



Funktionale Sicherheit und Gaswarnsysteme

Safety Integrity Level – SIL

GASMESSTECHNIK

Funktionale Sicherheit sorgt für Risikominderung zum Schutz von Mensch, Umwelt und Anlagen.

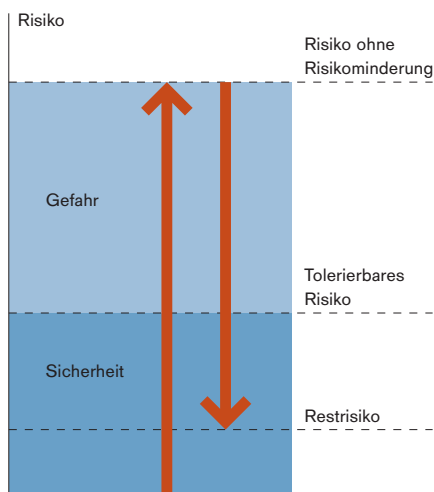
Verfahrenstechnische Anlagen können je nach Gestaltung der Prozesse und der Art der auftretenden Stoffe (insbesondere auch Gase und Dämpfe) ein so erhebliches Risiko für Mensch und Umwelt darstellen, dass automatisch aktivierte Einrichtungen zur Reduzierung des Risikos erforderlich werden.

Für die Zuverlässigkeit solcher Schutzsysteme sind je nach tolerierbarem Restrisiko ausreichende Maßnahmen zur

- Fehlervermeidung,
- Fehlererkennung und
- Fehlerbeherrschung

sicherzustellen, und zwar abhängig vom bestehenden Risiko mit unterschiedlichem Schärfegrad, dem sog. SIL oder Safety Integrity Level.

Für Gaswarnanlagen, die im Falle einer vorgegebenen Gaskonzentration sicherheitsrelevante Gegenmaßnahmen schalten müssen, stellt sich daher die Frage, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine solche Gegenmaßnahme im Falle der Anforderung, d. h. bei Vorhandensein einer vorgegebenen Gaskonzentration, aufgrund eines unbemerkt aufgetretenen Fehlers nicht ausgeführt werden kann.



Risikobetrachtung.

Der Prozess gilt als sicher, wenn das aktuelle Risiko durch risikomindernde Maßnahmen unter das Niveau des tolerierbaren Risikos abgesenkt wird. Stets verbleibt aber ein Restrisiko. Wird die Sicherheit durch technische Maßnahmen realisiert, spricht man von funktionaler Sicherheit.

Die wesentliche Zielsetzung bei der Entwicklung und Auslegung von sicherheitsgerichteten Systemen ist es also, die Fehlerrate solcher gefährlicher Fehler gering zu halten (Fehlervermeidung), sie durch automatische Diagnoseverfahren stets abzudecken (Fehlererkennung) und die Anlage im Fehlerfall in einen sicheren Zustand zu versetzen (Fehlerbeherrschung).

Risikoanalyse

Abhängig davon, in welchem Umfang menschliches Leben, Sachwerte und Umwelt gefährdet sind, ergeben sich vier unterschiedliche Risikostufen.

Allgemein setzt sich ein Risiko zusammen aus dem zu erwartenden Schadensausmaß und der Eintrittswahrscheinlichkeit des Schaden verursachenden Ereignisses. Zur Einstufung des aktuellen Risikos verwendet man jedoch meist feiner strukturierte Methoden, z. B. den Risiko-Graph. Hier wird das Schadensausmaß in vier Kategorien eingeteilt, und der Wahrscheinlichkeitsaspekt wird zusätzlich durch Kriterien wie „Häufigkeit der Exposition gefährdeter Personen“ und „Möglichkeit einer Gefahrenabwehr“ unterfüttert.

