

Whitepaper

# VERNETZTE SICHERHEITSTECHNIK IM MASCHINENBAU

## VERSCHIEDENE KONZEPTE FÜR SICHERE INSTALLATION UND BETRIEB – FOKUS: SERIELLE DIAGNOSE



**SCHMERSAL**  
THE DNA OF SAFETY

# INHALT

1. Problemstellung	3
2. Lösungsansatz	3
2.1. Reihenschaltung	4
2.2. Sternverdrahtung	5
2.3. Zusammenfassung	6
3. Sichere Reihenschaltung von Schmersal – Fokus SD	7
3.1. Konnektivität	8
3.2. Installation	9
3.2.1. Y-Adapter	9
3.2.2. PFB-Feldbox	10
3.2.3. PDM-Schaltschrankverteiler	10
4. SD in der Praxis – Vergleich mit Parallelverdrahtung	11
4.1. Aufwand Installation	11
4.2. Diagnose und Wartung	13
4.3. Kosten Komponenten	14
5. Fazit	14

# 1. PROBLEMSTELLUNG

Im industriellen Umfeld gibt es seit einiger Zeit den Trend zu immer umfassenderer Automatisierung von Maschinen und Anlagen. Zusammen mit dem zunehmenden Grad an Maßnahmen zur Automatisierung steigen auch die Anforderungen an zu treffende Sicherheitsmaßnahmen.

Zum einen darf die Sicherheitstechnik die immer enger werdende Taktung der industriellen Prozesse nicht einschränken und die Verfügbarkeit der Maschinen und Anlagen senken. Des Weiteren sollen trotz steigender Komplexität die Stillstandszeiten aufgrund von Wartungsarbeiten möglichst kurz sein. Zusätzlich gibt es Anforderungen an möglichst intuitive und produktive Mensch-Roboter-Kooperationen (MRK).

Letztendlich lässt sich ein Trend zu immer aufwendigeren Sicherheitsfunktionen beobachten, was sich in folgenden Effekten niederschlägt:

- Anzahl der installierten Komponenten wird größer.
- Mit der Anzahl der Komponenten steigt die Anzahl der potenziellen Fehlerquellen exponentiell.
- Das führt dazu, dass im Fehlerfall die Fehlersuche und -beseitigung deutlich mehr Zeit in Anspruch nimmt.

Dies führt zu längeren Stillstandszeiten im Fehlerfall und somit zu verringerter Produktivität. Auch der erforderliche Invest für Neuanlagen steigt durch höhere Kosten für Komponenten, Installation und Inbetriebnahme deutlich an.

# 2. LÖSUNGSANSATZ

Es gibt mehrere Ansätze, um der steigenden Komplexität der Sicherheitsmaßnahmen Herr zu werden. Der erste Ansatz ergibt sich aus der systematischen Gefährdungsanalyse zur Risikominderung nach ISO 13849-1. Hieraus ergeben sich dedizierte Sicherheitsfunktionen. Mit der systemischen Analyse ist sichergestellt, dass potenzielle Gefahren adäquat und separat behandelt werden. Eine praktische Folge daraus ist die Bildung separater Abschaltkreise, um durch gezieltes (Ab-)Schalten einzelner Anlagenteile Gefahren gezielt eliminieren zu können und Schaden zu verhindern. Außerdem erlaubt es im Wartungsfall eine gezieltere Überprüfung und Instandhaltung, da eventuelle Fehlfunktionen einzelner Komponenten schneller aufgespürt werden können.

Bei steigender Anzahl von Abschaltkreisen bietet sich die Verwendung einer Sicherheits-SPS (SPS – speicherprogrammierbaren Steuerung) an. Diese kann entweder als Bestandteil der funktionellen SPS oder als separate Sicherheitssteuerung ausgestaltet sein. Bei mehreren Abschaltkreisen reduziert das den Installationsaufwand i. d. R. drastisch. Außerdem sind die Möglichkeiten zur Ausgestaltung der Sicherheitslogik bei Verwendung einer Sicherheits-SPS deutlich umfangreicher als bei Verwendung von klassischen Sicherheitsbausteinen.

Eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung des Installationsaufwandes ist das Abrücken von der üblichen Parallelverdrahtung. Bei der Parallelverdrahtung werden die Signale aller Sicherheitskomponenten einzeln/parallel auf die Logikkomponenten geführt. Das resultiert zum einen in einer hohen Anzahl benötigter Eingänge an der Sicherheitslogik und zum anderen in zahlreichen Kabelverbindungen innerhalb der Anlage. Es gibt nun zwei Möglichkeiten, dem zu begegnen:

1. Reihenschaltung von Sicherheitsschaltgeräten
2. Bildung von Knoten, z. B. mittels Feldboxen, d.h. Sternverdrahtung

## 2.1. REIHENSCHALTUNG



Abbildung 1: Anlage mit Verkdrahtung in Reihenschaltung

Zunächst bietet eine Reihenschaltung den Vorteil, dass die Anzahl der Verbindungen und der benötigten sicheren Eingänge der Sicherheitslogik sinkt. Allerdings geht das mit dem Verlust von Informationen einher. Bei der Reihenschaltung lässt sich ohne weitere Maßnahmen nicht erkennen, welches Glied der Kette die Kette unterbrochen hat. Das erschwert in der Regel die Diagnose und Fehlersuche erheblich.

