Safety Application Note ISO 13849

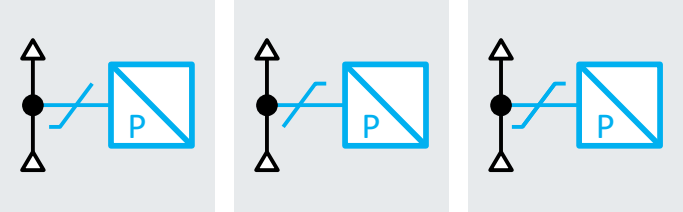
FESTO

Sicherheits-Teilfunktion Pneumatik

SPM – Sichere Drucküberwachung

SPR – Sicherer Druckbereich

Definition



Unser Aufwand – Ihr Vorteil

Unser Aufwand für die Erstellung dieses Dokuments
und Ihr eingesparter Zeitaufwand 5 h
Für Sie kostenlos.

100519

Titel ..... Sicherheits-Teilfunktionen Pneumatik - Definitionen
Version 1.10
Dokumentennummer 100519
Originalsprache ..... Deutsch
Autor ..... Festo
Datum 19.11.2026

Rechtliche Hinweise

Im Folgenden ist mit „Festo“ die „Festo SE & Co. KG“ bezeichnet.
Dieses Dokument ist unverbindlich. Dieses Dokument stellt einen möglichen Lösungsansatz für einen beispielhaften Einsatzfall dar und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, insbesondere hinsichtlich Konfiguration und Ausstattung sowie jeglicher Eventualitäten für Ihren konkreten Einsatzfall. Dieses Dokument ist keine kundenspezifische Lösung, sondern soll lediglich Hilfestellung bei typischen Aufgabenstellungen bieten.
Die in diesem Dokument genannten Werte sind teilweise Annahmen und Abschätzungen, die eine detaillierte Betrachtung unter Zuhilfenahme der ISO 13849, IEC 61508, IEC 62061 und/oder IEC 61511 nicht ersetzen.
Die tatsächlich erreichbaren Kennwerte (insbesondere PL, PFH_D, Kategorie, DC, $MTTF_D$, CCF, SIL, HFT, PFH, PFD) hängen von den eingesetzten Komponenten sowie ihren Einsatzbedingungen in der konkreten Applikation ab.
Dieses Dokument enthebt Sie nicht von der Pflicht, eine Risikobeurteilung und eine Validierung Ihrer spezifischen Anwendung vorzunehmen und die Einhaltung sämtlicher Vorgaben, insbesondere der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (bis 20.1.2027 anzuwenden) bzw. Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 (ab 20.01.2027 anzuwenden), selbst sicherzustellen. Sie als Anwender tragen für Ihren konkreten Einsatzfall und für den sachgemäßen Betrieb der beschriebenen Produkte in diesem Zusammenhang selbst die Verantwortung.
Festo lehnt jede Haftung für Schäden ab, die durch die Anwendung von gegebenenfalls falschen bzw. unzureichenden Informationen oder aufgrund fehlender Informationen in diesen Unterlagen entstehen. Dies gilt ebenfalls für Defekte, die durch unsachgemäße Behandlung von Geräten und Baugruppen entstehen. Für Schäden, die durch die Nichteinhaltung der Vorgaben der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (bis 20.1.2027 anzuwenden) bzw. Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 (ab 20.01.2027 anzuwenden) entstehen, wird ebenfalls jede Haftung, mit Ausnahme von Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit seitens Festo, abgelehnt.
Die Informationen dieses Dokuments gelten keinesfalls als Ersatz für die Bedienungsanleitung der jeweiligen Hersteller sowie der Konstruktion und Prüfung der jeweils eigenen Anwendung durch den Benutzer. Die jeweiligen Bedienungsanleitungen der Produkte von Festo sind unter www.festo.com zu finden. Der Benutzer dieses Dokuments muss selbst sicherstellen, dass jede Funktion, die hier beschrieben ist, auch in seiner Anwendung ordnungsgemäß funktioniert. Der Benutzer bleibt auch durch das Studium dieses Dokuments sowie durch die Nutzung der darin genannten Angaben allein verantwortlich für die eigene Anwendung.
Im Übrigen gelten die Regelungen bzgl. Haftung aus den Liefer-, Zahlungs- und Softwarenutzungsbedingungen von Festo, welche Sie unter www.festo.com finden. Diese lassen wir Ihnen auf Anforderung gerne zukommen.
Dieses Dokument ist nur geeignet für Personen mit ausreichender Fachkompetenz für Maschinensicherheit und funktionaler Sicherheit auf Basis der ISO 12100, ISO 13849, IEC 61508, IEC 62061 und IEC 61511. Zusätzlich sind die folgenden Qualifikationen im Projektteam erforderlich:

- Fachkraft in der Pneumatik
- Fachkraft in der Elektrotechnik
- Fachkraft für die Programmierung von Steuerungen und Sicherheitsschaltgeräten

Urheberrechtshinweis

Diese Unterlagen sind geistiges Eigentum von Festo, der auch das ausschließliche Urheberrecht daran zusteht. Eine inhaltliche Änderung, die Vervielfältigung oder der Nachdruck dieser Unterlagen sowie deren Weitergabe an Dritte ist nur mit der ausdrücklichen schriftlichen Erlaubnis von Festo gestattet.
Festo behält sich das Recht vor, dieses Dokument vollständig oder teilweise zu ändern. Alle Marken- und Produktnamen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Inhaber.

© Festo SE & Co. KG, D - 73734 Esslingen, 2026
Internet: https://www.festo.com

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines 4

1.1 Ziele dieses Dokuments 4

1.2 Allgemeine Hinweise 4

2 SPM – Sichere Drucküberwachung (engl. Safe Pressure Monitor) 5

3 Verweise auf Beispielsschaltungen 8

4 Verwendete Literatur 9

4.1 Zitierte Unterlagen von Festo 9

4.2 Normen 9

4.3 Rechtsvorschriften 9

5 Informationen über das Dokument 10

5.1 Allgemeine Angaben 10

5.2 Revisionshistorie 10

5.3 Genehmigung/Freigabe des Dokuments 10

5.4 Gültigkeitsdauer 10

1 Allgemeines

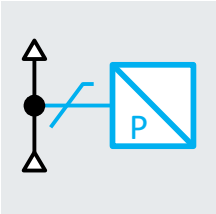
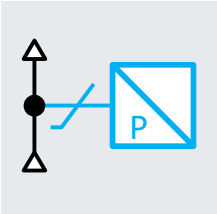
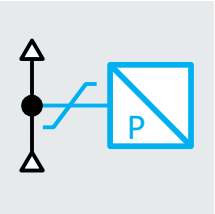
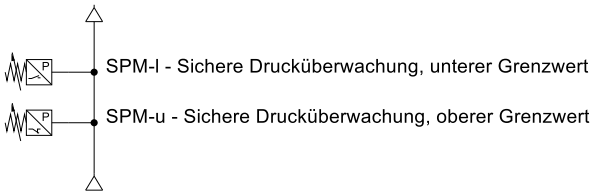
1.1 Ziele dieses Dokuments