Solche Risikoanalysen können nur durch hochqualifizierte Fachleute durchgeführt werden, die mit den anlagen- und prozessspezifischen Gegebenheiten bestens vertraut sind. Ein Ergebnis dieser Analyse ist die Definition einer risikomindernden Maßnahme in Form eines Sicherheitssystems, verbunden mit der

- Definition der Sicherheitsfunktion und dem
- geforderten SIL (Safety Integrity Level)

Restrisiko

Wird die funktionale Sicherheit durch ein elektrisches, elektronisches oder program-

mierbares elektronisches System (kurz: E/E/PES) realisiert, so fordert die 7-teilige Norm IEC bzw. EN 61508 einen quantitativen Nachweis für das verbleibende Risiko, und zwar durch Ermittlung der sog. gefährlichen Versagenswahrscheinlichkeit dieses Schutzsystems.

Fehler

Kein E/E/PES ist – über seine gesamte Betriebszeit betrachtet – absolut fehlerfrei. Es unterliegt stets systematischen und zufälligen Fehlern und ist darüber hinaus möglicherweise auch einem Verschleiß unterworfen. Dieser Aspekt ist jedoch nicht Gegenstand der SIL-Betrachtung; man geht davon aus, dass Verbrauchsteile so frühzeitig ersetzt werden, dass Verschleißfehler nicht auftreten können.

Systematische Fehler

... sind Planungs- und Entwicklungsfehler, sie existieren unerkannt bereits zum Zeitpunkt der Auslieferung und sind reproduzierbar (z. B. Softwarefehler, falsche Dimensionierung oder Betrieb von elektronischen Bauteilen außerhalb ihrer Spezifikation). Durch organisatorische Maßnahmen und sicherheitsgerichtete Entwicklung können systematische Fehler (insbesondere Softwarefehler) minimiert werden.

Zufällige Fehler

... sind unvermeidbare charakteristische Eigenschaften von Bauteilen. Sie existieren nicht zum Zeitpunkt der Auslieferung, treten aber während des Betriebs zu einem beliebigen Zeitpunkt auf. Der zufällige Fehler wird durch die sog. konstante Fehlerrate λ beschrieben und besagt, dass innerhalb gleicher Zeitintervalle stets der gleiche Prozentsatz an Bauteilen ausfällt.

In speziellen Belastungsversuchen kann der Hersteller diese Fehlerrate an einer sehr großen Anzahl von Bauteilen dadurch ermitteln, dass er den Zeitpunkt bestimmt oder hochrechnet, zu dem 63 % der Bauteile ausgefallen sind. Der Kehrwert dieser Zeit, die sog. MTTF (Mean Time To Failure), ist die Fehlerrate λ . λ ist ein rein statistischer Wert, der es aber ermöglicht, Ausfallwahrscheinlichkeiten zu berechnen.

Ausfallwahrscheinlichkeit

Die Statistik geht noch einen Schritt weiter: Wenn beispielsweise von 1000 gleichartigen Geräten nach 12 Monaten 340 Geräte ausgefallen sind, definiert sie für ein einzelnes Gerät nach einjähriger Betriebszeit eine Ausfallwahrscheinlichkeit von 34 %. Die Ausfallwahrscheinlichkeit steigt mit der Betriebszeit kontinuierlich an, und zum Zeitpunkt der MTTF beträgt die Ausfallwahrscheinlichkeit für ein betrachtetes Gerät 63 %.

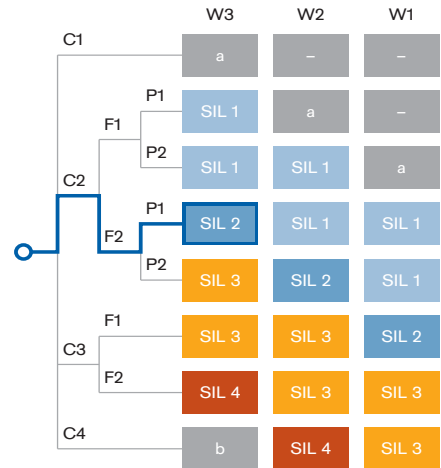
Versagenswahrscheinlichkeit

Dieses Verhalten lässt sich natürlich auch auf die Sicherheitsfunktion übertragen: Betrachtet man ein Gerät, das eine Sicherheitsfunktion ausführen muss, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Sicherheitsfunktion nicht ausgeführt wird zum Zeitpunkt des erfolgreichen Funktionstests (Zeitpunkt 0) ebenfalls 0, d. h. das Gerät