Abhilfe schafft die Verwendung einer Kommunikationsschnittstelle, welche es erlaubt, dass einzelne Teilnehmer Diagnosedaten senden. Das kann bei einem System in Sternverkdrahtung die Verwendung intelligenter Knoten sein, die erkennen, welcher Teilnehmer oder Port ausfällt oder betätigt wird, und diese Information entsprechend an den vorgelagerten Knoten meldet. Bei einer Reihenschaltung wird typischerweise serielle Diagnose eingesetzt, bei der jedes Glied der Kette zusätzlich zum Sicherheitssignal individuelle Diagnosedaten sendet. So bleiben bei beiden Vorgehensweisen die Informationen zu Diagnose und Status der Geräte erhalten.

Ein weiterer Nachteil einer Reihenschaltung ist, dass sich die Stromaufnahme aller „Kettenglieder“ aufsummiert, sodass die maximale Anzahl an Teilnehmern physikalisch, durch den Spannungsabfall entlang der Leitung, begrenzt ist. Das ist allerdings lediglich bei Verwendung von zahlreichen Geräten mit hoher Stromaufnahme (z. B. Zuhaltungen) von praktischer Bedeutung.

Prinzipbedingt ist der Status der Sicherheitsausgänge aller Reihenglieder in einer Reihenschaltung immer logisch UND-verknüpft.

## 2.2. STERNVERDRAHTUNG



Abbildung 2: Anlage mit Verdrahtung in Sternschaltung

Der Ansatz Sternverdrahtung basiert auf der Schaffung von Knoten (oder Sternen), an welche die Sicherheitsschaltgeräte angeschlossen werden. Auch hierbei reduziert sich der Verdrahtungsaufwand drastisch. Systembedingt gehen aber auch hier Informationen verloren, sofern keine weiteren Maßnahmen getroffen werden. Entgegenwirken kann man dem, indem an jedem Knoten eine gesonderte Auswertung der angeschlossenen Sicherheitsschaltgeräte durchgeführt und das Ergebnis dieser Auswertung an die übergeordnete Ebene der Sicherheitslogik (z. B. Sicherheitssteuerung) gemeldet wird. Dies kann z. B. mit Hilfe von (sicheren) Bussystemen erfolgen.

Ein Vorteil gegenüber der Verdrahtung in Reihenschaltung ist, dass sich die Stromaufnahme der angeschlossenen Komponenten nicht aufaddiert, da diese an den Knoten i. d. R. parallel versorgt werden, wobei die Knoten ihrerseits wieder separat versorgt werden können. Installationen dieses Typs sind somit eher für die Verwendung von Komponenten mit hoher Stromaufnahme geeignet.

Ein Nachteil dieser Variante ist, dass die Knoten selbst ein gewisses Maß an Sicherheitslogik enthalten müssen. Hat jeder Knoten zusätzlich eine (sichere) Kommunikationsschnittstelle, so ist jeder Knoten selbst eine Komponente mit hoher technischer Komplexität. Diese Komplexität geht mit steigenden Anschaffungskosten und Anforderungen an den Anwender einher.

## 2.3. ZUSAMMENFASSUNG

Um der steigenden Komplexität bei der Installation industrieller Automatisierungsanwendungen, insbesondere der Sicherheitstechnik, zu begegnen, eignen sich sowohl Ansätze, welche entweder auf Reihenschaltung oder auf der Bildung von Knoten basieren. Der prinzipbedingte Verlust von Information kann durch die Verwendung von Kommunikationsschnittstellen vermieden werden.

Reihenschaltungen eignen sich hierbei für die Bildung von Abschaltkreisen, bei denen der Status der beteiligten Geräte logisch UND-verknüpft ist.

Sternschaltungen können prinzipiell auch anspruchsvollere Logiken realisieren, sofern die einzelnen Anschlüsse eines Knotens/Sterns separat ausgewertet werden können. Die Verarbeitung kann dabei lokal auf dem jeweiligen Knoten oder entfernt auf einer gesonderten Sicherheitslogik erfolgen. Voraussetzung dafür ist die entsprechende Fähigkeit des Gerätes und gegebenenfalls eine entsprechende (sichere) Kommunikationsschnittstelle.