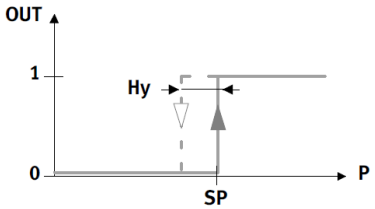
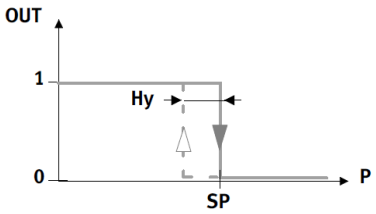
- In diesem Dokument wird die Sicherheits-Teilfunktionen „sichere Drucküberwachung (SPM)“ und die daraus abgeleiteten Funktionen für pneumatische Schaltungen definiert und deren sicheren Zustand festgelegt. Für die praktische Umsetzung werden anschließend zusätzliche Hinweise angegeben, die anwendungsabhängig beachtet werden sollten.
- Die aus der Sicherheits-Teilfunktion „sichere Drucküberwachung (SPM)“ abgeleiteten Funktionen sind
    - Sichere Drucküberwachung, oberer Grenzwert (engl. Safe Pressure Monitor, Upper Limit, SPM-u)
    - Sichere Drucküberwachung, unterer Grenzwert (engl. Safe Pressure Monitor, Lower Limit, SPM-l)
    - Sicherer Druckbereich (engl. Safe Pressure Range, SPR)
- Für die möglichen Diagnosemaßnahmen nach ISO 13849-1, Tabelle E.1, werden zusätzliche Angaben gemacht, wie ein bestimmter Diagnosedeckungsgrad in einem Kanal dieser Sicherheits-Teilfunktionen erreicht werden kann. Wie diese Diagnosedeckungsgrade in 2-kanaligen Schaltungen umgesetzt werden können, wird auf die Safety Application Notes im Support Portal verwiesen, siehe auch Abschnitt ➔ „3 Verweise auf Beispielsschaltungen“.

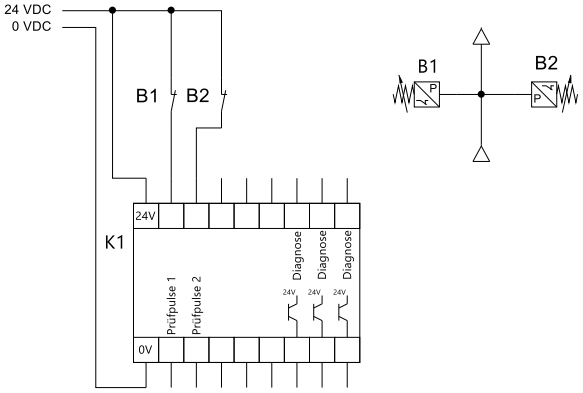
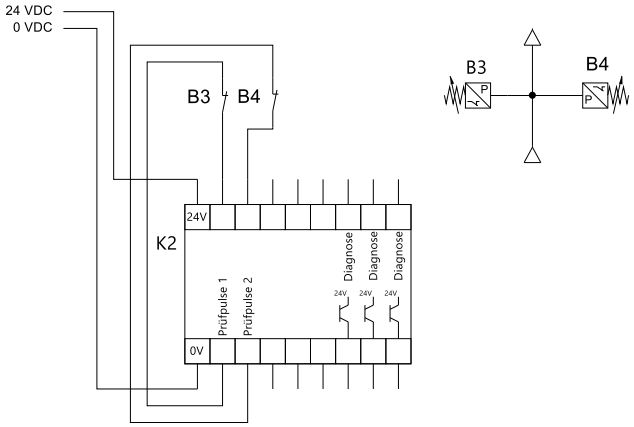
1.2 Allgemeine Hinweise

- Die angegebenen Schaltungen sind Prinzipschaltungen, die auf Grund der Übersichtlichkeit und Umfang nicht vollständig sein können. Sie sind Empfehlungen, die andere Möglichkeiten nicht ausschließen.
- Die verwendeten Abkürzungen für die Sicherheits-Teilfunktionen basieren auf der Definitionen SPM in der VDMA 24584 für die Pneumatik. Die Sicherheits-Teilfunktionen SPM-u, SPM-l und SPR sind nicht in der VDMA 24584 definiert.
- Mit den Sicherheits-Teilfunktionen SPM oder SPR wird ein Druckgrenzwert oder Druckbereich überwacht. Beim Über- oder Unterschreiten des Druckgrenzwerts oder beim Verlassen dieses Druckbereichs wird eine geeignete Sicherheits-Teilfunktion (Stoppfunktion oder Vermeidung unerwarteter Anlauf (PUS)) aktiviert, um die Anwendung in einen sicheren Zustand zu bringen. Diese Stoppfunktion oder PUS ist nicht Umfang der Sicherheits-Teilfunktionen SPM oder SPR.
- Für die Umsetzung der Sicherheits-Teilfunktion werden Druckschalter mit Eignung für sicherheitsbezogene Schaltungen (Bestätigung der relevanten Sicherheitsprinzipien bzw. der Bewährtheit nach ISO 13849-1) verwendet.
- Es können auch sichere Druckschalter mit Zertifizierung nach ISO 13849, IEC 62061 oder IEC 61508 verwendet werden. Diese werden in diesem Dokument jedoch nicht berücksichtigt.