ist absolut zuverlässig. Danach steigt die sog. Versagenswahrscheinlichkeit kontinuierlich an. Wird das Gerät nach gewisser Zeit instand gesetzt und die Sicherheitsfunktion geprüft bzw. ausgeführt, so ist die Versagenswahrscheinlichkeit wiederum 0. Man kann also die Versagenswahrscheinlichkeit in regelmäßigen Abständen auf Null zurücksetzen, denn man hat ja zumindest zum Zeitpunkt des erfolgreichen Tests der Sicherheitsfunktion ein absolut zuverlässiges Gerät.

Der Mittelwert der resultierenden „Zickzack-Kurve“ lässt sich als Zahlenwert angeben. Multipliziert man das halbe Wartungsintervall T_P mit der Fehlerrate λ , so erhält man die mittlere Versagenswahrscheinlichkeit: $PFD_{avg} = 0.5 \cdot \lambda \cdot T_P$

Die Abkürzung PFD leitet sich aus dem englischen Probability of Failure On Demand ab, ein Hinweis darauf, dass das sicherheitsgerichtete System zwar kontinuierlich betriebsbereit ist, jedoch nur selten zur Ausführung der Sicherheitsfunktion aufgefordert wird, nämlich weniger als einmal pro Jahr. Diese als Low Demand Mode bezeichnete Betriebsart ist in der Prozessindustrie für Schutzsysteme üblich. Ist eine Anforderung häufiger erforderlich, so müssen Überlegungen angestellt werden, ob nicht weitere und/oder andere Schutzmaßnahmen zur Risikominderung herangezogen werden können.



- a keine speziellen Sicherheitsanforderungen
- b ein einzelnes Sicherheitssystem ist nicht ausreichend

Risikograph nach IEC 61508 / 61511.

Ist im Falle des unerwünschten Ereignisses und weil sich Personen häufiger im Gefahrenbereich aufhalten (F2) mit dem Tod einer Person zu rechnen (C2), und ist eine Gefahrenabwehr zwar unter bestimmten Bedingungen möglich (P1) und die Eintrittswahrscheinlichkeit des unerwünschten Ereignisses relativ hoch (W3), so muss das Schutzsystem mindestens den SIL 2 haben.

Schadensausmaß

- C1 leichte Verletzung einer Person; kleinere schädliche Umwelteinflüsse
- C2 schwere irreversible Verletzung einer oder mehrerer Personen oder Tod einer Person; vorübergehende größere schädliche Umwelteinflüsse
- C3 Tod mehrerer Personen; lang andauernde größere schädliche Umwelteinflüsse
- C4 katastrophale Auswirkungen; sehr viele Tote

Aufenthaltsdauer

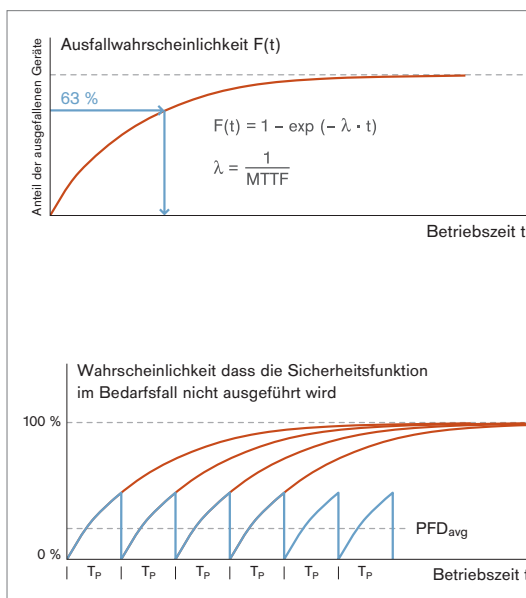
- F1 selten bis öfter
- F2 häufig bis dauernd

Gefahrenabwehr

- P1 möglich unter bestimmten Bedingungen
- P2 kaum möglich

Eintrittswahrscheinlichkeit

- W1 sehr gering
- W2 gering
- W3 relativ hoch



Fehler sind erlaubt solange das System in den sicheren Zustand geht.