Im Folgenden wird der Fokus auf sichere Reihenschaltung in Kombination mit der Seriellen Diagnose-Schnittstelle SD von Schmersal gelegt.

Weitere Installationssysteme aus dem Hause Schmersal sind z. B. die sichere Feldbox SFB (Sternverdrahtung mit sicherer Feldbusschnittstelle, Informationen siehe [hier](#)) oder Sicherheitsschaltgeräte mit AS-i-Schnittstelle (Informationen siehe [hier](#)).

Die Safety Fieldbox – Universell, sicher und kostengünstig



### 3. SICHERE REIHENSCHALTUNG VON SCHMERSAL – FOKUS SD

Der SD-Bus von Schmersal ist ein System zur seriellen Diagnose von Reihenschaltungen. Es handelt sich dabei um eine Kommunikationsschnittstelle, welche in Sicherheitsschaltgeräten des entsprechenden Typs integriert ist. Diese Kommunikationsschnittstelle ist ein Ein-Draht-Bus, der parallel zu den sicheren Signalen und der Spannungsversorgung verlegt ist (bei SD-Sicherheitsschaltgeräten im Verbindungskabel/Steckerintegriert).

Diese Kommunikationsschnittstelle dient zum einen dazu, den Status der sicheren Ausgänge der einzelnen Reihenglieder zu erfassen – diese Information geht ohne entsprechende Schnittstelle in einer Reihenschaltung verloren. Zum anderen werden erweiterte Diagnosedaten der Geräte übertragen (siehe dazu auch Tabelle 1: Beispielhafte Diagnosedaten von SD-Sicherheitsschaltgeräten [AZM300]).

Folgende Sicherheitsschaltgeräte sind mit SD-Interface verfügbar:

- Sicherheitssensoren der Produktgruppen CSS und RSS
- Sicherheitsschalter mit getrenntem Betätiger der Gruppen AZ201 und AZ300
- Sicherheitszuhaltungen der Gruppen AZM201 und AZM300
- Bedienfelder mit Not-Halt des Typs BDF200

Neben dem Status der Sicherheitsausgänge (betätigt, unbetätigt) gibt es noch zahlreiche weitere Diagnosedaten, welche die Inbetriebnahme und Fehlersuche für den Anlagenbetreiber enorm vereinfachen.

Bit-Nr.	Aufruf-Byte	Antwort-Byte	Diagnose Fehlerwarnung	Diagnose Fehlermeldungen
Bit 0:	Magnet ein, unabhängig von Arbeits- oder Ruhestromprinzip	Sicherheitsausgang eingeschaltet	Fehler am Ausgang Y1	Fehler am Ausgang Y1
Bit 1:	---	Schutzeinrichtung geschlossen UND Sperren/Entsperren möglich	Fehler am Ausgang Y2	Fehler am Ausgang Y2
Bit 2:	---	Betätiger erkannt und gesperrt	Querschluss	Querschluss
Bit 3:	---	---	Übertemperatur	Übertemperatur
Bit 4:	---	Eingangszustand X1 und X2	---	Falscher oder defekter Betätiger, Bügelbruch
Bit 5:	---	Gültiger Betätiger erkannt	Interner Gerätefehler	Interner Gerätefehler
Bit 6:	---	Fehlerwarnung	Kommunikationsfehler zwischen Feldbus- Gateway und Sicherheitsschaltgerät	---
Bit 7:	Fehlerquittierung	Fehler (Freigabepfad abgeschaltet)	Drehkreuz in nicht erlaubter Zwischenstellung	Drehkreuz in nicht erlaubter Zwischenstellung

Tabelle 1: Beispielhafte Diagnosedaten von SD-Sicherheitsschaltgeräten (AZM300)

### 3.1. KONNEKTIVITÄT

Um diese Daten für eine überlagerte funktionale SPS bzw. ein HMI aufzubereiten, stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Bei Verwendung einer integrierten funktionalen und sicheren SPS (z. B. Siemens F-CPU mit sicheren Ein- und Ausgangselementen) bietet sich die Verwendung des Universal-Gateways SD-I-U an. Dieses bildet zum einen den Master für den SD-Bus und stellt zum anderen die Verbindung zur F-CPU per Feldbus her. Dieser Weg empfiehlt sich auch, wenn nur ein oder zwei Abschaltkreise benötigt und klassische Sicherheitsbausteine eingesetzt werden.

Bei mehreren Abschaltkreisen oder einem Mischbetrieb von Reihenschaltung und Parallelverdrahtung ist die Verwendung der Sicherheitssteuerung PSC1 vorteilhaft. Diese verfügt über eine Sicherheitslogik, sowie sichere Ein- und Ausgänge bis Kat. 4 PL e und gleichzeitig ein integriertes SD-Feldbus-Gateway. Mit diesem Ansatz erhält man alle Vorteile einer frei programmierbaren Sicherheitssteuerung, einer erweiterten Diagnose und umfangreicher Konnektivität via Feldbus (Protokoll softwareseitig umschaltbar).

