherzustellen; 5.5.3: Die folgenden Maßnahmen sind zu berücksichtigen: … ■ Die Begrenzung des Muting-Zustandes auf einen bestimmten Zeitraum, der für den Transport des Materials durch die Erkennungszone ausreichend ist. Wenn diese Zeit überschritten wird, sollte die Muting-Funktion beendet und alle gefährlichen Bewegungen gestoppt werden. Anhang F.2 Vier Lichtschranken– Zeitsteuerung: (siehe auch Abb. F.2.4): Die Überwachung der Muting-Funktion basiert auf der Zeitbegrenzung zwischen dem Auslösen der Sensoren S1 [in diesem Dokument MS_11] und S2 [in diesem Dokument MS_12] sowie zwischen dem Auslösen der Sensoren S3 [in diesem Dokument MS_21] und S4 [in diesem Dokument MS_22]. Eine maximale Dauer von 4 Sekunden wird empfohlen. Die Muting-Funktion wird von den beiden Sensoren S1 und S2 initiiert und von den beiden Sensoren S3 und S4 aufrecht erhalten. Das bedeutet, dass für einen bestimmten Zeitraum alle vier Sensoren aktiviert sind. Die Muting-Funktion wird beendet, wenn S3 oder S4 deaktiviert wird.

Normen	Anforderungen
	Anhang F.5: Methoden zur Vermeidung von Manipulationen der Muting-Funktion: … verwenden Sie einen vom Steuerungssystem der Maschine erzeugten Aktivierungsbefehl, der die Muting-Funktion nur dann auslöst, wenn dies im Maschinenzyklus erforderlich ist.
EN 954-1:1996	5.4 Manuelles Rücksetzen
ISO 12100-2:2003	4.11.4: Wiederingangsetzen nach Ausfall der Energieversorgung/spontanes Wiederanlaufen

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.



Muting ist die gewollte Unterdrückung der Sicherheitsfunktion. In diesem Funktionsbaustein wird paralleles Muting mit vier Muting-Sensoren spezifiziert.

Muting ist die gewollte Unterdrückung der Sicherheitsfunktion. Dies ist z. B. erforderlich, wenn Material in den Gefahrenbereich transportiert wird, ohne dass die Maschine gestoppt werden soll. Muting wird durch Muting-Sensoren ausgelöst. Die Verwendung von zwei oder vier Muting-Sensoren und die korrekte Integration in die Produktionssequenz muss sicherstellen, dass niemand den Gefahrenbereich betreten kann, während der Lichtvorhang deaktiviert ist. Als Muting-Sensoren können Näherungsschalter, Lichtschranken, Grenzwertschalter usw. verwendet werden; sie müssen nicht zwingend "failsafe" sein. Aktives Muting muss durch Kontrollleuchten angezeigt werden.

Es gibt sequentielles und paralleles Muting. In diesem Funktionsbaustein wird paralleles Muting mit vier Muting-Sensoren verwendet; eine Erklärung wird unten angegeben. Der Funktionsbaustein kann in beide Richtungen verwendet werden, vorwärts und rückwärts. Muting sollte durch die Prozesssteuerung über das Signal MutingEnable aktiviert werden, um eine Manipulation zu vermeiden.

Die Eingangsparameter des Funktionsbausteins umfassen die Signale der vier Muting-Sensoren (MutingSwitch11 ... MutingSwitch22), das OSSD-Signal der aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtung (S_AOPD_In), sowie drei einstellbare Zeiten (DiscTime11_12, DiscTime21_22 und MaxMutingTime).

Der Eingang S_StartReset darf nur aktiviert werden, wenn sichergestellt ist, dass vom PES-Start keine Gefahr ausgeht.

Tab. 71: FB-Name: SF_MutingPar

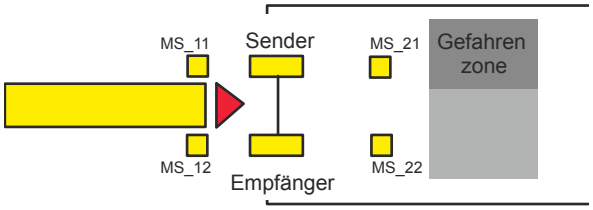
Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_AOPD_In	BOOL	FALSE	Variable. OSSD-Signal der AOPD. FALSE: Schutzfeld unterbrochen. TRUE: Schutzfeld nicht unterbrochen.
MutingSwitch11	BOOL	FALSE	Variable. Zustand des Muting-Sensors 11. FALSE: Muting-Sensor 11 nicht betätigt. TRUE: Das Werkstück betätigt den Muting-Sensor 11.
MutingSwitch12	BOOL	FALSE	Variable. Zustand des Muting-Sensors 12. FALSE: Muting-Sensor 12 nicht betätigt. TRUE: Das Werkstück betätigt den Muting-Sensor 12.
MutingSwitch21	BOOL	FALSE	Variable. Zustand des Muting-Sensors 21. FALSE: Muting-Sensor 21 nicht betätigt. TRUE: Das Werkstück betätigt den Muting-Sensor 21.
MutingSwitch22	BOOL	FALSE	Variable. Zustand des Muting-Sensors 22. FALSE: Muting-Sensor 22 nicht betätigt. TRUE: Das Werkstück betätigt den Muting-Sensor 22.
S_MutingLamp	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Zeigt den Betrieb der Muting-Lampe. FALSE: Ausfall der Muting-Lampe. TRUE: Kein Ausfall der Muting-Lampe.

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
MutingEnable	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Befehl des Steuerungssystems, der die Muting-Funktion auslöst, sobald dies im Maschinenzyklus erforderlich ist. Nach dem Start der Muting-Funktion kann dieses Signal ausgeschaltet werden. FALSE: Muting nicht aktiviert TRUE: Muting-Funktion aktiviert
S_StartReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
Reset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
DiscTime11_12	TIME	T#0s	Konstante 0..4 s; Maximale Diskrepanzzeit für MutingSwitch11 und MutingSwitch12.
DiscTime21_22	TIME	T#0s	Konstante 0..4 s; Maximale Diskrepanzzeit für MutingSwitch21 und MutingSwitch22.
MaxMutingTime	TIME	T#0s	Konstante 0..10 min; Maximale Zeit für das Beenden der Muting-Sequenz; der Timer startet, wenn der erste Muting-Sensor betätigt wird.
VAR_OUTPUT			
Ready	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
S_AOPD_Out	BOOL	FALSE	Sicherheitsausgang, der den Status der Schutzeinrichtung im Muting-Zustand anzeigt. FALSE: Schutzfeld der aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtung unterbrochen und Muting nicht aktiv. TRUE: Schutzfeld der aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtung nicht unterbrochen oder Muting aktiv.
S_MutingActive	BOOL	FALSE	Zeigt den Muting-Zustand. FALSE: Muting nicht aktiv. TRUE: Muting aktiv.
Error	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Hinweis: Ein Kurzschluss der Mutingsensor-Signale oder ein Fehler der funktionalen Applikation bei der Signalübertragung wird von diesem Funktionsbaustein nicht erkannt. Dies sollte jedoch nicht zu einem ungewollten Muting führen. Anwender sollten dies in die Risikoanalyse aufnehmen.

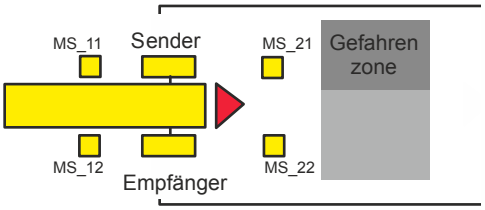
Beispiel für SF_MutingPar in Vorwärtsbewegung mit vier Sensoren

1



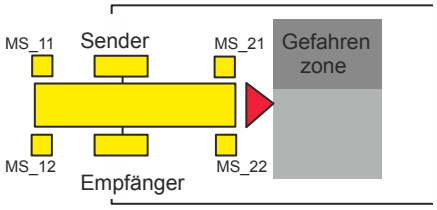
Wenn das Produkt die Muting-Sensoren MutingSwitch11 (MS_11) und MutingSwitch12 (MS_12) innerhalb der Zeit DiscTime11_12 aktiviert, wird der Muting-Modus aktiviert (S_MutingActive = TRUE).

2



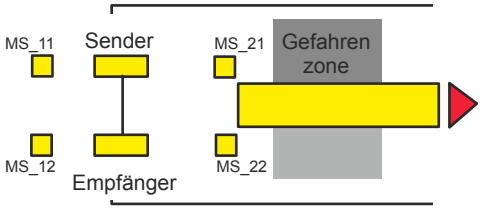
Muting bleibt so lange aktiv, wie MutingSwitch11 (MS_11) und MutingSwitch12 (MS_12) vom Produkt aktiviert werden. Das Produkt kann den Lichtvorhang passieren, ohne dass die Maschine stoppt.

3



Bevor die Muting-Sensoren MutingSwitch11 (MS_11) und MutingSwitch12 (MS_12) deaktiviert werden, müssen die Muting-Sensoren MutingSwitch21 (MS_21) und MutingSwitch22 (MS_22) aktiviert werden. Dies stellt sicher, dass der Muting-Modus aktiv bleibt. Die Zeitdiskrepanz zwischen dem Schalten von MutingSwitch21 und MutingSwitch22 wird von DiscTime21_22 überwacht.

4



Der Muting-Modus wird beendet, wenn entweder Muting-Sensor MutingSwitch21 (MS_21) oder MutingSwitch22 (MS_22) vom Produkt deaktiviert werden. Die maximale Zeit für einen aktiven Muting-Modus ist MaxMutingTime.

Bedingungen für Muting

Vorwärtsbewegung

Muting-Bedingung 1 (bis 8011) (MS_11 ist das erste Schaltelement am Eingang, das betätigt wird). Timer MaxMutingTime und DiscTime11_12 wird gestartet:

MutingEnable AND (R_TRIG at MS_11 AND NOT MS_12 AND NOT MS_21 AND NOT MS_22)

Muting-Bedingung 1 (bis 8311) (MS_12 ist das erste Schaltelement am Eingang, das betätigt wird). Timer MaxMutingTime und DiscTime11_12 wird gestartet:

MutingEnable AND (NOT MS_11 AND R_TRIG at MS_12 AND NOT MS_21 AND NOT MS_22)

Muting-Bedingung 2 (von 8011) (MS_12 ist das zweite Schaltelement am Eingang, das betätigt wird). Der Timer DiscTime11_12 wird gestoppt:

MutingEnable AND (MS_11 AND R_TRIG at MS_12 AND NOT MS_21 AND NOT MS_22)

Muting-Bedingung 2 (von 8311) (MS_11 ist das zweite Schaltelement am Eingang, das betätigt wird). Der Timer DiscTime11_12 wird gestoppt:

MutingEnable AND (R_TRIG at MS_11 AND MS_12 AND NOT MS_21 AND NOT MS_22)

Muting-Bedingung 3 (beide Schaltelemente am Eingang werden im selben Zyklus betätigt). Timer MaxMutingTime wird gestartet:

MutingEnable AND (R_TRIG at MS_11 AND R_TRIG at MS_12 AND NOT MS_21 AND NOT MS_22)

Muting-Bedingung 4 (alle Schaltelemente betätigt): MS_11 AND MS_12 AND MS_21 AND MS_22

Muting-Bedingung 24 (bis 8014) (MS_21 ist das erste Schaltelement am Ausgang, das betätigt wird). Timer DiscTime21_22 wird gestartet:

MS_11 AND MS_12 AND R_TRIG at MS_21 AND NOT MS_22

Muting-Bedingung 24 (bis 8314) (MS_22 ist das erste Schaltelement am Ausgang, das betätigt wird). Timer DiscTime21_22 wird gestartet:

MS_11 AND MS_12 AND NOT MS_21 AND R_TRIG at MS_22

Muting-Bedingung 25 (von 8014) (MS_22 ist das zweite Schaltelement am Ausgang, das betätigt wird). Der Timer DiscTime21_22 wird gestoppt:

MS_11 AND MS_12 AND MS_21 AND R_TRIG at MS_22

Muting-Bedingung 25 (von 8314) (MS_21 ist das zweite Schaltelement am Ausgang, das betätigt wird). Der Timer DiscTime21_22 wird gestoppt:

MS_11 AND MS_12 AND R_TRIG at MS_21 AND MS_22

Muting-Bedingung 5 (eines der Schaltelemente am Ausgang wird freigegeben). Timer MaxMutingTime wird gestoppt:

NOT MS_11 AND NOT MS_12 AND (F_TRIG at MS_21 OR F_TRIG at MS_22)

Rückwärtsbewegung

Muting-Bedingung 11 (bis 8122) (MS_21 ist das erste Schaltelement am Eingang, das betätigt wird). Timer MaxMutingTime und DiscTime21_22 wird gestartet:

MutingEnable AND (NOT MS_22 AND R_TRIG at MS_21 AND NOT MS_11 AND NOT MS_12)

Muting-Bedingung 11 (bis 8422) (MS_22 ist das erste Schaltelement am Eingang, das betätigt wird). Timer MaxMutingTime und DiscTime21_22 wird gestartet:

MutingEnable AND (R_TRIG at MS_22 AND NOT MS_21 AND NOT MS_11 AND NOT MS_12)

Muting-Bedingung 12 (von 8122) (MS_22 ist das zweite Schaltelement am Eingang, das betätigt wird). Der Timer DiscTime21_22 wird gestoppt:

MutingEnable AND (MS_21 AND R_TRIG at MS_22 AND NOT MS_11 AND NOT MS_12)

Muting-Bedingung 12 (von 8422) (MS_21 ist das zweite Schaltelement am Eingang, das betätigt wird). Der Timer DiscTime21_22 wird gestoppt:

MutingEnable AND (R_TRIG at MS_21 AND MS_22 AND NOT MS_11 AND NOT MS_12)

Muting-Bedingung 13 (beide Schaltelemente am Eingang werden im selben Zyklus betätigt). Timer MaxMutingTime wird gestartet:

MutingEnable AND (R_TRIG at MS_21 AND R_TRIG at MS_22 AND NOT MS_11 AND NOT MS_12)

Muting-Bedingung 14 (alle Schaltelemente betätigt): MS_11 AND MS_12 AND MS_21 AND MS_22

Muting-Bedingung 44 (bis 8114) (MS_11 ist das erste Schaltelement am Ausgang, das betätigt wird). Timer DiscTime11_12 wird gestartet:

MS_21 AND MS_22 AND R_TRIG at MS_11 AND NOT MS_12

Muting-Bedingung 44 (bis 8414) (MS_12 ist das erste Schaltelement am Ausgang, das betätigt wird). Timer DiscTime11_12 wird gestartet:

MS_21 AND MS_22 AND NOT MS_11 AND R_TRIG at MS_12

Muting-Bedingung 45 (von 8114) (MS_12 ist das zweite Schaltelement am Ausgang, das betätigt wird). Der Timer DiscTime11_12 wird gestoppt:

MS_21 AND MS_22 AND MS_11 AND R_TRIG at MS_12

Muting-Bedingung 45 (von 8414) (MS_11 ist das zweite Schaltelement am Ausgang, das betätigt wird). Der Timer DiscTime11_12 wird gestoppt:

MS_21 AND MS_22 AND R_TRIG at MS_11 AND MS_12

Muting-Bedingung 15 (eines der Schaltelemente am Ausgang wird freigegeben). Timer MaxMutingTime wird gestoppt:

NOT MS_21 AND NOT MS_22 AND (F_TRIG at MS_11 OR F_TRIG at MS_12)

Falsche Muting-Sequenzen:

Zustand 8000 - (MutingEnable = FALSE, wenn Muting-Sequenz startet) OR
((MS_11 OR MS_12) AND (MS_21 OR MS_22)) OR
(R_TRIG at MS_11 AND MS_12 AND NOT R_TRIG at MS_12) OR
(R_TRIG at MS_12 AND MS_11 AND NOT R_TRIG at MS_11) OR
(R_TRIG at MS_21 AND MS_22 AND NOT R_TRIG at MS_22) OR
(R_TRIG at MS_22 AND MS_21 AND NOT R_TRIG at MS_21) OR
((MS_11 AND NOT R_TRIG at MS_11) AND (MS_12 AND NOT R_TRIG at MS_12)) OR
((MS_21 AND NOT R_TRIG at MS_21) AND (MS_22 AND NOT R_TRIG at MS_22))

Zustand 8011 - NOT MutingEnable OR NOT MS_11 OR MS_21 OR MS_22

Zustand 8311 - NOT MutingEnable OR NOT MS_12 OR MS_21 OR MS_22

Zustand 8012 - NOT MS_11 OR NOT MS_12

Zustand 8021 - R_TRIG at MS_11 OR R_TRIG at MS_12 OR R_TRIG at MS_21 OR R_TRIG at MS_22

Zustand 8014 - NOT MS_11 OR NOT MS_12 OR NOT MS_21

Zustand 8314 - NOT MS_11 OR NOT MS_12 OR NOT MS_22

Zustand 8122 - NOT MutingEnable OR MS_11 OR MS_12 OR NOT MS_21

Zustand 8422 - NOT MutingEnable OR MS_11 OR MS_12 OR NOT MS_22

Zustand 8121 - NOT MS_21 OR NOT MS_22

Zustand 8112 - R_TRIG at MS_11 OR R_TRIG at MS_12 OR R_TRIG at MS_21 OR R_TRIG at MS_22

Zustand 8114 - NOT MS_21 OR NOT MS_22 OR NOT MS_11

Zustand 8414 - NOT MS_21 OR NOT MS_22 OR NOT MS_12

Typisches Zeitdiagramm

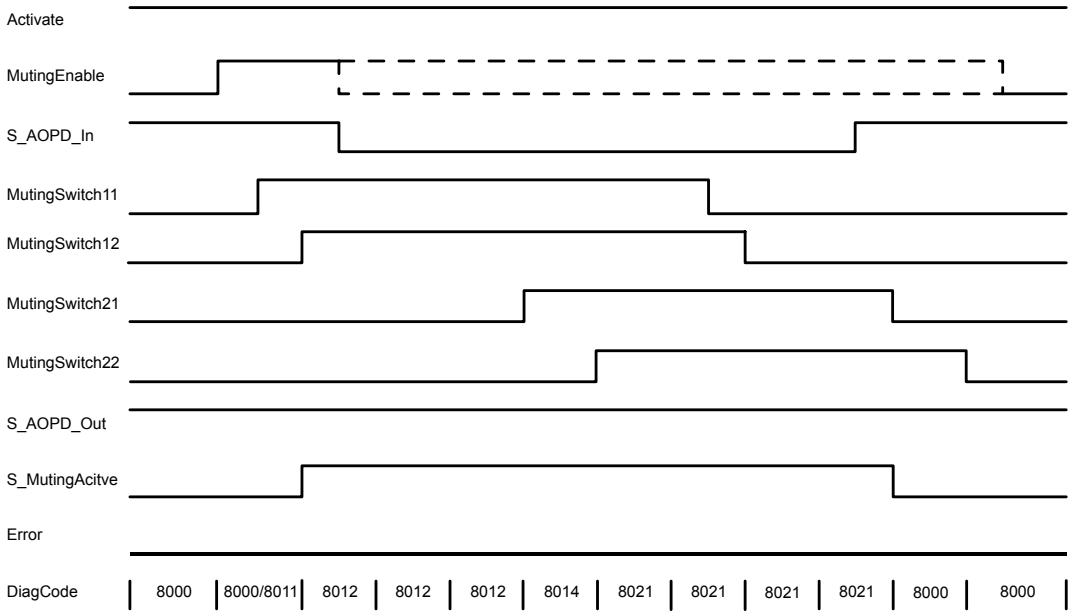


Abb. 101: Zeitdiagramm für SF_MutingPar

Der Funktionsbaustein erkennt die folgenden Fehlerbedingungen:

- Die Werte für DiscTime11_12 und DiscTime21_22 sind kleiner als T#0s oder größer als T#4s.
- Der Wert für MaxMutingTime ist kleiner als T#0s oder größer als T#10min.
- Die Diskrepanzzeit für die Sensorpaare MutingSwitch11/MutingSwitch12 oder MutingSwitch21/MutingSwitch22 wurde überschritten.
- Die Muting-Funktion (S_MutingActive = TRUE) dauert länger als die maximale Mutingzeit MaxMutingTime.
- Die Muting-Sensoren MutingSwitch11, MutingSwitch12, MutingSwitch21 und MutingSwitch22 werden in der falschen Reihenfolge aktiviert.
- Die Muting-Sequenz startet, ohne von MutingEnable aktiviert worden zu sein.
- Eine fehlerhafte Muting-Lampe wird von S_MutingLamp = FALSE angezeigt.
- Eine statische Reset-Bedingung wurde im Zustand 8001 und 8003 erkannt.

Verhalten im Fehlerfall

Bei einem Fehler werden die Ausgänge S_AOPD_Out und S_MutingActive auf FALSE gesetzt. Der Ausgang DiagCode zeigt den relevanten Fehlercode an und der Fehlerausgang wird auf TRUE gesetzt.

Ein Neustart ist erst möglich, wenn die Fehler behoben wurden und der sichere Zustand vom Bediener mit Reset quittiert wurde.

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 72: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C001	Fehler-Reset 1	Nach Aktivierung des Funktionsbausteins im Zustand 8001 wurde eine statische Reset-Bedingung erkannt. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE
C002	Fehler-Reset 2	Statische Reset-Bedingung im Zustand 8003. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE
C003	Fehler bei Muting-Lampe	Fehlerhafte Muting-Lampe. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
CYx4	Fehler in Muting-Sequenz	Fehler in der Muting-Sequenz in den Zuständen 8000, 8011, 8311, 8012, 8021, 8014, 8314, 8122, 8422, 8121, 8112, 8114 oder 8414. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE Y = Zustand in der Sequenz (6 Zustände für vorwärts und 6 Zustände für rückwärts). C0x4 = Fehler in Zustand 8000 C1x4 = Fehler in Zustand Vorwärts 8011 C2x4 = Fehler in Zustand Vorwärts 8311 C3x4 = Fehler in Zustand Vorwärts 8012 C4x4 = Fehler in Zustand Vorwärts 8014 C5x4 = Fehler in Zustand Vorwärts 8314 C6x4 = Fehler in Zustand Vorwärts 8021 C7x4 = Fehler in Zustand Rückwärts 8122 C8x4 = Fehler in Zustand Rückwärts 8422 C9x4 = Fehler in Zustand Rückwärts 8121 CAx4 = Fehler in Zustand Rückwärts 8114 CBx4 = Fehler in Zustand Rückwärts 8414 CCx4 = Fehler in Zustand Rückwärts 8112 ... CFx4 = MutingEnable fehlt x = Zustand der Sensoren, als der Fehler auftrat (4 Bits: LSB = MS_11; MS_12; MS_21; MSB = MS_22).
C005	Parameter-fehler	Wert für DiscTime11_12, DiscTime21_22 oder MaxMutingTime außerhalb des gültigen Bereichs. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE
C006	Fehler in Max-Muting-Timer	Zeitfehler: Die aktive Mutingzeit (bei S_MutingActive = TRUE) übersteigt MaxMutingTime. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C007	Fehler in Timer MS11_12	Zeitfehler: Diskrepanzzeit für das Schalten von MutingSwitch11 und MutingSwitch12 > DiscTime11_12. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE
C008	Fehler in Timer MS21_22	Zeitfehler: Diskrepanzzeit für das Schalten von MutingSwitch21 und MutingSwitch22 > DiscTime21_22. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE

Tab. 73: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8000	AOPD frei	Muting ist nicht aktiv, keine Sicherheitsanforderung der aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtung. Wenn die Timer von nachfolgendem Muting noch laufen, werden sie gestoppt. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8001	Init	Der Funktionsbaustein wurde aktiviert. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8002	Sicherheitsan-forderung - AOPD	Sicherheitsanforderung von aktiver optoelektronischer Schutzeinrichtung erkannt, Muting ist nicht aktiv. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8003	Warten auf Reset	Sicherheitsanforderung oder Fehler wurden erkannt und behoben. Bedie-nerquittierung durch Reset erforderlich. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8005	Sicher	Sicherheitsfunktion aktiviert. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8011	Muting vor-wärts - Start 1	Muting vorwärts; Sequenz ist in Startphase nach steigender Flanke von MutingSwitch11. Überwachung von DiscTime11_12 ist aktiviert. Überwa-chung von MaxMutingTime ist aktiviert. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8311	Muting vor-wärts - Start 2	Muting vorwärts; Sequenz ist in Startphase nach steigender Flanke von MutingSwitch12. Überwachung von DiscTime11_12 ist aktiviert. Überwa-chung von MaxMutingTime ist aktiviert. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8012	Muting vor-wärts aktiv 1	Muting vorwärts, Sequenz ist aktiv: - nachdem eine steigende Flanke am zweiten Schaltelement am Eingang, MutingSwitch12 oder MutingSwitch11 erkannt wurde. - wenn sowohl MutingSwitch11 als auch MutingSwitch12 im selben Zyklus betätigt wurden. Überwachung von DiscTime11_12 wurde gestoppt. Überwachung von MaxMutingTime ist aktiviert, wenn der Übergang direkt vom Zustand 8000 kam. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = TRUE Error = FALSE
8014	Muting vor-wärts - Schritt 1	Muting vorwärts, Sequenz ist aktiv. MutingSwitch21 ist das erste Schalt-element am Ausgang, das betätigt wird. Überwachung von Disc-Time21_22 wurde gestartet. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = TRUE Error = FALSE
8314	Muting vor-wärts - Schritt 2	Muting vorwärts, Sequenz ist aktiv. MutingSwitch22 ist das erste Schalt-element am Ausgang, das betätigt wird. Überwachung von Disc-Time21_22 wurde gestartet. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = TRUE Error = FALSE
8021	Muting vor-wärts aktiv 2	Muting vorwärts, Sequenz ist noch aktiv. MutingSwitch21 und MutingS-witch22 wurden beide betätigt, die Überwachung von DiscTime21_22 wurde gestoppt. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = TRUE Error = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8122	Muting rück-wärts - Start 1	Muting rückwärts; Sequenz ist in Startphase nach steigender Flanke von MutingSwitch21. Überwachung von DiscTime21_22 ist aktiviert. Überwachung von MaxMutingTime ist aktiviert. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8422	Muting rück-wärts - Start 2	Muting rückwärts; Sequenz ist in Startphase nach steigender Flanke von MutingSwitch22. Überwachung von DiscTime21_22 ist aktiviert. Überwachung von MaxMutingTime ist aktiviert. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8121	Muting rück-wärts aktiv 1	Muting rückwärts, Sequenz ist aktiv: - nachdem eine steigende Flanke am zweiten Schaltelement, MutingSwitch21 oder MutingSwitch22 erkannt wurde. - wenn sowohl MutingSwitch21 als auch MutingSwitch22 im selben Zyklus betätigt wurden. Überwachung von DiscTime21_22 wurde gestoppt. Überwachung von MaxMutingTime ist aktiviert, wenn der Übergang direkt vom Zustand 8000 kam. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = TRUE Error = FALSE
8114	Muting rück-wärts - Schritt 1	Muting rückwärts, Sequenz ist aktiv. MutingSwitch11 ist das erste Schaltelement am Ausgang, das betätigt wird. Überwachung von DiscTime11_12 wurde gestartet. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = TRUE Error = FALSE

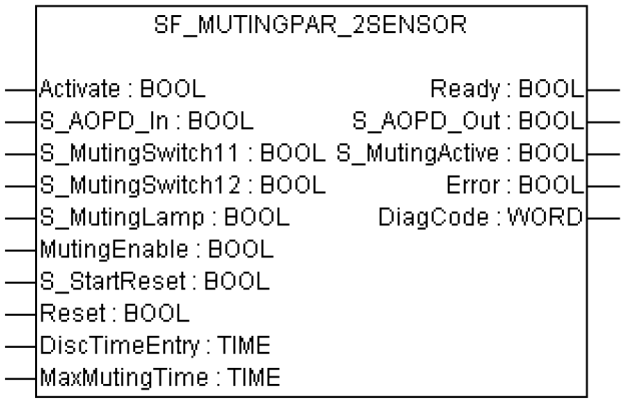
DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8414	Muting rück-wärts - Schritt 2	Muting rückwärts, Sequenz ist aktiv. MutingSwitch12 ist das erste Schalt-element am Ausgang, das betätigt wird. Überwachung von DiscTime11_12 wurde gestartet. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = TRUE Error = FALSE
8112	Muting rück-wärts aktiv 2	Muting rückwärts, Sequenz ist noch aktiv. Beide Schaltelemente am Aus-gang, MutingSwitch11 und MutingSwitch12, wurden betätigt, die Überwa-chung von DiscTime11_12 wurde gestoppt. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = TRUE Error = FALSE

4.6.6.14 SF_MutingPar2Sensor

Normen	Anforderungen
IEC 61496-1: 2004	A.7 Muting A.7.1.2 Es müssen mindestens zwei unabhängige und fest verdrahtete Muting-Signalquellen zur Initiierung der Funktion zur Verfügung stehen. Muting darf nicht möglich sein, wenn sich die OSSDs bereits im Zustand AUS befinden. A.7.1.3 Die Muting-Funktion darf nur von der korrekten Sequenz und/oder vom korrekten Timing der Muting-Signale initiiert werden. Sollten widersprüchliche Muting-Signale auftreten, darf die BWS keinen Muting-Zustand zulassen. A.7.1.4 Es müssen mindestens zwei unabhängige und fest verdrahtete Muting-Signalquellen zum Stoppen der Funktion zur Verfügung stehen. Die Muting-Funktion muss stoppen, wenn das erste dieser Muting-Signale seinen Zustand ändert. Die Deaktivierung der Muting-Funktion darf nicht nur auf der Freigabe der BWS beruhen. A.7.1.5 Die Muting-Signale sollten beim Muting durchgehend vorhanden sein. Wenn die Signale nicht durchgehend vorhanden sind, muss eine fehlerhafte Reihenfolge und/oder der Ablauf einer voreingestellten Zeitbegrenzung entweder einen gesperrten Zustand oder eine Wiederanlaufsperre auslösen. A.7.4 Anzeige: Ein Mute-Statussignal oder eine Statusanzeige muss zur Verfügung gestellt werden (in einigen Anwendungen ist ein Anzeigesignal für Muting erforderlich)
CD IEC 62046/ Ed. 1:2005	5.5.1: … eine Anzeige für den Aktivitätsstatus der Muting-Funktion kann erforderlich sein. Die Muting-Funktion muss automatisch initiiert und terminiert werden ... Falsche Signale, Sequenzen oder Timing der Muting-Sensoren oder Signale dürfen keinen Muting-Zustand zulassen. Eine Initiierung der Muting-Funktion darf in den folgenden Fällen nicht möglich sein: ■ Die Schutzausrüstungs-OSSDs befinden sich im Zustand AUS; ■ Die Schutzausrüstung befindet sich im Sperrzustand. ■ Initiierung der Muting-Funktion durch zwei oder mehrere unabhängige Muting-Sensoren, sodass ein einzelner Fehler keinen Mute-Zustand auslösen kann; ■ Terminierung der Muting-Funktion durch zwei oder mehrere unabhängige Muting-Sensoren, sodass die Deaktivierung eines Sensors die Muting-Funktion beendet; ■ Verwendung von Timing- und Sequenzsteuerung für Muting-Sensoren, um einen korrekten Muting-Betrieb sicherzustellen; 5.5.3: Die folgenden Maßnahmen sind zu berücksichtigen … ■ Die Begrenzung des Muting-Zustandes auf einen bestimmten Zeitraum, der für den Transport des Materials durch die Erkennungszone ausreichend ist. Wenn diese Zeit überschritten wird, sollte die Muting-Funktion beendet und alle gefährlichen Bewegungen gestoppt werden. Anhang F.7 Zwei Sensoren – Gekreuzte Lichtschranken (siehe auch Abb. F.7.2 und F.7.3) Die Muting-Funktion sollte nur initiiert werden, wenn die beiden Lichtschranken innerhalb eines Zeitfensters von 4 Sekunden aktiviert werden. Die Muting-Funktion sollte deaktiviert werden, sobald eine der beiden Lichtschranken der Muting-Sensoren nicht mehr aktiviert ist. Ein überwachter Timer zur Begrenzung der Muting-Funktion auf die minimale praktikable Zeit ist erforderlich. Anhang F.5: Methoden zur Vermeidung von Manipulationen der Muting-Funktion: … verwenden Sie einen vom Steuerungssystem der Maschine erzeugten Aktivierungsbefehl, der die Muting-Funktion nur dann auslöst, wenn dies im Maschinenzyklus erforderlich ist.

Normen	Anforderungen
EN 954-1:1996	5.4 Manuelles Rücksetzen
ISO 12100-2:2003	4.11.4: Wiederingangsetzen nach Ausfall der Energieversorgung/spontanes Wiederanlaufen

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.



Muting ist die gewollte Unterdrückung der Sicherheitsfunktion. In diesem Funktionsbaustein wird paralleles Muting mit zwei Muting-Sensoren spezifiziert.

Muting ist die gewollte Unterdrückung der Sicherheitsfunktion. Dies ist z. B. erforderlich, wenn Material in den Gefahrenbereich transportiert wird, ohne dass die Maschine gestoppt werden soll. Muting wird durch Muting-Sensoren ausgelöst. Die Verwendung von zwei Muting-Sensoren und die korrekte Integration in die Produktionssequenz muss sicherstellen, dass niemand den Gefahrenbereich betreten kann, während der Lichtvorhang deaktiviert ist. Als Muting-Sensoren können Drucktaster, Näherungsschalter, Lichtschranken, Grenzwertschalter usw. verwendet werden; sie müssen nicht zwingend "failsafe" sein. Aktives Muting muss durch Kontrollleuchten angezeigt werden.

Es gibt sequentielles und paralleles Muting. In diesem Funktionsbaustein wird paralleles Muting mit zwei Muting-Sensoren verwendet; eine Erklärung ist unten angegeben. Das Positionieren der Sensoren erfolgt laut Anhang F.7 von IEC 62046, CD 2005, wie in Abbildung 48 gezeigt. Der Funktionsbaustein kann in beide Richtungen verwendet werden, vorwärts und rückwärts. Die aktuelle Richtung kann jedoch nicht identifiziert werden. Muting sollte durch die Prozesssteuerung über das Signal MutingEnable aktiviert werden, um eine Manipulation zu vermeiden.

Die Eingangsparameter des Funktionsbausteins umfassen die Signale der zwei Muting-Sensoren (S_MutingSwitch11 und S_MutingSwitch12), das OSSD-Signal der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung "AOPD" (S_AOPD_In) sowie zwei einstellbare Zeiten (DiscTimeEntry und MaxMutingTime).

Der Eingang S_StartReset darf nur aktiviert werden, wenn sichergestellt ist, dass vom PES-Start keine Gefahr ausgeht.