Sicherheitsfunktion

Die Sicherheitsfunktion oder Safety Instrumented Function SIF einer Gaswarnanlage ist es, bei Anwesenheit einer vorgegebenen Gaskonzentration einen Gasalarm auszulösen. Ist sie – im Fehlerfall – dazu nicht in der Lage, muss sie in den sicheren Zustand gehen. Der sichere Zustand ist dabei durch eine Aktion definiert, die dem Gasalarm gleichkommt, d. h. es werden mindestens die gleichen Maßnahmen eingeleitet wie bei Gasalarm, wobei zusätzlich eine Störmeldung z. B. in Form einer Wartungsanforderung aktiviert wird.

Um aber in den sicheren Zustand gehen zu können, müssen Fehlerzustände auch zuverlässig erkannt werden. Deshalb wird bei der Fehleranalyse (Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis FMEDA) hinsichtlich ihrer Auswirkung unterschieden zwischen einerseits erkennbaren und nicht erkennbaren Fehlern sowie andererseits zwischen ungefährlichen und gefährlichen Fehlern.

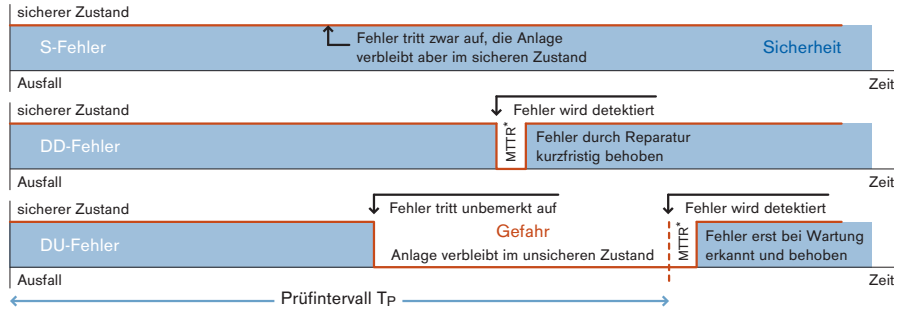
PFD _{avg}	System oder Subsystem versagt bei einer von ... Anforderungen	SIL
≥ 0.01 ... < 0.1	11 ... 100	1
≥ 0.001 ... < 0.01	101 ... 1000	2
≥ 0.0001 ... < 0.001	1001 ... 10000	3
≥ 0.00001 ... < 0.0001	10 001 ... 100 000	4

Erforderlicher PFD_{avg} zum Erreichen eines SIL.
Um SIL 2 zu erreichen, muss die PFD_{avg} kleiner sein als 0,01, d. h. bei mehr als 100 Anforderungen darf das System im statistischen Mittel nur einmal versagen. Für den Low Demand Mode (eine Anforderung pro Jahr) bedeutet das: Das System versagt weniger als einmal in 100 Jahren.

$$SFF = \frac{\lambda_{SD} + \lambda_{SU} + \lambda_{DD}}{\lambda_{SD} + \lambda_{SU} + \lambda_{DD} + \lambda_{DU}}$$

Safe Failure Fraction SFF.

Der SFF gibt den Anteil der sicheren und beherrschbaren Fehler im Verhältnis zum Gesamtfehler an. Das Komplement ist der Anteil der gefährlichen nicht erkennbaren Fehler, der so gering wie möglich sein sollte.



* MTTR: Mean Time To Repair = mittlere Reparaturzeit, meist 8 h

Sicherheitstechnische Fehler

Ein problemloser Fehler (λ_{SU}) ist sicherlich derjenige, der die Ausführung der Sicherheitsfunktion nicht verhindert, auch wenn er gar nicht erkennbar ist. Und da ein System durch erkennbare Fehler (λ_{SD} und λ_{DD}) stets in den sicheren Zustand versetzt werden kann, sind auch solche Fehler grundsätzlich beherrschbar, unabhängig davon, ob sie nun die Sicherheitsfunktion beeinträchtigen oder nicht.