PSC1	SD-I-U	SD-I-DP-V0-2
Profinet IO	Profinet IO	Profibus
Ethernet/IP	Ethernet/IP	
EtherCAT	EtherCAT	
CANopen*	ModbusTCP	
OPC UA*	CANopen	
	CC-Link	
	DeviceNet	

\*auf Anfrage

Tabelle 2: Übersicht Konnektivität SD-Master

## 3.2. INSTALLATION

Die Installation der Sicherheitsschaltgeräte erfolgt über 8-polige M12-Steckverbinder sowie entsprechende Verbindungsleitungen. Den Anfang der Kette bilden dabei der SD-Master (Gateway oder Steuerung) sowie ein Netzteil zur Spannungsversorgung im

Schaltschrank. Die Feldverdrahtung kann nun mit drei verschiedenen Installations-Typen erfolgen:

- Y-Adapter
- PFB-Feldbox
- PDM-Schaltschrankverteiler

### 3.2.1. Y-ADAPTER

Die Installation mittels Y-Adaptern stellt für jedes Gerät einer SD-Reihenschaltung einen eigenen Anschlusspunkt innerhalb der Kette bereit, indem pro Gerät je ein Y-Adapter verwendet wird.

Der Y-Adapter verfügt über drei Anschlüsse:

1. M12-Stecker 8-pol: Anschluss vorheriges Glied Reihenschaltung
2. M12-Buchse 8-pol: Anschluss Gerät
3. M12-Buchse 8-pol: Anschluss nachfolgendes Gerät Reihenschaltung oder Abschlussstecker

Die Y-Adapter verfügen über zwei Montagebohrungen, mittels derer sie auf beliebigen ebenen Flächen montiert werden können.

Bedingt durch den vergleichsweise hohen Spannungsabfall entlang der Kette eignet sich diese Art der Installation vor allem für Reihenschaltungen mit begrenzter Anzahl an Geräten oder für Geräte mit geringerer Stromaufnahme (z. B. Sensoren vom Typ RSS). Bei erhöhter Leistungsaufnahme der Reihenschaltung, z. B. bei Verwendung mehrerer Sicherheitszuhaltungen, kann an erster Stelle der Reihenschaltung auch ein sogenannter Power-Adapter eingesetzt werden. Dieser schafft einen zusätzlichen Einspeisepunkt für die Spannungsversorgung.

Letztes Glied einer Installation mit Y-Adaptern bildet immer der Abschlussstecker.



Abbildung 4: Beispielhafte Verdrahtung SD mit Y-Adaptern

### 3.2.2. PFB-FELDBOX

Ein weiterer Weg zur Installation eines Systems mit SD ist die Verwendung der passiven Feldbox PFB-SD. Diese Feldbox hat mehrere Funktionen: Zum einen bietet sie die Möglichkeit, bis zu vier Sicherheitsschaltgeräte anzuschließen. Zum anderen bietet jede Feldbox einen eigenen Einspeisepunkt für die Spannungsversorgung der an sie angeschlossenen Sicherheitsschaltgeräte. Innerhalb der Restriktionen der Spezifikation des SD-Bus können beliebig viele PFBs in Reihe geschaltet werden. Es wird hierbei kein Abschlussstecker am Ende der Schaltung benötigt.

Diese Vorgehensweise behebt einen Haupt-Nachteil der Verdrahtung mittels Y-Adaptern: Die PFB versorgt

jedes der angeschlossenen Geräte parallel. Deshalb eignet sich dieses Verdrahtungssystem insbesondere bei Geräten mit erhöhter Leistungsaufnahme. Ein Nachteil ist, dass man sich hierbei ein Stück weit von der Philosophie der Reihenschaltung verabschiedet. Jede PFB bildet einen Knoten, um den die Sicherheitsschaltgeräte sternförmig angeordnet sind.

Es handelt sich hierbei um eine Mischform aus Reihen- und Sternschaltung. Die PFB bildet einen Knoten und speist die Geräte parallel, die Sicherheits- und Diagnosepfade sind jedoch intern weiterhin in Reihe geschaltet.