Tab. 74: FB-Name: SF_MutingPar_2Sensor

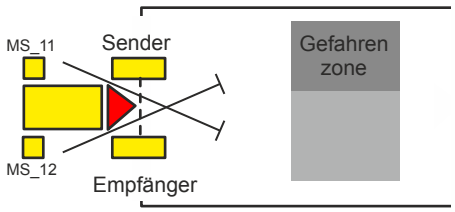
Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_AOPD_In	BOOL	FALSE	Variable. OSSD-Signal der AOPD. FALSE: Schutzfeld unterbrochen. TRUE: Schutzfeld nicht unterbrochen.
S_MutingSwitch11	BOOL	FALSE	Variable. Zustand des Muting-Sensors 11. FALSE: Muting-Sensor 11 nicht betätigt. TRUE: Das Werkstück betätigt den Muting-Sensor 11.
S_MutingSwitch12	BOOL	FALSE	Variable. Zustand des Muting-Sensors 12. FALSE: Muting-Sensor 12 nicht betätigt. TRUE: Das Werkstück betätigt den Muting-Sensor 12.
S_MutingLamp	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Zeigt den Betrieb der Muting-Lampe. FALSE: Ausfall der Muting-Lampe. TRUE: Kein Ausfall der Muting-Lampe.
MutingEnable	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Befehl des Steuerungssystems, der die Muting-Funktion auslöst, sobald dies im Maschinenzyklus erforderlich ist. Nach dem Start der Muting-Funktion kann dieses Signal ausgeschaltet werden. FALSE: Muting nicht aktiviert TRUE: Muting-Funktion aktiviert
S_StartReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
Reset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
DiscTimeEntry	TIME	T#0s	Konstante 0..4 s; Maximale Diskrepanzzeit für S_MutingSwitch11 und S_MutingSwitch12 am Muting-Eingang.

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
MaxMutingTime	TIME	T#0s	Konstante 0..10 min; Maximale Zeit für das Beenden der Muting-Sequenz; der Timer startet, wenn der erste Muting-Sensor betätigt wird.
VAR_OUTPUT			
Ready	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
S_AOPD_Out	BOOL	FALSE	Sicherheitsausgang, der den Status der Schutzeinrichtung im Muting-Zustand anzeigt. FALSE: Schutzfeld der aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtung unterbrochen und Muting nicht aktiv. TRUE: Schutzfeld der aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtung nicht unterbrochen oder Muting aktiv.
S_MutingActive	BOOL	FALSE	Zeigt den Muting-Zustand. FALSE: Muting nicht aktiv. TRUE: Muting aktiv.
Error	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Hinweis: Die Leitungskontrolle der Muting-Sensor-Signale muss im Sicherheitskreis aktiv sein.

Beispiel für SF_MutingPar_2Sensor mit zwei Reflexionslichtschranken

1



Wenn Reflexionslichtschranken als Muting-Sensoren verwendet werden, sind diese normalerweise diagonal angeordnet. Im Allgemeinen erfordert diese Anordnung der Reflexionslichtschranken als Muting-Sensoren nur zwei Lichtschranken und nur S_MutingSwitch11 (MS_11) und S_MutingSwitch12 (MS_12) sind zugeordnet.

Bedingungen für Muting

Muting-Bedingung 1 (bis 8011) (MS_11 ist das erste Schaltelement am Eingang, das betätigt wird). Timer DiscTimeEntry und MaxMutingTime werden gestartet:

MutingEnable AND R_TRIG at MS_11 AND NOT MS_12

Muting-Bedingung 2 (bis 8311) (MS_12 ist das erste Schaltelement am Eingang, das betätigt wird). Timer DiscTimeEntry und MaxMutingTime werden gestartet:

MutingEnable AND NOT MS_11 AND R_TRIG at MS_12

Muting-Bedingung 3 (von 8011 bis 8012) (MS_12 ist das zweite Schaltelement am Eingang, das betätigt wird):

Timer DiscTimeEntry wird gestoppt:

MutingEnable AND MS_11 AND R_TRIG at MS_12

Muting-Bedingung 4 (von 8311 bis 8012) (MS_11 ist das zweite Schaltelement am Eingang, das betätigt wird):

Timer DiscTimeEntry wird gestoppt:

MutingEnable AND R_TRIG at MS_11 AND MS_12

Muting-Bedingung 5 (von 8000 bis 8012) (beide Schaltelemente werden im selben Zyklus betätigt): Timer MaxMutingTime wird gestartet:

MutingEnable AND R_TRIG at MS_11 AND R_TRIG at MS_12

Muting-Bedingung 6 (von 8012 bis 8000) (beide Schaltelemente werden im selben Zyklus freigegeben oder MS_11 und MS_12 werden nacheinander freigegeben). Timer MaxMutingTime wird gestoppt: NOT MS_11 OR NOT MS_12

Falsche Muting-Sequenzen

Zustand 8000 - (R_TRIG at MS_11 AND MS_12 AND NOT R_TRIG at MS_12) OR
(R_TRIG at MS_12 AND MS_11 AND NOT R_TRIG at MS_11) OR
((MS_11 AND NOT R_TRIG at MS_11) AND (MS_12 AND NOT R_TRIG at MS_12)) OR
(NOT MutingEnable AND R_TRIG at MS_11) OR
(NOT MutingEnable AND R_TRIG at MS_12)

Zustand 8011 - NOT MutingEnable OR NOT MS_11

Zustand 8311 - NOT MutingEnable OR NOT MS_12

Zustand 8012 - Alle möglichen Übergänge zulässig

Typisches Zeitdiagramm

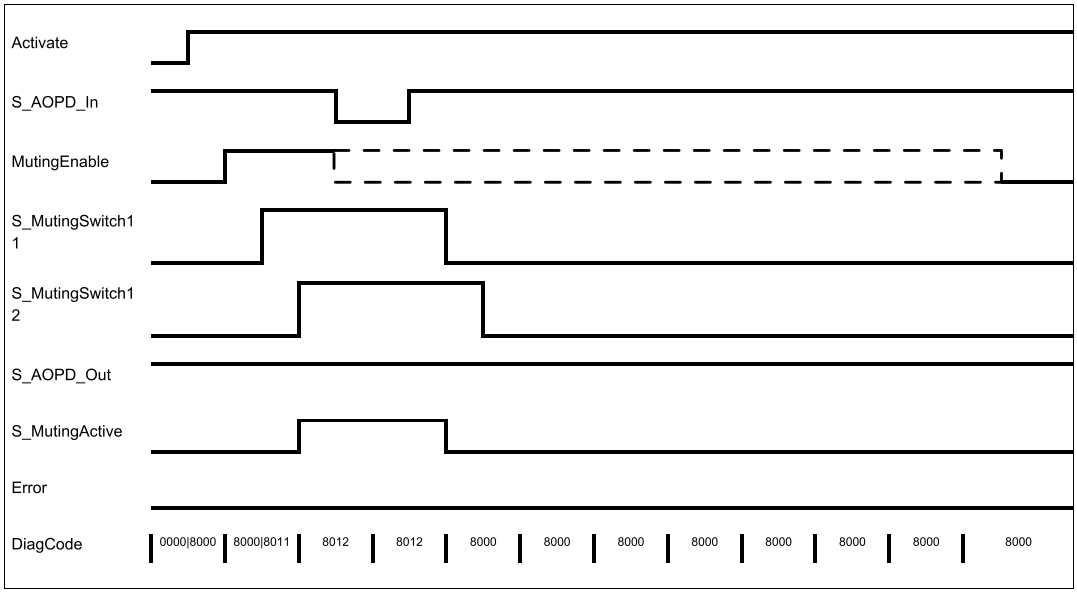


Abb. 102: Zeitdiagramm für SF_MutingPar_2Sensor (S_StartReset = TRUE, Reset = FALSE, S_MutingLamp = TRUE)

Der Funktionsbaustein erkennt die folgenden Fehlerbedingungen:

- Der Wert für DiscTimeEntry ist kleiner als T#0s oder größer als T#4s.
- Der Wert für MaxMutingTime ist kleiner als T#0s oder größer als T#10min.
- Die Diskrepanzzeit für das Sensorpaar S_MutingSwitch11/S_MutingSwitch12 wurde überschritten.
- Die Muting-Funktion (S_MutingActive = TRUE) dauert länger als die maximale Mutingzeit MaxMuting-Time.
- Die Muting-Sensoren S_MutingSwitch11 und S_MutingSwitch12 werden in der falschen Reihenfolge aktiviert.
- Die Muting-Sequenz startet, ohne von MutingEnable aktiviert worden zu sein.
- Statische Mutingsensor-Signale.
- Eine fehlerhafte Muting-Lampe wird von S_MutingLamp = FALSE angezeigt.
- Eine statische Reset-Bedingung wurde im Zustand 8001 und 8003 erkannt.

Verhalten im Fehlerfall

Bei einem Fehler werden die Ausgänge S_AOPD_Out und S_MutingActive auf FALSE gesetzt. Der Ausgang DiagCode zeigt den relevanten Fehlercode an und der Fehlerausgang wird auf TRUE gesetzt.

Ein Neustart ist erst möglich, wenn die Fehler behoben wurden und der sichere Zustand vom Bediener mit Reset quittiert wurde.

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 75: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C001	Fehler-Reset 1	Nach Aktivierung des Funktionsbausteins im Zustand 8001 wurde eine statische Reset-Bedingung erkannt. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE
C002	Fehler-Reset 2	Statische Reset-Bedingung im Zustand 8003. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE
C003	Fehler bei Muting-Lampe	Fehlerhafte Muting-Lampe. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE
CYx4	Fehler in Muting-Sequenz	Fehler in der Muting-Sequenz in den Zuständen 8000, 8011, 8311. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE Y = Zustand in der Sequenz C0x4 = Fehler in Zustand 8000 C1x4 = Fehler in Zustand 8011 C2x4 = Fehler in Zustand 8311 CFx4 = MutingEnable fehlt x = Zustand der Sensoren, als der Fehler auftrat (4 Bits: LSB = MS_11; neben LSB = MS_12).
C005	Parameter-fehler	Werte für DiscTimeEntry oder MaxMutingTime außerhalb des gültigen Bereichs. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C006	Fehler in Max-Muting-Timer	Zeitfehler: Die aktive Mutingzeit (bei S_MutingActive = TRUE) übersteigt MaxMutingTime. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE
C007	Fehler in Timer am Eingang	Zeitfehler: Diskrepanzzeit für das Schalten von S_MutingSwitch11 und S_MutingSwitch12 von FALSE auf TRUE > DiscTimeEntry. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = TRUE

Tab. 76: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8000	AOPD frei	Muting ist nicht aktiv, keine Sicherheitsanforderung der aktiven optoelektronischen Schutzeinrichtung. Wenn die Timer von nachfolgendem Muting noch laufen, werden sie gestoppt. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8001	Init	Der Funktionsbaustein wurde aktiviert. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE

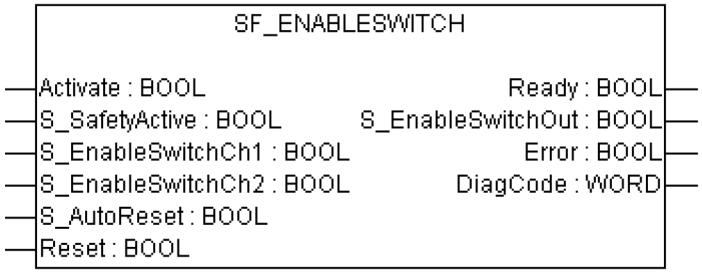
DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8002	Sicherheitsan-forderung - AOPD	Sicherheitsanforderung von aktiver optoelektronischer Schutzeinrichtung erkannt, Muting ist nicht aktiv. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8003	Warten auf Reset	Sicherheitsanforderung oder Fehler wurden erkannt und behoben. Bedie-nerquittierung durch Reset erforderlich. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8005	Sicher	Sicherheitsfunktion aktiviert. Ready = TRUE S_AOPD_Out = FALSE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8011	Muting Start 1	Die Muting-Sequenz ist in Startphase nach steigender Flanke von S_MutingSwitch11. Überwachung von DiscTimeEntry ist aktiviert. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8311	Muting Start 2	Die Muting-Sequenz ist in Startphase nach steigender Flanke von S_MutingSwitch12. Überwachung von DiscTimeEntry ist aktiviert. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = FALSE Error = FALSE
8012	Muting aktiv	Muting-Sequenz ist aktiv: - nachdem eine steigende Flanke am zweiten Schaltelement, S_MutingSwitch12 oder S_MutingSwitch11 erkannt wurde. - wenn sowohl S_MutingSwitch11 als auch S_MutingSwitch12 im selben Zyklus betätigt wurden. Überwachung von DiscTimeEntry wurde gestoppt. Überwachung von MaxMutingTime ist aktiviert. Ready = TRUE S_AOPD_Out = TRUE S_MutingActive = TRUE Error = FALSE

4.6.6.15 SF_EnableSwitch

Normen	Anforderungen
IEC 60204-1, Ed. 5.0:2003	9.2.6.3: Steuerungsfreigabe (siehe auch 10.9) ist eine manuell aktivierte Steuerungsfunktion-Verriegelung mit den folgenden Eigenschaften: ■ ermöglicht bei Aktivierung die Initiierung des Maschinenbetriebs über ein separates Start-Bedienelement und ■ initiiert eine Haltfunktion und verhindert ein Starten des Maschinenbetriebs, wenn sie deaktiviert ist. Die Steuerungsfreigabe muss so eingerichtet sein, dass die Möglichkeiten, diese zu umgehen, minimiert wird. Dies kann z. B. erreicht werden, wenn das Steuerungsfreigabegerät vor dem erneuten Start des Maschinenbetriebs deaktiviert werden muss. Es darf nicht möglich sein, die Freigabefunktion mit einfachen Mitteln zu umgehen. 10.9: Wenn ein Steuerungsfreigabegerät als Teil eines Systems mitgeliefert wird, muss es die Steuerungsfreigabe anzeigen und den Betrieb im aktivierten Zustand in nur einer Position zulassen. In jeder anderen Position muss der Betrieb gestoppt bzw. verhindert werden. Es sind Steuerungsfreigabegeräte mit den folgenden Eigenschaften auszuwählen: ... ■ für Ausführungen mit drei Positionen: – Position 1: Aus-Funktion des Schalters (Aktor wird nicht betrieben); – Position 2: Freigabefunktion (Aktor wird in Mittelstellung betrieben); – Position 3: Aus-Funktion (Aktor wird hinter seiner Mittelstellung betrieben); ■ Bei der Rückkehr von Position 3 zu Position 2 ist die Freigabefunktion nicht aktiviert.
EN 954-1:1996	5.4 Manuelles Rücksetzen
ISO 12100-2:2003	4.11.4: Wiederingangsetzen nach Ausfall der Energieversorgung/spontanes Wiederanlaufen

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.



Der Funktionsbaustein SF_EnableSwitch wertet die Signale eines Freigabeschalters mit drei Positionen aus.

Der Funktionsbaustein SF_EnableSwitch unterstützt die Aufhebung von Sicherheitsfunktionen (DIN EN 60204 Abschnitt 9.2.4) mit Freigabeschaltern (DIN EN 60204 Abschnitt 9.2.5.8), wenn die relevante Betriebsart ausgewählt und aktiv ist. Die relevante Betriebsart (Begrenzung der Geschwindigkeit oder Antriebskraft, Begrenzung des Bewegungsbereichs) muss außerhalb des Funktionsbausteins SF_EnableSwitch gewählt werden.

Der Funktionsbaustein SF_EnableSwitch wertet die Signale eines Freigabeschalters mit drei Positionen aus (DIN EN 60204 Abschnitt 9.2.5.8).

Die Eingangsparameter S_EnableSwitchCh1 und S_EnableSwitchCh2 verarbeiten die folgenden Signalstufen der Kontakte E1 bis E4:

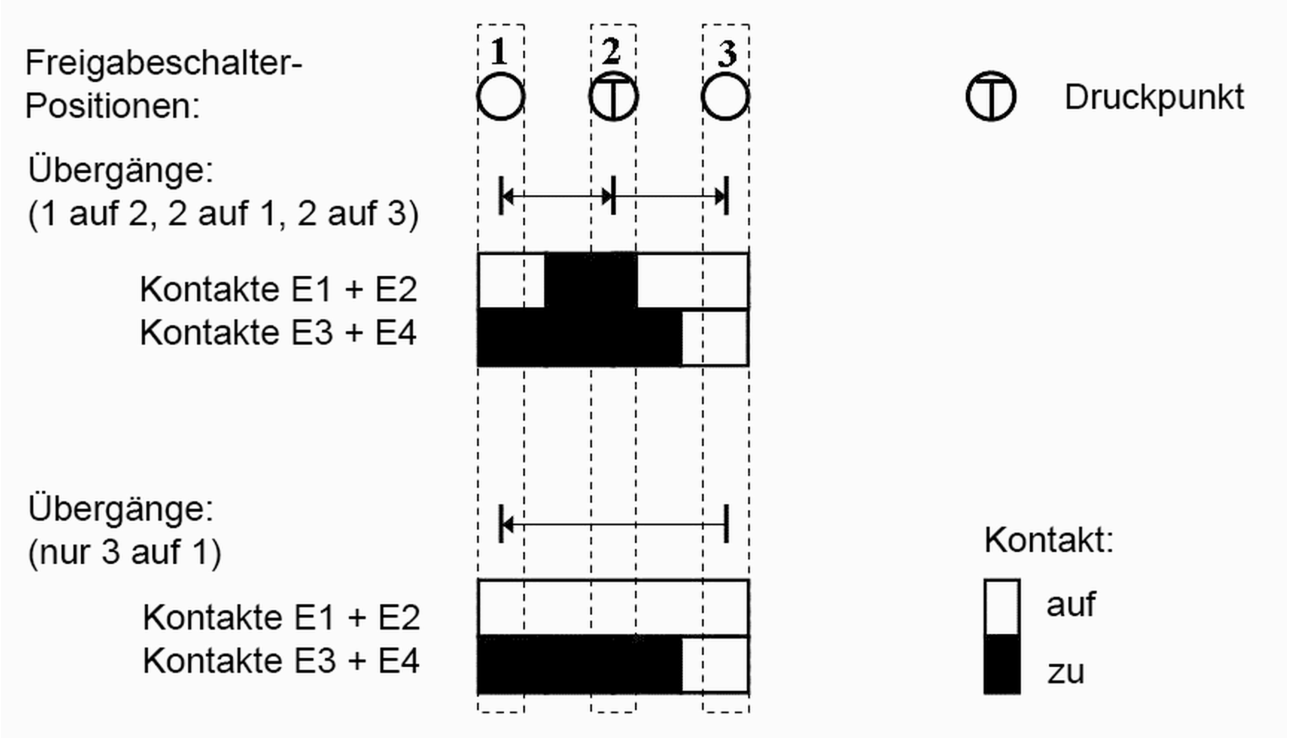


Abb. 103: Stellungen der Schaltelemente

Das Signal von E1+E2 muss mit dem Parameter S_EnableSwitchCh1 verbunden sein. Das Signal von E3+E4 muss mit dem Parameter S_EnableSwitchCh2 verbunden sein. Die Stellung des Freigabeschalters wird mit dieser Signalsequenz im Funktionsbaustein erkannt.

Der Übergang von Position 2 auf 3 kann von dem hier gezeigten abweichen.

Die Schaltrichtung (Position 1 => Position 2/Position 3 => Position 2) kann im Funktionsbaustein mit der definierten Signalsequenz der Kontakte des Freigabeschalters erkannt werden. Die Aufhebung der Sicherheitsfunktion kann nur durch den Funktionsbaustein nach einer Bewegung von Position 1 auf Position 2 aktiviert werden. Andere Schaltrichtungen oder Positionen dürfen nicht zur Aufhebung der Sicherheitsfunktion verwendet werden. Diese Maßnahme erfüllt die Forderungen von EN 60204 Abschnitt 9.2.5.8.

Um die Forderungen von DIN EN 60204 Abschnitt 9.2.4 zu erfüllen, müssen die Anwender geeignete Schaltelemente verwenden. Außerdem müssen die Anwender sicherstellen, dass die relevante Betriebsart (DIN EN 60204 Abschnitt 9.2.3) in der Anwendung ausgewählt wurde (der automatische Betrieb muss in dieser Betriebsart durch geeignete Maßnahmen deaktiviert werden).

Die Betriebsart wird normalerweise durch einen Betriebsartenwahlschalter zusammen mit den Funktionsbausteinen SF_ModeSelector FB und SF_SafeRequest oder SF_SafelyLimitedSpeed festgelegt.

Der Funktionsbaustein SF_EnableSwitch verarbeitet die Bestätigung des Sicherheitsmodus über den Parameter S_SafetyActive. Wird der Sicherheitsmodus ohne Bestätigung in einer Anwendung implementiert, wird ein statisches TRUE-Signal mit dem Parameter S_SafetyActive verbunden.

Der Eingang S_AutoReset darf nur aktiviert werden, wenn sichergestellt ist, dass vom PES-Start keine Gefahr ausgeht.

Tab. 77: FB-Name: SF_EnableSwitch

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_SafetyActive	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Bestätigung des Sicherheitsmodus (Begrenzung der Geschwindigkeit oder Antriebskraft, Begrenzung des Bewegungsbereichs). FALSE: Sicherheitsmodus ist nicht aktiv. TRUE: Sicherheitsmodus ist aktiv.
S_EnableSwitchCh1	BOOL	FALSE	Variable. Signale der Kontakte E1 und E2 sind mit dem Freigabeschalter verbunden. FALSE: Die verbundenen Schaltelemente sind offen. TRUE: Die verbundenen Schaltelemente sind geschlossen.
S_EnableSwitchCh2	BOOL	FALSE	Variable. Signale der Kontakte E3 und E4 sind mit dem Freigabeschalter verbunden. FALSE: Die verbundenen Schaltelemente sind offen. TRUE: Die verbundenen Schaltelemente sind geschlossen.
S_AutoReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
Reset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
VAR_OUTPUT			
Ready	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
S_EnableSwitchOut	BOOL	FALSE	Sicherheitsausgang: zeigt die Aufhebung der Schutzeinrichtung an. FALSE: Aufhebung der Sicherheitsfunktion deaktivieren. TRUE: Aufhebung der Sicherheitsfunktion aktivieren.
Error	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Typische Zeitdiagramme

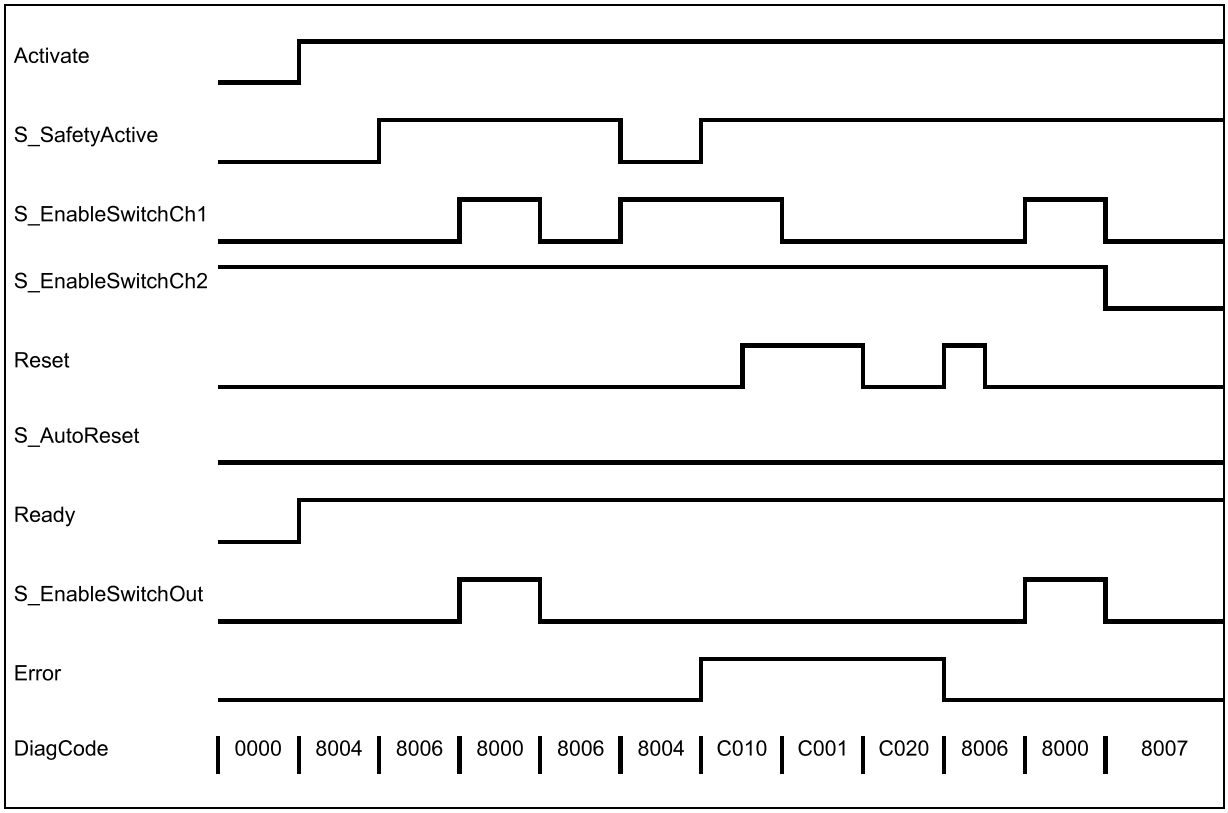


Abb. 104: Zeitdiagramm für SF_EnableSwitch: S_AutoReset = FALSE

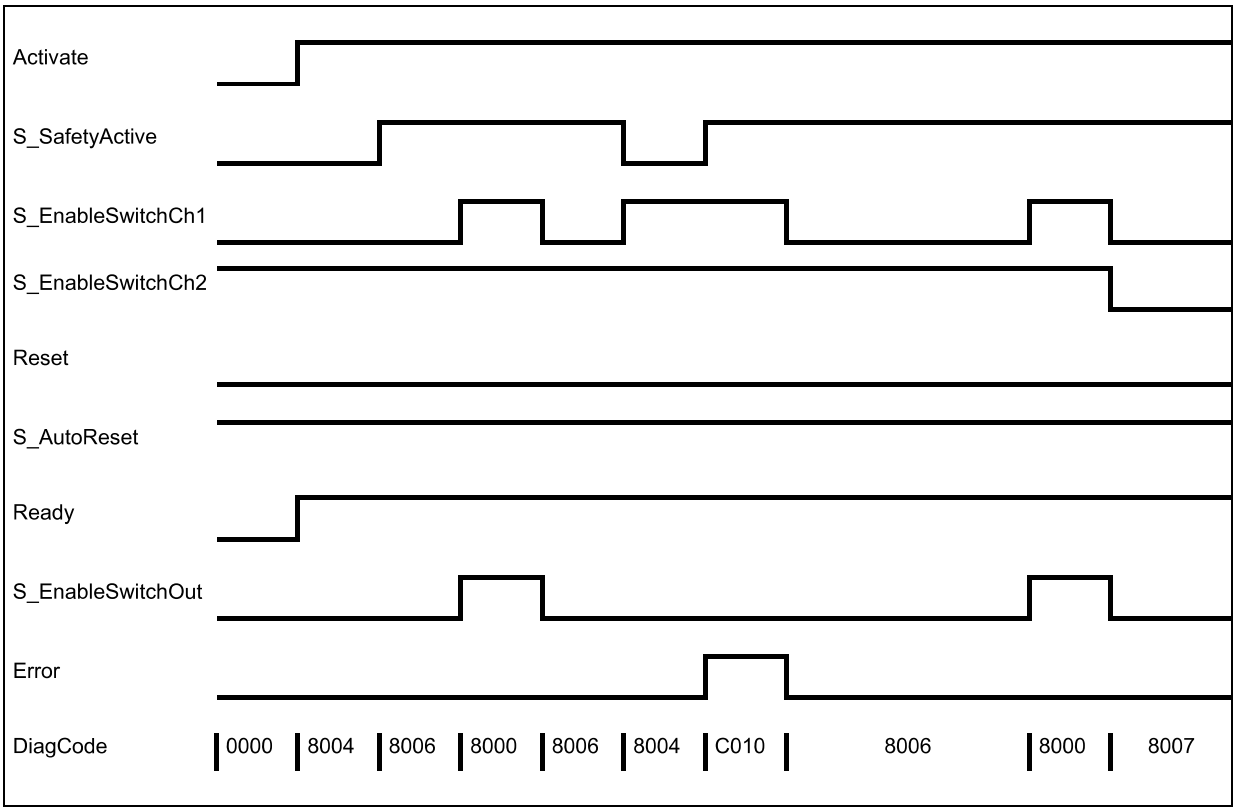


Abb. 105: Zeitdiagramm für SF_EnableSwitch: S_AutoReset = TRUE

Die folgenden Situationen führen zu einem Übergang in den Fehlerzustand:

- Ungültiges statisches Reset-Signal im Prozess.
- Ungültige Stellungen der Schaltelemente.

Verhalten im Fehlerfall

Bei einem Fehler wird der sichere Ausgang S_EnableSwitchOut auf FALSE gesetzt und bleibt in diesem sicheren Zustand.

Im Unterschied zu anderen Funktionsbausteinen kann der Zustand Fehler-Reset durch die Bedingung Reset = FALSE oder zusätzlich durch das Signal S_SafetyActive = FALSE verlassen werden.

Sobald der Fehler behoben wurde, muss der Freigabeschalter in der im Prozess spezifizierten Ausgangsposition sein, bevor der Ausgang S_EnableSwitchOut mit diesem Schaltelement auf TRUE gesetzt werden kann. Bei S_AutoReset = FALSE ist eine steigende Flanke an Reset erforderlich.

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 78: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C001	Fehler-Reset 1	Statisches Reset-Signal im Zustand C020. Ready = TRUE S_EnableSwitchOut = FALSE Error = TRUE
C002	Fehler-Reset 2	Statisches Reset-Signal im Zustand C040. Ready = TRUE S_EnableSwitchOut = FALSE Error = TRUE
C010	Betriebsfehler 1	Der Freigabeschalter ist während der Aktivierung von S_SafetyActive nicht in Position 1. Ready = TRUE S_EnableSwitchOut = FALSE Error = TRUE
C020	Betriebsfehler 2	Freigabeschalter in Position 1 nach C010. Ready = TRUE S_EnableSwitchOut = FALSE Error = TRUE
C030	Betriebsfehler 3	Freigabeschalter in Position 2 nach Position 3. Ready = TRUE S_EnableSwitchOut = FALSE Error = TRUE
C040	Betriebsfehler 4	Freigabeschalter nicht in Position 2 nach C030. Ready = TRUE S_EnableSwitchOut = FALSE Error = TRUE

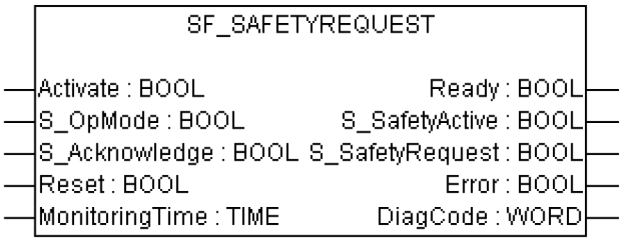
Tab. 79: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE S_EnableSwitchOut = FALSE Error = FALSE
8004	Grund-Betriebsart	Der Sicherheitsmodus ist nicht aktiv. Ready = TRUE S_EnableSwitchOut = FALSE Error = FALSE
8005	Sichere Betriebsart	Der Sicherheitsmodus ist aktiv. Ready = TRUE S_EnableSwitchOut = FALSE Error = FALSE
8006	Position 1	Der Sicherheitsmodus ist aktiv und der Freigabeschalter ist in Position 1. Ready = TRUE S_EnableSwitchOut = FALSE Error = FALSE
8007	Position 3	Der Sicherheitsmodus ist aktiv und der Freigabeschalter ist in Position 3. Ready = TRUE S_EnableSwitchOut = FALSE Error = FALSE
8000	Position 2	Der Sicherheitsmodus ist aktiv und der Freigabeschalter ist in Position 2. Ready = TRUE S_EnableSwitchOut = TRUE Error = FALSE

4.6.6.16 SF_SafetyRequest

Normen	Anforderungen
IEC 60204-1, Ed. 5.0:2003	9.2.4 Aufhebung von Sicherheitsfunktionen und/oder Schutzmaßnahmen Wenn eine Aufhebung von Sicherheitsfunktionen und/oder Schutzmaßnahmen erforderlich ist (z. B. für Einstellungs- oder Wartungszwecken), muss der Schutz wie folgt sichergestellt werden: ■ Deaktivierung aller anderen Betriebs- und Steuerungsarten und ■ andere relevante Vorgehensweisen (siehe 4.11.9 in ISO 12100-2:2003), die folgende Punkte beinhalten können: ■ Begrenzung der Geschwindigkeit oder Antriebskraft; ■ Begrenzung des Bewegungsbereiches;
EN 954-1:1996	5.4 Manuelles Rücksetzen
ISO 12100-2:2003	4.11.4: Wiederingangsetzen nach Ausfall der Energieversorgung/spontanes Wiederanlaufen

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.



Der Funktionsbaustein repräsentiert die Schnittstelle zwischen Anwenderprogramm und Systemumgebung.

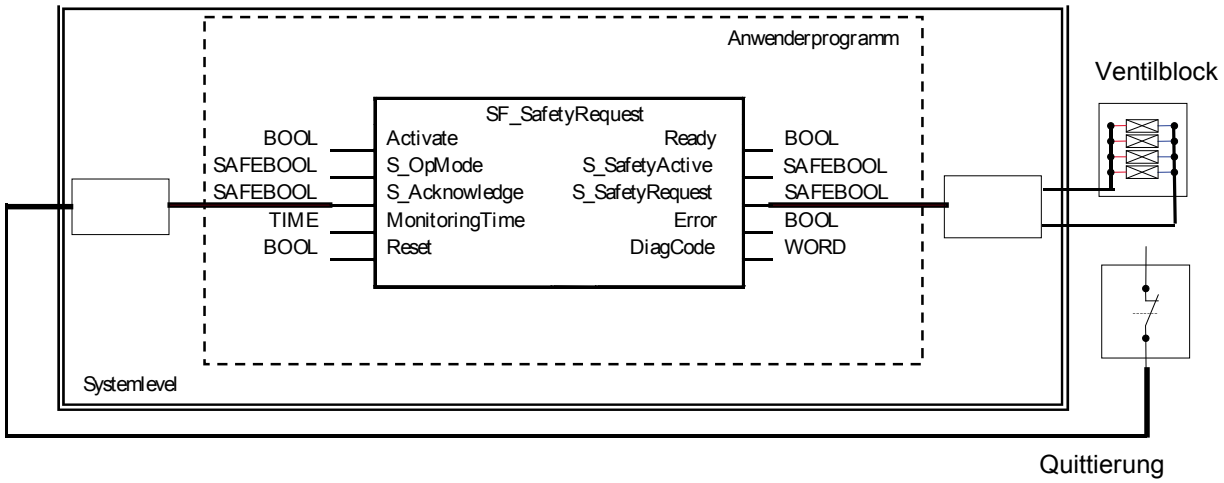


Abb. 106: Beispiel für SF_SafetyRequest

Dieser Funktionsbaustein ist die Schnittstelle zu einem allgemeinen Aktor, z. B. einem Sicherheitsantrieb oder Sicherheitsventil; durch ihn wird der Aktor in einen sicheren Zustand gebracht.

Dieser Funktionsbaustein ist die Schnittstelle zwischen Sicherheitssystem und einem allgemeinen Aktor. Das bedeutet, dass die Sicherheitsfunktionen des Aktors im Anwendungsprogramm verfügbar sind. Es gibt jedoch nur zwei Binärsignale, um den sicheren Zustand des allgemeinen Aktors zu kontrollieren, d. h. eines, um Bestätigung anzufordern und eines zum Empfang dieser Bestätigung.

Die Sicherheitsfunktion wird vom Aktor zur Verfügung gestellt. Deshalb initiiert der Funktionsbaustein nur die Anforderung, überwacht sie und setzt den Ausgang, wenn der Aktor den sicheren Zustand quittiert. Dies wird vom Ausgang S_SafetyActive angezeigt.

Dieser Funktionsbaustein definiert keine allgemeinen Aktor-spezifischen Parameter. Sie sollten beim allgemeinen Aktor selbst spezifiziert werden. Er schaltet den allgemeinen Aktor von der Betriebsart in den sicheren Zustand.