Gefährliche Fehler (λ_{DU}) aber, die nicht erkannt werden können, werden das gesamte Sicherheitskonzept zu Fall bringen. Sie treten irgendwann auf, und sind nur durch regelmäßige Überprüfung erkennbar – dieses ist die einzige Möglichkeit, Fehler, die sich selbst nicht melden, so rechtzeitig zu erkennen, dass schädliche Folgen mit ausreichend hoher Wahrscheinlichkeit vermieden werden.

Im Fokus: Der DU-Fehler

Im statistischen Mittel tritt dieser DU-Fehler zur Hälfte des Wartungsintervalls auf:

$$PFD_{avg} = 0.5 \cdot \lambda_{DU} \cdot T_P$$

Das Wartungsintervall T_P setzt die vom Betreiber durchzuführende periodische Prüfung der Sicherheitsfunktion voraus. Nicht nur, dass die PFD_{avg} für einen vorgegebenen SIL gewisse Werte nicht überschreiten darf, auch der Safe Failure Fraction SFF – dieses ist der Anteil der sicheren und beherrschbaren Fehler – muss bei der Planung einer sicherheitsgerichteten Anlage mit SIL-Einstufung berücksichtigt werden.

Nur der nicht erkennbare gefährliche Fehler ist ein Sicherheitsproblem

λ_{SD}	safe detected sicherer und erkennbarer Fehler	die SIF kann stets ausgeführt werden
λ_{SU}	safe undetected sicherer aber nicht erkennbarer Fehler	die SIF kann stets ausgeführt werden
λ_{DD}	dangerous detected gefährlicher aber erkennbarer Fehler	die SIF kann nicht ausgeführt werden, die Anlage geht aber in den sicheren Zustand
λ_{DU}	dangerous undetected gefährlicher und nicht erkennbarer Fehler	der Fehler tritt unbemerkt auf, die Anlage kann im Bedarfsfall die SIF nicht ausführen

(SIF = Safety Instrumented Function)

Die Sicherheitskette besteht aus drei Subsystemen: erkennen, reagieren, verhindern.

Subsysteme

Ein sicherheitsgerichtetes System (Safety Instrumented System SIS) besteht stets aus Sensoren, d. h. Messelementen und -wandlern, die eine Gefahrensituation erkennbar machen und als elektrisches Signal bereit halten, einem Auswertesystem, das Überschreitungen vorgegebener Grenzwerte erkennt, und Aktoren, die die geforderte Sicherheitsfunktion ausführen. Im einfachsten Fall ist ein solches SIS ein lineares System, z. B. eine Gaswarnanlage, bestehend aus Gasmessstransmitter, Zentralgerät und Relais.

Abhängig davon, ob das betrachtete Subsystem komplex oder einfach ist, muss ein Subsystem einen gewissen minimalen SFF aufweisen. Solange keine hochkomplexe oder programmierbare Elektronik verwendet wird, wird ein Subsystem meist als einfach eingestuft.

Der HFT (Hardwarefehler-Toleranz) kann durch die Architektur der Anlage erhöht werden. Sind zwei Sensoren redundant verschaltet, so kann bei Ausfall des einen Sensors der andere weiterhin die Ausführung der Sicherheitsfunktion gewährleisten. Ein Fehler führt dann nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion, daher ist bei Redundanz oder auch 2-aus-3-Entscheidung (auch 2oo3-voting, d.h. 2 out of 3) der

HFT = 1. Durch 3-fach Redundanz (1oo3) wird HFT = 2 realisiert: Selbst wenn 2 Sensoren ausfallen, ist die Sicherheitsfunktion nicht beeinträchtigt. Allerdings müssen bei Redundanzen auch stets Fehler betrachtet werden, die zum Ausfall beider Sensoren führen und daher redundanz-mindernd wirken. Dieses sind die sog. common cause failures, die oftmals nur abgeschätzt werden als Anteile von $\beta = 1, 2, 5$, oder 10 % des DU-Fehlers. Wirkliche Redundanz ohne common cause failures erhält man eigentlich nur durch Diversität, d. h. durch Verwendung unterschiedlicher Messverfahren oder Produkte, möglichst sogar auch von verschiedenen Herstellern.