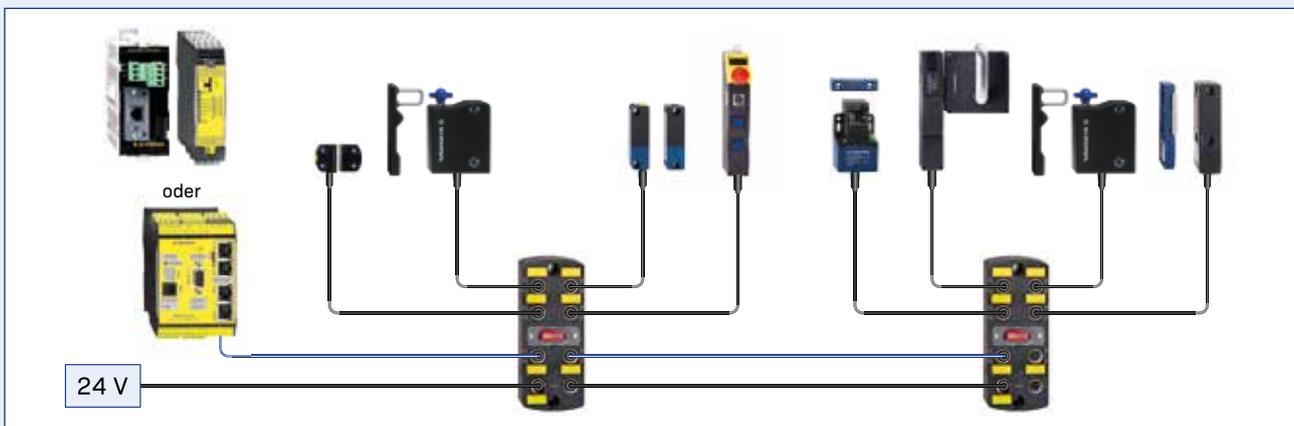


Abbildung 5: Beispielhafte Verdrahtung SD mit PFB-Feldbox

### 3.2.3. PDM-SCHALTSCHRANKVERTEILER

Funktionell gesehen ähnelt das passive Verteilermodul PDM-SD der passiven Feldbox PFB-SD. Im Unterschied zu dieser ist das PDM allerdings zur Montage in einen Schaltschrank vorgesehen. Das hat zur Folge, dass die

Kabelverbindungen der Sicherheitsschaltgeräte in den Schaltschrank geführt werden müssen, um dort auf das PDM aufgelegt zu werden. Hinsichtlich der Verwendung bietet das Modul dieselben Vorteile wie die PFB.

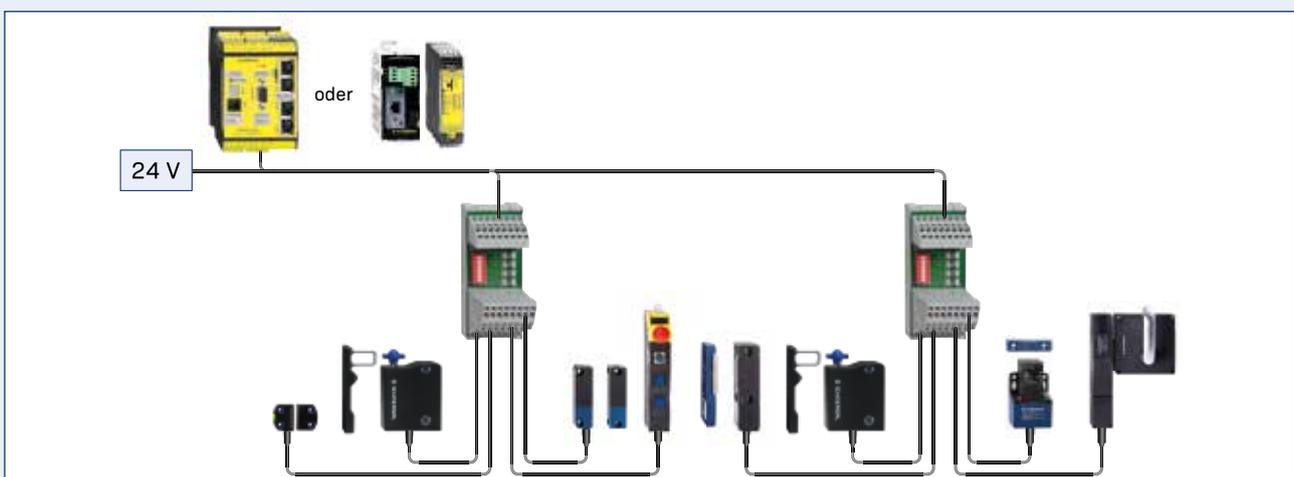


Abbildung 6: Beispielhafte Verdrahtung SD mit PDM-Schaltschrankverteiler

## 4. SD IN DER PRAXIS – VERGLEICH MIT PARALLELVDRÄHTUNG

Um die Unterschiede zwischen einem System mit Parallelverdrahtung und einer Installation mit SD-Komponenten zu illustrieren, sei hier eine beispielhafte Anlage betrachtet. Diese fiktive Anlage, bestehend aus zwei Teilmaschinen, verfügt über folgende Sicherheitseinrichtungen:

- Zwei Bedienfelder mit Not-Halt (z. B. BDF200)
- Zwei Türen mit Sicherheitszuhaltungen mit Verriegelungsfunktion
- 2 x vier Wartungsklappen (vier je Maschine, überwacht durch Sicherheitssensoren)

Die Sicherheitsbetrachtung sei an dieser Stelle vernachlässigt, da bei Verwendung von SD-Komponenten

eine Reihenschaltung bis PL e möglich ist. Deshalb sind die Komponenten hinsichtlich ihrer Sicherheitskennwerte mindestens äquivalent zu denen in Parallelverdrahtung.