Tab. 80: FB-Name: SF_SafetyRequest

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	↳ *Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_OpMode	BOOL	FALSE	Variable. Angeforderter Modus eines allgemeinen Sicherheitsaktors. FALSE: Der Sicherheitsmodus ist angefordert. TRUE: Die Betriebsart ist angefordert.
S_Acknowledge	BOOL	FALSE	Variable. Bestätigung des allgemeinen Aktors, wenn dieser im sicheren Zustand ist. FALSE: Betriebsart (nicht sicher). TRUE: Sicherheitsmodus.
Reset	BOOL	FALSE	↳ *Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
MonitoringTime	TIME	T#0s	Konstante. Überwachung der Antwortzeit zwischen Anforderung der Sicherheitsfunktion (S_OpMode auf FALSE) und Quittierung durch den Aktor (S_Acknowledge schaltet auf TRUE).
VAR_OUTPUT			
Ready	BOOL	FALSE	↳ *Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
S_SafetyActive	BOOL	FALSE	Bestätigung des sicheren Zustands. FALSE: Kein sicherer Zustand. TRUE: Sicherer Zustand.

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
S_SafetyRequest	BOOL	FALSE	Anforderung, den Aktor in einen sicheren Zustand zu bringen. FALSE: Der sichere Zustand ist angefordert. TRUE: Kein sicherer Zustand.
Error	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Typisches Zeitdiagramm

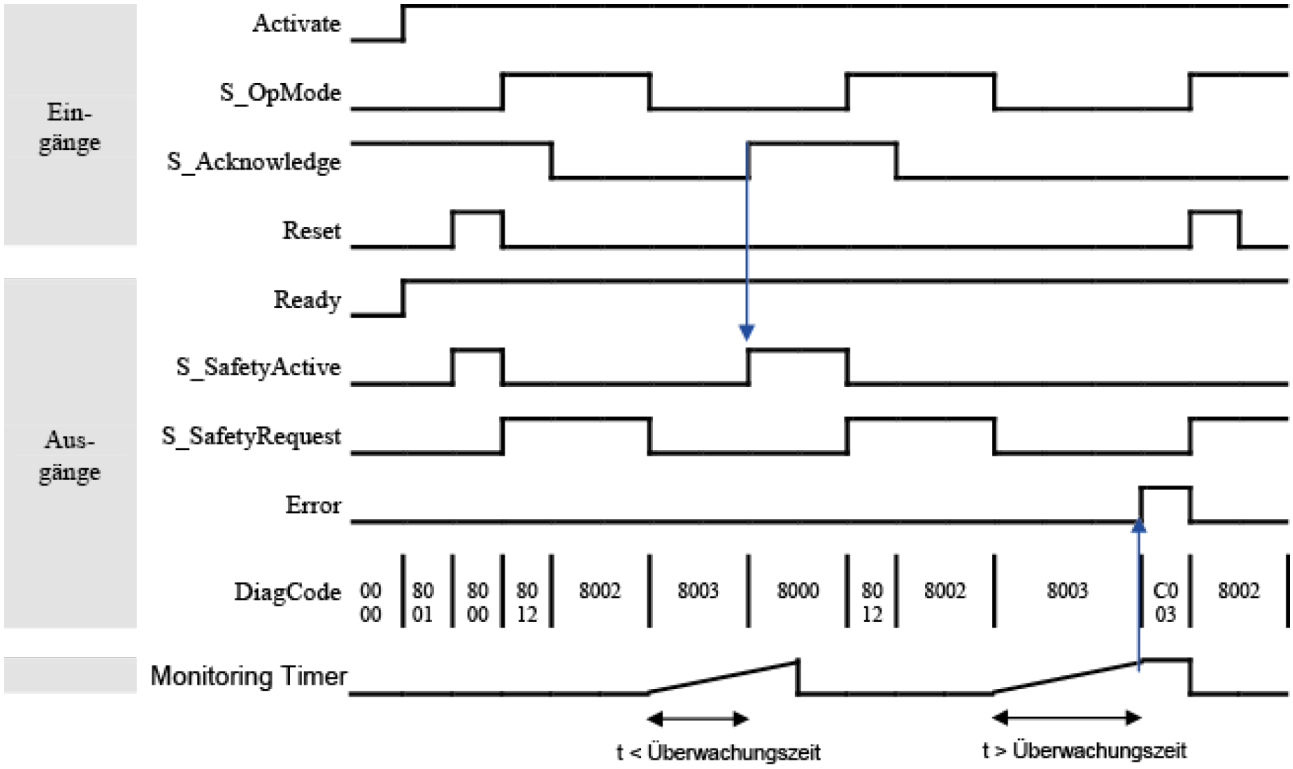


Abb. 107: Zeitdiagramm für SF_SafetyRequest

Der Funktionsbaustein erkennt, wenn der Aktor nicht innerhalb der Überwachungszeit in den sicheren Zustand geht.

Der Funktionsbaustein erkennt, ob das Quittiersignal verloren ging, während die Anforderung noch aktiv war.

Der Funktionsbaustein erkennt ein statisches Reset-Signal.

Externe Funktionsbausteinfehler:

Es gibt keine externen Fehler, da der allgemeine Aktor keine Fehlerbits/-information bereitstellt.

Verhalten im Fehlerfall

Bei einem Fehler wird der Ausgang S_SafetyActive auf FALSE gesetzt.

Ein Fehler muss mit einer steigenden Flanke am Reset-Eingang quittiert werden. Um mit dem Funktionsbaustein nach dem Rücksetzen fortzufahren, muss die Anforderung S_OpMode auf TRUE gesetzt werden.

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 81: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C002	Keine Quittie-rung	Das Quittiersignal ging im sicheren Zustand verloren. Ready = TRUE S_SafetyActive = FALSE S_SafetyRequest = FALSE Error = TRUE
C003	Überwa-chungszeit abgelaufen	Die Anforderung S_OpMode konnte nicht innerhalb der Überwachungszeit beendet werden. Ready = TRUE S_SafetyActive = FALSE S_SafetyRequest = FALSE Error = TRUE
C004	Fehler-Reset 2	Statisches Reset im Zustand C002 (Quittierung verloren). Ready = TRUE S_SafetyActive = FALSE S_SafetyRequest = FALSE Error = TRUE
C005	Fehler-Reset 3	Statisches Reset im Zustand C003 (MonitoringTime abgelaufen). Ready = TRUE S_SafetyActive = FALSE S_SafetyRequest = FALSE Error = TRUE

Tab. 82: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

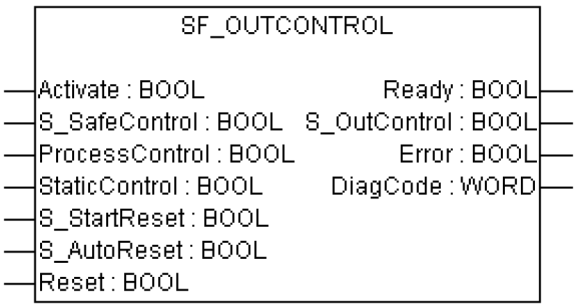
DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE S_SafetyActive = FALSE S_SafetyRequest = FALSE Error = FALSE
8000	Sicherheits-modus	Der Aktor ist in einem sicheren Modus. Ready = TRUE S_SafetyActive = TRUE S_SafetyRequest = FALSE Error = FALSE
8001	Init	Zustand, nachdem Activate auf TRUE gesetzt wurde, oder nach einer steigenden Flanke an Reset. Ready = TRUE S_SafetyActive = FALSE S_SafetyRequest = FALSE Error = FALSE
8002	Betriebsart	Betriebsart ohne Quittierung des Sicherheitsmodus Ready = TRUE S_SafetyActive = FALSE S_SafetyRequest = TRUE Error = FALSE
8012	Warte auf Bestätigung der Betriebsart	Betriebsart mit Quittierung des Sicherheitsmodus Ready = TRUE S_SafetyActive = FALSE S_SafetyRequest = TRUE Error = FALSE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
8003	Warte auf Bestätigung	Warten auf Bestätigung des Antriebs (Systemschnittstelle). Ready = TRUE S_SafetyActive = FALSE S_SafetyRequest = FALSE Error = FALSE
8005	Warten auf Betriebsart	Der Fehler wurde behoben. S_OpMode muss jedoch erst auf TRUE gesetzt werden, bevor der Funktionsbaustein initialisiert werden kann. Ready = TRUE S_SafetyActive = FALSE S_SafetyRequest = FALSE Error = FALSE

4.6.6.17 SF_OutControl

Normen	Anforderungen
IEC 60204-1, Ed. 5.0:2003	9.2.2: Stoppfunktionen: Stoppfunktionskategorien; Kategorie 0 - Stopp durch unmittelbares Trennen der Stromversorgung von den Aktoren der Maschine (d. h. ein unkontrollierter Stopp …) 9.2.5.2: Start: Start des Betriebs darf nur möglich sein, wenn alle relevanten Sicherheitsfunktionen und/oder Schutzmaßnahmen mit Ausnahme der in 9.2.4 beschriebenen Bedingungen vorhanden und betriebsbereit sind. Um einen Start in korrekter Reihenfolge sicherzustellen, sind geeignete Verriegelungen vorzusehen.
EN 954-1:1996	5.2: Stoppfunktion; ein von Schutzvorrichtungen initiierter Stopp muss die Maschine in einen sicheren Zustand versetzen … und muss gegenüber einem Stopp aus betrieblichen Gründen Priorität haben. 5.5: Start und Neustart; automatischer Neustart nur, wenn das Vorliegen einer gefährlichen Situation ausgeschlossen ist. 5.11: Schwankungen der zugeführten Energie; für den Fall, dass die Energieversorgung ausfällt, sind Ausgänge zur Erhaltung eines sicheren Zustands zur Verfügung zu stellen bzw. zu initiieren.
ISO 12100-2:2003	4.11.4: Wiederingangsetzen nach Ausfall der Energieversorgung/spontanes Wiederanlaufen
EN 954-1:1996	5.4 Manuelles Rücksetzen

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.



Kontrolle eines Sicherheitsausgangs mit einem Signal von einer funktionalen Applikation und einem Sicherheitssignal mit optionaler Anlaufsperre.

Der Funktionsbaustein SF_OutControl ist ein Ausgangstreiber für einen Sicherheitsausgang.

Der Sicherheitsausgang wird über S_OutControl mithilfe eines Signals von der funktionalen Applikation (ProcessControl/BOOL zur Prozesskontrolle) und eines Signals von der Sicherheitsanwendung (S_SafeControl/BOOL zur Kontrolle der Sicherheitsfunktion) kontrolliert.

Optionale Bedingungen für Prozesskontrolle (ProcessControl):

- Ein zusätzlicher Funktionsstart (ProcessControl FALSE => TRUE) ist nach Blockaktivierung oder Feedback vom sicheren Signal (S_SafeControl) erforderlich. Ein statisches TRUE-Signal an ProcessControl setzt S_OutControl nicht auf TRUE.
- Ein zusätzlicher Funktionsstart (ProcessControl FALSE => TRUE) ist nach Blockaktivierung oder Feedback vom sicheren Signal (S_SafeControl) nicht erforderlich. Ein statisches TRUE-Signal an ProcessControl setzt S_OutControl auf TRUE, wenn die anderen Bedingungen erfüllt wurden.

Optionale Anlaufsperre:

- Anlaufsperre nach Aktivierung des Funktionsbausteins.
- Anlaufsperre nach Unterbrechung der Schutzeinrichtung.

Die Eingänge StaticControl, S_StartReset und S_AutoReset dürfen nur aktiviert werden, wenn sichergestellt ist, dass vom PES-Start keine Gefahr ausgeht.

Tab. 83: FB-Name: SF_OutControl

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_SafeControl	BOOL	FALSE	Variable. Kontrollsignal des vorhergehenden Sicherheits-Funktionsbausteins. Typische Funktionsbaustein-Signale aus der Bibliothek (z. B. SF_EStop, SF_GuardMonitoring, SF_TwoHandControlTypeII usw.). FALSE: Die vorhergehenden Sicherheits-Funktionsbausteine sind in einem sicheren Zustand. TRUE: Die vorhergehenden Sicherheits-Funktionsbausteine aktivieren die Sicherheitskontrolle.
ProcessControl	BOOL	FALSE	Variable oder Konstante. Kontrollsignal der funktionalen Applikation. FALSE: Setzen von S_OutControl auf FALSE angefordert. TRUE: Setzen von S_OutControl auf TRUE angefordert.
StaticControl	BOOL	FALSE	Konstante. Optionale Bedingungen für Prozesskontrolle. FALSE: Dynamische Veränderung an ProcessControl (FALSE => TRUE) erforderlich nach Blockaktivierung oder Auslösen der Sicherheitsfunktion. Start von Zusatzfunktion erforderlich. TRUE: Keine dynamische Veränderung an ProcessControl (FALSE => TRUE) erforderlich nach Blockaktivierung oder Auslösen der Sicherheitsfunktion.
S_StartReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_AutoReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
Reset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
VAR_OUTPUT			
Ready	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
S_OutControl	BOOL	FALSE	Steuert die angeschlossenen Aktoren. FALSE: Angeschlossene Aktoren deaktivieren. TRUE: Angeschlossene Aktoren aktivieren.
Error	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Typische Zeitdiagramme

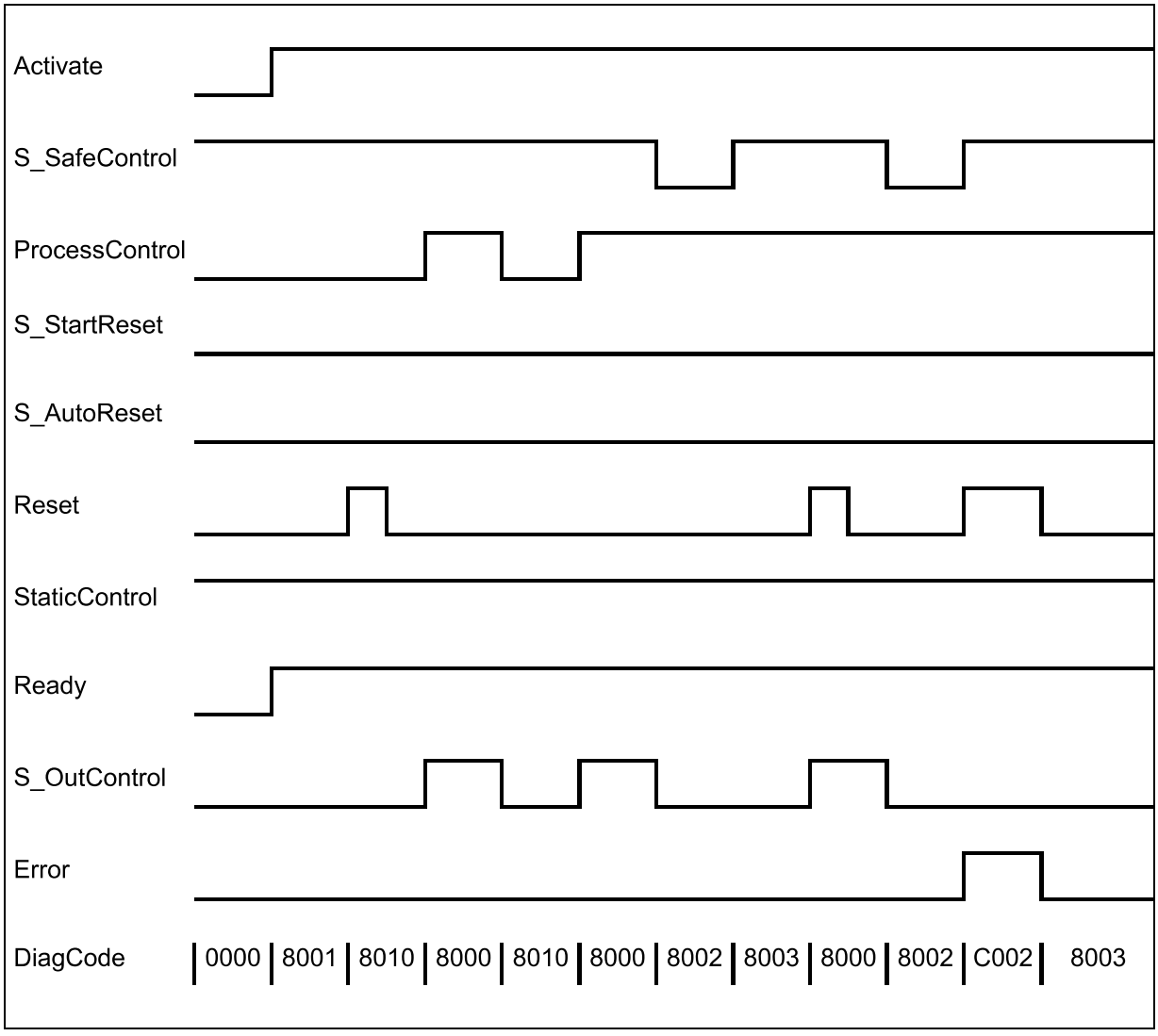


Abb. 108: Zeitdiagramm für SF_OutControl: S_StartReset = FALSE

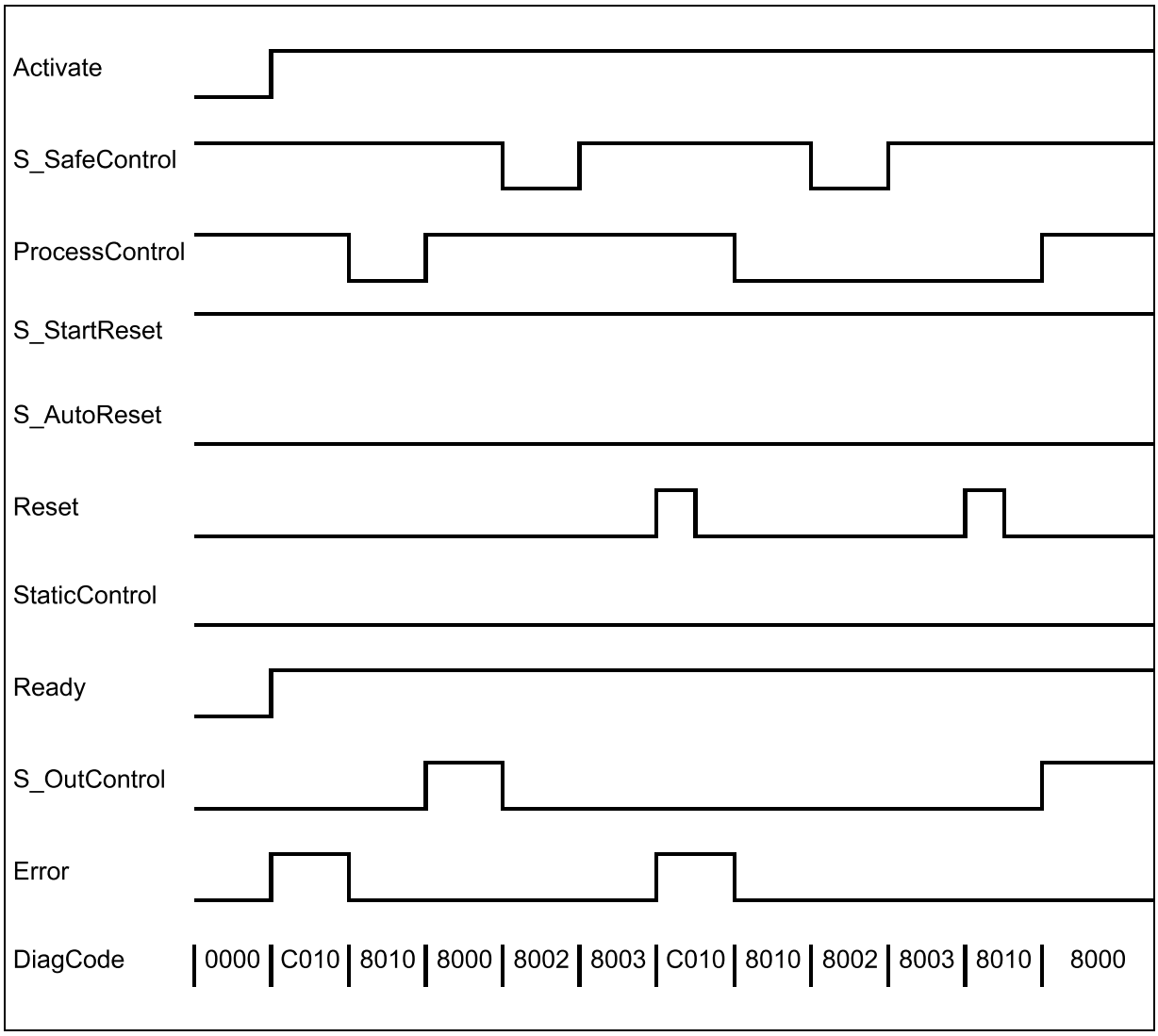


Abb. 109: Zeitdiagramm für SF_OutControl: S_StartReset = TRUE

Die folgenden Situationen führen zu einem Übergang in den Fehlerzustand:

- Ungültiges statisches Reset-Signal im Prozess.
- Ungültiges statisches ProcessControl-Signal.
- ProcessControl und Reset sind aufgrund eines Programmierfehlers falsch verbunden.

Verhalten im Fehlerfall

Bei einem Fehler wird der Ausgang S_OutControl auf FALSE gesetzt und bleibt in diesem sicheren Zustand.

Um den Zustand Reset, Initialisierung oder Verriegelungsfehler zu verlassen, muss der RESET-Eingang auf FALSE gesetzt werden. Um den Zustand Steuerungsfehler zu verlassen, muss der Eingang ProcessControl auf FALSE gesetzt werden.

Nachdem S_SafeControl auf TRUE gesetzt wurde, kann die optionale Anlaufsperre durch eine steigende Flanke am Reset-Eingang zurückgesetzt werden.

Nach Aktivierung des Bausteins kann die optionale Anlaufsperre durch eine steigende Flanke am Reset-Eingang zurückgesetzt werden.

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 84: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C001	Fehler-Reset 1	Statisches Reset-Signal im Zustand 8001. Ready = TRUE S_OutControl = FALSE Error = TRUE
C002	Fehler-Reset 2	Statisches Reset-Signal im Zustand 8003. Ready = TRUE S_OutControl = FALSE Error = TRUE
C010	Steuerungs-fehler	Statisches Signal an ProcessControl in Zustand 8010. Ready = TRUE S_OutControl = FALSE Error = TRUE
C111	Initialisie-rungsfehler	Gleichzeitig steigende Flanke an Reset und ProcessControl im Zustand 8001. Ready = TRUE S_OutControl = FALSE Error = TRUE
C211	Verriegelungs-fehler	Gleichzeitig steigende Flanke an Reset und ProcessControl im Zustand 8003. Ready = TRUE S_OutControl = FALSE Error = TRUE

Tab. 85: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

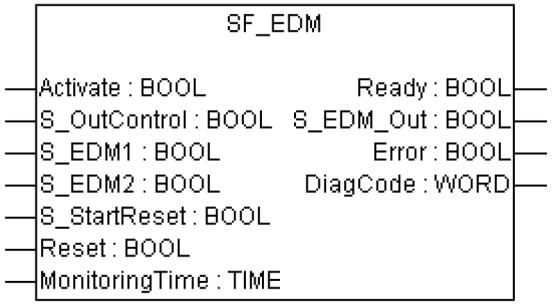
DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE S_OutControl = FALSE Error = FALSE
8001	Init	Anlaufsperre nach Aktivierung des Funktionsbausteins ist aktiv. Reset erforderlich. Ready = TRUE S_OutControl = FALSE Error = FALSE
8002	Sicher	Sicherheitsfunktion ausgelöst. Ready = TRUE S_OutControl = FALSE Error = FALSE
8003	Sperre	Anlaufsperre nach Sicherheitsfunktion ist aktiv. Reset erforderlich. Ready = TRUE S_OutControl = FALSE Error = FALSE
8010	Ausgangs-deaktivierung	Die Prozesssteuerung ist nicht aktiv. Ready = TRUE S_OutControl = FALSE Error = FALSE
8000	Ausgangsakti-vierung	Die Prozesssteuerung ist aktiv und Sicherheit ist aktiviert. Ready = TRUE S_OutControl = TRUE Error = FALSE

4.6.6.18 SF_EDM

Normen	Anforderungen
IEC 60204-1, Ed. 5.0:2003	Abschnitt 9.2.2: Stoppfunktionskategorien; Kategorie 0
EN 954-1:1996	5.2: Stoppfunktion; ein von Schutzvorrichtungen initiierter Stopp muss die Maschine in einen sicheren Zustand versetzen. 6.2: Spezifikation von Kategorien: Fehlererkennung (des Aktors, z. B. Drahtbrüche)

Normen	Anforderungen
ISO 12100-2:2003	4.11.4: Wiederingangsetzen nach Ausfall der Energieversorgung/spontanes Wiederanlaufen
EN 954-1:1996	5.4 Manuelles Rücksetzen

Hinweis: Beim Text in der obigen Tabelle handelt es sich um eine Übersetzung aus dem englischen Original der jeweiligen Norm.



Externe Geräteüberwachung: Der Funktionsbaustein kontrolliert den Sicherheitsausgang und überwacht kontrollierte Aktoren, z. B. nachfolgende Schaltelemente.

Der Funktionsbaustein SF_EDM kontrolliert einen Sicherheitsausgang und überwacht kontrollierte Aktoren.

Dieser Funktionsbaustein überwacht den Ausgangszustand der Aktoren über Feedback-Signale (S_EDM1 und S_EDM2), bevor die Aktoren vom Funktionsbaustein aktiviert werden.

Der Funktionsbaustein überwacht den Schaltzustand der Aktoren (MonitoringTime), nachdem die Aktoren vom Funktionsbaustein aktiviert wurden.

Zwei einzelne Feedback-Signale müssen für eine genaue Diagnose der angeschlossenen Aktoren verwendet werden. Ein gemeinsames Feedback-Signal der zwei angeschlossenen Aktoren muss für eine beschränkte, doch einfache, Diagnosefunktion der angeschlossenen Aktoren verwendet werden. Dabei muss der Anwender dieses gemeinsame Signal mit den beiden Parametern S_EDM1 und S_EDM2 verbinden. S_EDM1 und S_EDM2 werden dann vom selben Signal kontrolliert.

Die Schaltelemente, die in der Sicherheitsfunktion verwendet werden, müssen der in der Risikoanalyse festgelegten Kategorie entsprechen (EN 954-1).

Optionale Anlaufsperre:

- Anlaufsperre bei Aktivierung des Funktionsbausteins.

Der Eingang S_StartReset darf nur aktiviert werden, wenn sichergestellt ist, dass vom PES-Start keine Gefahr ausgeht.

Tab. 86: FB-Name: SF_EDM

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Activate	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
S_OutControl	BOOL	FALSE	Variable. Kontrollsignal der vorhergehenden Sicherheits-Funktionsbausteine. Typische Funktionsbaustein-Signale aus der Bibliothek (z. B. SF_OutControl, SF_TwoHandControl-TypeII usw.). FALSE: Sicherheitsausgang (S_EDM_Out) deaktivieren. TRUE: Sicherheitsausgang (S_EDM_Out) aktivieren.
S_EDM1	BOOL	FALSE	Variable. Feedback-Signal des ersten angeschlossenen Aktors. FALSE: Schaltzustand des ersten angeschlossenen Aktors. TRUE: Ausgangszustand des ersten angeschlossenen Aktors.
S_EDM2	BOOL	FALSE	Variable. Feedback-Signal des zweiten angeschlossenen Aktors. Wenn nur ein Signal in der Anwendung verwendet wird, muss der Anwender eine graphische Verbindung der Parameter S_EDM1 und S_EDM2 herstellen. S_EDM1 und S_EDM2 werden dann vom selben Signal kontrolliert. FALSE: Schaltzustand des zweiten angeschlossenen Aktors. TRUE: Ausgangszustand des zweiten angeschlossenen Aktors.
S_StartReset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
Reset	BOOL	FALSE	*Tab. 33 „Allgemeine Eingangsparameter“ auf Seite 290*
MonitoringTime	TIME	#0ms	Konstante. Max. Antwortzeit der angeschlossenen und überwachten Aktoren.
VAR_OUTPUT			

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
Ready	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
S_EDM_Out	BOOL	FALSE	Steuert den Aktor. Das Ergebnis wird vom Feedback-Signal S_EDMx überwacht. FALSE: Angeschlossene Aktoren deaktivieren. TRUE: Angeschlossene Aktoren aktivieren.
Error	BOOL	FALSE	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*
DiagCode	WORD	16#0000	*Tab. 34 „Allgemeine Ausgabeparameter“ auf Seite 292*

Typische Zeitdiagramme

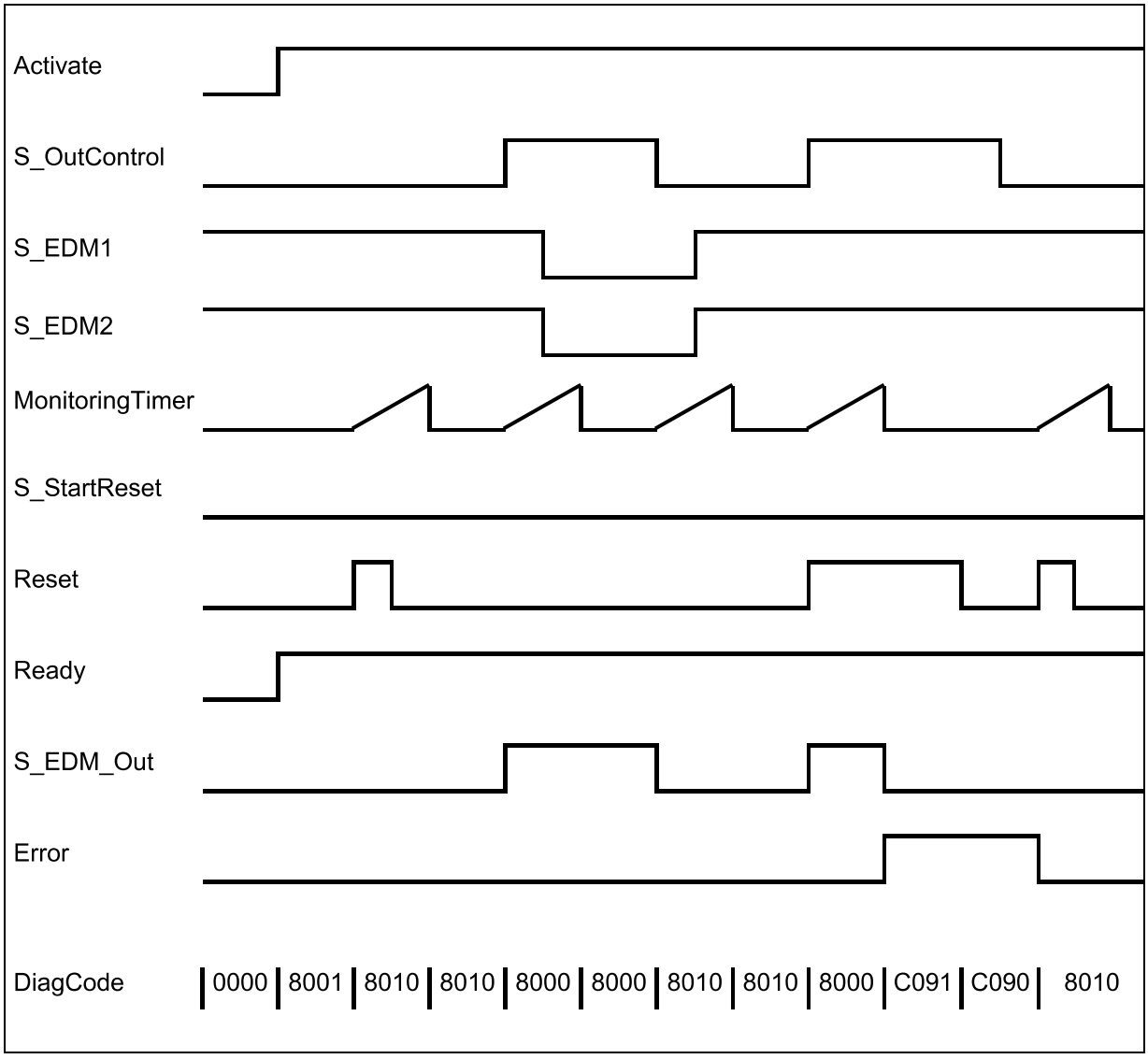


Abb. 110: Zeitdiagramme für SF_EDM: S_StartReset = FALSE

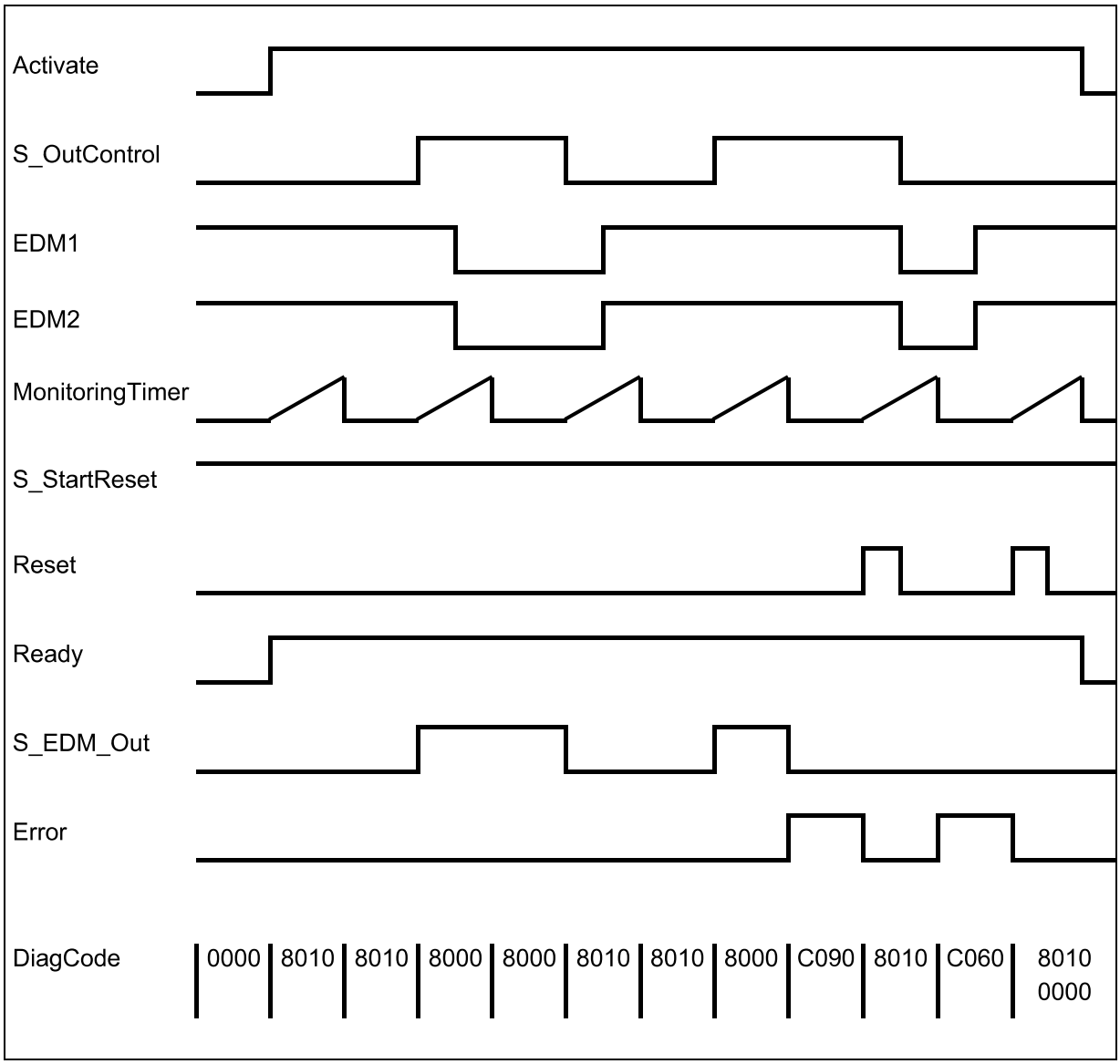


Abb. 111: Zeitdiagramme für SF_EDM: S_StartReset = TRUE

Die folgenden Situationen führen zu einem Übergang in den Fehlerzustand:

- Ungültiges statisches Reset-Signal im Prozess.
- Ungültiges EDM-Signal im Prozess.
- S_OutControl und Reset sind aufgrund eines Programmierfehlers falsch verbunden.