2 SPM – Sichere Drucküberwachung (engl. Safe Pressure Monitor)

Abkürzungen	SPM-u	SPM-l	SPR
Bezeichnungen	Sichere Drucküberwachung, oberer Grenzwert	Sichere Drucküberwachung, unterer Grenzwert	Sicherer Druckbereich
Symbole	 SPM-u	 SPM-l	 SPR
Prinzip-Schaltung			
Überwachungsfunktion	• Die Sicherheits-Teilfunktion SPM-u gibt ein sicheres Ausgangssignal aus, wenn sich der Druck unterhalb des festgelegten Grenzwerts befindet. • Die Sicherheits-Teilfunktion SPM-l gibt ein sicheres Ausgangssignal aus, wenn sich der Druck oberhalb des festgelegten Grenzwerts befindet. • Die Sicherheits-Teilfunktion SPR gibt ein sicheres Ausgangssignal aus, wenn sich der Druck zwischen den festgelegten Grenzwerten befindet.		
Ausgang	• Befindet sich der Druck innerhalb des festgelegten Druckbereichs, wird ein Signal (24 VDC) ausgegeben. • Ist der Druck außerhalb des festgelegten Druckbereichs, wird kein Signal (0 VDC) ausgegeben. • Das Ausgabesignal kann von einem Sicherheitsschaltgerät verarbeitet werden.		
Warnhinweise 	**ACHTUNG** • Elektromechanische Druckschalter mit Mikroschaltern enthalten eine Membran aus einem Elastomer. Werden diese Druckschalter bei einer Sicherheits-Teilfunktion mit eingeschlossener Druckluft verwendet, z.B. SSC, kann es zu einem plötzlichen Versagen (Reißen der Membran) dieser Sicherheits-Teilfunktion kommen. • Werden Druckschalter zur Überwachung einer Sicherheits-Teilfunktion verwendet, die Druckluft einschließt, z.B. SSC, ist ein Fehlerausschluss „Bersten“ für den Druckschalter oder Drucksensor erforderlich. • Die Überwachungsfunktionen SPM und SPR erkennen einen gefährlichen Zustand. Dazu muss eine geeignete Reaktion der Sicherheitsschaltung festgelegt werden, z.B. alle pneumatischen Funktionen werden mit STO oder SDE stillgesetzt. • Bei 2-kanaligen Abfragen wird eine Diversität durch unterschiedliche Technologien empfohlen, z.B. PEV-1/4-B (elektromechanischer Druckschalter) und SPBA (Metalldünnfilm-Drucksensor).		