Somit ergibt sich folgende Anzahl an Sicherheitsschaltgeräten:

- 2 x BDF200
- 2 x AZM300
- 8 x RSS36

Alle Sicherheitsschaltgeräte befinden sich in einem Sicherheitskreis.

### 4.1. AUFWAND INSTALLATION

Ein zentraler Vorteil von Reihenschaltungen ist die verringerte Anzahl an benötigten sicheren Eingängen der Sicherheitslogik sowie das einmalige Anschließen der Kette an Speisespannung etc. an deren Eingang. Eine erste Aufwandsabschätzung bietet der Vergleich der erforderlichen zu verdrahtenden Kontakte bzw. Verbindungsstellen. Die Anzahl der entsprechenden Verbindungen ist in Tabelle 3 bis Tabelle 6 aufgeführt.

Wenig überraschend ist die Variante Parallelverdrahtung diejenige mit den meisten zu verbindenden Kontakten. Außerdem werden je Gerät zwei sichere digitale Eingänge der Sicherheitslogik belegt, in Summe also 24. Bei den Varianten mit SD-Bus werden immer nur zwei sichere Eingänge belegt, unabhängig von der Gesamtanzahl notwendiger Verbindungen.

#### VARIANTE PARALLELVDRÄHTUNG

Gerät	Anzahl Kontakte Gerät	Anzahl Kontakte Logik	Anzahl Geräte	Gesamtanzahl Kontakte/Verbindungen
BDF200	16	16	2	64 (= 2 x (16 + 16))
AZM300	1 (M12 8-pol)	8	2	18 (= 2 x (1 + 8))
RSS36	1 (M12 8-pol)	8	8	72 (= 8 x (1 + 8))
Gesamt				154

Tabelle 3: Variante Parallelverdrahtung

#### VARIANTE REIHENSCHALTUNG SD-BUS MIT Y-ADAPTERN

Gerät	Anzahl Verbindungen Gerät	Anzahl Kontakte Logik	Anzahl Verbindungen Installation	Anzahl Geräte	Gesamtanzahl Kontakte/
BDF200	1 (M12 8-pol)	-	1 (M12 8-pol)	2	4
AZM300	1 (M12 8-pol)	-	1 (M12 8-pol)	2	4
RSS36	1 (M12 8-pol)	-	1 (M12 8-pol)	8	16
CSS-Y-8P	-	-	2 (M12 8-pol)	12	24
Gesamt <sup>1)</sup>		2			50

1) In Reihenschaltung werden 2 sichere Kontakte der Sicherheitslogik durch die Sicherheitskette belegt

Tabelle 4: Variante Reihenschaltung SD-Bus mit Y-Adapttern

#### VARIANTE REIHENSCHALTUNG SD-BUS MIT PFB-SD

Gerät	Anzahl Verbindungen Gerät	Anzahl Kontakte Logik	Anzahl Verbindungen Installation	Anzahl Geräte	Gesamtanzahl Kontakte/
BDF200	1 (M12 8-pol)	-	1 (M12 8-pol)	2	4
AZM300	1 (M12 8-pol)	-	1 (M12 8-pol)	2	4
RSS36	1 (M12 8-pol)	-	1 (M12 8-pol)	8	16
PFB-SD-4M12-SD	-	-	4 (M12 8-pol)	3	12
Gesamt		2	6		44

Tabelle 5: Variante Reihenschaltung SD-Bus mit PFB-SD

#### VARIANTE REIHENSCHALTUNG SD-BUS MIT PDM-SD

Gerät	Anzahl Verbindungen Gerät	Anzahl Kontakte Logik	Anzahl Verbindungen Installation/	Anzahl Geräte	Gesamtanzahl Kontakte/
BDF200	1 (M12 8-pol)	-	8	2	18
AZM300	1 (M12 8-pol)	-	8	2	18
RSS36	1 (M12 8-pol)	-	8	8	72
PDM-SD-4CC-SD	-	-	10	3	30
Gesamt		2	3		143

Tabelle 6: Variante Reihenschaltung SD-Bus mit PDM-SD

Vernachlässigt sei an dieser Stelle der (Kosten-)Unterschied zwischen fertig konfektionierten M12-Verbindungsleitungen und anderen Lösungen. Die Bandbreite

reicht von selbst konfektionierter Rollenware bis zu fremd gefertigten Kabelbäumen, sodass eine pauschale Aussage schwierig ist.