Verhalten im Fehlerfall

Bei Fehlerzuständen sind die Ausgänge wie folgt:

- Bei einem Fehler wird der Ausgang S_EDM_Out auf FALSE gesetzt und bleibt in diesem sicheren Zustand.
- Eine EDM-Fehlermeldung muss immer mit einer steigenden Flanke an Reset zurückgesetzt werden.
- Eine Reset-Fehlermeldung kann durch das Setzen von Reset auf FALSE zurückgesetzt werden.

Nach Aktivierung des Bausteins kann die optionale Anlaufsperre durch eine steigende Flanke am Reset-Eingang zurückgesetzt werden.

Fehler- und Zustandscodes des Funktionsbausteins

Tab. 87: FB-spezifische Fehlercodes

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C001	Fehler-Reset 1	Statisches Reset-Signal im Zustand 8001. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C011	Fehler-Reset 21	Statisches Reset-Signal oder gleiche Signale an EDM1 und Reset (steigende Flanke gleichzeitig an Reset und EDM1) in Zustand C010. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C021	Fehler-Reset 22	Statisches Reset-Signal oder gleiche Signale an EDM2 und Reset (steigende Flanke gleichzeitig an Reset und EDM2) in Zustand C020. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C031	Fehler-Reset 23	Statisches Reset-Signal oder gleiche Signale an EDM1, EDM2 und Reset (steigende Flanke gleichzeitig an Reset, EDM1 und EDM2) in Zustand C030. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C041	Fehler-Reset 31	Statisches Reset-Signal oder gleiche Signale an EDM1 und Reset (steigende Flanke gleichzeitig an Reset und EDM1) in Zustand C040. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C051	Fehler-Reset 32	Statisches Reset-Signal oder gleiche Signale an EDM2 und Reset (steigende Flanke gleichzeitig an Reset und EDM2) in Zustand C050. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C061	Fehler-Reset 33	Statisches Reset-Signal oder gleiche Signale an EDM1, EDM2 und Reset (steigende Flanke gleichzeitig an Reset, EDM1 und EDM2) in Zustand C060. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C071	Fehler-Reset 41	Statisches Reset-Signal im Zustand C070. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C081	Fehler-Reset 42	Statisches Reset-Signal im Zustand C080. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C091	Fehler-Reset 43	Statisches Reset-Signal im Zustand C090. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C010	EDM-Fehler 11	Das Signal an EDM1 ist nicht gültig im Ausgangszustand des Aktors. Im Zustand 8010 ist das EDM1-Signal FALSE beim Aktivieren von S_Out-Control. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C020	EDM-Fehler 12	Das Signal an EDM2 ist nicht gültig im Ausgangszustand des Aktors. Im Zustand 8010 ist das EDM2-Signal FALSE beim Aktivieren von S_Out-Control. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C030	EDM-Fehler 13	Die Signale an EDM1 und EDM2 sind nicht gültig im Ausgangszustand der Aktoren. Im Zustand 8010 sind die EDM1- und EDM2-Signale FALSE beim Aktivieren von S_OutControl. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C040	EDM-Fehler 21	Das Signal an EDM1 ist nicht gültig im Ausgangszustand des Aktors. Im Zustand 8010 ist das EDM1-Signal FALSE und die Überwachungszeit ist abgelaufen. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE

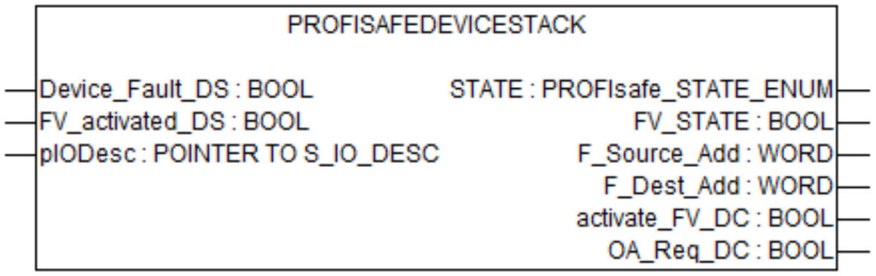
DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
C050	EDM-Fehler 22	Das Signal an EDM2 ist nicht gültig im Ausgangszustand des Aktors. Im Zustand 8010 ist das EDM2-Signal FALSE und die Überwachungszeit ist abgelaufen. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C060	EDM-Fehler 23	Die Signale an EDM1 und EDM2 sind nicht gültig im Ausgangszustand der Aktoren. Im Zustand 8010 sind die EDM1- und EDM2-Signale FALSE und die Überwachungszeit ist abgelaufen. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C070	EDM-Fehler 31	Das Signal an EDM1 ist nicht gültig im Schaltzustand des Aktors. Im Zustand 8000 ist das EDM1-Signal TRUE und die Überwachungszeit ist abgelaufen. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C080	EDM-Fehler 32	Das Signal an EDM2 ist nicht gültig im Schaltzustand des Aktors. Im Zustand 8000 ist das EDM2-Signal TRUE und die Überwachungszeit ist abgelaufen. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C090	EDM-Fehler 33	Die Signale an EDM1 und EDM2 sind nicht gültig im Schaltzustand des Aktors. Im Zustand 8000 sind die EDM1- und EDM2-Signale TRUE und die Überwachungszeit ist abgelaufen. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE
C111	Initialisie-rungsfehler	Ähnliche Signale an S_OutControl und Reset (R_TRIG im selben Zyklus) erkannt (eventuell Programmierfehler) Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = TRUE

Tab. 88: FB-spezifische Zustandscodes (kein Fehler):

DiagCode	Zustands-name	Zustandsbeschreibung und Einstellung des Ausgangs
0000	Idle	Der Funktionsbaustein ist nicht aktiv (Ausgangszustand). Ready = FALSE S_EDM_Out = FALSE Error = FALSE
8001	Init	Anlaufsperre nach Aktivierung des Funktionsbausteins ist aktiv. Reset erforderlich. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = FALSE
8010	Ausgangs-deaktivierung	EDM-Kontrolle ist nicht aktiv. Der Timer startet, wenn der Zustand erreicht wird. Ready = TRUE S_EDM_Out = FALSE Error = FALSE
8000	Ausgangsakti-vierung	EDM-Kontrolle ist aktiv. Der Timer startet, wenn der Zustand erreicht wird. Ready = TRUE S_EDM_Out = TRUE Error = FALSE

4.6.7 SafetyDeviceExt_LV100_PROFIsafe_AC500_V27.lib

Diese Bibliothek enthält eine PROFIsafe F-Devicestack-Implementierung (durch POE PROFISAFEDEVICESTACK); diese ist eine Schlüsselkomponente des F-Device.



Tab. 89: FB-Name: PROFISAFEDEVICESTACK

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
Device_Fault_DS	BOOL	FALSE	Fehler im Gerät Mit diesem Parameter kann die Anwendung den F-Host über eine Störung informieren. Ist Device_Fault_DS gesetzt, setzt der Masterstack FV_activated = 1 im Steuerbyte.
FV_activated_DS	BOOL	FALSE	Failsafe-Werte aktiviert Dies ermöglicht der Anwendung, den Master darüber zu informieren, dass sie Failsafe-Werte verwendet. Dies wird intern vom PROFIsafe-Devicestack gesetzt, wenn sich die SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 im Zustand DEBUG STOP befindet.
pIODesc	POINTER	NULL	Interner Eingangsparameter **(Nur für interne Verwendung!)**
VAR_OUTPUT			
STATE	PROFIsafe_ STATE_ENUM	PROFIsafe_ STATE_ INIT	Dieser Parameter gibt den aktuellen Zustand des PROFIsafe-Devicestack zurück. Der Anwender kann beispielsweise herausfinden, warum der aktuell übertragene F-Parametersatz nicht akzeptiert wurde (für eine Übersicht über alle Zustände siehe *Tab. 89 „FB-Name: PROFISAFEDEVICESTACK“ auf Seite 436*).
FV_STATE	BOOL	TRUE	Bei TRUE zeigt dieser Parameter, dass der Devicestack dem F-Host-Programm für jeden Eingangswert den Failsafe-Wert "0" liefert. Andernfalls werden Prozesswerte geliefert.
F_Source_Add	WORD	0	Dieser Parameter stellt die F-Quellenadresse dar, die vom F-Host mit den F-Parametern an dieses F-Device übertragen wurde.
F_Dest_Add	WORD	0	Dieser Parameter legt die F-Zieladresse fest, die mit der Schalterstellung der SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 und der Formel für F-Zieladressen (siehe *Tabelle auf Seite 202*) bestimmt wird.

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
activate_FV_DC	BOOL	FALSE	Bei TRUE zeigt dieser Parameter dem F-Device, dass FV verwendet werden sollen.
OA_Req_DC	BOOL	FALSE	Mit TRUE fordert der Masterstack für das F-Device eine Bedienerquittierung von der F-Host-Anwendung an. Im Falle eines Fehlers (Watchdog-Zeitüberschreitung oder CRC usw.) werden die Failsafe-Werte aktiviert. Liegt der Fehler nicht mehr vor (die Kommunikation mit dem Modul wurde wiederhergestellt) und ist eine Bedienerquittierung möglich, dann setzt der F-Host-Treiber OA_Req_S = TRUE. Wenn die F-Host-Anwendung OA_C = TRUE setzt, wird OA_Req_S auf FALSE zurückgesetzt und der normale Betrieb wird wieder aufgenommen.

! HINWEIS!

Da die F-Device-Instanzen iParameter nicht unterstützen, kann der Funktionsbaustein nicht das Bit iPar_OK_S im Statusbyte setzen oder das Bit iPar_EN_C vom PROFIsafe-Steuerbyte lesen.

Die PROFIsafe F-Device-Instanzen starten nach dem Einschalten asynchron. F-Parameter werden in das PROFINET-Gerät (CM589-PNIO oder CM589-PNIO-4) vom entsprechenden F-Host / PROFINET IO-Controller geschrieben. Diese werden dann über die PM5xx an die SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 übertragen, die sie zur Parametrierung der F-Device-Instanz verwendet.

Wird die Parametrierung wiederholt, müssen die F-Device-Instanzen beim Betrieb neu initialisiert werden. F-Parameter werden nur von den AC500-Kommunikationsmodulen und der PM5xx übertragen und sind durch F_Par_CRC vor Übertragungsfehlern geschützt.

Die F-Quellenadresse einer F-Device-Instanz wird beim Betrieb vom F-Host mit dem Parameter F_Source_Add in F-Parameter gesetzt. Bei der SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 wird zusätzlich zu den normalen Prüfungen des F-Device-Stack geprüft, ob sich die F-Quellenadresse einer F-Device-Instanz mit der eigenen F-Quellenadresse des F-Host überschneidet. Liegt eine Überschneidung vor, wird ein Fehler für die neu parametrierte F-Device-Instanz gesetzt.

Sobald die F-Device-Instanz konfiguriert ist, wird weiter geprüft, ob die vom F-Host gemeldeten F-Quellenadressen gültig sind. Falls nicht, wird ein Fehler gesetzt und das Bootprojekt wird nicht geladen.

Der F-Device-Stack kann mit dem Statusbyte folgende Fehler an den F-Host melden:

- Device_Fault: Störung im Gerät. Dieser Fehler kann von der Anwendung durch den Merker Device_Fault_DS im Funktionsbaustein PROFISAFEDEVICESTACK ausgelöst werden.
- CE_CRC (Kommunikationsfehler): CRC-Fehler oder falsche laufende Nummer. Dieser Fehler wird vom Stack automatisch ausgelöst.
- WD_timeout (Watchdog-Zeitüberschreitung): Kein gültiges PROFIsafe-Telegramm innerhalb der F_WD_Time empfangen. Dieser Fehler wird vom Stack automatisch ausgelöst.
- FV_activated_S (Failsafe-Werte sind aktiviert): Zeigt dem F-Host, dass FV verwendet werden. Dies kann auch mit dem Merker FV_activated_DS von der F-Device-Anwendung gesetzt werden.

Der F-Host kann ebenfalls Kommunikationsfehler erkennen (Watchdog-Zeitüberschreitung, CRC-Fehler oder falsche fortlaufende Nummer). Die Anwendung hinter dem entsprechenden F-Device kann über diese Fehler mit dem Merker activate_FV_DC = TRUE der Instanz PROFISAFEDEVICESTACK informiert werden und entsprechend reagieren.

Die Anwendung kann die Ausgangsvariable "STATE" verwenden, um Informationen über den aktuellen Zustand der F-Device-Instanz zu erhalten.

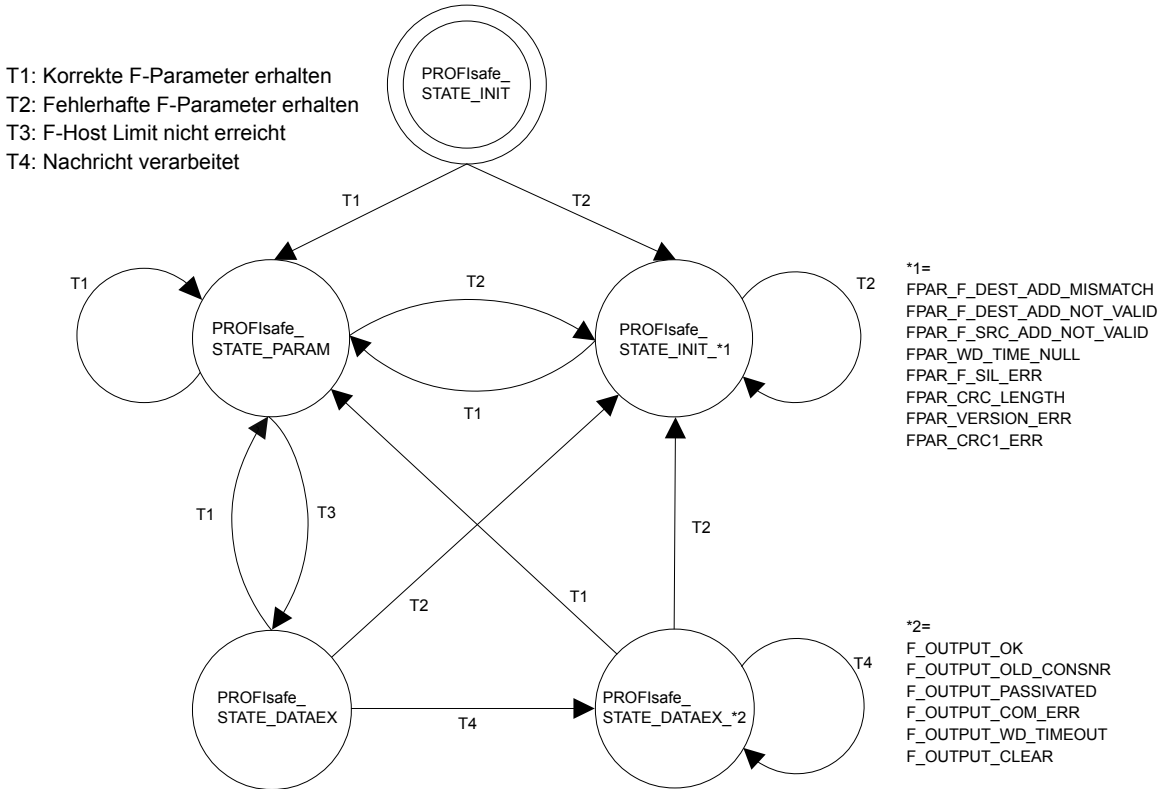


Abb. 112: Zustandsdiagramm des PROFIsafe F-Device

Die Zustandsübergänge T1 und T2 werden sofort ausgeführt, wenn neue F-Parameter für die F-Device-Instanz übertragen wurden. Ist die Grenze der F-Quellenadresse für die SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 (siehe auch ↳ *„SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 enthält alle Funktionen der Sicherheits-CPU SM560-S. Die bei den Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 zusätzlichen Funktionen sind:“ auf Seite 44*) noch nicht erreicht, schaltet der Übergang T3 sofort. Ist die Grenze der F-Quellenadresse erreicht, müssen aktive F-Device-Instanzen (Zustände PROFIsafe_STATE_DATAEX) eines F-Host vom Übergang T1 oder T2 gestoppt werden.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Bedeutung jedes Zustands:

Tab. 90: Zustände des PROFIsafe F-Device

Wert des STATE-Ausgangs an PROFIsafe F-Devicestack-Instanz	Bedeutung
PROFIsafe_ STATE_INIT	Zustand nach der Initialisierung von F-Device-Instanzen.
PROFIsafe_STATE_ FPAR_F_DEST_ADD_MISMATCH	Parametrierungsfehler: Die F-Quellenadresse passt nicht zum gegebenen Wert, der auf dem Wert des Adressdrehschalters an der Sicherheits-CPU SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 basiert. Siehe auch AC500-/PROFINET-Diagnose ↳ *Tab. 5 „Liste spezifischer Fehlermeldungen für die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 “ auf Seite 63* Modul 28, Fehler 28
PROFIsafe_STATE_ FPAR_F_DEST_ADD_NOT_VALID	Parametrierungsfehler: F-Quellenadresse ungültig. Siehe auch AC500-/PROFINET-Diagnose ↳ *Tab. 5 „Liste spezifischer Fehlermeldungen für die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 “ auf Seite 63* Modul 28, Fehler 1
PROFIsafe_STATE_ FPAR_F_SRC_ADD_NOT_VALID	Parametrierungsfehler: Die F-Quellenadresse ist ungültig oder überschneidet sich mit F-Quellenadressen der F-Host-Instanzen. Siehe auch AC500-/PROFINET-Diagnose ↳ *Tab. 5 „Liste spezifischer Fehlermeldungen für die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 “ auf Seite 63* Modul 28, Fehler 2
PROFIsafe_STATE_ FPAR_WD_TIME_NULL	Parametrierungsfehler: WD-Zeit auf Null gestellt Siehe auch AC500-/PROFINET-Diagnose ↳ *Tab. 5 „Liste spezifischer Fehlermeldungen für die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 “ auf Seite 63* Modul 28, Fehler 11
PROFIsafe_STATE_ FPAR_F_SIL_ERR	Parametrierungsfehler: Angefordertes SIL zu hoch. Siehe auch AC500-/PROFINET-Diagnose ↳ *Tab. 5 „Liste spezifischer Fehlermeldungen für die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 “ auf Seite 63* Modul 28, Fehler 10
PROFIsafe_STATE_ FPAR_CRC_LENGTH	Parametrierungsfehler: Erforderliche CRC-Länge passt nicht zur Datenlänge. Siehe auch AC500-/PROFINET-Diagnose ↳ *Tab. 5 „Liste spezifischer Fehlermeldungen für die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 “ auf Seite 63* Modul 28, Fehler 42

Wert des STATE-Ausgangs an PROFIsafe F-Devicestack-Instanz	Bedeutung
PROFIsafe_STATE_ FPAR_VERSION_ERR	Parametrierungsfehler: PROFIsafe-Versionsfehler. Siehe auch AC500-/PROFINET-Diagnose ↳ *Tab. 5 „Liste spezifischer Fehlermeldungen für die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 “ auf Seite 63* Modul 28, Fehler 40
PROFIsafe_STATE_ FPAR_CRC1_ERR	Parametrierungsfehler: CRC-Fehler in F-Parametern. Siehe auch AC500-/PROFINET-Diagnose ↳ *Tab. 5 „Liste spezifischer Fehlermeldungen für die Sicherheits-CPUs SM560-S-FD-1 / SM560-S-FD-4 “ auf Seite 63* Modul 28, Fehler 19
PROFIsafe_STATE_ PARAM	F-Host-Begrenzungsfehler: F-Parameter akzeptiert, aber das F-Device tauscht aufgrund der F-Host-Begrenzung keine Daten aus. Es liegt keine Diagnosemeldung vor. Ggf. muss eine individuelle AC500-Diagnosemeldung erzeugt werden.
PROFIsafe_STATE_ DATAEX	F-Parameter werden akzeptiert, die F-Device-Instanz kann Prozessdaten austauschen.
PROFIsafe_STATE_ DATAEX_F_OUTPUT_OK	Das PROFIsafe-Ausgangstelegramm für den F-Host ist gültig.
PROFIsafe_STATE_ DATAEX_F_OUTPUT_OLD_CONSNR	Das PROFIsafe-Ausgangstelegramm für den F-Host ist gültig mit einer alten fortlaufenden Nummer.
PROFIsafe_STATE_ DATAEX_F_OUTPUT_PASSIVATED	Ein Kommunikationsfehler wurde erkannt oder der F-Host sendet "activate_FV" im PROFIsafe-Steuerbyte. Ggf. muss eine individuelle AC500-Diagnosemeldung von der Anwendung erzeugt werden (wenn PROFIsafe_STATE_DATAEX_F_OUTPUT_PASSIV-ATED am STATE-Ausgang der F-Devicestack-Instanz erkannt wird).
PROFIsafe_STATE_ DATAEX_F_OUTPUT_COM_ERR	PROFIsafe-Fehler: Ein CRC-Fehler im PROFIsafe-Ausgangstelegramm wird erkannt. Ggf. muss eine individuelle AC500-Diagnosemeldung von der Anwendung erzeugt werden (wenn PROFI-safe_STATE_DATAEX_F_OUTPUT_COM_ERR am STATE-Ausgang der F-Devicestack-Instanz erkannt wird).

Wert des STATE-Ausgangs an PROFIsafe F-Devicestack-Instanz	Bedeutung
PROFIsafe_STATE_ DATAEX_F_OUTPUT_WD_TIMEOUT	PROFIsafe-Fehler: Watchdog-Zeitüberschreitung erkannt. Ggf. muss eine individuelle AC500-Diagnosemeldung von der Anwendung erzeugt werden (wenn PROFIsafe_PROFIsafe_STATE_DATAEX_F_OUTPUT_WD_TIMEOUT am STATE-Ausgang der F-Devicestack-Instanz erkannt wird).
PROFIsafe_STATE_ DATAEX_F_OUTPUT_CLEAR	Nulltelegramm empfangen, alte PROFIsafe-Ausgabedaten sind weiter gültig.

4.6.8 SafetyExt2_LV100_AC500_V27.lib

Die Bibliothek SafetyExt2_LV100_AC500_V27.lib enthält die folgenden POE:

Systembefehle

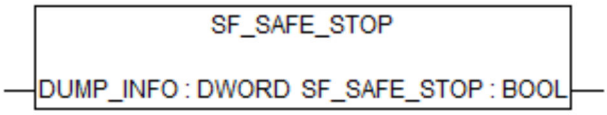
- SF_SAFE_STOP (Auslösung des SAFE STOP an der Sicherheits-CPU)

Systeminformationen

- SF_MAX_POWER_DIP_GET_CFG (gibt die konfigurierte Anzahl von Neustarts nach Spannungsabfall in der Sicherheits-CPU an)
- SF_BOOTPROJECT_CRC (gibt die Bootprojekt-CRC an)

4.6.8.1 SF_SAFE_STOP

Die Funktion SF_SAFE_STOP ermöglicht es dem Anwender, die Sicherheits-CPU direkt in den Zustand SAFE STOP zu versetzen.



Tab. 91: FB-Name: SF_SAFE_STOP

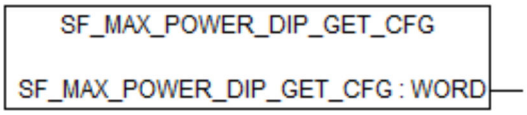
Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_INPUT			
DUMP_INFO	DWORD	16#00000000	Der Wert DUMP_INFO wird in den Speicherauszug geschrieben, sodass der Anwender zusammen mit dem Team des ABB-Supports herausfinden kann, an welcher Stelle in der Sicherheitsanwendung der Zustand SAFE STOP ausgelöst wurde.
VAR_OUTPUT			
SF_SAFE_STOP	BOOL	FALSE	Der Ausgang wird nicht verwendet und ist nur verfügbar, da Funktionen mit einem Rückgabewert definiert werden müssen. Die Anwendung kann den Ausgang nicht auswerten, da die Sicherheits-CPU in den sicheren Zustand schaltet.

Aufruf in ST

```
SF_SAFE_STOP(DUMP_INFO:=16#B5006BB1);
```

4.6.8.2 SF_MAX_POWER_DIP_GET_CFG

Die Funktion SF_MAX_POWER_DIP_GET_CFG gibt den konfigurierten, maximalen Spannungsabfallwert der Sicherheits-CPU zurück (siehe auch ↳ *Kapitel 4.6.4.2 „SF_MAX_POWER_DIP_SET“ auf Seite 258* und ↳ *Kapitel 4.6.4.6 „SF_MAX_POWER_DIP_GET“ auf Seite 264*).



Tab. 92: FB-Name: SF_MAX_POWER_DIP_GET_CFG

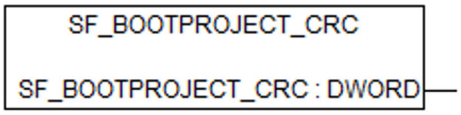
Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_OUTPUT			
SF_MAX_POWER_DIP_GET_CFG	WORD	16#0000	Konfigurierte max. Zahl der tolerierten Spannungsabfälle (Unter-/Überspannungsfehler).

Aufruf in ST

```
MAX_POWER_DIPS_CFG := SF_MAX_POWER_DIP_GET_CFG();
```

4.6.8.3 SF_BOOTPROJECT_CRC

Die Funktion SF_BOOTPROJECT_CRC gibt die CRC des Bootprojekts zurück, die im Flash-Speicher war, als die Sicherheits-CPU gestartet wurde (entspricht der Bootprojekt-CRC, die im sicherheitsgerichteten CODESYS unter dem Menüpunkt *„Online ➔ Bootprojekt in SPS prüfen“* angezeigt wird).



Tab. 93: FB-Name: SF_BOOTPROJECT_CRC

Name	Datentyp	Anfangswert	Beschreibung, Parameterwerte
VAR_OUTPUT			
SF_BOOTPRO-JECT_CRC	DWORD	16#00000000	CRC des Bootprojekts im Flash-Speicher, als die Sicherheits-CPU gestartet wurde.

Aufruf in ST

```
BOOTPROJECT_CRC := SF_BOOTPROJECT_CRC();
```

5 Sicherheitszeiten

5.1 Übersicht

Fehler im System können zu gefährlichen Betriebszuständen führen. Potentielle Fehler werden durch Selbsttests der Sicherheitsmodule im Hintergrund erkannt; dadurch werden definierte Reaktionen auf die Fehler in den Sicherheitsmodulen ausgelöst, um die fehlerhaften Module in einen sicheren Zustand zu bringen. In diesem Kapitel werden verschiedene Sicherheitszeiten für die Komponenten und die Sicherheitssteuerung eines AC500-S-Systems aufgeführt.

5.2 Fehlerreaktionszeit

Die Fehlerreaktionszeit ist die maximale Zeit zwischen dem Auftreten des Fehlers im System und dem Auslösen der vordefinierten Fehlerreaktionen. Die unten aufgeführte Tabelle enthält einen Überblick der längsten Fehlerreaktionszeiten der AC500-S-Sicherheitsmodule.

Tab. 94: Fehlerreaktionszeiten der AC500-S-Sicherheitsmodule

Module	Fehlerreaktionszeit	
	Interne Fehler (z. B. RAM-Fehler)	Externe Fehler (z. B. falsche Verkabelung)
Sicherheits-CPUs AC500-S	< 24 h	Nicht zutreffend
Sicherheits-E/A DI581-S	< 24 h	< 1,9 s
Sicherheits-E/A DX581-S	< 24 h	< 0,5 s
Sicherheits-E/A AI581-S	< 24 h	< 0,8 s

Sollten Sie weitere Einzelheiten zu den Fehlerreaktionszeiten benötigen, wenden Sie sich bei Bedarf an den technischen Support von ABB.

5.3 Antwortzeit der Sicherheitsfunktion

Die Antwortzeit der Sicherheitsfunktion (SFRT) ist die Zeit, innerhalb der die Sicherheitssteuerung AC500-S im normalen RUN-Modus reagieren muss, nachdem ein Fehler im System aufgetreten ist.

Auf Anwendungsseite ist SFRT die maximale Zeit, in der das Sicherheitssystem auf die Veränderung der Eingangssignale oder einen Modulausfall antworten muss.

SFRT ist eine der wichtigsten Zeiten im Bereich Sicherheit, da sie in zeitkritischen Sicherheitsanwendungen (z. B. Pressen) verwendet wird, um einen angemessenen Abstand für einen Lichtvorhang oder anderen Sicherheitssensor von den potentiell gefährlichen Maschinenteilen zu definieren.

SFRT kann für PROFIsafe-Geräte basierend auf [8] wie folgt definiert werden:

Gleichung 1: *SFRT = TWCDT + längstes ∆T_WD*

wobei

- TWCDT (Gesamt-Verzögerungszeit im schlechtesten Fall) ist die maximale Zeit für die Übertragung eines Eingangssignals im AC500-S-System bis zur Reaktion des Ausgangs im schlechtesten Fall (worst case) (alle Komponenten erfordern die maximale Zeit);
- Längstes ∆T_WD ist die längste Zeitdifferenz, die zwischen Ablauf der Worst-Case-Verzögerungszeit bis zum Ansprechen der Watchdog-Zeit entsteht. Im Sicherheitskontext muss zur Identifizierung von SFRT ein potentieller Einzelfehler innerhalb der an einer Signalübertragung beteiligten Komponenten in Betracht gezogen werden. Es ist ausreichend, nur einen Einzelfehler zu berücksichtigen [8].

In Abb. 113, Abb. 114 und Abb. 115 wird SFRT im Detail erläutert. Im Modell in Abb. 113 und Abb. 114 werden die Phasen Lesen des Eingangssignals, sicherer Datentransfer, sichere Logikverarbeitung, sicherer Datentransfer und sichere Signalausgabe angeführt. Im Modell in Abb. 115 wird die sichere Kommunikation von CPU zu CPU dargestellt, die die Phasen sichere Logikverarbeitung, sicherer Datentransfer und sichere Logikverarbeitung beinhaltet.

GEFAHR!

Die Phasen Eingangsverzögerung, Auflösung der Eingangsverzögerung und Low-Level-Testimpuls sind für AI581-S nicht erforderlich; stattdessen sollte für AI581-S die für den Worst-Case festgelegte interne Eingangsverzögerung von 67,5 ms verwendet werden.

GEFAHR!

Die Auflösung der Eingangsverzögerung muss mit den folgenden Annahmen berechnet werden:

- Nicht bei sicheren Analogeingängen;
- Wenn für den entsprechenden digitalen Sicherheitseingang keine Testimpulse konfiguriert wurden, kann die Auflösung der Eingangsverzögerung berechnet werden als 1 % der eingestellten Eingangsverzögerung (die Auflösung der Eingangsverzögerung muss jedoch mindestens 0,5 ms entsprechen!).
- Wenn für den entsprechenden digitalen Sicherheitseingang Testimpulse konfiguriert wurden, können in Abhängigkeit des Moduls (DI581-S oder DX581-S) und des gesetzten Wertes für die Eingangsverzögerung die folgenden Werte für die Auflösung der Eingangsverzögerung bei der Berechnung der SFRT verwendet werden:

Die folgenden Begriffe werden in Abb. 113, Abb. 114 und Abb. 115 definiert:

- Device_WD1 ist eine interne Watchdog-Zeit des Eingabegerätes in ms; sie umfasst:
  - Eingangsverzögerung (Variable als Parameter; nicht bei sicheren Analogeingänge mit einer internen Eingangsverzögerung von 67,5 ms im schlechtesten Fall);
  - Auflösung der Eingangsverzögerung (siehe folgende Tabellen)
  - Low-Level-Testimpuls (festgesetzt auf 1 ms und optional (nur wenn Testimpulse verwendet werden); nicht bei sicheren Analogeingängen);
  - 2 x interne Zyklusdauer (fest; AI581-S ➔ 4,5 ms, DX581-S ➔ 5,5 ms und DI581-S ➔ 6,5 ms);
- F_WD_Time1 ist die erste Watchdog-Zeit in ms für den Empfang eines neuen gültigen Telegramms (Variable als Parameter und abhängig von Systemkonfiguration);
- F_Host_WD ist die Watchdog-Zeit in ms und entspricht dem Dreifachen des gesetzten Wertes unter der Verwendung der POE SF_WDOG_TIME_SET (Variable als Parameter durch die POE SF_WDOG_TIME_SET und abhängig von der Zahl der F-Devices, Sicherheitsprogramm und Systemkonfiguration);
- F_WD_Time2 ist die zweite Watchdog-Zeit in ms für den Empfang eines neuen gültigen Telegramms (Variable als Parameter und abhängig von Systemkonfiguration).
- Device_WD2 ist eine interne Watchdog-Zeit des Ausgabegerätes in ms; sie umfasst:
  - Interne Zyklusdauer des Sicherheitsausgabegerätes (fest; DX581-S ➔ 5,5 ms);
  - Verarbeitungszeit am Ausgang (fest 1,5 ms);
  - Hardwareverzögerung (abhängig vom Strom, z. B. ~1 ms (747 µs bei 5 mA) und einem Maximum von 4 ms bei einem maximalen Ausgangsstrom von 500 mA). Genauere Werte erhalten Sie vom technischen Support von ABB.

Tab. 95: Sicherheitsmodul DI581-S

Eingangsverzögerung (ms)	Auflösung der Eingangsverzögerung (ms)
1	2
2	2
5	3

Eingangsverzögerung (ms)	Auflösung der Eingangsverzögerung (ms)
10	4
15	5
30	6
50	7
100	10
200	15
500	25

Tab. 96: Sicherheitsmodul DX581-S

Eingangsverzögerung (ms)	Auflösung der Eingangsverzögerung (ms)
1	2
2	2
5	3
10	4
15	5
30	6
50	10
100	15
200	25
500	50

Unten sind einige Beispiele zur Berechnung von SFRT-Werten in den vorgestellten AC500-S-Systemkonfigurationen angegeben. Bei der Berechnung der SFRT wird folgender Ansatz auf Basis von [3] und [8] angewendet:

Gleichung 2: *SFRT = Device_WD1 + 0,5 * F_WD_Time1 + F_Host_WD + 0,5 * F_WD_Time2 + Device_WD2 + längstes ∆T_WD*

HINWEIS!