	• Diese Sicherheits-Teilfunktion entsprechen SPM nach VDMA 24584 für die Pneumatik.
Hinweise	• Um einen drucklosen Zustand zu überwachen, sollte ein für die Anwendung ungefährlicher Druck überwacht werden. Dieser Druck ist immer anwendungsbezogen zu bewerten, z.B. kann eine Überwachung auf 0,5 bar geeignet sein. Wird ein kleinerer Druck gewählt, sind evtl. Drucksensoren mit einer hohen Auflösung zu verwenden, die die Kosten für Überwachungsfunktionen deutlich erhöhen können. • Bei Festlegung eines Grenzwerts muss die Genauigkeit und die Hysterese der Druckschalter bzw. Drucksensoren berücksichtigt werden. • Der untere Grenzwert der Drucküberwachung (SPM-l) wird auch als Minimaldrucküberwachung bezeichnet. • Der obere Grenzwert der Drucküberwachung (SPM-u) wird auch als Maximaldrucküberwachung bezeichnet. • Die Einstellfunktion des Grenzwerts muss vor Manipulationen geschützt werden. • Werden zwei elektronische Drucksensoren in einem 2-kanaligen System verwendet, muss vom Hersteller bestätigt werden, dass auch die Software diversitär ausgeführt (siehe ISO 13849-1, 7.3.2) oder nach IEC 61508 entwickelt wurde. Für die Drucksensoren SPAU-... (8001231) und SPBA- (8000210) wurde dies geprüft. Die Bestätigung ist im Dokument FAQ-200138 (in der Anlage). • Bei einer zweikanaligen Überwachung mit Druckschaltern ist darauf zu achten, dass die Hysterese des mechanischen Druckschalters bei dem elektronischen Druckschalter eingestellt werden muss. Dies ist z.B. beim Drucksensor SDE 3 möglich. Erfolgt diese Einstellung nicht, schalten die Druckschalter und Drucksensoren bei unterschiedlichen Drücken mit einer zu großen Diskrepanzzeit und es kann zu vermeidbaren Anforderungen der Fehlerreaktion kommen. Schaltelementfunktion Schließer  Schaltelementfunktion Öffner  • Diese Sicherheits-Teilfunktion entspricht SPM nach VDMA 24584.

Mögliche Diagnosen	**Diagnosedeckungsgrad DC=90%** Um bei der Sicherheits-Teilfunktion SPM oder SPR einen Diagnosedeckungsgrad von DC=90% zu erreichen, kann die Diagnosemaßnahme „Kreuzvergleich der Eingangssignale, wobei Kurz- und Querschlüsse nicht bemerkt werden können“ angewendet werden.  Die Druckschalter B1 und B2 überwachen den Druck der pneumatischen Anlage. Da Kurz- und Querschlüsse nicht direkt erkannt werden können, ist der Diagnosedeckungsgrad auf 90 % begrenzt. **Diagnosedeckungsgrad DC = 99 %** Für einen Diagnosedeckungsgrad von DC=99% wird die Diagnosemaßnahme „Kreuzvergleich von Eingangssignalen und Zwischenergebnissen in der Logik (L) und zeitliche und logische Programmlaufüberwachung und Erkennung statischer Ausfälle und Kurzschlüsse (bei Mehrfach-Ein-/Ausgängen)“ verwendet. 

3 Verweise auf Beispielsschaltungen

Im Support Portal sind Safety Application Notes mit einer möglichen Bewertung auf Basis ISO 13849 für Grundschaltungen mit unterschiedlichen Ventilfunktionen verfügbar.

SPM-l, SPM-u, SPR	**Kanal 1:** **Diagnose** **Überwachung**	**Kanal 2:** **Diagnose** **Überwachung**	**Link**
bis zu Kategorie 1, bis zu PL c	Druckschalter	–	↗ 100569
bis zu Kategorie 3, bis zu PL e	Druckschalter Kreuzvergleich, Kurz-/Querschlüsse werden nicht erkannt	Drucksensor Kreuzvergleich, Kurz-/Querschlüsse werden nicht erkannt	↗ 100570
bis zu Kategorie 4, bis zu PL e	Druckschalter Kreuzvergleich, Kurz-/Querschlüsse werden erkannt	Drucksensor Kreuzvergleich, Kurz-/Querschlüsse werden nicht erkannt	↗ 100627

4 Verwendete Literatur

4.1 Zitierte Unterlagen von Festo

[1] 100569 Sicherheits-Teilfunktion SPM mit bis zu Kategorie 1, bis zu PL c
[2] 100570 Sicherheits-Teilfunktion SPM mit bis zu Kategorie 3, bis zu PL e
[3] 100627 Sicherheits-Teilfunktion SPM mit bis zu Kategorie 4, bis zu PL e