## 4.2. DIAGNOSE UND WARTUNG

Dieser Aspekt unterteilt sich in zwei separate Aufgaben:

1. Fehleridentifikation
2. Fehlerbehebung

Die Fehleridentifikation ist in Parallelverdrahtung insofern möglich, als dass ein Ansprechen der Sicherheitsausgänge jedes angeschlossenen Sicherheitsschaltgerätes sofort individuell zugeordnet und erkannt werden kann. Über die Ursache des Ansprechens ist zunächst keine nähere Information verfügbar. Sofern das Gerät über geeignete Anzeigemechanismen, z. B. LEDs oder Diagnoseausgänge, verfügt, kann darüber eine Detaildiagnose erfolgen. Das setzt u. U. einen Zugang zum verwendeten Gerät voraus, was insbesondere bei Sicherheitssensoren je nach Einbausituation schwierig sein kann.

Bei Verwendung von SD sind die Diagnoseinformationen wesentlich detaillierter. Es stehen sowohl der individuelle Status der Sicherheitsausgänge aller angeschlossenen Geräte zur Verfügung als auch weitergehende Diagnosedaten, siehe dazu beispielhaft Diagnosedaten des RSS36 in Tabelle 7. Diese detaillierten Diagnosedaten ermöglichen es, schneller und adäquater

auf Störungen zu reagieren und somit Stillstandszeiten zu verkürzen.

Die Fehlerbehebung wird bei Verwendung des SD-Systems insbesondere dadurch erleichtert, dass die Feldverdrahtung mit M12-Steckverbindungen erfolgt und angeschlossene Geräte einfach getauscht werden können. Auch beschädigte Kabelverbindungen lassen sich bei Reihenschaltung im Feld (Variante Y-Verteiler und PFB-Feldbox) einfacher austauschen als in Parallelverdrahtung oder mit PDM-Schaltschrankverteiler.

Ein insbesondere im Kontext von Industrie 4.0 interessanter Aspekt ist die Anbindung des SD-Systems per Feldbus und SPS oder direkt über OPC UA an Systeme zur Verwaltung von Service und Wartung. Mit den detaillierten Informationen aus dem SD-System können Maßnahmen zur vorausschauenden Wartung (Predictive Maintenance) ergriffen werden und ggf. Wartungs- und Reparatursätze gezielt geplant und durchgeführt werden. Dies gilt insbesondere für die Identifikation der Fehlerquelle, Ersatzteilbeschaffung und Einschätzung der Stillstandszeit.

Bit-Nr.	Aufruf-Byte	Antwort-Byte	Diagnose Fehlerwarnung	Fehlermeldungen
Bit 0:	Magnet ein, unabhängig von Arbeits- oder Ruhestromprinzip	Sicherheitsausgang eingeschaltet	Fehler am Ausgang Y1	Fehler am Ausgang Y1
Bit 1:	---	Betätiger erkannt	Fehler am Ausgang Y2	Fehler am Ausgang Y2
Bit 2:	---	---	Querschluss Y1/Y2	Querschluss Y1/Y2
Bit 3:	---	---	Übertemperatur	Übertemperatur
Bit 4:	---	Eingangszustand X1 und X2	---	Falscher oder defekter Betätiger
Bit 5:	---	Betätiger im Grenzbereich	Interner Gerätefehler	Interner Gerätefehler
Bit 6:	---	Fehlerwarnung	Kommunikationsfehler zwischen Feldbus- Gateway und Sicherheitssensoren	---
Bit 7:	Fehlerquittierung	Fehler (Freigabepfad abgeschaltet)	---	---

Tabelle 7: Diagnosedaten RSS36

## 4.3. KOSTEN KOMPONENTEN

Beim Vergleich der Gesamtkosten von Parallelverdrahtung und Reihenschaltung mit SD seien folgende Kostenpunkte berücksichtigt:

1. Kosten Sicherheitsschaltgeräte
2. Kosten der Installationskomponenten
3. Kosten Sicherheitslogik

Die Kosten der Schmersal Sicherheitsschaltgeräte mit und ohne SD-Schnittstelle unterscheiden sich nicht. D. h., ein AZM300 mit herkömmlicher Diagnose-schnittstelle (Meldeausgang) unterscheidet sich vom Preis her nicht von der entsprechenden Variante mit SD-Schnittstelle (gilt äquivalent für alle anderen Produkte).