↳ *Gleichung 2, Seite 448* wurde für die Berechnung von SFRT aus folgenden Gründen gewählt:

– Device_WD1 und Device_WD2 als Verzögerungszeiten für Sicherheits-E/As im schlechtesten Fall können direkt berechnet werden (siehe Abb. 113 und Abb. 114).
– Es ist manchmal schwierig, die Verzögerungszeit der "Black-Channel"-Komponenten für den Worst-Case zu berechnen (siehe AC500-Standardmodule in Abb. 113 und Abb. 114). Daher empfehlen wir, stattdessen den halben Wert von F_WD_Time1 und F_WD_Time2 zu verwenden. F_WD_Time1 und F_WD_Time2 können empirisch für die AC500-Systemkonfiguration bestimmt werden, indem man die Werte für tResponseTimeMS für gegebene Sicherheits-E/A in der Sicherheitsanwendung zurückverfolgt. Verwenden Sie die PROFIsafe-Instanz für die gegebenen Sicherheits-E/A (↳ *Kapitel 4.6.3 „SafetyBase_PROFIsafe_LV200_AC500_V22.lib“ auf Seite 252*). F_WD_Time1 und F_WD_Time2 sollten etwa 30 % höher als der Worst-Case-Wert für tResponseTimeMS des gegebenen Sicherheits-E/A gesetzt werden.
– Wir empfehlen, die Zeit F_Host_WD statt der Worst-Case-Verzögerungszeit der Sicherheits-CPU SM560-S zu nehmen. F_Host_WD wird berechnet als drei Mal der Wert, der mithilfe der POE SF_WDOG_TIME_SET gesetzt wird. Der korrekte Wert für SF_WDOG_TIME_SET kann empirisch bestimmt werden, indem man den Ausgang MAX_TIME derselben POE in einem Testlauf verfolgt. Der Wert für SF_WDOG_TIME_SET sollte ca. 30 % höher als der Worst-Case-Wert (MAX_TIME) sein, der in der Sicherheitsanwendung beobachtet wurde, um mögliche Verfügbarkeitsprobleme durch das Auslösen des Watchdogs der Sicherheits-CPU SM560-S zu vermeiden.
– F_WD_Time1 und F_WD_Time2 sind die einzigen potentiellen Kandidaten für Längstes ∆T_WD, da F_Host_WD, Device_WD1 und Device_WD2 bereits gleich der Verzögerungszeit im Worst-Case sind. Somit ist

Längstes ∆T_WD = Max (0,5 * F_WD_Time1; 0,5 * F_WD_Time2)

HINWEIS!

Bessere SFRT-Werte als mit ↳ *Gleichung 2, Seite 448* erhält man mit einer detaillierten technischen Analyse. Wenden Sie sich an den technischen Support von ABB für weitere Details.

HINWEIS!

Die Werte F_WD_Time1 und F_WD_Time2 müssen mindestens doppelt so groß sein, wie die mit SF_WDOG_TIME_SET eingestellte Zeit, um ungewollte Systemstopps aufgrund des Ablaufens des PROFIsafe-Watchdogs zu vermeiden.

Sicherheitszeiten

Antwortzeit der Sicherheitsfunktion

GEFAHR!

Bei sicherheitszeitkritischen Anwendungen muss man berücksichtigen, dass die Sicherheits-E/A-Module der AC500-S-Serie die Anforderung der IEC 61131 (SPS-Norm) zum Überbrücken einer möglichen Unterspannung mit einer Dauer von bis zu 10 ms erfüllen. Während dieser Unterspannung von bis zu 10 ms liefern die Sicherheits-E/A-Module der Reihe AC500-S den letzten Prozesswert, der gültig war, bevor die Unterspannung entdeckt wurde, an die Sicherheits-Analogeingangskanäle in AI581-S und die Ist-Werte der Sicherheits-Digitalein-/-ausgänge an die Module DI581-S und DX581-S.

Wenn die Unterspannung länger als 10 ms andauert, werden die Module passiviert (*Kapitel 3.2.3 „Unterspannung/Überspannung“ auf Seite 91*).

Endanwender, denen der oben beschriebene Ansatz zur Erkennung einer Unterspannung nicht ausreicht (wenn z. B. Unterspannungen mit einer Dauer von weniger als 10 ms oft in den Anwendungen auftreten), müssen 10 ms für das AI581-S-Modul in der Berechnung der SFRT hinzufügen, um eine Überbrückungsphase wie oben beschrieben zu berücksichtigen. Normalerweise geht man davon aus, dass regelmäßig wiederkehrende Unterspannungen mit einer Dauer von unter 10 ms in der Spannungsversorgung des Sicherheitssystems eher selten auftreten und deshalb nicht in der SFRT-Berechnung berücksichtigt werden.

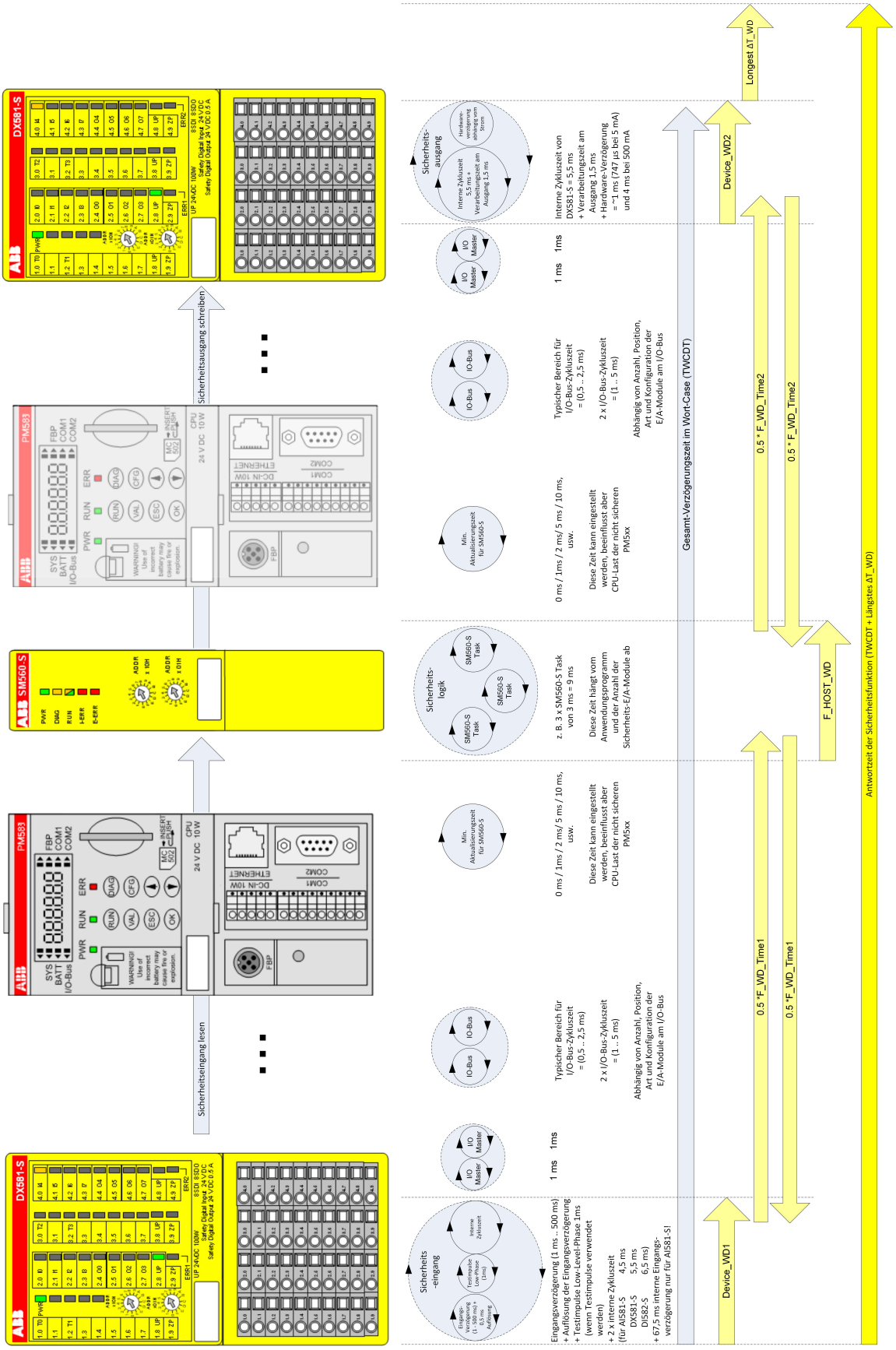


Abb. 113: SFRT in einem AC500-S-System ohne PROFINET-Komponenten

Antwortzeit der Sicherheitsfunktion

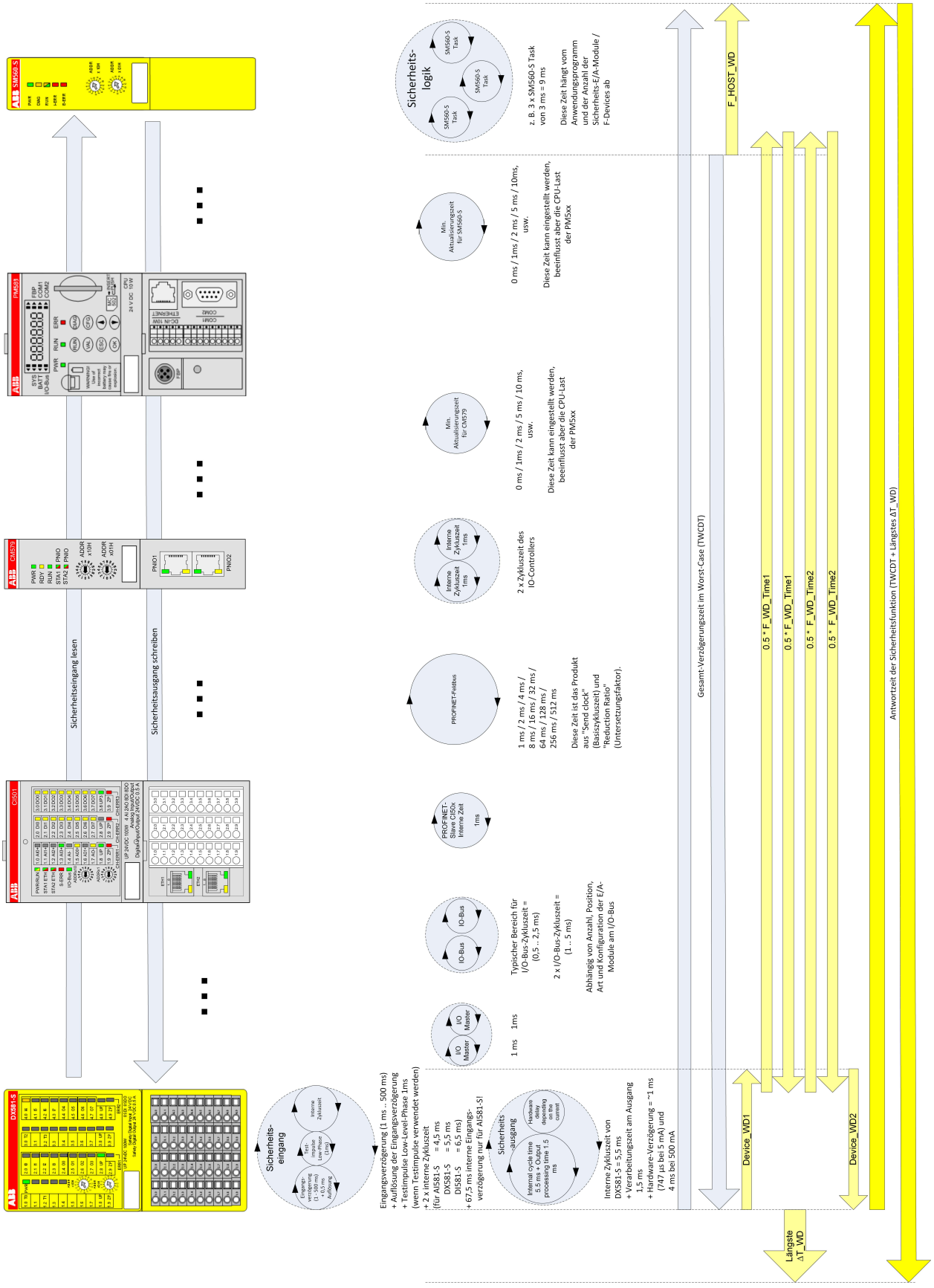


Abb. 114: SFRT in einem AC500-S-System mit PROFINET-Komponenten und Sicherheits-E/As

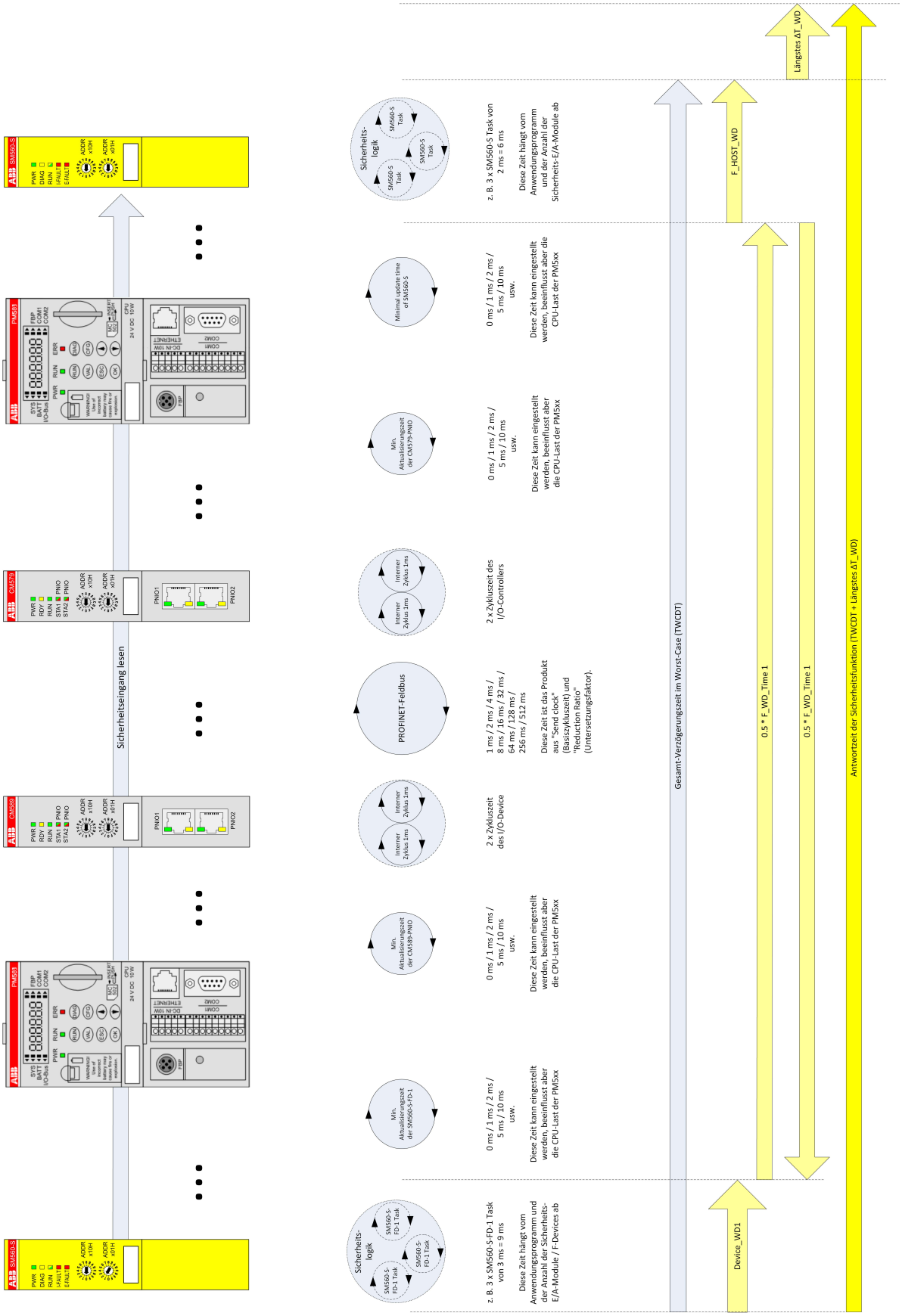


Abb. 115: SFRT in einem AC500-S-System mit PROFINET-Komponenten und sicherer Kommunikation von CPU zu CPU (Beispiel: SM560-S-FD-1 zu SM560-S)

Basierend auf Abb. 113, Abb. 114 und Abb. 115 können die folgenden SFRT-Beispielwerte für einige typische AC500-S-Konfigurationen durch die Nutzung von ↯ *Gleichung 2, Seite 446* berechnet werden:

Ohne PROFINET (DI581-S ➔SM560-S ➔ DX581-S)

SFRT = Device_WD1 + 0,5 * F_WD_Time1 + F_Host_WD + 0,5 * F_WD_Time2 + Device_WD2 + Längstes ∆T_WD = 14,5 + 10 + 6 + 10 + 8 + 10 = 58,5 ms

wobei

- Device_WD1 = 1 ms + 0,5 ms + 2 x 6,5 ms = 14,5 ms (ohne Testimpulse)
- F_WD_Time1 = 20 ms
- F_Host_WD = 3 x 2 ms (SF_WDOG_TIME_SET Zeit) = 6 ms
- F_WD_Time2 = 20 ms
- Device_WD2 = 8 ms (Ausgangsstrom = ~ 5 mA)
- Längstes ∆T_WD = Max (0,5 * F_WD_Time1; 0,5 * F_WD_Time2) = 10 ms

Ohne PROFINET (DX581-S ➔ SM560-S ➔ DX581-S)

SFRT = Device_WD1 + 0,5 * F_WD_Time1 + F_Host_WD + 0,5 * F_WD_Time2 + Device_WD2 + Längstes ∆T_WD = 12,5 + 10 + 6 + 10 + 8 + 10 = 56,5 ms

wobei

- Device_WD1 = 1 ms + 0,5 ms + 2 x 5,5 ms = 12,5 ms (ohne Testimpulse)
- F_WD_Time1 = 20 ms
- F_Host_WD = 3 x 2 ms (SF_WDOG_TIME_SET Zeit) = 6 ms
- F_WD_Time2 = 20 ms
- Device_WD2 = 8 ms (Ausgangsstrom = ~ 5 mA)
- Längstes ∆T_WD = Max (0,5 * F_WD_Time1; 0,5 * F_WD_Time2) = 10 ms

Ohne PROFINET (AI581-S ➔ SM560-S ➔ DX581-S)

SFRT = Device_WD1 + 0,5 * F_WD_Time1 + F_Host_WD + 0,5 * F_WD_Time2 + Device_WD2 + Längstes ∆T_WD = 76,5 + 10 + 6 + 10 + 8 +10 = 120,5 ms

wobei

- Device_WD1 = 2 x 4,5 ms + 67,5 ms = 76,5 ms
- F_WD_Time1 = 20 ms
- F_Host_WD = 3 x 2 ms (SF_WDOG_TIME_SET Zeit) = 6 ms
- F_WD_Time2 = 20 ms
- Device_WD2 = 8 ms (Ausgangsstrom = ~ 5 mA)
- Längstes ∆T_WD = Max (0,5 * F_WD_Time1; 0,5 * F_WD_Time2) = 10 ms

Mit PROFINET (DI581-S ➔ SM560-S ➔ DX581-S)

SFRT = Device_WD1 + 0,5 * F_WD_Time1 + F_Host_WD + 0,5 * F_WD_Time2 + Device_WD2 + Längstes ∆T_WD = 14,5 + 15 + 6 + 15 + 8 + 15 = 73,5 ms

wobei

- Device_WD1 = 1 ms + 0,5 ms + 2 x 6,5 ms = 14,5 ms (ohne Testimpulse)
- F_WD_Time1 = 30 ms
- F_Host_WD = 3 x 2 ms (SF_WDOG_TIME_SET Zeit) = 6 ms

- F_WD_Time2 = 30 ms
- Device_WD2 = 8 ms (Ausgangsstrom = ~ 5 mA)
- Längstes ∆T_WD = Max (0,5 * F_WD_Time1; 0,5 * F_WD_Time2) = 15 ms

Mit PROFINET (DX581-S ➔ SM560-S ➔ DX581-S)

SFRT = Device_WD1 + 0,5 * F_WD_Time1 + F_Host_WD + 0,5 * F_WD_Time2 + Device_WD2 + Längstes ∆T_WD = 12,5 + 15 + 6 + 15 + 8 + 15 = 71,5 ms

wobei

- Device_WD1 = 1 ms + 0,5 ms + 2 x 5,5 ms = 12,5 ms (ohne Testimpulse)
- F_WD_Time1 = 30 ms
- F_Host_WD = 3 x 2 ms (SF_WDOG_TIME_SET Zeit) = 6 ms
- F_WD_Time2 = 30 ms
- Device_WD2 = 8 ms (Ausgangsstrom = ~ 5 mA)
- Längstes ∆T_WD = (Max (0,5 * F_WD_Time1; 0,5 * F_WD_Time2) = 15 ms

Mit PROFINET (AI581-S ➔ SM560-S ➔ DX581-S)

SFRT = Device_WD1 + 0,5 * F_WD_Time1 + F_Host_WD + 0,5 * F_WD_Time2 + Device_WD2 + Längstes ∆T_WD = 76,5 + 15 + 6 + 15 + 8 + 15 = 135,5 ms

wobei

- Device_WD1 = 2 x 4,5 ms + 67,5 ms = 76,5 ms
- F_WD_Time1 = 30 ms
- F_Host_WD = 3 x 2 ms (SF_WDOG_TIME_SET Zeit) = 6 ms
- F_WD_Time2 = 30 ms
- Device_WD2 = 8 ms (Ausgangsstrom = ~ 5 mA)
- Längstes ∆T_WD = Max (0,5 * F_WD_Time1; 0,5 * F_WD_Time2) = 15 ms

Mit PROFINET (SM560-S-FD-1 ➔ SM560-S)

SFRT = Device_WD1 + 0,5 * F_WD_Time1 + F_Host_WD + Längstes ∆T_WD = 9 + 25 + 6 + 25 = 65 ms

wobei

- Device_WD1 = 3 x 3 ms (SF_WDOG_TIME_SET Zeit) = 9 ms
- F_WD_Time1 = 50 ms
- F_Host_WD = 3 x 2 ms (SF_WDOG_TIME_SET Zeit) = 6 ms
- Längstes ∆T_WD = 0,5 * F_WD_Time1 = 25 ms

! HINWEIS!

SFRT-Berechnungen für solche Fälle wie SM560-S-FD-4 ➔ SM560-S, SM560-S ➔ SM560-S-FD-1 und SM560-S ➔ SM560-S-FD-4 können mit einem ähnlichen Ansatz berechnet werden, wie in Abb. 115 dargestellt.

Sicherheitszeiten

Antwortzeit der Sicherheitsfunktion

GEFAHR!

Fehler in der SFRT-Berechnung können Tod oder schwere Verletzung von Personen zur Folge haben, insbesondere in Anwendungen mit Pressen, Roboterzellen usw.

HINWEIS!

Die Tasks mit hoher Priorität der Standard-CPU PM5xx ("Black Channel" für sichere Kommunikation) können die TWCDT für die Sicherheitssteuerung AC500-S beeinflussen.

6 Checkliste für die Inbetriebnahme der AC500-S

6.1 Übersicht

Alle Anwender der Sicherheitssteuerung AC500-S müssen die Punkte aus den Checklisten im diesem Kapitel für die Inbetriebnahme der Serie AC500-S berücksichtigen und in ihren Endberichten dokumentieren.

Die in den Checklisten aufgeführten Punkte betreffen nur die wichtigsten Aspekte in Bezug auf die Sicherheitssteuerung AC500-S; das bedeutet, dass Anwender die Checklisten für AC500-S um weitere Aspekte, die für ihre Sicherheitsanwendungen wichtig sind, ergänzen können.

6.2 Checkliste für die Erstellung von Sicherheitsprogrammen

Nr.	Zu prüfender Punkt	Erfüllt (Ja/Nein)?	Kommentar
1.	Prüfen Sie, ob für alle Sicherheitsfunktionen nur Sicherheitssignale verwendet werden.		
2.	Prüfen Sie, ob sowohl das Projekt der Sicherheitsanwendung in die Sicherheits-CPU als auch das relevante Projekt der Standardanwendung in die Standard-CPU PM5xx geladen sind. Prüfen Sie, ob die Programme aus dem RAM-Speicher in den Flash-Speicher gesichert wurden. ("Bootprojekt erzeugen") wurde durchgeführt.		
3.	Stellen Sie sicher, dass die F-Parameter für alle Sicherheits-E/A und andere F-Devices, die im F-Parameter-Editor gesetzt wurden, dieselben wie die aus dem sicherheitsgerichteten CODESYS sind; siehe Globale Variable / PROFIsafe (↳ *Kapitel 4 „Konfiguration und Programmierung“ auf Seite 190*).		
4.	F_Source_Add ist die virtuelle Adresse (F_Device_Add hingegen ist auch physisch). Der F-Host kann ggf. mehr als eine F_Source_Add verarbeiten, z. B. für das Koppeln von PROFIsafe Master - Master aus verschiedenen Netzwerken. Stellen Sie sicher, dass die Einstellungen der F_Source_Add für verschiedene F-Devices der Sicherheitsanwendung eindeutig sind. *Anmerkung:* *Die Regel “F_Source_Add <> F_Dest_Add für F-Device” wird automatisch von PS501 Control Builder Plus ab V2.2.1 / Automation Builder ab Version 1.0 geprüft.*		

Nr.	Zu prüfender Punkt	Erfüllt (Ja/Nein)?	Kommentar
5.	iParameter validieren. Dafür gibt es zwei Optionen: A) Überprüfen Sie mithilfe von für diese Parameter geeigneten Funktionsvalidierungstests, ob alle iParameter (Eingangsverzögerung, Kanalkonfiguration usw.) für alle Sicherheits-E/A und anderen F-Devices mit einem gegebenen F_iPar_CRC-Wert korrekt sind (bei Fragen wenden Sie sich bitte an den technischen Support von ABB). oder B) Verwenden Sie ein spezielles Verifizierungsverfahren (siehe *Kapitel 6.5 „Verifizierung einer sicheren iParameter-Einstellung in den AC500-S-Sicherheits-E/A“ auf Seite 467*) zur Validierung jedes iParameter; führen Sie den einen Test zur Validierung der Funktionssicherheit Ihrer Anwendung durch (es ist nicht notwendig, jeden einzelnen iParameter-Wert zu überprüfen). Ein Bericht, in dem bestätigt wird, dass sämtliche iParameter wie in *Kapitel 6.5 „Verifizierung einer sicheren iParameter-Einstellung in den AC500-S-Sicherheits-E/A“ auf Seite 467* beschrieben überprüft wurden, muss erstellt werden. Stellen Sie sicher, dass alle F_iPar_CRC größer 0 sind.		
6.	Überprüfen Sie, ob die Programmierrichtlinien vom sicherheitsgerichteten CODESYS richtig im Sicherheitsprogramm verwendet wurden.		
7.	Alle Signale vom Standard-Anwenderprogramm der PM5xx, die im Sicherheitsprogramm der Sicherheit-CPU evaluiert werden, müssen auch im Ausdruck des Sicherheitsprogramms erscheinen.		
8.	Wurde das Sicherheitsprogramm von einer Person überprüft, die an der Erstellung nicht beteiligt war?		
9.	Wurde das Ergebnis der Überprüfung des Sicherheitsprogramms dokumentiert und freigegeben (mit Datum und Unterschrift)?		

Nr.	Zu prüfender Punkt	Erfüllt (Ja/Nein)?	Kommentar
10.	Wurde ein Backup des Sicherheits- (siehe unten) und des Standardprojekts erstellt, bevor ein Programm in die jeweilige CPU geladen wurde? *Hinweis:* ■ *Stellen Sie sicher, dass Dateiname, Änderungsdatum, Titel, Autor, Version, Beschreibung und CRC des sicherheitsgerichteten CODESYS-Bootprojekts in einem Backup dokumentiert sind.* ■ *Weitere Veränderungen an Sicherheitsteilen im Projekt von Control Builder Plus PS501 / ABB Automation Builder und dem sicherheitsgerichteten CODESYS sind unzulässig. Wenn trotzdem Veränderungen vorgenommen werden, führt dies zu einer neuen CRC des sicherheitsgerichteten CODESYS-Bootprojekts; in diesem Fall muss diese Checkliste erneut von Beginn an durchgearbeitet werden.*		
11.	Prüfen Sie im sicherheitsgerichteten CODESYS mit dem Menüpunkt *„Online ➔ Prüfe Bootprojekt der Steuerung“*, ob das Offline-Projekt vom sicherheitsgerichteten CODESYS und das Bootprojekt in der Sicherheits-CPU identisch sind (Dateiname, Änderungsdatum, Titel, Autor, Version, Beschreibung und CRC).		
12.	Wenn Fließkommaoperationen und Datentypen verwendet werden, überprüfen Sie, ob die Regeln aus Abschnitt ↳ *Kapitel 3.1.2.2 „Fließkommaoperationen“ auf Seite 44* berücksichtigt wurden und nicht zu unsicheren Zuständen in der Sicherheitsanwendung führen.		
13.	Prüfen Sie, ob die POE SF_WDOG_TIME_SET einmal im Sicherheitsprogramm aufgerufen wird und die Watchdog-Zeit korrekt gewählt wurde.		
14.	Stellen Sie sicher, dass ein Passwort für die Sicherheits-CPU definiert wurde, um nicht autorisierten Zugang zu den Daten zu verhindern.		
15.	Stellen Sie sicher, dass nur autorisiertes Personal *„Schreibzugang“* zu den Parametereinstellungen der Sicherheitsmodule und Programmen in den Projekten von Control Builder Plus / ABB Automation Builder PS501 und dem sicherheitsgerichteten CODESYS hat.		
16.	Stellen Sie sicher, dass der korrekte Wert zur Überwachung der Spannungsversorgung mit POE SF_MAX_POWER_DIP_SET gesetzt wurde, damit das System bei Unter- oder Überspannung richtig funktioniert.		

Nr.	Zu prüfender Punkt	Erfüllt (Ja/Nein)?	Kommentar
17.	Prüfen Sie, ob die POE SF_SAFETY_MODE korrekt im Sicherheitsprogramm verwendet wird, um eine ungewollte Ausführung des Programms im nicht sicheren DEBUG(RUN)-Modus zu verhindern.		
18.	Stellen Sie sicher, dass keine Profilversionsänderung oder die Funktionen *„Gerät aktualisieren“*, Export / Import, Kopieren und Einfügen und Archivieren aus PS501 Control Builder Plus ab V2.2.1 / Automation Builder ab Version 1.0 auf die Sicherheitsmodule angewandt wurden, nachdem das Projekt validiert wurde. Wenn die oben erwähnten Funktionen verwendet wurden und dies zu einem sicherheitsgerichteten CODESYS-Bootprojekt mit neuer CRC führte, muss ein kompletter Funktionstest sämtlicher Teile der Sicherheitsanwendung durchgeführt werden. Für diesen Test muss die Maschine in ihrem endgültigen Zustand sein, d. h. einschließlich der mechanischen, elektrischen und elektronischen Komponenten, Sensoren, Aktoren und der Software.		
19.	Prüfen Sie mithilfe der Bibliotheks-CRC (gezeigt im sicherheitsgerichteten CODESYS), dass nur TÜV SÜD-zertifizierte Sicherheitsbibliotheken mit korrekten CRCs (↳ *Kapitel 4.6.1 „Übersicht“ auf Seite 244*) in einem sicherheitsgerichteten CODESYS-Projekt zur Ausführung der Sicherheitsfunktionen verwendet werden. Alle anderen anwenderspezifischen Bibliotheken müssen von den Endnutzern separat validiert werden, damit deren Eignung für eine bestimmte Sicherheitsanwendung bestätigt wird.		
20.	Stellen Sie sicher, dass interne POE von SafetyUtil_CoDeSys_AC500_V22.lib und interne Aktionen von SafetyBase_PROFIsafe_LV200_AC500_V22.lib (oder ältere Versionen) nicht vom Endanwenderprogramm, das vom PLC_PRG im Hauptpfad startet, aufgerufen werden.		
21.	Stellen Sie sicher, dass alle drei Systemereignisse (*„CallbackInit“*, *„CallbackReadInputs“* und *„CallbackWriteOutputs“*) in *„Ressourcen ➔ Task-Konfiguration ➔ System-Ereignisse“* vom sicherheitsgerichteten CODESYS ausgewählt sind.		

Nr.	Zu prüfender Punkt	Erfüllt (Ja/Nein)?	Kommentar
22.	Wenn der Inhalt des Flash-Speichers (Funktionsbausteine SF_FLASH_READ bzw. SF_FLASH_WRITE werden in der Sicherheitsanwendung aufgerufen) für Sicherheitsfunktionen in der Sicherheitsanwendung verwendet wird, müssen entsprechende Verfahren zur Validierung des Flash-Speicher-Inhalts (z. B. geeignete Sicherheitsanwendungs-CRC über gespeicherte Sicherheitsdaten) implementiert werden, um die Datenintegrität der Sicherheitsanwendung sicherzustellen.		
Prüfer: Maschinen/Anwendungs-<ID>: Unterschrift: Datum:			

6.3 Checkliste für Konfiguration und Verkabelung

Nr.	Zu prüfender Punkt	Erfüllt (Ja/Nein)?	Kommentar
1.	Sind sämtliche Sicherheits-Ein-/Ausgangssignale korrekt konfiguriert worden und die Ausgangssignale an die physischen Ausgangskanäle angeschlossen?		
2.	Überprüfen Sie, ob die Drehschalter-Adressen 0xF0 ... 0xFF der Sicherheits-CPU nicht zur Identifizierung der Sicherheits-CPU verwendet werden (z. B. PROFIsafe-Adresse).		
3.	Prüfen Sie, ob spezielle organisatorische Abläufe (z. B. beschränkter Zugriff auf den Schaltschrank, in dem sich die Sicherheits-CPU befindet) am Standort des Endanwenders definiert werden, um eine ungewollte Firmware- und/oder Bootcode-Aktualisierung der Sicherheits-CPU mit einer SD-Karte zu verhindern.		
4.	Prüfen Sie, ob die korrekten Parametereinstellungen der Standard-CPU PM5xx (*„Verhalten der Ausgänge bei Stop“*; *„Stop bei Fehlerklasse“* und *„Warmstart nach E2-Fehler“*) für die Sicherheitsanwendung verwendet werden.		
5.	Prüfen Sie, ob die erforderliche Antwortzeit der Sicherheitsfunktion Ihrer Sicherheitsanwendung mit den aktuellen Einstellungen der Sicherheitssteuerung AC500-S möglich ist und ob Sie die SFRT wie in Kapitel ↳ *Kapitel 5.3 „Antwortzeit der Sicherheitsfunktion“ auf Seite 446* angegeben berechnet haben.		