Lineares System (HFT = 0)

Jedes Subsystem muss sicherheitstechnisch durch eine FMEDA bewertet worden sein, und bei der Zusammenstellung der drei Subsysteme müssen deren einzelne PFD_{avg} zu einer PFD_{sys} aufsummiert werden: $PFD_{sys} = PFD_{SE} + PFD_{LS} + PFD_{FE}$ wobei die einzelnen PFD sich aus dem halben Produkt von Wartungsintervall und DU-Fehlerrate ergeben. Um beispielsweise SIL2 zu erreichen, muss $PFD_{sys} < 0.01$ sein und (wegen $HFT = 0$) die jeweiligen SFF für komplexe Subsysteme größer 90, für einfache Subsysteme größer 60 % sein.

SFF (Anteil beherrschbarer Fehler)	HFT für einfache Subsysteme (Typ A)		
	0	1	2
< 60 %	SIL 1	SIL 2	SIL 3
60 ... < 90 %	SIL 2	SIL 3	SIL 4
90 ... < 99 %	SIL 3	SIL 4	SIL 4
≥ 99 %	SIL 3	SIL 4	SIL 4

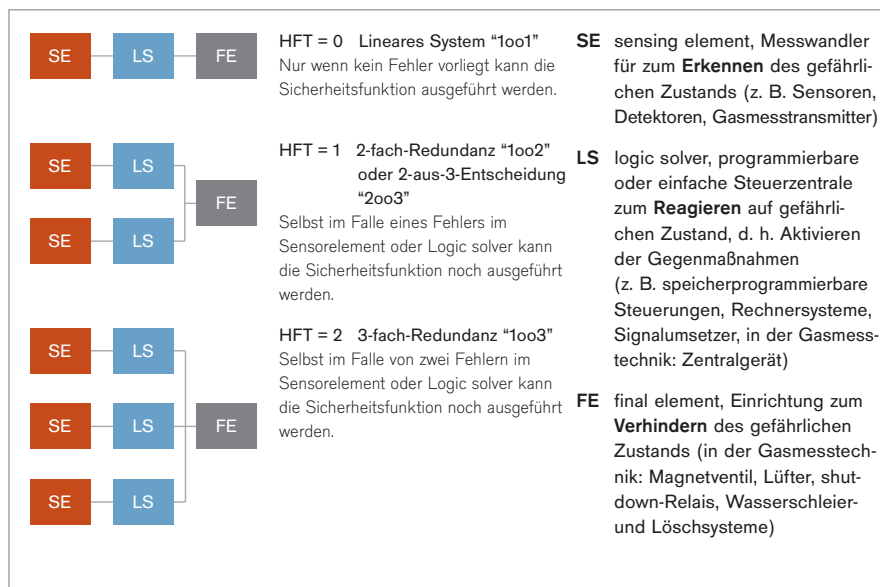
Einfache Subsysteme (Typ A).

Dieses sind z. B. Relais, einfache Sensoren, Geräte mit analogen und – bis zu einem gewissen Grad – auch digitalen Stromkreisen.

SFF (Anteil beherrschbarer Fehler)	HFT für komplexe Subsysteme (Typ B)		
	0	1	2
< 60 %	–	SIL 1	SIL 2
60 ... < 90 %	SIL 1	SIL 2	SIL 3
90 ... < 99 %	SIL 2	SIL 3	SIL 4
≥ 99 %	SIL 3	SIL 4	SIL 4

Komplexe Subsysteme (Typ B).

Dieses sind z. B. softwarebasierte speicherprogrammierbare Steuerungen, Geräte mit Mikroprozessoren, ASICs, usw.



Unterschiedliche typische Systemarchitekturen und ihre HFT.

SIL für Gaswarnanlagen. Beispiel einer Sicherheitskette

2-fach-Redundanz (HFT = 1)

Die PFD_{avg} der redundant ausgelegten Subsysteme müssen zunächst errechnet werden um sie dann als PFD_{SE} , PFD_{LS} oder PFD_{FE} in die Gleichung

$$PFD_{sys} = PFD_{SE} + PFD_{LS} + PFD_{FE}$$

einzusetzen. Der SFF redundant ausgelegter Subsysteme darf (wegen HFT = 1) zur Erreichung von SIL2 weniger als 90 bzw. 60 % betragen.