Die Kosten für Installationskomponenten sind dagegen nicht vernachlässigbar. Zum einen ist da der Vergleich der Verkabelung in Parallelverdrahtung mit den konfektionierten M12-Verbindungsleitungen bei Verwendung von SD. Zusätzliche Installationskomponenten sind die Y-Adapter (einer je Sicherheitsschaltgerät) oder PFB-Feldbox (eine je vier Schaltgeräte) oder PDM-Passivverteiler (einer je vier Schaltgeräte). Positiv wirkt sich bei der Verwendung von SD (Y-Adapter

und PFB) die Reduktion der benötigten Kabellängen aus, da in Reihe verdrahtet wird anstatt sternförmig aus Richtung Schaltschrank.

Ein weiterer Einflussfaktor auf die Kosten ist das Feldbusgateway. In Parallelverdrahtung erfolgt dies in der Regel über ein entsprechendes Modul in der Sicherheitssteuerung, und die Kosten sind abhängig vom jeweiligen Hersteller. Verwendet man nun ein separates SD-Universal-Feldbusgateway, so addieren sich offensichtlich die Kosten. Verwendet man allerdings eine Sicherheitslogik vom Typ Schmersal PSC1 mit Feldbus-schnittstelle, so hat diese immer ein Feldbusgateway integriert, und es fallen keine zusätzlichen Kosten an. In diesem Falle existiert also kein Preisunterschied zwischen der Variante Parallelverdrahtung und SD.

Die Kosten für die reine Sicherheitslogik werden in erster Linie definiert durch die Anzahl der verwendeten Kanäle. Hier werden bei der Verwendung von SD je Sicherheitskreis zwei Kontakte benötigt. In Parallelverdrahtung werden je Sicherheitsschaltgerät zwei Kontakte benötigt. Der Unterschied fällt somit umso größer aus, je mehr Geräte verwendet werden.

## 5. FAZIT

Wägt man die Vor- und Nachteile der verschiedenen Installationssysteme gegeneinander ab, so kristallisieren sich gewisse Szenarien heraus, in denen das eine oder das andere System seine Vorzüge ausspielt.

Werden mehrere Sicherheitsschaltgeräte verwendet, die auf wenige Sicherheitsfunktionen (idealerweise eine) wirken, so bietet sich das Schmersal SD-System an. Die erweiterten Diagnosedaten erleichtern Wartungs- und Reparaturarbeiten erheblich, die Verdrahtung geht deutlich schneller vonstatten, und die Sicherheitsschaltgeräte sind nicht teurer als vergleichbare Geräte ohne SD-Schnittstelle.

Das SD-System ist physikalisch durch die maximale Leitungslänge von 200 m, die maximale Anzahl von 31 Slaves und den Spannungsabfall entlang der Reihenschaltung begrenzt. Der Spannungsabfall kommt ins-

besondere bei langen Leitungen und Geräten mit erhöhter Stromaufnahme (z. B. Sicherheitszuhaltungen) zum Tragen. Dem kann durch das Schaffen zusätzlicher Einspeisepunkte für die Versorgungsspannung (passive Feldbox PFB bzw. passives Verteilermodul) begegnet werden. Letztendlich bildet das ohmsche Gesetz hier den limitierenden Faktor.

Wenn dagegen wenige Schaltgeräte verwendet oder nur wenige Schaltgeräte je Sicherheitskreis eingesetzt werden, so bietet sich die Parallelverdrahtung an. Die Vorteile einer Reihenschaltung wiegen hier in der Regel nicht den Initialaufwand für die Verwendung des SD-Systems auf. Auch wenn keine Konnektivität zu einer funktionalen SPS oder per OPC UA erforderlich ist, können statt des SD-Systems eher die anderen besprochenen Systeme ihre Vorteile ausspielen.

**Autor:**

Tobias Thiesmann,  
System- und Lösungsmanager  
Schmersal Gruppe

**Über die Schmersal Gruppe:**

Im anspruchsvollen Aufgabenfeld der Maschinensicherheit gehört die Schmersal Gruppe zu den internationalen Markt- und Kompetenzführern. Auf der Basis des weltweit umfangreichsten Produktportfolios an Sicherheitsschaltgeräten entwickelt die Unternehmensgruppe Sicherheitssysteme und sicherheitstechnische Lösungen für die speziellen Anforderungen verschiedener Anwenderbranchen. Zum Lösungsangebot von Schmersal trägt der Geschäftsbereich tec.nicum mit seinem umfangreichen Dienstleistungsprogramm bei. Das 1945 gegründete Unternehmen ist mit sieben Produktionsstandorten auf drei Kontinenten sowie eigenen Gesellschaften und Vertriebspartnern in mehr als 60 Nationen präsent

**Kontakt:**

K.A. Schmersal GmbH & Co. KG  
Telefon: +49 202 6474-0  
info@schmersal.com  
Möddinghofe 30  
42279 Wuppertal

[www.schmersal.com](http://www.schmersal.com)  
[www.tecnicum.com](http://www.tecnicum.com)