Nr.	Zu prüfender Punkt	Erfüllt (Ja/Nein)?	Kommentar
6.	Stellen Sie sicher, dass keiner der Sicherheits-Ausgangskanäle eine Konfiguration mit dem Parameter "Erkennung" = Aus hat, was die Sicherheitsdiagnose für solch einen Sicherheits-Ausgangskanal verringert. Wenn diese Konfiguration verwendet wird, geben Sie im Bereich "Anmerkung" dieser Checkliste ihre Gründe an und warum die erforderlichen SIL- und PL-Werte für die Anwendung mit solch einer Konfiguration erreicht werden können.		
7.	Prüfen Sie Folgendes: ■ Adresseinstellung korrekt ■ Belegung der Signaleingänge vollständig ■ Belegung der Signalausgänge vollständig ■ Belegung nicht benutzter Eingänge vollständig ■ Alle Klemmenblöcke gesteckt		
8.	Prüfen Sie, ob die korrekten Firmware-Versionen für abhängige Standardkomponenten, wie z. B. CM579-PNIO (ab V2.6.5.1), CI50x (ab V3.2.0) und PM5xx-CPUs (ab V2.2.1), verwendet werden. Wenden Sie sich bei Bedarf an den technischen Support von ABB.		
9.	Prüfen Sie, dass nur eine Sicherheits-CPU an der Standard-CPU PM5xx angebracht ist. Die Verwendung von mehr als einer Sicherheits-CPU an einer Standard-CPU PM5xx ist nicht erlaubt.		
10.	Stellen Sie sicher, dass das korrekte CODESYS-Sicherheitsbootprojekt auf die richtige Sicherheits-CPU AC500-S geladen wird, beispielsweise durch organisatorische Verfahren oder Fehlerausschluss (nur eine Sicherheits-CPU ist in der Maschine verfügbar). Beispiele für organisatorische Verfahren sind: ■ Wird ein Engineering-PC verwendet und gibt es mehr als eine Sicherheits-CPU, dann stellen Sie sicher, dass nur eine und zwar die richtige Sicherheits-CPU für den Engineering-PC erreichbar ist, wenn ein bestimmtes CODESYS-Sicherheitsbootprojekt auf die Sicherheits-CPU übertragen wird. ■ Wird eine SD-Karte verwendet und gibt es mehr als eine Sicherheits-CPU, dann bezeichnen Sie eindeutig jede Sicherheits-CPU und SD-Karte mit einer geeigneten ID-Kennzeichnung auf Etiketten auf jeder Sicherheits-CPU und SD-Karte. Diese ID-Kennzeichnungen auf Etiketten müssen eine gut lesbare, eindeutige Bezeichnung jedes Objektes bieten, um klare Regeln für die Beziehungen "SD-Karte mit gegebenem CODESYS-Sicherheitsbootprojekt – Sicherheits-CPU" zu schaffen.		

Checkliste für die Inbetriebnahme der AC500-S

Checkliste für Konfiguration und Verkabelung

Nr.	Zu prüfender Punkt	Erfüllt (Ja/Nein)?	Kommentar
11.	Prüfen Sie, dass die folgenden Regeln für die sichere Kommunikation von CPU zu CPU mit den CPUs SM560-S-FD-1 und SM560-S-FD-4 korrekt angewandt wurden: ■ Im gleichen Codename-Space muss F_Dest_Add eindeutig sein (siehe Abb. 6 für weitere Details). ■ Im gleichen Codename-Space darf F_Source_Add nicht in anderen F-Hosts wiederverwendet werden. Im gleichen F-Host ist eine Wiederverwendung für mehrere F-Host-Treiber erlaubt. ■ Im gleichen Codename-Space, darf F_Dest_Add nicht als F_Source_Add verwendet werden und umgekehrt.		
12.	Wird die SM560-S-FD-1 oder SM560-S-FD-4 verwendet, stellen Sie sicher, dass die Sicherheitskommunikationsmodule (“12 Byte In/Out (Safety)” / “8 Byte and 2 Int In/Out (Safety)” korrekt mit den Mastersystemen verbunden sind.		
13.	Stellen Sie sicher, dass nicht nur die Codenamen, sondern auch F_Dest_Add in PROFIsafe-Netzwerken einmalig sind, wenn nur F_Dest_Add vom F-Device geprüft wird.		

Prüfer:

Maschinen/Anwendungs-<ID>:

Unterschrift:

Datum:

6.4 Checkliste für Betrieb, Instandhaltung und Reparatur

Nr.	Zu prüfender Punkt	Erfüllt (Ja/Nein)?	Kommentar
1.	Stellen Sie sicher, dass die Sicherheitsmodule richtig in ihre Positionen im Modulträger (Sicherheits-CPU) oder Klemmenblock (Sicherheits-E/A) eingesteckt sind und dass ein einwandfreier Kontakt zwischen Klemmen und Sicherheitsmodulen besteht.		
2	Prüfen Sie, ob geeignete Maßnahmen zur Temperaturüberwachung (z. B. könnten Temperatursensoren im Schaltschrank positioniert werden und mit den Sicherheits-Analogeingangskanälen des AI581-S verbunden werden) in den Schaltschrank implementiert wurden, in dem sich die AC500-S-Sicherheitsmodule befinden, wenn der Betriebstemperaturbereich für die Sicherheitssteuerung AC500-S nicht garantiert werden kann. *Hinweis:* *Sicherheits-Digitalausgänge der DX581-S-Module verfügen über einen eingebauten Übertemperaturschutz und liefern immer Failsafe-0-Werte bei Übertemperatur.*		
3.	Stellen Sie sicher, dass die folgende Regel laut PROFIsafe-Norm (siehe *www.profisafe.net* für weitere Details) in der Analyse der Sicherheitsanwendung berücksichtigt wurde: ■ Maximal 10 Kommunikationsverbindungen (d. h. PROFIsafe-Verbindungen von einem gegebenen Sicherheitseingang zu einem gegebenen Sicherheitsausgang) je Sicherheitsfunktion sind für eine mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls von 10^{-9}/h (SIL 3) zulässig. Bei mehr als 10 Kommunikationsverbindungen je Sicherheitsfunktion steigt die Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls auf 10^{-10}/h pro zusätzliche Kommunikationsverbindung. Dementsprechend sind bei SIL 2 maximal 100 Kommunikationsverbindungen zulässig.		
4.	Stellen Sie sicher, dass alle Netzwerkgeräte, die zusammen mit der Sicherheitssteuerung AC500-S verwendet werden, die Forderungen der IEC 61010 oder IEC 61131-2 (z. B. PELV) erfüllen. Single-Port-Router sind zur Trennung von Sicherheitsinseln nicht zulässig. ↬ *[3]* enthält weitere Details		

Nr.	Zu prüfender Punkt	Erfüllt (Ja/Nein)?	Kommentar
5	Vor dem Einsatz einer Sicherheitsanwendung mit PROFIsafe, insbesondere bei der Verwendung von Wireless-Komponenten, muss eine Überprüfung eventueller gefährlicher Bedrohungen, wie Abhöraktionen oder Datenmanipulation, durchgeführt werden (↳ *[11]* enthält weitere Details). Prüfen Sie, ob ausreichende Sicherheitsstufen durch die Festlegung von Sicherheitsbereichen mit Sicherheitsschleusen eingerichtet wurden. Gibt es keine Bedrohung, sind keine Sicherheitsmaßnahmen erforderlich. *Hinweis:* *Bis jetzt wurden zwei mögliche Gefahrenquellen für Anwendungen mit drahtlosen Komponenten identifiziert [3]:* ■ *Beabsichtigte Änderungen der Parameter der F-Devices und des Sicherheitsprogramms;* ■ *Angriffe auf die zyklische Kommunikation, z. B. Simulation der Sicherheitskommunikation.*		
6.	Ein kompletter Funktionstest sämtlicher Teile der Sicherheitsanwendung muss durchgeführt werden. Für diesen Test muss die Maschine in ihrem endgültigen Zustand sein, d. h. einschließlich der mechanischen, elektrischen und elektronischen Komponenten, Sensoren, Aktoren und der Software.		
7.	Überprüfen Sie, ob klare Verfahren für Betrieb, Instandhaltung und Reparatur der Sicherheitsanwendung definiert wurden (Organisation, Verantwortlichkeiten, Ersatzteile, Projektdaten-Backup usw.). Hinweis: ■ Neustart des Sicherheits-Steuerkreises ist nur zulässig, wenn kein gefährlicher Prozesszustand vorliegt und nach einer Bedienerquittierung (OA_C). ↳ *[3]* enthält weitere Details		
8.	Prüfen Sie, ob ein korrekter elektrischer Kontakt zwischen Sicherheits-E/A-Modulen (AI581-S, DI581-S und DX581-S) und TU582-S-Klemmenblöcken besteht. Dafür müssen die Sicherheits-E/A-Module richtig in die TU582-S-Klemmenblöcke eingesteckt werden; drücken Sie jedes Sicherheits-E/A-Modul mit einer Kraft von mindestens 100 Newton in den TU582-S-Klemmenblock.		

Nr.	Zu prüfender Punkt	Erfüllt (Ja/Nein)?	Kommentar
9.	Stellen Sie sicher, dass die durchschnittliche Betriebstemperatur der sich im Betrieb befindlichen Sicherheitsmodule (AC500-S und AC500-S-XC) 40 °C nicht überschreitet (z. B. könnten zur Temperaturüberwachung Temperatursensoren im Schaltschrank positioniert werden und mit den Sicherheits-Analogeingangskanälen des AI581-S verbunden werden).		
10.	Stellen Sie sicher, dass kein automatischer Reboot der Standard-CPU PM5xx im nicht sicherheitsgerichteten CODESYS-Programm programmiert wurde. Ein automatischer Reboot der PM5xx würde zu einem automatischen Neustart der Sicherheits-CPU führen, da sie direkt mit der PM5xx verbunden ist. Solch ein automatischer Neustart der Sicherheits-CPU ist in manchen Sicherheitsanwendungen nicht zulässig.		

Prüfer:

Maschinen/Anwendungs-<ID>:

Unterschrift:

Datum:

6.5 Verifizierung einer sicheren iParameter-Einstellung in den AC500-S-Sicherheits-E/A

Diese Verifizierung muss vor der Inbetriebnahme der endgültigen Sicherheitsanwendung und relevanter Validierungstests für die Bestätigung, dass F_iPar_CRC für einen korrekten iParameter-Satz berechnet wurde, durchgeführt werden.

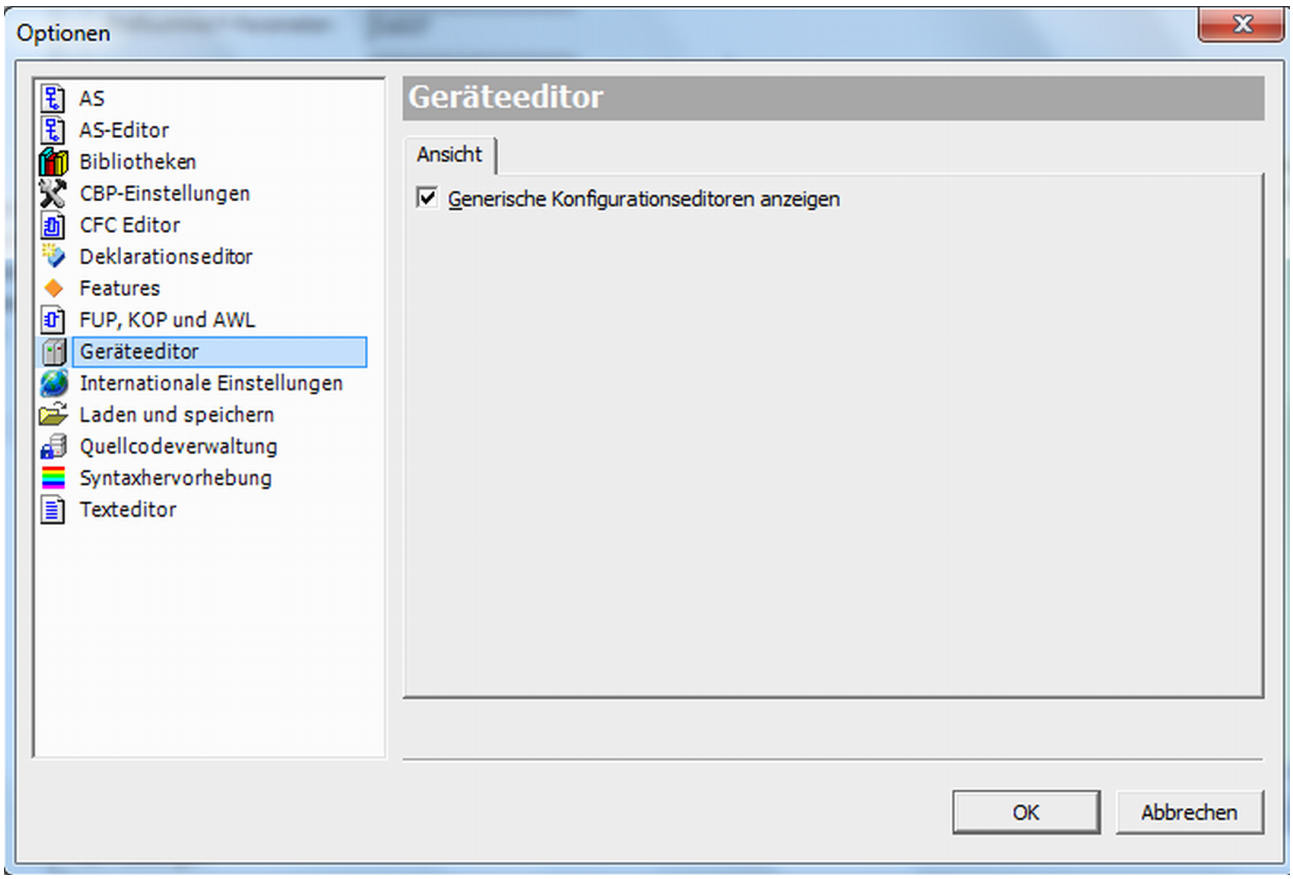
6.5.1 Ablauf des Verifizierungsverfahrens

Personal:

- Sicherheits-Anwendungstechniker für die AC500-S-Sicherheitssteuerung

Alle für das Verifizierungsverfahren erforderlichen Schritte sind im Folgenden beschrieben:

1. Gehen Sie zu *„Tools ➔ Optionen…“* und aktivieren Sie *„Generische Gerätekonfigurationsansichten anzeigen“* und instanziieren Sie einen bestimmten Typ Sicherheits-E/A-Modul (AI581-S, DI581-S oder DX581-S) in der Strukturansicht von PS501 Control Builder Plus ab V2.2.1 / Automation Builder ab Version 1.0 (DX581-S wird als Beispiel verwendet):

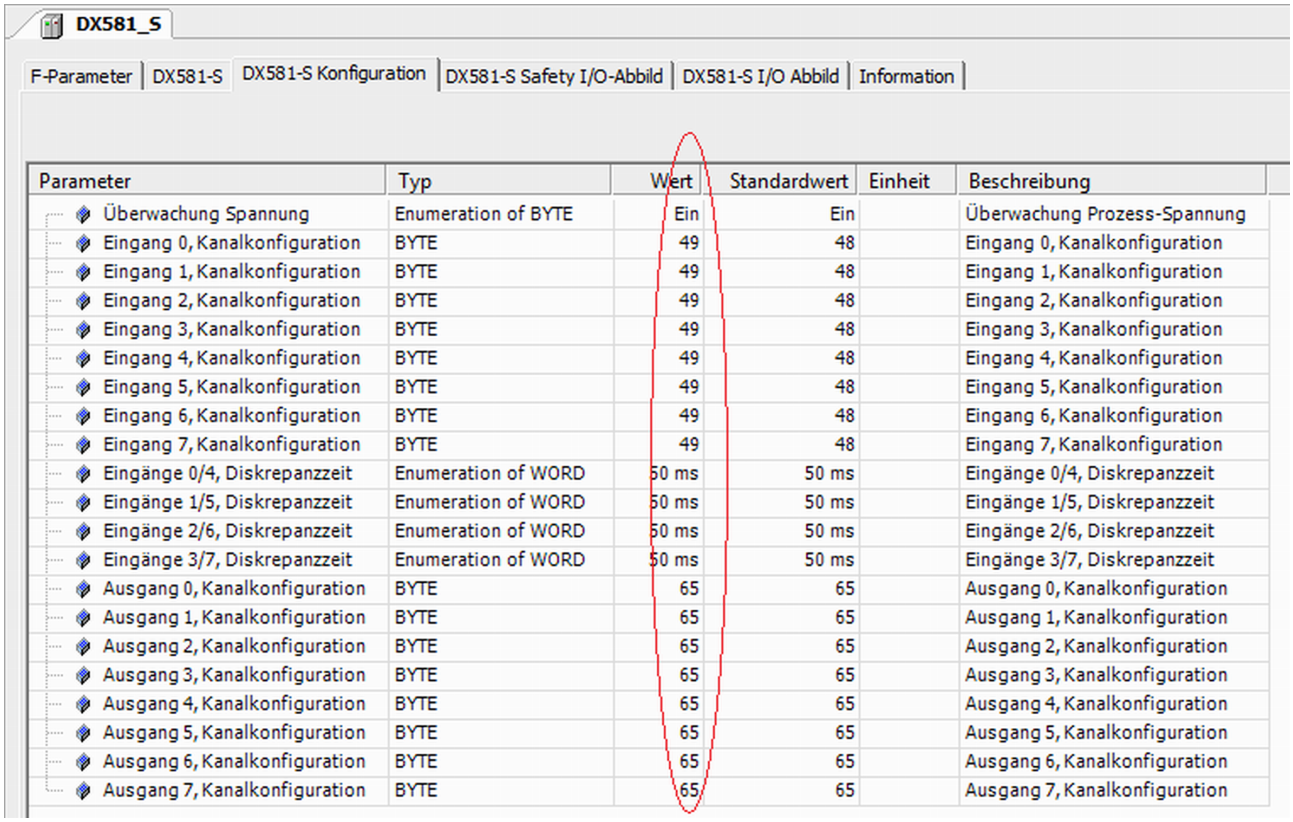


2. Öffnen Sie die Registerkarte für die iParameter-Einstellungen des entsprechenden Moduls (DX581-S, DI581-S oder AI581-S) und geben Sie geeignete iParameter-Werte ein (z. B. *„Testimpuls“*, *„Eingangsverzögerung“* usw.)

3. Überprüfen Sie anhand der technischen Spezifikationen für die Sicherheitsanwendung, ob alle iParameter für alle Sicherheits-E/A-Kanäle korrekt gesetzt wurden.

4. Öffnen Sie die Registerkarte F-Parameter und klicken Sie auf *„Berechnen“*. Kopieren Sie den berechneten F_iPar_CRC-Wert aus dem Feld "Prüfsumme iParameter" in das Feld F_iPar_CRC des F-Parameter-Editors.

5. Öffnen Sie die Registerkarte "DX581-S Konfiguration", "DI581-S Konfiguration" oder "AI581-S Konfiguration" und machen Sie die Gegenprobe laut *Kapitel 6.5.2 „ Verifizierungstabellen für iParameter-Einstellungen bei AC500-S-Sicherheits-E/A“ auf Seite 469*, damit die zuvor in Schritt 2 gemachten iParameter-Einstellungen dieselben sind wie die, die in der "Wert"-Spalte für den entsprechenden Kanal angegeben sind (verwenden Sie *Kapitel 6.5.2 „ Verifizierungstabellen für iParameter-Einstellungen bei AC500-S-Sicherheits-E/A“ auf Seite 469* zur Umrechnung der Integerwerte in echte Parameterwerte).


DX581_S

F-Parameter | DX581-S | DX581-S Konfiguration | DX581-S Safety I/O-Abbild | DX581-S I/O Abbild | Information

Parameter	Typ	Wert	Standardwert	Einheit	Beschreibung
Überwachung Spannung	Enumeration of BYTE	Ein	Ein		Überwachung Prozess-Spannung
Eingang 0, Kanalkonfiguration	BYTE	49	48		Eingang 0, Kanalkonfiguration
Eingang 1, Kanalkonfiguration	BYTE	49	48		Eingang 1, Kanalkonfiguration
Eingang 2, Kanalkonfiguration	BYTE	49	48		Eingang 2, Kanalkonfiguration
Eingang 3, Kanalkonfiguration	BYTE	49	48		Eingang 3, Kanalkonfiguration
Eingang 4, Kanalkonfiguration	BYTE	49	48		Eingang 4, Kanalkonfiguration
Eingang 5, Kanalkonfiguration	BYTE	49	48		Eingang 5, Kanalkonfiguration
Eingang 6, Kanalkonfiguration	BYTE	49	48		Eingang 6, Kanalkonfiguration
Eingang 7, Kanalkonfiguration	BYTE	49	48		Eingang 7, Kanalkonfiguration
Eingänge 0/4, Diskrepanzzeit	Enumeration of WORD	50 ms	50 ms		Eingänge 0/4, Diskrepanzzeit
Eingänge 1/5, Diskrepanzzeit	Enumeration of WORD	50 ms	50 ms		Eingänge 1/5, Diskrepanzzeit
Eingänge 2/6, Diskrepanzzeit	Enumeration of WORD	50 ms	50 ms		Eingänge 2/6, Diskrepanzzeit
Eingänge 3/7, Diskrepanzzeit	Enumeration of WORD	50 ms	50 ms		Eingänge 3/7, Diskrepanzzeit
Ausgang 0, Kanalkonfiguration	BYTE	65	65		Ausgang 0, Kanalkonfiguration
Ausgang 1, Kanalkonfiguration	BYTE	65	65		Ausgang 1, Kanalkonfiguration
Ausgang 2, Kanalkonfiguration	BYTE	65	65		Ausgang 2, Kanalkonfiguration
Ausgang 3, Kanalkonfiguration	BYTE	65	65		Ausgang 3, Kanalkonfiguration
Ausgang 4, Kanalkonfiguration	BYTE	65	65		Ausgang 4, Kanalkonfiguration
Ausgang 5, Kanalkonfiguration	BYTE	65	65		Ausgang 5, Kanalkonfiguration
Ausgang 6, Kanalkonfiguration	BYTE	65	65		Ausgang 6, Kanalkonfiguration
Ausgang 7, Kanalkonfiguration	BYTE	65	65		Ausgang 7, Kanalkonfiguration

6. Öffnen Sie die Registerkarte F-Parameter und klicken Sie noch einmal auf *„Berechnen“*, auch wenn der vorherige Wert noch vorhanden ist. Vergleichen Sie die Werte im Feld "Prüfsumme iParameter" und im Feld F_iPar_CRC des F-Parameter-Editors; sie müssen gleich sein.

⇨ Wenn die F_iPar_CRC-Werte dieselben sind, wurde das Verifizierungsverfahren für die iParameter-Einstellungen des AC500-S-Sicherheits-E/A-Moduls **erfolgreich abgeschlossen.**

Wichtig!

- Wenn in den Schritten 1 ... 6 Fehler auftauchen (F_iPar_CRC oder iParameter sind nicht gleich), muss der gesamte Prozess erneut durchgeführt werden. Wenn es nach dieser Wiederholung immer noch Inkonsistenzen gibt, wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.
- Wenn iParameter-Werte wie in den Schritten 1 ... 6 beschrieben verifiziert werden, können Sie diese Parameterkombination mit F_iPar_CRC für weitere Module desselben Typs verwenden, ohne das oben beschriebene Verifizierungsverfahren wiederholen zu müssen.

6.5.2 Verifizierungstabellen für iParameter-Einstellungen bei AC500-S-Sicherheits-E/A

Die Anweisungen unten liefern die Basis für eine Gegenprobe der Werte, die für die iParameter in den Registerkarten AI581-S, DI581-S und DX581-S angegeben wurden.

6.5.2.1 Tabellen für AI581-S-Sicherheits-E/A

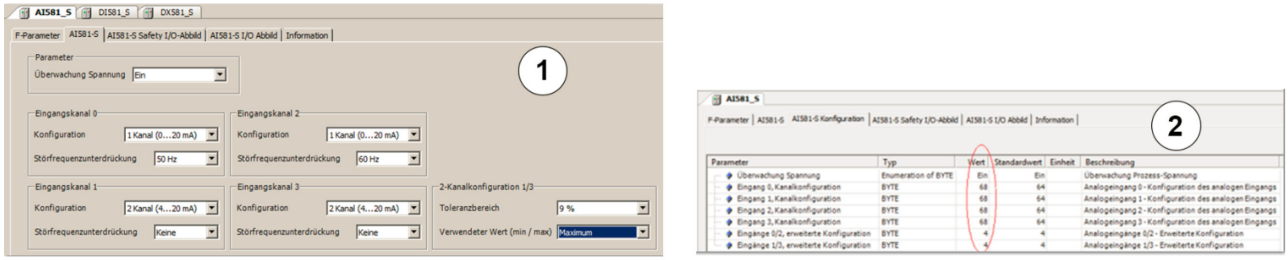


Abb. 116: Die Registerkarte "AI581-S-Konfiguration" ist eine Rückleseansicht für iParameter, die in der Registerkarte "AI581-S" eingestellt wurden.

1 Registerkarte "AI581-S"
2 Registerkarte "AI581-S Konfiguration"

1. Vergleichen Sie die Werte für "Überwachung Spannung" unter "Parameter" auf den Registerkarten "AI581-S" und "AI581-S Konfiguration"; sie müssen gleich sein ("Ein" bzw. "Aus").

2. Berechnen Sie auf der Registerkarte "AI581-S" für "Eingangskanal 0" das Dezimale äquivalent **(Dec_InputChannel0)** wie folgt:

Dec_InputChannel0 = Konfiguration + Störfrequenzunterdrückung

wobei

Konfiguration:

0 ➔ Nicht belegt

3 ➔ 1 Kanal (0 … 20 mA)

4 ➔ 1 Kanal (4 … 20 mA)

5 ➔ 2 Kanal (4 … 20 mA)

Störfrequenzunterdrückung:

0 ➔ Keine

64 ➔ 50 Hz

128 ➔ 60 Hz

Berechneten **Dec_InputChannel0** mit (*Schritt 2*) mit **“Eingang 0, Kanalkonfiguration”** vergleichen. Sie müssen gleich sein.

Wenn sie nicht gleich sind, stoppen Sie den Prozess, passen Sie die Konfiguration an und vergleichen Sie erneut.

Wenn nach dem zweiten Versuch immer noch ein Unterschied zwischen diesen Werten besteht, stoppen Sie die Verifizierung und wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.

3. Wiederholen Sie Schritt 2 für die übrigen Analogeingangskanäle (Eingang 1, 2 und 3).

4. Berechnen Sie auf der Registerkarte "AI581-S" für **"Analogeingänge 0/2 – erweiterte Konfiguration"** das dezimale Äquivalent **(Dec_ExtConf0_2)** wie folgt:

Dec_ExtConf0_2 = Toleranzbereich + Verwendeter Wert (min./max.)

wobei

Toleranzbereich:

4 ➔ 4 %

5 ➔ 5 %

6 ➔ 6 %

7 ➔ 7 %

8 ➔ 8 %

9 ➔ 9 %

10 ➔ 10 %

11 ➔ 11 %

12 ➔ 12 %

Verwendeter Wert (min./max.):

0 ➔ Min

128 ➔ Max

Berechneten **Dec_ExtConf0_2** (*Schritt 5*) mit **“Analogeingänge 0/2 – erweiterte Konfiguration”** vergleichen. Sie müssen gleich sein.

Wenn sie nicht gleich sind, stoppen Sie den Prozess, passen Sie die Konfiguration an und vergleichen Sie erneut.

Wenn nach dem zweiten Versuch immer noch ein Unterschied zwischen diesen Werten besteht, stoppen Sie die Verifizierung und wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.

5. Wiederholen Sie Schritt 4 für "Analogeingänge 1/3 – erweiterte Konfiguration".

6.5.2.2 Tabellen für DI581-S-Sicherheits-E/A

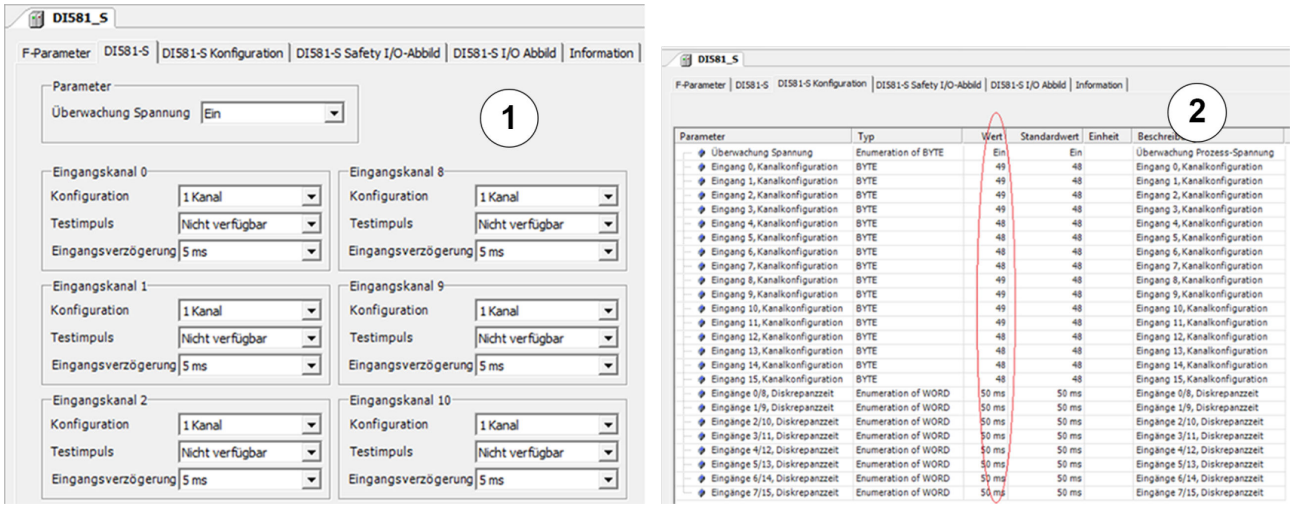


Abb. 117: Die Registerkarte "DI581-S-Konfiguration" ist eine Rückleseansicht für iParameter, die in der Registerkarte "DI581-S" eingestellt wurden.

1 Registerkarte "DI581-S"
2 Registerkarte "DI581-S Konfiguration"

1. Vergleichen Sie die Werte für "Überwachung Spannung" unter "Parameter" auf den Registerkarten "DI581-S" und "DI581-S Konfiguration"; sie müssen gleich sein ("Ein" bzw. "Aus").

2. Berechnen Sie auf der Registerkarte "DI581-S" für "Eingangskanal 0" das dezimale äquivalent **(Dec_InputChannel0)** wie folgt:

Dec_InputChannel0 = Konfiguration + Testimpuls + Eingangsverzögerung

wobei

Konfiguration:

0 ➔ Nicht belegt

1 ➔ 1 Kanal

2 ➔ 2 Kanal äquivalent

3 ➔ 2 Kanal antivalent

Testimpuls:

0 ➔ deaktiviert

8 ➔ aktiviert

Eingangsverzögerung:

16 ➔ 1 ms

32 ➔ 2 ms

48 ➔ 5 ms

64 ➔ 10 ms

80 ➔ 15 ms

96 ➔ 30 ms

112 ➔ 50 ms

128 ➔ 100 ms

144 ➔ 200 ms

160 ➔ 500 ms

Berechneten **Dec_InputChannel0** mit (*Schritt 2*) mit **“Eingang 0, Kanalkonfiguration”** vergleichen. Sie müssen gleich sein.

Wenn sie nicht gleich sind, stoppen Sie den Prozess, passen Sie die Konfiguration an und vergleichen Sie erneut.

Wenn nach dem zweiten Versuch immer noch ein Unterschied zwischen diesen Werten besteht, stoppen Sie die Verifizierung und wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.

3. Wiederholen Sie Schritt 2 für die übrigen Digitaleingangskanäle (Eingang 1, Eingang 2, ... Eingang15).

4. Vergleichen Sie die Parameter "2 Kanalkonfiguration 0/8" auf der Registerkarte "DI581-S" mit "Eingänge 0/8, Diskrepanzzeit" auf der Registerkarte "DI581-S Konfiguration".

Die Werte müssen gleich sein.

Wenn sie nicht gleich sind, stoppen Sie den Prozess, passen Sie die Konfiguration an und vergleichen Sie erneut.

Wenn nach dem zweiten Versuch immer noch ein Unterschied zwischen diesen Werten besteht, stoppen Sie die Verifizierung und wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.

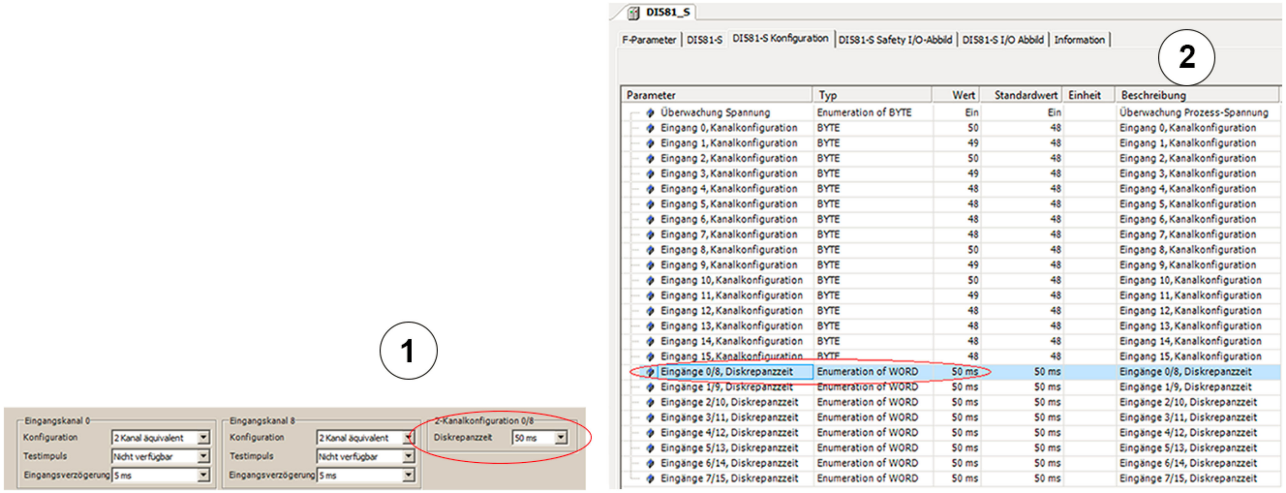


Abb. 118: Vergleichen Sie die Registerkarten "DI581-S" und "DI581-S-Konfiguration"

1 Parameter "2 Kanalkonfiguration 0/8" in Registerkarte "DI581-S"

2 Parameter "Eingänge 0/8, Diskrepanzzeit" in Registerkarte "DI581-S-Konfiguration"

5. Wiederholen Sie Schritt 4 für die übrigen Kanalkombinationen:

- Eingänge 1/9, Diskrepanzzeit
- Eingänge 2/10, Diskrepanzzeit
- Eingänge 3/11, Diskrepanzzeit
- Eingänge 4/12, Diskrepanzzeit
- Eingänge 5/13, Diskrepanzzeit
- Eingänge 6/14, Diskrepanzzeit
- Eingänge 7/15, Diskrepanzzeit

6.5.2.3 Tabellen für DX581-S-Sicherheits-E/A

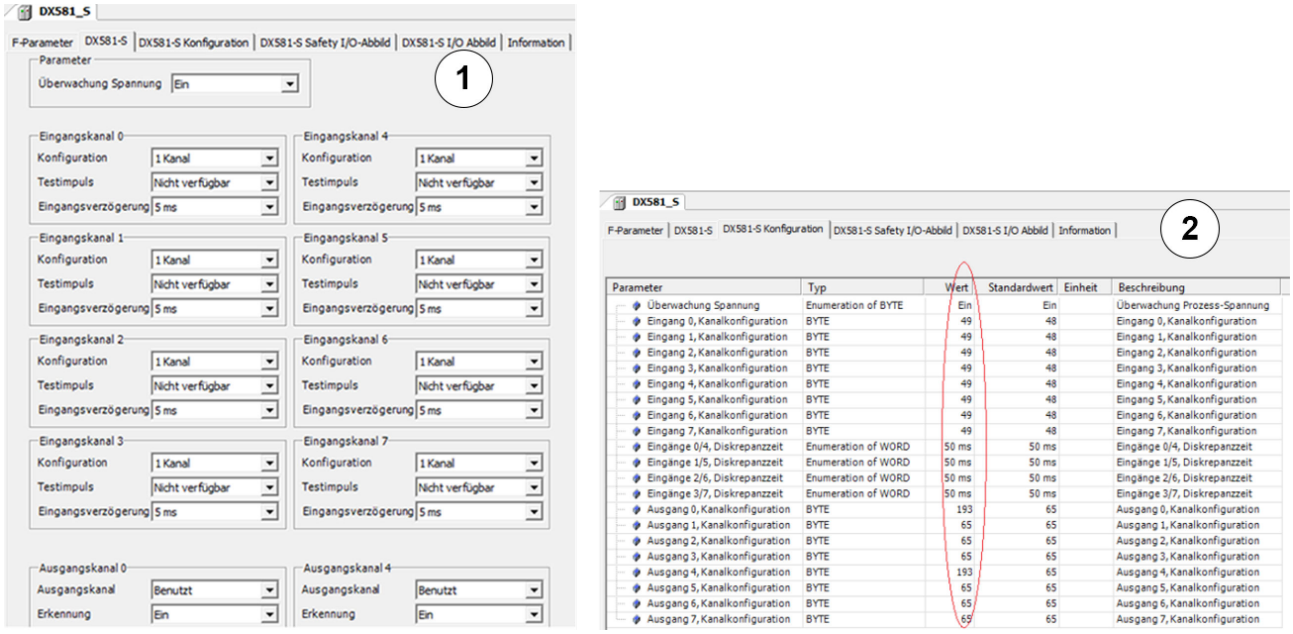


Abb. 119: Die Registerkarte "DX581-S-Konfiguration" ist eine Rückleseansicht für iParameter, die in der Registerkarte "DX581-S" eingestellt wurden.