4.2 Normen

[4] DIN EN ISO 4414:2011-04 - Fluidtechnik - Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile (ISO 4414:2010); Deutsche Fassung EN ISO 4414:2010
[5] ISO 5598:2020-01 - Fluidtechnik - Vokabular
[6] DIN EN ISO 12100:2011-03 - Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsleitsätze - Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010); Deutsche Fassung EN ISO 12100:2010
[7] DIN EN ISO 13849-1:2023-12 - Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2023); Deutsche Fassung EN ISO 13849-1:2023
[8] DIN EN ISO 13849-2:2013-02 - Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 2: Validierung (ISO 13849-2:2012); Deutsche Fassung EN ISO 13849-2:2012
[9] VDMA 24584:2022-06 - Sicherheitsfunktionen geregelter und nicht geregelter (fluid-) mechanischer Systeme.
[10] DIN EN 61508:2011-02 - Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme (IEC 61508:2010); Deutsche Fassung EN 61508:2010
[11] DIN EN 61508-4:2011-02 - Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme - Teil 4: Begriffe und Abkürzungen (IEC 61508-4:2010); Deutsche Fassung EN 61508-4:2010
[12] DIN EN 61511-1:2019-02 - Funktionale Sicherheit - PLT-Sicherheitseinrichtungen für die Prozessindustrie (IEC 61511:2016); Deutsche Fassung EN 61511-1:2017
[13] DIN EN IEC 62061:2023-02 - Sicherheit von Maschinen - Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener Steuerungssysteme (IEC 62061:2021); Deutsche Fassung EN IEC 62061:2021

4.3 Rechtsvorschriften

[14] Maschinenrichtlinie: Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)
[15] Maschinenverordnung: Verordnung (EU) 2023/1230 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Juni 2023 über Maschinen und zur Aufhebung der Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und der Richtlinie 73/361/EWG des Rates

5 Informationen über das Dokument

5.1 Allgemeine Angaben

Dokumentennummer	100519
Definition	SPM – Sichere Drucküberwachung SPR – Sicherer Druckbereich

5.2 Revisionshistorie

Vers.	Datum	Bearb.	Kapitel	Beschreibung der Änderung/Auswirkung
1.10	19.11.2026	JKHL	Alle	Erstellung des Dokuments

5.3 Genehmigung/Freigabe des Dokuments

Rolle	Unterschrift
Freigabe	 Digital signiert von Jürgen Kühnle DN: cn=Jürgen Kühnle gn=Jürgen Kühnle c=DE Germany l=DE Germany o=Festo SE & Co. KG ou=SC-OTP e=juergen.kuehnle@festo.com Grund: Freigabe dieses Dokuments Ort: Esslingen Datum: 2026-11-19 08:50+01:00

5.4 Gültigkeitsdauer

Das Dokument ist bis 19.11.2031 gültig oder bis eines der verwendeten Dokumente oder die erforderliche relevante Grundlage geändert wird.











Haben Sie Fragen zu dieser Application Note?

Sie können uns gerne Ihre Fragen über das Kontaktformular zukommen lassen.

Suchen Sie Safety Application Notes mit Lösungsbeispielen für die wichtigsten Sicherheits-Teilfunktionen in der Pneumatik?

Im Support Portal erweitern wir regelmäßig unsere Sammlung mit Dokumenten.

Wollen Sie sich einen Gesamtüberblick zur Maschinen- und Anlagesicherheit verschaffen?

In unserem Leitfaden haben wir Informationen zur Maschinensicherheit und funktionalen Sicherheit zusammengestellt.

Leitfaden herunterladen.

Benötigen Sie weitere Unterstützung?

Wir bieten auch Dienstleistungen für Maschinensicherheit an

- Risikobeurteilung
- Sicherheitskonzept
- Schaltungsentwicklung
- Verifizierung / Validierung

Angebot können Sie gerne über das Kontaktformular einholen.

Benötigen Sie Schulungen oder eine Weiterbildung?

Bei Festo Didactic finden Sie Schulungen zur Maschinensicherheit, zur Funktionalen Sicherheit und zum Thema CE-Kennzeichnung.

Angebot für Schulung oder Workshop anfragen.