Bei nicht-diversitärer Redundanz muss der common-cause failure β berücksichtigt werden, z. B. mit 5 %, d. h. $\beta = 0.05$.

Redundantes Subsystem

Bei redundanter Auslegung gleichartiger Produkte (z. B. Gasesstransmittern) errechnet sich die PFD wie folgt:

$$PFD_{avg} = \frac{1}{3} \cdot (\lambda_{DU} \cdot T_P)^2 + \beta \cdot T_P$$

Setzt man verschiedenartige Produkte (Fehlerraten λ_{DU1} und λ_{DU2}) ein, so erhält man die diversitäre Redundanz und der common cause failure β kann vernachlässigt werden. Man erhält

$$PFD_{avg} = \frac{1}{3} \cdot \lambda_{DU1} \cdot \lambda_{DU2} \cdot T_P^2$$

SIL-Konformität

In der SIL-Konformitätserklärung gibt der Hersteller von Subsystemen die für die Zusammenstellung einer Sicherheitskette wesentlichen Informationen bekannt. Darüber hinaus sind darin Hinweise enthalten, unter welchen Voraussetzungen der Safety Integrity Level gilt, welche Wartungsmaßnahmen durchzuführen sind (insbesondere falls Verbrauchsteile eingebunden sind) und wie die Wiederholungsprüfung (Proof Test, d. h. der Test der Sicherheitsfunktion) durchzuführen ist.

SE - Sensing Element.

Der Gasesstransmitter **erkennt** den gefährlichen Zustand.



Polytron 7000
mit Sensor
Typ B
 $PFD_{SE} = 1.56E-03$
 $T_P = 8760$ h
 $\lambda_{DU} = 3.57E-07$ h⁻¹
SFF = 90 %

LS - Logic Solver.

Das Zentralgerät **reagiert** auf den gefährlichen Zustand und aktiviert Gegenmaßnahmen.



4-20-mA-Einschub REGARD
inkl. REGARD Master Card
Typ B
 $PFD_{LS} = 2.23E-04$
 $T_P = 8760$ h
 $\lambda_{DU} = 5.10E-08$ h⁻¹
SFF = 94 %

FE - Final Element.

Das Magnetventil **verhindert** den gefährlichen Zustand, indem es die Gasleitung schließt.



Magnetventil
(stromlos schließend)
Typ A
 $PFD_{FE} = 5.20E-03$
 $T_P = 8760$ h
 $\lambda_{DU} = 1.20E-06$ h⁻¹
SFF = 68 %

Beispiel einer Gaswarnanlage in linearer Architektur, daher HFT = 0

Da die jeweiligen SFF für Typ B ≥ 90 % und für Typ A ≥ 60 % sind und die Summe der drei PFD, berechnet als $PFD_{sys} = 1.56E-03 + 2.23E-04 + 5.20E-03 = 6.98E-03$, kleiner als 0.01 ist, erfüllt diese Anlage die Anforderungen gemäß SIL2, wenn sie entsprechend den Angaben des Herstellers betrieben und gewartet und die Wiederholungsprüfung jährlich (alle 8760 Stunden) durchgeführt wird.

SIL ist keine Produkteigenschaft, sondern ein fortwährend aufrecht zu erhaltender Prozess – ein Anlagen-Lebenszyklus.

DRÄGER-TRANSMITTER ZUM EINSATZ IN SIL2-ANLAGEN UND DEREN „SIL-PARAMETER“

Transmitter	Messprinzip	SFF bei HFT = 0	λ_{DU}	PFD _{SE} bei T _P = 1 Jahr
Dräger Polytron IR Typ 334	Infrarot, zur Detektion brennbarer Gase und Dämpfe	96 %	3.00E-08 h ⁻¹	1.28E-04
Dräger Polytron 7000	Elektrochemisch, für toxische Gase und Sauerstoff	90 %	3.57E-07 h ⁻¹	1.56E-03
Dräger Polytron Pulsar	Open-Path Infrarot, zur Detektion brennbarer Gase	92 %	1.09E-07 h ⁻¹	4.77E-04
Dräger PIR 7000	Infrarot, zur Detektion brennbarer Gase und Dämpfe	94 %	4.70E-08 h ⁻¹	2.04E-04
Dräger PIR 7200	Infrarot, zur Detektion von Kohlenstoffdioxid	94 %	4.70E-08 h ⁻¹	2.04E-04