1 Registerkarte "DX581-S"
2 Registerkarte "DX581-S Konfiguration"

1. Vergleichen Sie die Werte für "Überwachung Spannung" unter "Parameter" auf den Registerkarten "DX581-S" und "DX581-S-Konfiguration"; sie müssen gleich sein ("Ein" bzw. "Aus").

2. Berechnen Sie auf der Registerkarte "DX581-S" für "Eingangskanal 0" das dezimale Äquivalent **(Dec_InputChannel0)** wie folgt:

Dec_InputChannel0 = Konfiguration + Testimpuls + Eingangsverzögerung

wobei

Konfiguration:

0 ➔ Nicht belegt

1 ➔ 1 Kanal

2 ➔ 2 Kanal äquivalent

3 ➔ 2 Kanal antivalent

Testimpuls:

0 ➔ deaktiviert

8 ➔ aktiviert

Eingangsverzögerung:

16 ➔ 1 ms

32 ➔ 2 ms

48 ➔ 5 ms

64 ➔ 10 ms

80 ➔ 15 ms

96 ➔ 30 ms

112 ➔ 50 ms

128 ➔ 100 ms

144 ➔ 200 ms

160 ➔ 500 ms

Berechneten **Dec_InputChannel0** mit (↯ *Schritt 2*) mit **“Eingang 0, Kanalkonfiguration”** vergleichen. Sie müssen gleich sein.

Wenn sie nicht gleich sind, stoppen Sie den Prozess, passen Sie die Konfiguration an und vergleichen Sie erneut.

Wenn nach dem zweiten Versuch immer noch ein Unterschied zwischen diesen Werten besteht, stoppen Sie die Verifizierung und wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.

3. Wiederholen Sie Schritt 2 für die übrigen Digitaleingangskanäle (Eingang 1, Eingang 2, ... Eingang7).

4. Vergleichen Sie die Parameter "2 Kanalkonfiguration 0/4" auf der Registerkarte "DX581-S" mit "Eingänge 0/4, Diskrepanzzeit" auf der Registerkarte "DX581-S Konfiguration".

Wenn sie nicht gleich sind, stoppen Sie den Prozess, passen Sie die Konfiguration an und vergleichen Sie erneut.

Wenn nach dem zweiten Versuch immer noch ein Unterschied zwischen diesen Werten besteht, stoppen Sie die Verifizierung und wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.

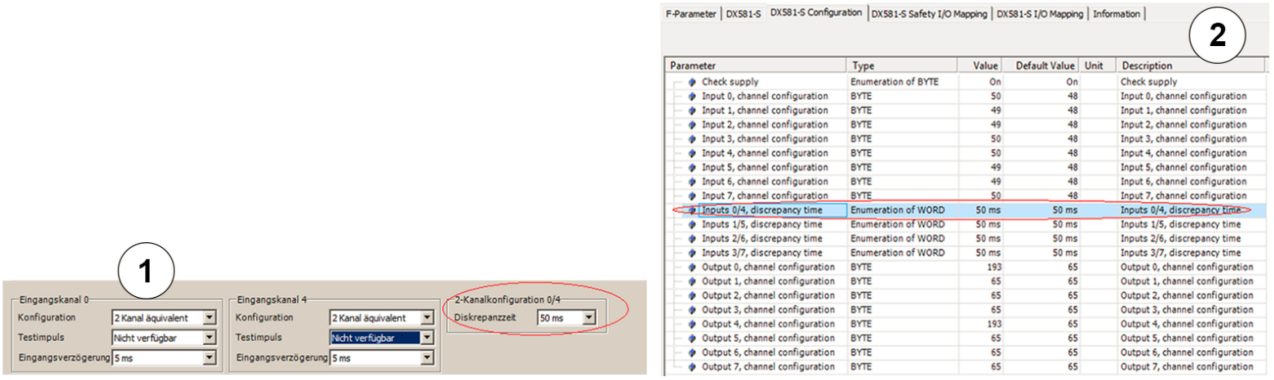


Abb. 120: Vergleichen Sie die Registerkarten "DX581-S" und "DX581-S-Konfiguration"

1 Parameter "2 Kanalkonfiguration 0/4" in Registerkarte "DX581-S"

2 Parameter "Eingänge 0/4, Diskrepanzzeit" in Registerkarte "DX581-S-Konfiguration"

5. Wiederholen Sie Schritt 4 für die übrigen Eingangskanalkombinationen:

- Eingänge 1/5, Diskrepanzzeit
- Eingänge 2/6, Diskrepanzzeit
- Eingänge 3/7, Diskrepanzzeit

6. Berechnen Sie auf der Registerkarte "DX581-S" für **"Ausgangskanal 0"** das dezimale Äquivalent (Dec_OutputChannel0) wie folgt:

Dec_OutputChannel0 = Erkennung + Ausgangskanal + 1

wobei

Erkennung:

0 ➔ Aus

64 ➔ Ein

Ausgangskanal:

0 ➔ Nicht belegt

128 ➔ Belegt

Berechneten **Dec_OutputChannel0** mit (↯ *Schritt 7*) mit **“Ausgang 0, Kanalkonfiguration”** vergleichen. Sie müssen gleich sein.

Wenn sie nicht gleich sind, stoppen Sie den Prozess, passen Sie die Konfiguration an und vergleichen Sie erneut.

Wenn nach dem zweiten Versuch immer noch ein Unterschied zwischen diesen Werten besteht, stoppen Sie die Verifizierung und wenden Sie sich an den technischen Support von ABB.

7. Wiederholen Sie Schritt 6 für die übrigen Digitalausgangskanäle (Kanal 1, Kanal 2, ... Kanal 7).

7 Beispiele für Sicherheitsanwendungen

7.1 Übersicht

In diesem Kapitel werden Anwendungsbeispiele vorgestellt, in denen POE von PLCopen Safety verwendet werden; das Hauptziel dabei ist, zu erklären, wie diese POE von PLCopen Safety in typischen Sicherheitsanwendungen verwendet werden können. Beispiele werden mit Genehmigung der PLCopen-Organisation laut [7] zitiert.

Initialisierungsverfahren für PROFIsafe-Startverhalten und AC500-S-spezifische POE sind in diesen Beispielen nicht aufgeführt, müssen aber in das endgültige Sicherheitsprogramm mit aufgenommen werden, wie auch schon in Kapitel "Checkliste für die Erstellung von Sicherheitsprogrammen" (*Kapitel 6.2 „Checkliste für die Erstellung von Sicherheitsprogrammen“ auf Seite 458*) erwähnt wurde.

Als Beispiel für die Verwendung von Sicherheitsfunktionen wird die folgende Fertigungsanlage verwendet (Abb. 121). Laut Stand der Technik werden programmierbare elektronische Systeme (PES) für Sicherheitsfunktionen verwendet (anstelle von festverdrahteten Sicherheitsfunktionen). Die unten beschriebenen Funktionsbausteine von PLCopen können für die einfache Erstellung eines Sicherheitsprogramms verwendet werden.

Diese Fertigungsanlage umfasst Folgendes:

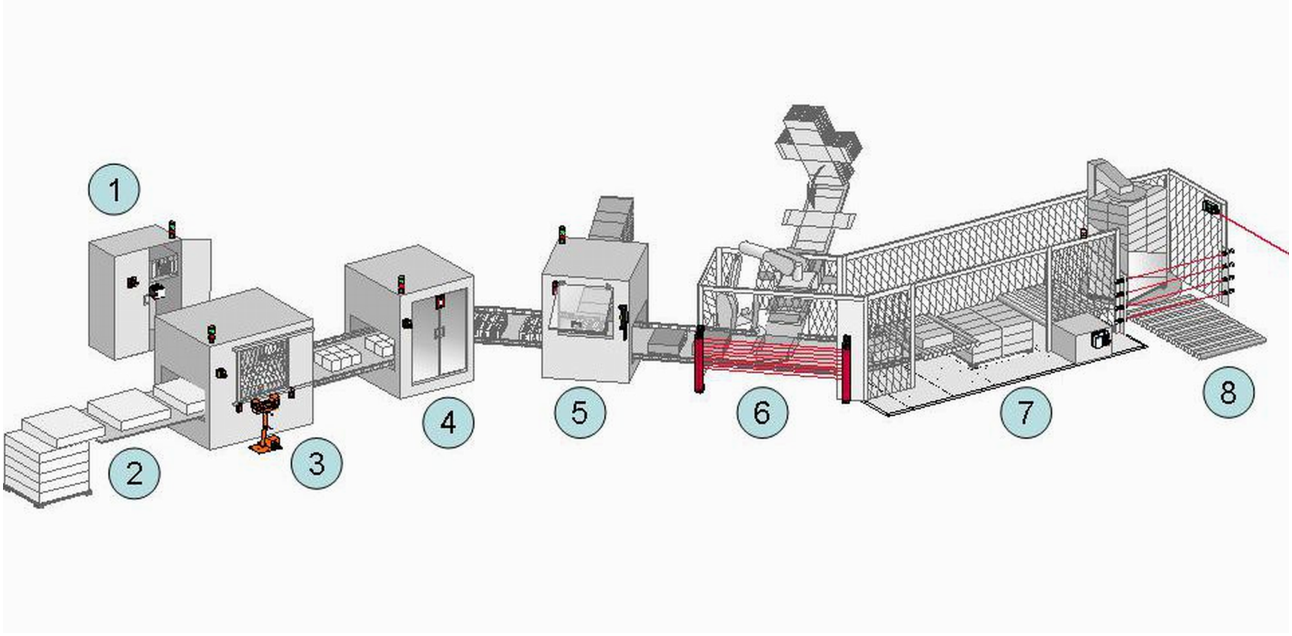


Abb. 121: Beispiel der Sicherheitsfunktionen in einer Fertigungslinie

1 Zentraler Schaltschrank mit dem Sicherheitsteil des Steuerungssystems, in dem die sicherheitsgerichteten Funktionsbausteine laufen.
2 Materialzuführung. In diesem Beispiel werden dafür keine speziellen Sicherheitsfunktionen verwendet. Man könnte jedoch Muting für eine Trennung zwischen Produkt und Personen einsetzen.
3 Schneiden des Materials. Für manuelle Steuerung gibt es eine Zweihandbedienung als Sicherheitsfunktion (steht vor der Maschine) zusammen mit einem Zweifach-Tür-Überwachungssystem (befestigt an der Tür der Maschine).
4 Automatische Druckeinheit mit Türüberwachung als Sicherheitsfunktion für Servicearbeiten (an der Tür der Maschine).
5 Erste Kartoniermaschine mit Türüberwachung als Sicherheitsfunktion für Servicearbeiten (an der Tür der Maschine). Manchmal ist ein manueller Betrieb erforderlich. In diesem Fall kann der Bediener die Maschine mit reduzierter Geschwindigkeit betreiben; diese wird mit einem Freigabeschalter gesteuert, welche beim Loslassen die Maschine zu einem sicheren Halt bringt.

6 Zweite Kartoniermaschine mit berührungslos wirkender Schutzeinrichtung (BWS). In diesem Fall ein Lichtvorhang.
7 Palettierfunktion, durch Sicherheitsmatten geschützt. Diese Funktionalität könnte mit der BWS-Sicherheitsfunktion gekoppelt werden.
8 Folienverpackungseinheit für die palettierten Produkte sowie Ausgang der Fertigungsanlage. Dieser Bereich wird von mehreren kombinierten Lichtschranken zusammen mit einer BWS-Sicherheitsfunktion geschützt.

Zusätzlich verfügt jede Einheit über einen Not-Halt-Taster.

7.2 Beispiel 1: Diagnosekonzept

Dieses Beispiel zeigt die Verwendung des Diagnosekonzepts mit einer Reihenschaltung der Funktionsbaustein-Parameter "Activate" und "Ready" (eventuell mit einer Vorabbewertung von Hardwarefehlern) und einer Koppelung mit einem HMI-Bildschirm mit Fehler-IDs und Meldungen über eine funktionale Applikation. Zur besseren Übersicht der Sicherheitsfunktion wird die Diagnose in den anderen Beispielen (*Kapitel 7.3 „Beispiel 2: Muting“ auf Seite 482* und *Kapitel 7.4 „Beispiel 3: Zweihandschaltung“ auf Seite 489*) nicht angeführt.

Die Sicherheitsfunktion stoppt einen Antrieb gemäß Stoppkategorie 1 aus IEC 60204-1, wenn ein Not-Halt-Taster gedrückt oder ein Lichtvorhang unterbrochen wird. Die äquivalente Überwachung der 2 Steckverbinder des Not-Halt-Tasters erfolgt in der Sicherheitsanwendung.

In diesem Beispiel werden beide Optionen einer Eingangsevaluierung gezeigt:

- über einen intelligenten Sicherheitseingang
- über den äquivalenten Funktionsbaustein.

7.2.1 Funktionsbeschreibung der Sicherheitsfunktionen

In diesem Beispiel werden die folgenden Sicherheitsfunktionen verwendet:

- Das Drücken des Not-Halt-Tasters (über SF_EmergencyStop) oder die Unterbrechung der Lichtschranke im Lichtvorhang (über SF_ESPE) stoppt den Antrieb gemäß Stoppkategorie 1.
- Das Anhalten des elektrischen Antriebs innerhalb einer vordefinierten Zeit wird überwacht (über SF_SafeStop1).
- Der sichere Zustand des Antriebs wird von der Variable S_Stopped angezeigt, die mit der funktionalen Applikation verbunden ist.
- Nach Anhalten über den Not-Halt-Taster ist ein manuelles Rücksetzen erforderlich (über SF_EmergencyStop).
- Wenn eine Überschreitung der Überwachungszeit (über SF_SafeStop1) erkannt wird, ist vor dem Rücksetzen eine manuelle Fehlerquittierung erforderlich.
- Die 2-kanaligen Kontakte des Not-Halt-Tasters werden überwacht. Ein Fehler wird erkannt, wenn beide Eingänge nicht denselben Zustand haben, nachdem die Diskrepanzzeit abgelaufen ist (über SF_EQUIVALENT).
- Der Funktionsstopp in diesem Beispiel wird als sicherer Halt durch die funktionale Applikation ausgeführt. Eine Wiederanlaufsperre ist für diesen Halt nicht notwendig.

7.2.2 Graphische Übersicht der Schnittstelle der Sicherheitsanwendung

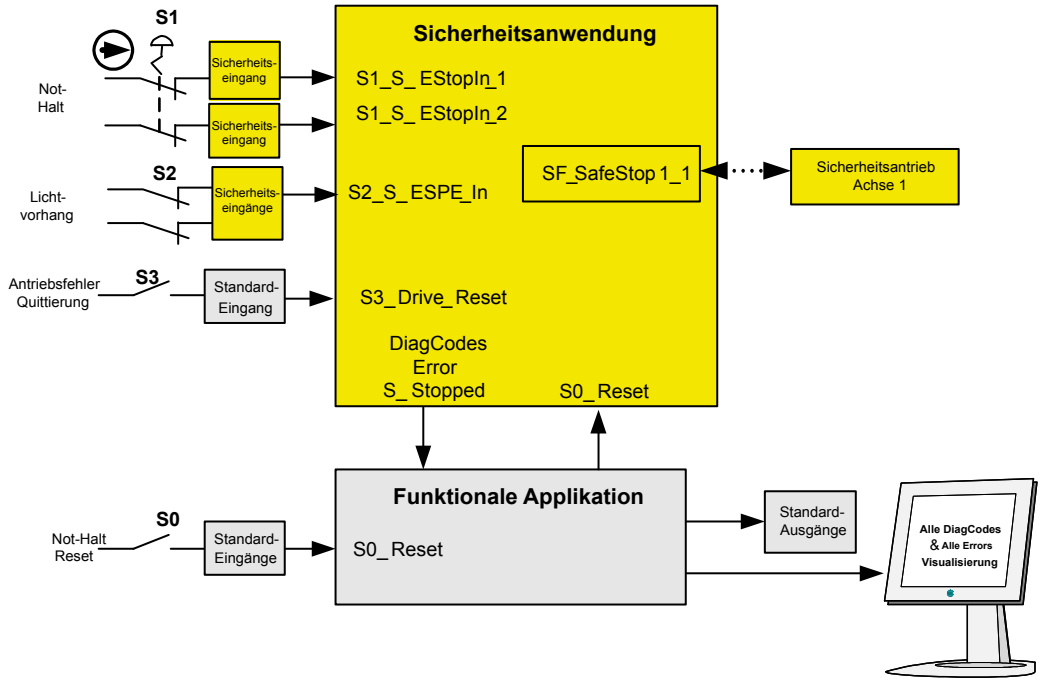


Abb. 122: Graphische Übersicht des Beispiels mit Not-Halt

Das Symbol steht für eine Zwangsöffnung (*IEC 60947-5-1*).

7.2.3 Deklaration der verwendeten Variablen

Tab. 97: Eingänge

Name	Datentyp	Beschreibung
S1_S_EstopIn_1	BOOL	Not-Halt Kanal 1
S1_S_EstopIn_2	BOOL	Not-Halt Kanal 2
S2_ESPE_In	BOOL	Lichtvorhangssignal
S0_Reset	BOOL	Rücksetzen des Not-Halts und der BWS
S3_Drive_Reset	BOOL	Rücksetzen des Antriebsfehlers

Tab. 98: Ausgänge

Name	Datentyp	Beschreibung
S_Stopped	BOOL	Anzeige des sicheren Halts des Antriebs
Alle Fehler	BOOL	Fehler der SF_Funktionsbausteine
Alle Diagnosecodes	BOOL	Diagnosecodes der SF_Funktionsbausteine

Tab. 99: Versteckte Schnittstelle der Funktionsbausteininstanzen in Richtung Antrieb (herstellerspezifisch)

Name	Beschreibung
SF_SafeStop1_1	Verbindung mit Antrieb 1

Tab. 100: Lokale Variable

Name	Datentyp	Beschreibung
S_EStopOut	BOOL	Not-Halt-Anforderung
InputDevice1_active	BOOL	Zustand des relevanten Eingabegerätes laut System
InputDevice2_active	BOOL	Zustand des relevanten Eingabegerätes laut System

7.2.4 Programmbeispiel

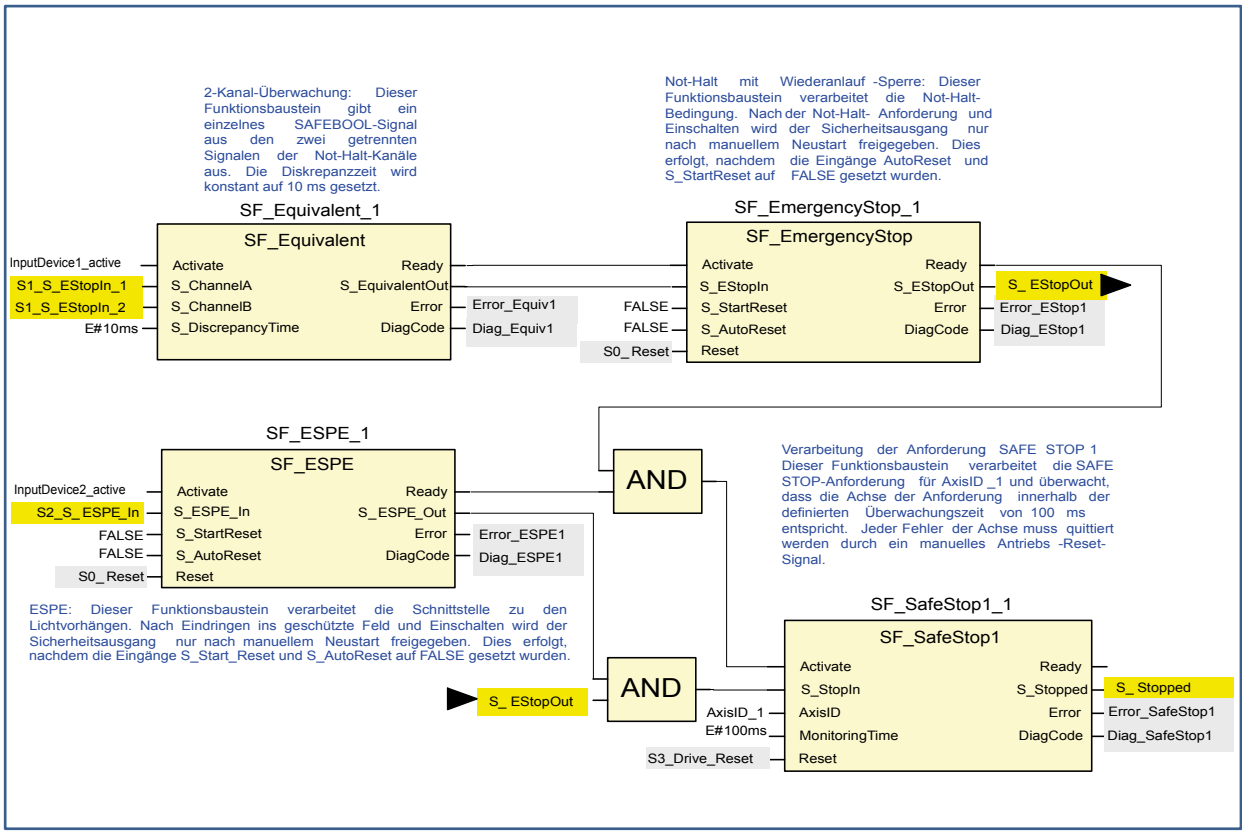


Abb. 123: Programmbeispiel – Not-Halt mit sicherem Halt und Äquivalenzüberwachung

7.2.5 Weitere Hinweise

Dieses Beispiel verwendet verschiedene Reset-Signale zum Quittieren des Not-Halts sowie bei Überschreitung der Überwachungszeit des Antriebs. Wenn die Sicherheitsanforderung der Anwendung die Quittierung beider Vorfälle mit demselben Signalgeber erlaubt, kann das identische Signal aus der funktionalen Applikation verwendet werden, um die Funktionsbausteine SF_EmergencyStop_1 und SF_SafeStop1_1 zurückzusetzen.

Informationen über das Diagnosekonzept

Die Vorstellung des Diagnosekonzepts ist rein informativ. Für die Sicherheitsfunktion müssen die dedizierten Sicherheits-E/As verwendet werden.

Reihenschaltung von "Activate" und "Ready"

Die Verbindung des "Ready"-Ausgangs mit dem "Activate"-Eingang des folgenden Funktionsbausteins stellt sicher, dass keine irrelevante Diagnoseinformation generiert wird, wenn das Gerät deaktiviert ist. Die Reihenschaltung von "Activate" und "Ready" vermeidet nachfolgende Fehlermeldungen verbundener Funktionsbausteine.

Vorabbewertung von Hardwarefehlern

Wenn das Zielsystem ein Fehlersignal unterstützt, das den Zustand (aktiv oder nicht aktiv) des relevanten Sicherheitsgerätes darstellt, z. B. InputDevice_active, kann dieses Signal zur Deaktivierung der Sicherheitsfunktionsbausteine verwendet werden. Dadurch wird keine irrelevante Diagnoseinfo generiert, sobald ein Gerät deaktiviert wird. Wenn solch ein Fehlersignal nicht durch das Zielsystem bereitgestellt wird, muss dem "Activate"-Eingang ein statisches TRUE-Signal zugewiesen werden.

Bewertung der Diagnoseinformationen

Die Fehlersignale und DiagCodes jedes Sicherheitsfunktionsbausteins werden in die Standardanwendung übertragen. Diagnoseinformationen können dann von einer angeschlossenen Visualisierung verarbeitet und angezeigt werden. Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Bewertung der Diagnoseinformation:

- Übertragen Sie diese Werte in die Visualisierung und führen Sie die Diagnosebewertung dort durch.
- Führen Sie die Diagnosebewertung in der Standardlogik durch und übertragen Sie die Ergebnisse in die Visualisierung.

Aufgrund der verschiedenen Möglichkeiten und Unterschiede im Zielsystem zur Verarbeitung der Diagnose wird hier kein spezielles Beispiel gezeigt. Eine weitere Bearbeitung der Diagnose könnte wie folgt aussehen:

- Anzeige des Fehlerzustands für jeden Sicherheitsfunktionsbaustein
- Fehlerübersicht, die mit den funktionsbausteinspezifischen Fehleranzeigen verknüpft ist
- Erkennung und Anzeige des letzten Fehlers des in der Sicherheitsanwendung verwendeten Sicherheitsfunktionsbausteins

Information über die verwendeten Funktionsbaustein-Parameter

Funktionsbaustein	Eingang	Konstanter Wert	Beschreibung
SF_Equivalent_1	S_Discrepancy-Time	10 ms	Maximale Überwachungszeit für den Diskrepanzzustand beider Eingänge.
SF_EmergencyStop_1	S_StartReset	FALSE	Manuelles Rücksetzen, wenn PES gestartet wird (Warm- oder Kaltstart).
	S_AutoReset	FALSE	Manuelles Rücksetzen, wenn ein Not-Aus-Taster losgelassen wird.
SF_SafeStop1_1	AxisID	AxisID_1	Antriebsadresse, herstellerspezifischer Wert
	MonitoringTime	100 ms	Zeit, bis der Antrieb gestoppt werden soll.
SF_ESPE	S_StartReset	FALSE	Manuelles Rücksetzen, wenn PES gestartet wird (Warm- oder Kaltstart).
	S_AutoReset	FALSE	Manuelles Rücksetzen, nachdem die Situation, die zur Sicherheitsanforderung führte, behoben wurde.

7.3 Beispiel 2: Muting

Dieses Beispiel beschreibt die Sicherheitsfunktionen für die Absicherung der Fertigungszelle. Objekte werden durch eine durch einen Lichtvorhang geschützte Eingangsschleuse transportiert. Dieser Lichtvorhang kann nur für den Materialtransport in die Zelle überbrückt werden. Der Bediener kann die Zelle durch eine Sicherheitstür betreten. Der Prozess in der Zelle wird durch die funktionale Applikation gesteuert und durch den Sicherheitskreis freigegeben. Bei einer Sicherheitsanforderung oder einem Fehler werden alle gefährlichen Bewegungen gemäß Stoppkategorie 0 gestoppt.

7.3.1 Funktionsbeschreibung der Sicherheitsfunktionen

Alle gefährlichen Bewegungen werden gestoppt, wenn

- eine Tür geöffnet wird,
- ein Fehler auftritt (z. B. ungültige Muting-Sequenz)
- ein im Muting nicht vorgesehenen Lichtvorhang unterbrochen wird (z. B. durch eine Person)
- ein Not-Halt-Taster gedrückt wird.

Durch das Drücken eines Not-Halt-Tasters kann der Bediener auch alle gefährlichen Bewegungen in Stoppkategorie 0 stoppen (über SF_EmergencyStop und folgende Funktionsbausteine).

Bei der Unterbrechung eines im Muting nicht vorgesehenen Lichtvorhangs stoppen alle gefährlichen Bewegungen. In dieser Anwendung wird ein Lichtvorhang Typ 2 verwendet, der eine Überprüfung durch den Funktionsbaustein SF_TestableSafetySensor erfordert.

Für die beschriebene Muting-Funktion werden vier Muting-Sensoren nacheinander verwendet (über SF_MutingSeq). Zusätzlich wird die Muting-Phase durch eine Lampe angezeigt, die überwacht wird (auch über SF_MutingSeq).

Eine zusätzliche Tür für Wartungszwecke wird über einen Türschalter überwacht (über SF_GuardMonitoring).

Durch Quittierungstaster muss der Bediener die erkannte Anforderung der Sicherheitsfunktionen und Fehler quittieren.

Der Anfangs- und Betriebszustand des angeschlossenen Aktors wird über eine externe Geräteüberwachung überprüft. Wenn ein Fehler erkannt wird, kann die Steuerung nicht in Betrieb gehen (über SF_EDM).

Der Prozess und die damit verbundenen Bewegungen in der Fertigungszelle werden von der funktionalen Applikation gesteuert. Innerhalb der Sicherheitsanwendung wird diese Steuerung durch den oben beschriebenen Sicherheitskreis (über SF_OutControl) freigegeben; sie treibt dann den Aktor über den Sicherheitsausgang an.

7.3.2 Graphische Übersicht der Schnittstelle der Sicherheitsanwendung

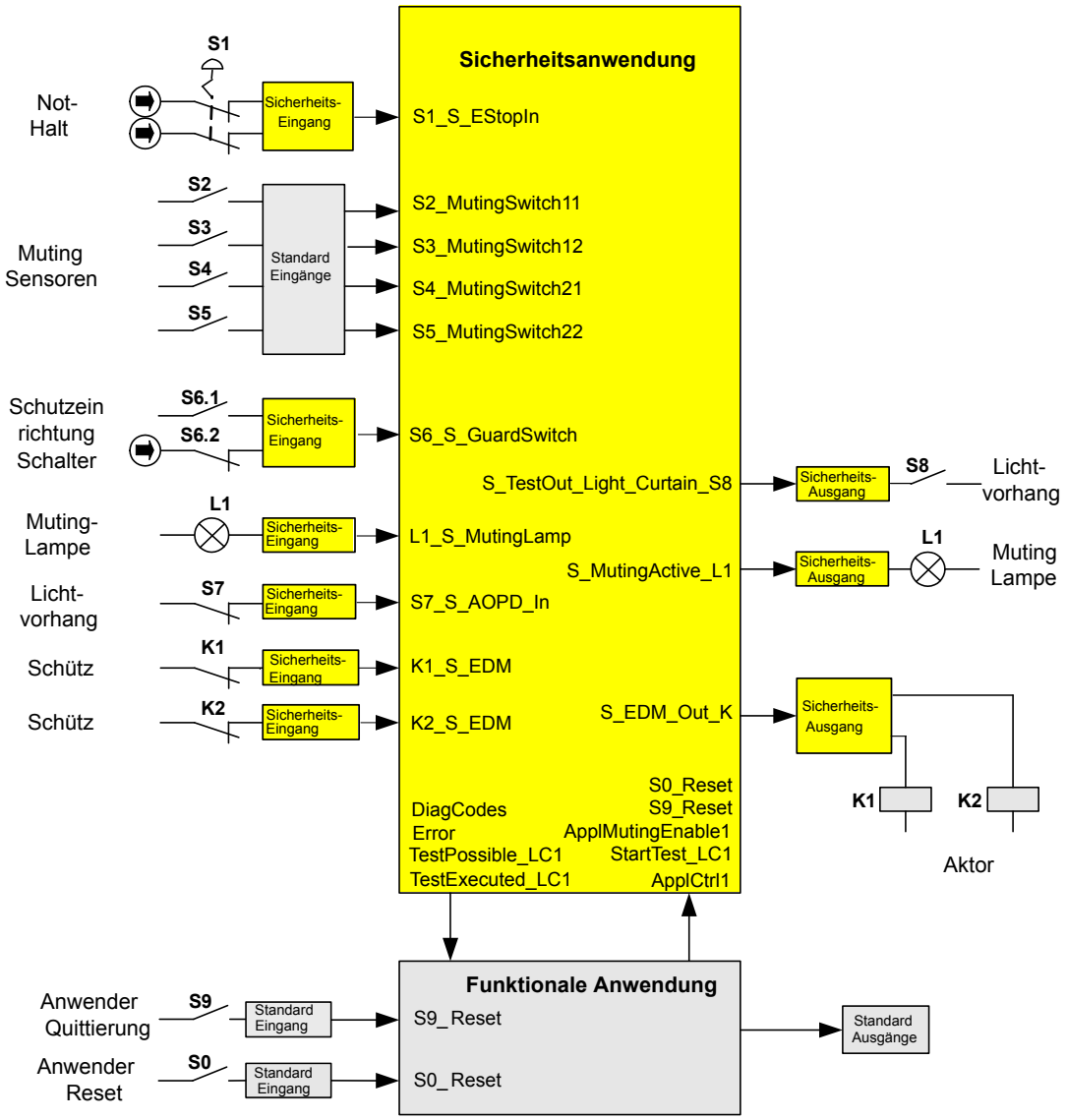


Abb. 124: Graphische Übersicht des Beispiels: Zugangsschutz an einer Materialschleuse

7.3.3 Deklaration der verwendeten Variablen

Tab. 101: Eingänge

Name	Datentyp	Beschreibung
S1_S_EStopIn	BOOL	Not-Halt-Taster S1
S2_MutingSwitch11	BOOL	Muting-Sensor S2
S3_MutingSwitch12	BOOL	Muting-Sensor S3
S4_MutingSwitch21	BOOL	Muting-Sensor S4
S5_MutingSwitch22	BOOL	Muting-Sensor S5
S6_S_GuardSwitch	BOOL	Türschalter S6 mit zwei Kontakten
L1_S_MutingLamp	BOOL	Überwachungssignal L1 der Muting-Lampe
S7_S_AOPD_In	BOOL	OSSD vom Lichtvorhang S7
K1_S_EDM	BOOL	Feedback vom externen Gerät K1
K2_S_EDM	BOOL	Feedback vom externen Gerät K2
S9_Reset	BOOL	Rücksetzen der Sicherheitsanforderung durch den Anwender S9
S0_Reset	BOOL	Rücksetzen des Fehlers durch den Anwender über S0 (aus der funktionalen Applikation)
ApplCtrl1	BOOL	Signal, das den Aktor steuert; aktiviert vom Sicherheitskreis (aus der funktionalen Applikation)
StartTest_LC1	BOOL	Signal S7, das den Test des Lichtvorhangs startet (aus der funktionalen Applikation)
ApplMutingEnable1	BOOL	Signal, das den Start der Muting-Sequenz aktiviert (aus der funktionalen Applikation)

Tab. 102: Ausgänge

Name	Datentyp	Beschreibung
S_EDM_Out_K	BOOL	Steuert den Aktor über K1 und K2
S_MutingActive_L1	BOOL	Steuert die Muting-Lampe L1
S_TestOut_Light-Curtain_S8	BOOL	Testausgang für Lichtvorhang S8
Alle Fehler	BOOL	Repräsentiert alle Fehlerparameter des verwendeten Funktionsbaustein (an die funktionale Applikation)
Alle Diagnosecodes	WORD	Repräsentiert alle Diagnosecodes des verwendeten Funktionsbaustein (an die funktionale Applikation)
TestPossible_LC1	BOOL	Zeigt der funktionalen Applikation an, dass ein automatischer Sensortest des Lichtvorhangs möglich ist.
TestExecuted_LC1	BOOL	Zeigt der funktionalen Applikation die erfolgreiche Durchführung des automatischen Sensortests des Lichtvorhangs an.

Tab. 103: Lokale Variablen

Name	Datentyp	Beschreibung
S_SafeControl	BOOL	Zeigt den Zustand der Schutzeinrichtungen an (TRUE = Sicherheitsmodus aktiviert)

7.3.4 Programmbeispiel

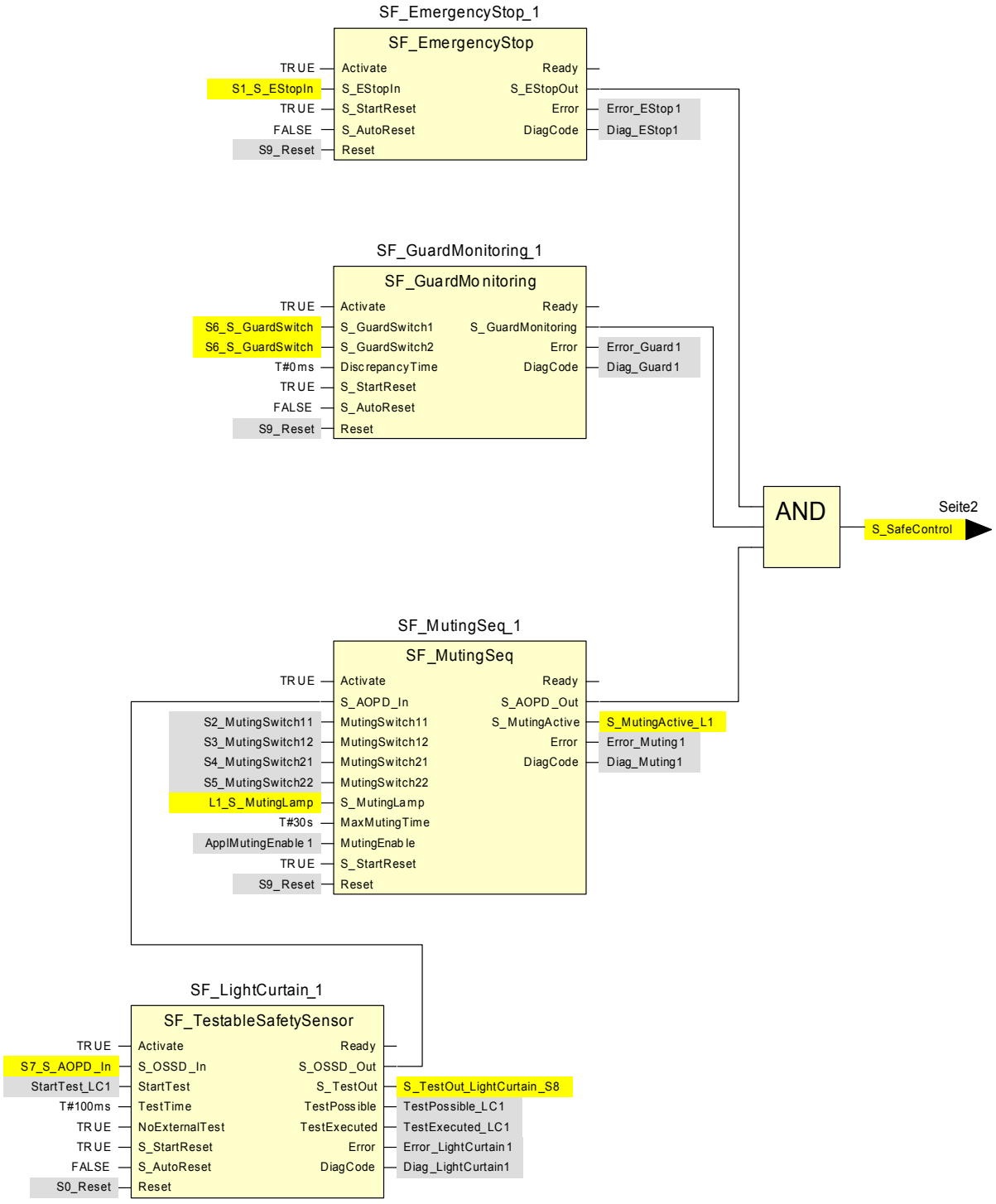


Abb. 125: Zugangsschutz an einer Materialschleuse - Anwendungsprogramm Seite 1

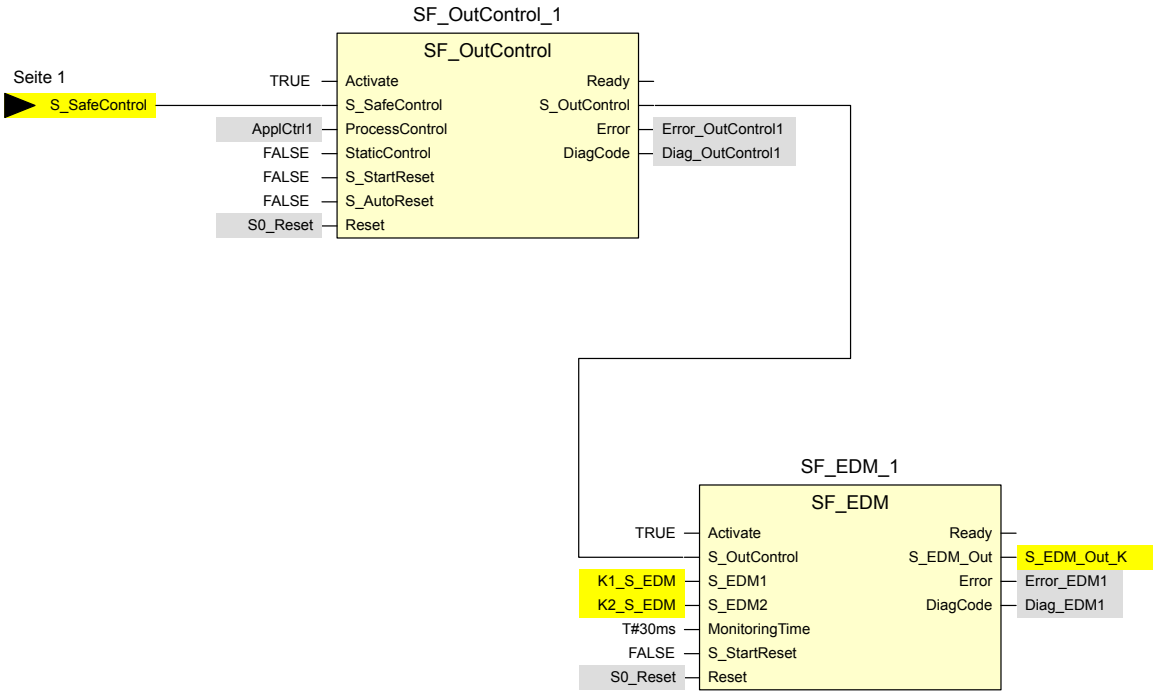


Abb. 126: Zugangsschutz an einer Materialschleuse - Anwendungsprogramm Seite 2

7.3.5 Weitere Hinweise

In diesem Beispiel sind die zwei Kontakte des Schaltelements der Schutzeinrichtung mit dem Sicherheitseingabemodul verbunden, welches die Fehlerüberwachung übernimmt. Das resultierende BOOL-Signal ist mit den zwei Eingangskanälen von SF_GuardMonitoring_1 verbunden.

Die Abfrage der Diagnoseinformation wurde in diesem Beispiel nicht behandelt. Hierzu siehe ↬ *Kapitel 7.2.5 „Weitere Hinweise“ auf Seite 481*. Für eine bessere Übersicht wurde der Eingangsparameter Activate für die dynamische Aktivierung auf TRUE gesetzt. In einer Anwendung kann dafür jedoch eine Variable verwendet werden.

Information über die verwendeten Funktionsbaustein-Parameter

Funktionsbaustein	Eingang	Konstanter Wert	Beschreibung
SF_Emergen-cyStop_1	S_StartReset	TRUE	Automatisches Rücksetzen zulässig, wenn PES gestartet wird
	S_AutoReset	FALSE	Kein automatisches Rücksetzen; Reset/ Quittierung vom Anwender erforderlich
SF_GuardMonito-ring_1	S_StartReset	TRUE	Automatisches Rücksetzen zulässig, wenn PES gestartet wird
	S_AutoReset	FALSE	Kein automatisches Rücksetzen; Reset/ Quittierung vom Anwender erforderlich
	DiscrepancyTime	T#0ms	Die Diskrepanzzeit zwischen den beiden Sicherheitseingängen S_GuardSwitchX wird nicht überwacht, weil sie identisch sind und das Eingabegerät ein BOOL-Signal von den Schaltelementen liefert.
SF_MutingSeq_1	S_StartReset	TRUE	Automatisches Rücksetzen zulässig, wenn PES gestartet wird
	MaxMutingTime	T#30s	Die maximale Mutingzeit (30 Sekunden) wird überwacht.
SF_LightCurtain_1	S_StartReset	TRUE	Automatisches Rücksetzen zulässig, wenn PES gestartet wird
	S_AutoReset	FALSE	Kein automatisches Rücksetzen; Reset/ Quittierung vom Anwender erforderlich
	TestTime	T#100ms	Die maximale Testzeit (100 ms) wird überwacht.
	NoExternalTest	TRUE	Der externe manuelle Sensortest wird nicht unterstützt.
SF_OutControl_1	S_StartReset	FALSE	Kein automatisches Rücksetzen zulässig, wenn PES gestartet wird
	S_AutoReset	FALSE	Kein automatisches Rücksetzen; Reset/ Quittierung vom Anwender erforderlich
	StaticControl	FALSE	Eine dynamische Veränderung des Signals ApplCtrl1 (steigende Flanke) ist nach Blockaktivierung oder einer ausgelösten Sicherheitsfunktion erforderlich (S_Safe-Control bei FALSE).
SF_EDM_Con-tactor_1	S_StartReset	FALSE	Kein automatisches Rücksetzen zulässig, wenn PES gestartet wird
	MonitoringTime	T#30ms	Die maximale Antwortzeit (30 ms) der beiden Feedback-Signale S_EDM1 und S_EDM2 wird überwacht.

7.4 Beispiel 3: Zweihandschaltung

Dieses Beispiel beschreibt eine Maschine, bei der eine Zweihandschaltung die gefährliche Bewegung startet, solange beide Drucktaster der Zweihandschaltung gedrückt sind und der Prozess ein Freigabesignal liefert.

Die gefährliche Bewegung wird durch das Schließen der zwei aufeinanderfolgenden Schaltelemente initiiert, die über einen Rückführkreis überwacht werden.

7.4.1 Funktionsbeschreibung der Sicherheitsfunktionen

In diesem Beispiel werden die folgenden Sicherheitsfunktionen verwendet:

- Durch das Drücken eines Not-Halt-Tasters müssen alle gefährlichen Bewegungen gestoppt werden (über SF_EmergencyStop). Der Not-Halt hat die höchste Priorität. Nach dem Loslassen des Not-Halt-Tasters ist ein Rücksetzen über S0_Reset erforderlich.
- Wenn beide Drucktaster der Zweihandschaltung gedrückt werden, wird der Sicherheitsausgang aktiviert. Das Loslassen der Drucktaster deaktiviert den Sicherheitsausgang und stoppt die gefährliche Bewegung über die Schaltelemente K1 und K2 (über SF_TwoHandControlTypeII).
- Die Anfangs- und Betriebszustände der angeschlossenen Schaltelemente K1 und K2 werden überwacht, und wenn ein Fehler erkannt wird, ist der Sicherheitsausgang nicht betriebsbereit (über SF_EDM).
- Nach dem Aktivieren der Sicherheits- oder funktionalen Applikation oder nach einem Not-Halt muss die Zweihandschaltung losgelassen und wieder betätigt werden, um den Sicherheitsausgang wieder zu aktivieren (über SF_OutControl). Um dies für den Neustart der funktionalen Applikation zu garantieren, ist das Prozesssignal der funktionalen Applikation mit dem "Activate"-Eingang des Zweihand-Funktionsbausteins THC_S2_S3 verbunden (wenn die Anwendung neu gestartet wird, während die Zweihandschaltung aktiviert ist, geht der Funktionsbaustein in den Zustand C003 und signalisiert einen Fehler, dass beide Drucktaster bei Aktivierung gedrückt sind, was einen Neustart verbietet).

In diesem Beispiel gibt es nur eine Betriebsart.

7.4.2 Graphische Übersicht der Schnittstelle der Sicherheitsanwendung

Die Sicherheitseingänge für die Zweihandschaltung (S2_S_Switch1 und S3_S_Switch2) sind mit der Zweihandschaltung Typ II verbunden.

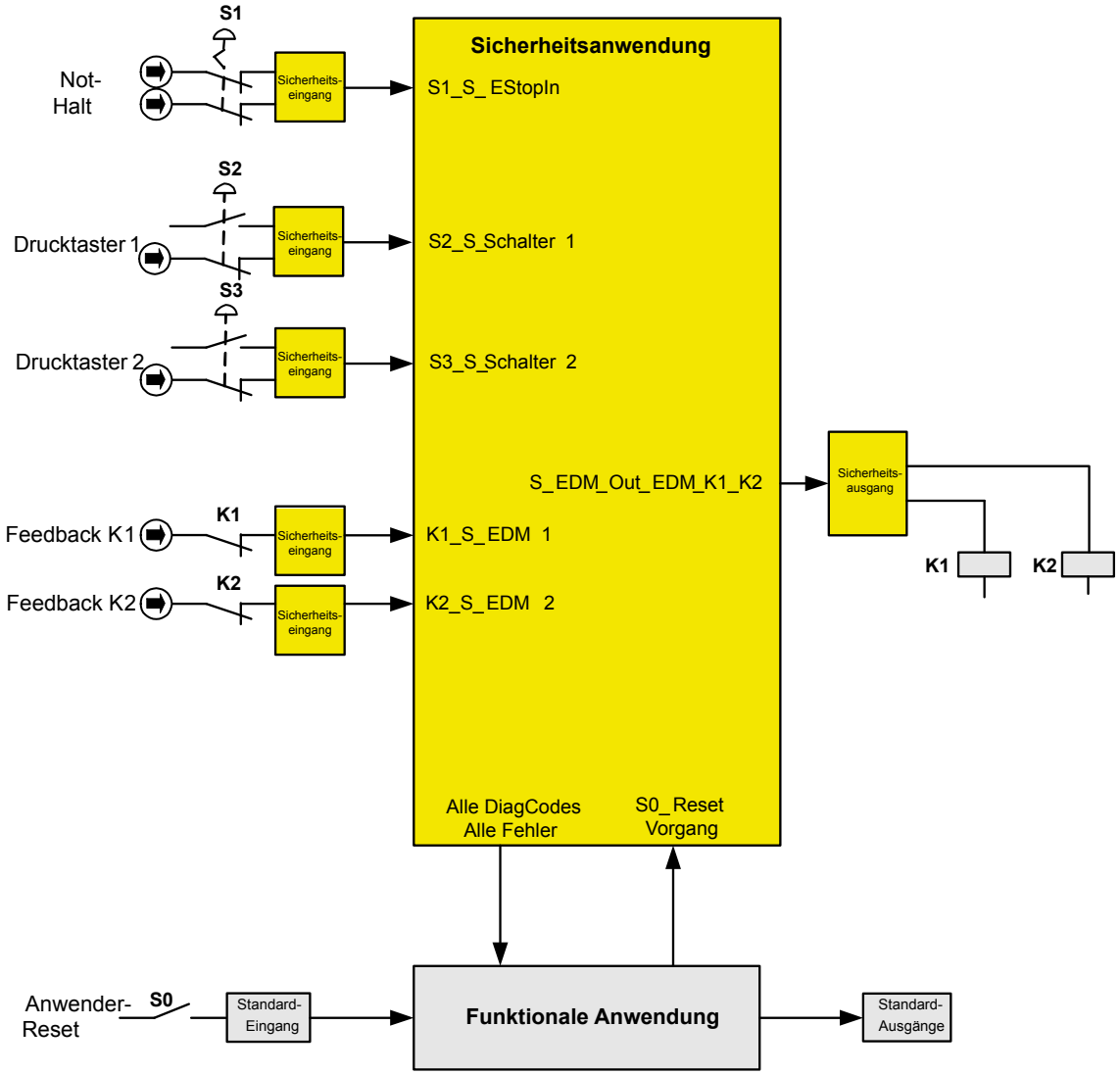


Abb. 127: Graphische Übersicht des Beispiels mit Zweihandschaltung und EDM

7.4.3 Deklaration der verwendeten Variablen

Tab. 104: Eingänge

Name	Datentyp	Beschreibung
S1_S_EStopIn	BOOL	Not-Halt-Taster S1
S2_S_Switch1	BOOL	Schaltelement S2 für Drucktaster 1 der Zweihandschaltung
S3_S_Switch2	BOOL	Schaltelement S3 für Drucktaster 2 der Zweihandschaltung
K1_S_EDM1	BOOL	Feedback vom externen Gerät K1

Name	Datentyp	Beschreibung
K2_S_EDM2	BOOL	Feedback vom externen Gerät K2
S0_Reset	BOOL	Rücksetzen durch den Anwender über Schaltelement S0 (aus der funktionalen Applikation)
Vorgang	BOOL	Aktivieren der Bewegung durch den Prozess (aus der funktionalen Applikation)

Tab. 105: Ausgänge

Name	Datentyp	Beschreibung
S_EDM_Out_EDM_K1_K2	BOOL	Steuert den Aktor über K1 und K2
Alle Fehler	BOOL	Repräsentiert alle Fehler-BOOL-Signale des verwendeten Funktionsbaustein (an die funktionale Applikation)
Alle Diagnosecodes	WORD	Repräsentiert alle Diagnosecodes des verwendeten Funktionsbaustein (an die funktionale Applikation)

7.4.4 Programmbeispiel

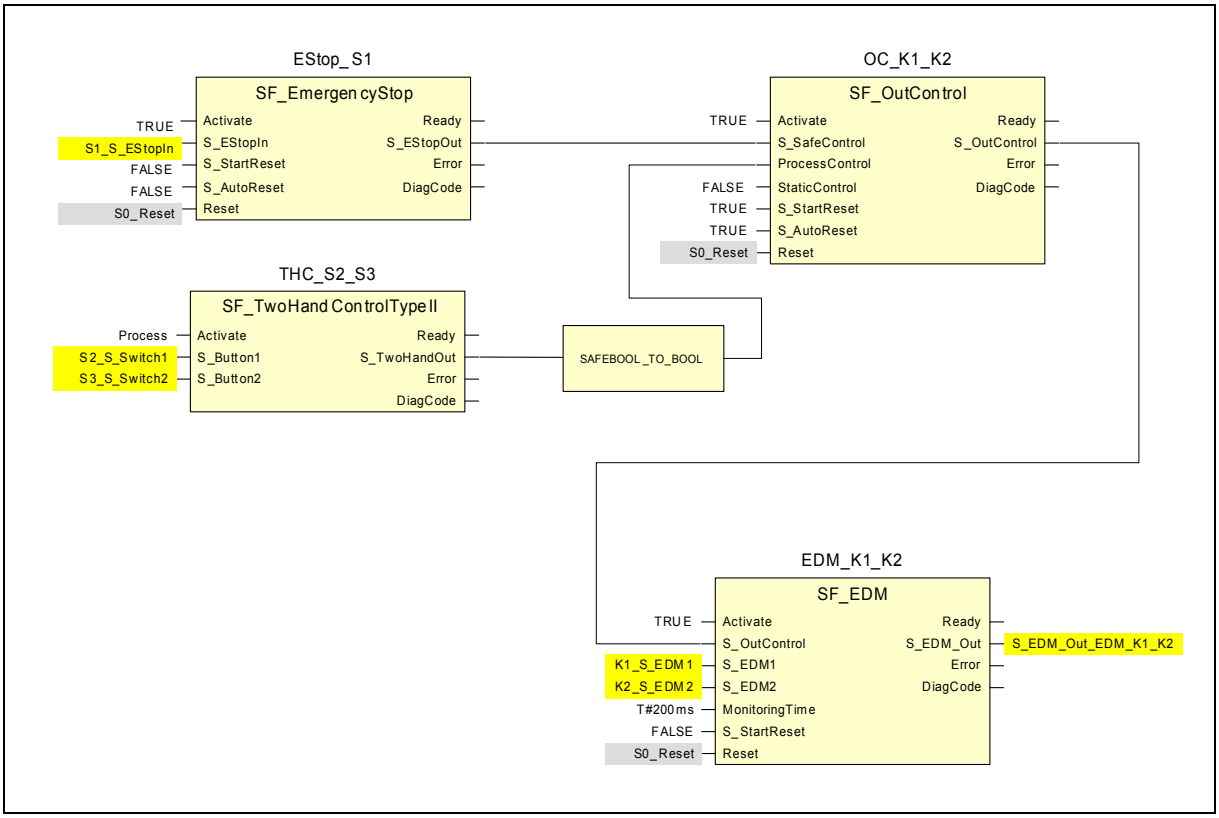


Abb. 128: Anwendungsprogramm Zweihandschaltung mit EDM

HINWEIS!

Da alle Datentypen in der Sicherheitssteuerung AC500-S sicher sind, muss die Funktion SAFE-BOOL_TO_BOOL, die im PLCopen-Anwendungsbeispiel genannt ist, nicht verwendet werden.

7.4.5 Weitere Hinweise

Dieses Beispiel kann auch mit SF_TwoHandControlTypeIII verwendet werden.

Die Abfrage der Diagnoseinformation wurde in diesem Beispiel nicht behandelt. Hierzu siehe *Kapitel 7.2.5 „Weitere Hinweise“ auf Seite 481*. Für eine bessere Übersicht wurde der Eingang Activate auf TRUE gesetzt. In einer Anwendung kann dafür jedoch eine Variable verwendet werden.

Information über die verwendeten Funktionsbaustein-Parameter

Funktionsbaustein	Eingang	Konstanter Wert	Beschreibung
EStop_S1	S_StartReset	FALSE	Kein automatisches Rücksetzen, wenn PES gestartet wird
	S_AutoReset	FALSE	Kein automatisches Rücksetzen; Reset/ Quittierung vom Anwender erforderlich
OC_K1_K2	S_StartReset	TRUE	Automatisches Rücksetzen zulässig, wenn PES gestartet wird
	S_AutoReset	TRUE	Automatisches Rücksetzen; kein Reset/ keine Quittierung vom Anwender erforderlich
	StaticControl	FALSE	Eine dynamische Veränderung des Signals Appl_Control (steigende Flanke) ist nach Blockaktivierung oder einer ausgelösten Sicherheitsfunktion erforderlich (S_SafeControl bei FALSE).
EDM_K1_K2	S_StartReset	FALSE	Kein automatisches Rücksetzen, wenn PES gestartet wird
	MonitoringTime	T#200ms	Die maximale Antwortzeit (200 ms) der beiden Feedback-Signale S_EDM1 und S_EDM2 wird überwacht.

8 Index

1, 2, 3 ...

1oo2 . . . . . 12, 14, 18
2-kanaliger Betrieb 98, 131, 162, 180

A

ABB Automation Builder 44, 108, 141, 169, 190, 193, 195, 209
AI581-S 20

B

Benutzerverwaltung 195

C

CRC 12, 27, 80, 190, 196, 198, 244, 252, 268, 270, 274, 458

D

DI581-S 20
DPRAM 12
Dual-Port-RAM 43
DX581-S 20

E

EMV 12

F

F_iPar_CRC 27, 198
F-Device 12, 71, 198, 209, 252, 435
F-Host 12, 27, 66, 71, 80, 108, 141, 169, 198, 209, 244, 252
F-Parameter 12, 92, 198, 209, 458
Fachpersonal 11, 25, 79
Fehlerreaktionszeit 446
Firmware- und/oder Bootcode-Aktualisierung 51, 462
Flash-Speicher 12, 45, 47, 51, 190, 209, 244, 256, 268, 270, 274

G

GSDML 12, 27, 108, 141, 169, 196, 198

I

IO-Controller 12
IO-Device 12
iParameter 12, 198, 209

L

Lizenz 190, 195, 252

M

Manipulation 27, 364, 376, 395
MTTFd 14, 24
Muting 12, 364, 368, 369, 370, 371, 376, 385, 386, 395, 398, 400, 482, 484

P

Passivierung 12
Passwort 190
PFH 12, 14, 24
PROFINET 12, 15, 19, 27, 79, 96, 108, 129, 141, 160, 169, 196, 198, 446
PROFIsafe 12, 15, 19, 26, 27, 47, 55, 66, 71, 79, 80, 98, 131, 162, 196, 198, 209, 244, 252, 260, 435, 446, 458, 462, 477
PROFIsafe-Diagnose 12, 80, 209
PS501 Control Builder Plus 44, 108, 141, 169, 190, 193, 195, 209

R

Reintegration 12, 80

S

SAFE STOP 29, 45, 46, 47, 51, 55, 66, 71, 80, 121, 151, 174, 260
SAFETY MODE 209
SD-Karte 12, 51, 190, 209, 462
SFRT 12, 446
Sicherheitscodeanalyse 12, 243
Sicherheitsfunktion 12, 29, 30, 252, 351, 364, 376, 395, 412, 418, 425, 477, 478, 481, 487, 492
Sicherheitsgerichtetes CODESYS 43, 44, 66, 190, 198, 209, 229, 243, 244, 252, 435, 458
Sicherheitsgruppe 195
Sicherheitsvariable 12
SM560-S 20, 29
SM560-S-FD-1 . . . . . 20, 29
SM560-S-FD-4 . . . . . 20, 29
SPS-Browser 45, 66, 209

T

TU582-S 22

U

ULP 12, 44

Index

V

Verifizierung für iParameter-Einstellungen 469
Verifizierungsverfahren 468

Anhang

A Systemdaten für AC500-S-XC

A.1 Umgebungsbedingungen

Prozess- und Versorgungsspannungen

Angabe	Wert	Einheit
Prozess- und Versorgungsspannung (-25 %, +30 % inklusive Restwelligkeit)	24	V DC
Absolute Grenzwerte inklusive Restwelligkeit	18 … 31,2	V
Restwelligkeit	< 10	%
Verpolschutz	Ja	
Zulässige Unterbrechungen der Gleichstromversorgung	< 10	ms
Zeit zwischen 2 Unterbrechungen, PS2	> 1	s

GEFAHR!

Das Überschreiten der maximalen Prozess- oder Versorgungsspannung (< –35 V DC bzw. > +35 V DC) kann zu irreparablen Schäden am System führen.

GEFAHR!

Zur Versorgung der Module müssen Netzteile gemäß PELV- oder SELV-Spezifikationen verwendet werden.

HINWEIS!

Die Kriech- und Luftstrecken entsprechen der Überspannungskategorie II, Verschmutzungsgrad 2.

Temperatur

Angabe	Wert	Einheit
Betriebstemperatur*	–40 ... +70	°C
Betriebstemperatur (vertikale Montage des Moduls, Ausgangslast beschränkt auf 50 % pro Gruppe)	–40 ... +40	°C
Lagerungstemperatur	–40 ... +85	°C
Transporttemperatur	–40 ... +85	°C

* +60 °C ... +70 °C mit den folgenden Leistungsreduzierungen:

- Modulträger: max. 2 Kommunikationsmodule zulässig
- Digitaleingänge: max. Anzahl simultan geschalteter Digitaleingänge auf Eingangskanäle auf 50 % je Gruppe beschränkt (z. B. 8 Kanäle => 4 Kanäle)

- Digitalausgänge: max. Ausgangsstrom (alle Kanäle zusammen) beschränkt auf 50 % je Gruppe (z. B. 4 A => 2 A)
- Analogeingänge: Keine Einschränkungen

⚠ GEFAHR!

Die durchschnittliche Temperatur (Kalkulationsbasis für MTBF) für den erweiterten Temperaturbereich (-40 °C … +70 °C) sowie den Standardtemperaturbereich (0 °C … +60 °C) ist auf +40 °C definiert.

Stellen Sie sicher, dass die durchschnittliche Betriebstemperatur für in Betrieb befindliche AC500-S-XC-Module +40 °C nicht überschreitet.

Feuchte

Angabe	Wert	Einheit
Relative Feuchte mit Betauung (Betrieb/Lagerung)	100	%

Luftdruck

Angabe	Wert	Einheit
Betriebsluftdruck	1080 … 620	hPa
Betriebshöhe	–1000 … 4000	m
Reduktion der Betriebstemperatur bei Luftdrücken < 795 hPa (oder > 2000 m über NN)	10 (z. B. 70°C bis 60°C)	K

Beständigkeit gegenüber Korrosivgasen

Angabe	Wert
Betrieb: nach: ISA S71.04.1985 Harsh-Gruppe A, G3/GX IEC 60721-3-3 3C2 / 3C3	Ja

Beständigkeit gegenüber Salznebel

Angabe	Wert
Betrieb: nur horizontale Montage, nach: IEC 60068-2-52 Schweregrad: 1	Ja

Elektromagnetische Verträglichkeit

Angabe	Wert
Abgestrahlte Emission (Funkstörung) nach CISPR 16-2-3	Ja
Leitungsgeführte Emission (Funkstörung) nach CISPR 16-2-1, CISPR 16-1-2	Ja
Elektrostatische Entladung (ESD) nach IEC 61000-4-2, Zone B, Kriterium B	Ja
Schnelle vorübergehende Störspannungen (Burst) nach IEC 61000-4-4, Zone B, Kriterium B	Ja
Energiereiche vorübergehende Störspannungen (Surge) nach IEC 61000-4-5, Zone B, Kriterium B	Ja
Einfluss von Störstrahlung nach IEC 61000-4-3, Zone B, Kriterium A	Ja

Angabe	Wert
Einfluss von leitungsgeführten Störungen nach IEC 61000-4-6, Zone B, Kriterium A	Ja
Einfluss von Netzfrequenz-Magnetfeldern nach IEC 61000-4-8, Zone B, Kriterium A	Ja

! HINWEIS!

Zur Vorbeugung von Störungen wird empfohlen, dass sich das Bedienpersonal vor dem Anfassen der Kommunikations-Steckverbinder entlädt oder andere geeignete Maßnahmen trifft, um die Auswirkungen von elektrostatischer Entladung zu reduzieren.

! HINWEIS!

In nicht verwendete Anschlüsse für Kommunikationsmodule auf den Modulträgern müssen Dummy-Kommunikationsmodule TA524 eingesteckt werden. E/A-Busanschlüsse dürfen während des Betriebs nicht berührt werden.

Strahlung

Angabe	Wert
Funkstörung nach IEC 55011, Gruppe 1, Klasse A	Ja

A.2 Mechanische Daten

Angabe	Wert
Anschlusstechnik	Federzugklemmen
Schutzart	IP 20
Vibrationsfestigkeit nach: IEC 61131-2, IEC 60068-2-6, IEC 60068-2-64	Ja
Stoßfestigkeit nach: IEC 60068-2-27	Ja
Horizontale Einbaulage	Ja
Vertikale Einbaulage (keine Anwendung in Umgebungen mit Salznebel)	Ja

Montage auf Hutschiene nach IEC 60715

Angabe	Wert	Einheit
Hutschienentyp	35	mm
Tiefe Hutschienentyp	7,5 oder 15	mm

Montage mit Schrauben

Angabe	Wert	Einheit
Schraubendurchmesser	4	mm
Anzugs-Drehmoment	1,2	Nm

A.3 Umweltprüfungen

Lagerung	IEC 60068-2-1 Prüfverfahren Ab: Kältefestigkeitsprüfung -40 °C / 16 h IEC 60068-2-2 Prüfverfahren Bb: Trockene Wärmefestigkeitsprüfung +85 °C / 16 h
Feuchte	IEC 60068-2-30 Prüfverfahren Dd: Zyklisch (12 h / 12 h) Feuchte Wärme 55 °C, 93 % relative Feuchte / 25 °C, 95 % relative Feuchte, 6 Zyklen IEC 60068-2-78, Feuchte Wärme, konstant: 40 °C, 93 % relative Feuchte, 240 h
Isolationsprüfung	IEC 61131-2
Vibrationsfestigkeit	IEC 61131-2 / IEC 60068-2-6: 5 Hz … 500 Hz, 2 g (mit in CPU PM5xx eingesteckter SD-Speicherkarte) IEC 60068-2-64: 5 Hz … 500 Hz, 4 g RMS
Stoßfestigkeit	IEC 60068-2-27: alle 3 Achsen 15 g, 11 ms, Halbsinus

Elektromagnetische Verträglichkeit

Elektrostatische Entladung (ESD)

Angabe	Wert	Einheit
Elektrostatische Spannung bei Luftentladung	8	kV
Elektrostatische Spannung bei Kontaktentladung	6	kV

Schnelle vorübergehende Störspannungen (Burst)

Angabe	Wert	Einheit
Spannungsversorgungseinheiten (DC)	4	kV
Digitale Ein-/Ausgänge (24 V DC)	2	kV
Analoge Ein-/Ausgänge	2	kV
Geschirmte Kommunikationsleitungen	2	kV
E/A-Versorgung (DC Ausgang)	2	kV

Energiereiche vorübergehende Störspannungen (Surge) - Gleichtakt (CM)

Angabe	Wert	Einheit
Spannungsversorgungseinheiten (DC)	1	kV
Digitale Ein-/Ausgänge (24 V DC)	1	kV
Analoge Ein-/Ausgänge	1	kV
Geschirmte Kommunikationsleitungen	1	kV
E/A-Versorgung (DC Ausgang)	0,5	kV

Energiereiche vorübergehende Störspannungen (Surge) - Gegentakt (DM)

Angabe	Wert	Einheit
Spannungsversorgungseinheiten (DC)	0,5	kV
Digitale Ein-/Ausgänge (24 V DC)	0,5	kV

Angabe	Wert	Einheit
Analoge Ein-/Ausgänge	0,5	kV
E/A-Versorgung (DC Ausgang)	0,5	kV

Angabe	Wert	Einheit
Einfluss von Störstrahlung: Test-Feldstärke	10	V/m
Einfluss von leitungsgeführten Störungen: Prüfspannung	10	V
Netzfrequenz-Magnetfelder bei 30 A/m	50 und 60	Hz

! HINWEIS!

Extreme Umweltbedingungen und relevante Anforderungen für Standard-Module AC500-XC müssen bei im Betrieb befindlichen CPUs und E/A-Modulen der Produktfamilie AC500-XC berücksichtigt werden (*AC500-Anwenderdokumentation* enthält weitere Details).

Kontakt

ABB Automation Products GmbH
Eppelheimer Str. 82
68123 Heidelberg, Deutschland
Tel.: +49 62 21 701 1444
Fax: +49 62 21 701 1382
E-Mail: plc.sales@de.abb.com

www.abb.com/plc

Hinweis:
Technische Änderungen der Produkte sowie Änderungen im Inhalt dieses Dokuments behalten wir uns jederzeit ohne Vorankündigung vor. Bei Bestellungen sind die jeweils vereinbarten Beschaffenheiten maßgebend. ABB übernimmt keinerlei Verantwortung für eventuelle Fehler oder Unvollständigkeiten in diesem Dokument.

Wir behalten uns alle Rechte an diesem Dokument und den darin enthaltenen Gegenständen und Abbildungen vor. Vervielfältigung, Bekanntgabe an Dritte oder Verwertung seines Inhaltes - auch von Teilen - ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung durch ABB verboten.

© Copyright 2012-2018 ABB.
Alle Rechte vorbehalten.
Änderungen vorbehalten.

3ADR025091M0107

Power and productivity
for a better world™