Der Lebenszyklus eines SIS

Im allgemeinen wird die SIS von Systemingenieuren geplant, zusammengestellt und in Betrieb genommen. Allein dieser Vorgang erfordert ein hohes Maß an Sorgfalt, Dokumentation und Nachweisen.

Während des Betriebes muss ein SIS entsprechend den Angaben der Subsystem-Hersteller kontinuierlich gewartet und ggf. in den Neuzustand versetzt werden. Darüber hinaus muss die Wiederholungsprü-

fung der Sicherheitsfunktion in den vorgeschriebenen Zeitintervallen T_P erfolgen, und es müssen organisatorische Maßnahmen für die unverzügliche Reparatur und Ersatzteilbelieferung getroffen werden.

Safety Integrity von Dräger

Dräger ist nicht nur Hersteller von Subsystemen wie Sensoren, Gasesstransmittern und Zentralgeräten, sondern ist darüber hinaus auch in der Lage, Ihnen durch seine

System-Center komplette sicherheitsgerichtete Gaswarnsysteme einschließlich der erforderlichen Dokumentation zu entwerfen, zu errichten, in Betrieb zu nehmen und zu warten.

Unsere Systemingenieure beraten Sie kompetent wenn es darum geht, Safety Integrity in ein Anlagenkonzept umzusetzen.



Die gesamte Hardware- und Software-Entwicklung des Transmitters Dräger PIR 7000 wurde in Bezug auf seine SIL2-Fähigkeit gemäß EN/IEC 61508 vom TÜV überwacht und zertifiziert.

HAUPTSITZ

Dräger Safety AG & Co. KGaA
Revalstraße 1
23560 Lübeck, Deutschland

www.draeger.com

ANLAGENBAU GASMESSTECHNIK

REGION NORD

23560 Lübeck
Tel 0451 882-4722
Fax 0451 882-4724

REGION OST

04416 Markkleeberg
Tel 0341 35 0 31-173
Fax 0341 35 0 31-172

REGION SÜD

82008 Unterhaching
Tel 089 61 52 03 13
Fax 089 61 52 03 10

REGION WEST

47807 Krefeld
Tel 02151 37 35 39
Fax 02151 37 35 35

VERTRIEB INTERNATIONAL

P. R. CHINA

Beijing Fortune Draeger
Safety Equipment Co., Ltd.
A22 Yu An Rd, B Area,
Tianzhu Airport Industrial Zone,
Shunyi District, Beijing 101300
Tel +86 10 80 49 80 00
Fax +86 10 80 49 80 05

FRANCE

Dräger Safety France SAS
3c route de la Fédération,
BP 80141
67025 Strasbourg Cedex 1
Tel +33 3 88 40 59 29
Fax +33 3 88 40 76 67

ÖSTERREICH

Dräger Safety Austria Ges.m.b.H
Wallackgasse 8, 1230 Wien
Tel +43 1 609 36 02
Fax +43 1 699 62 42

SCHWEIZ

Dräger Safety Schweiz AG
Aegertweg 7, 8305 Dietlikon
Tel +41 44 805 82 82
Fax +41 44 805 82 80

SINGAPORE

Dräger Safety Asia Pte Ltd
67 Ayer Rajah Crescent #06-03
Singapore 139950
Tel +65 68 72 92 88
Fax +65 65 12 19 08

UNITED KINGDOM

Draeger Safety UK Ltd.
Blyth Riverside Business Park
Blyth, Northumberland NE24 4RG
Tel +44 1670 352 891
Fax +44 1670 544 475

USA

Draeger Safety, Inc.
505 Julie Rivers, Suite 150
Sugar Land, TX 77478
Tel +1 281 498 10 82
Fax +1 281 498 51 90