

Inhalt

1	Anwendungsbereich.....	2
2	Anwendung der Tabelle 1 der EN 50156-1	2
3	Diagnosedeckungsgrad	2
4	Zitierte Literatur.....	3
Anhang	Beispiel für den Zuverlässigkeitsnachweis eines sicherheitsbezogenen Systems gemäß EN 12952 und EN 50156-1.....	4

1 Anwendungsbereich

Dieses Merkblatt enthält Erläuterungen zur Anwendung der Tabelle 1 der EN 50156-1. In diesem Zusammenhang werden Maßnahmen für die Realisierung der in dieser Tabelle aufgeführten Diagnosedeckungsgrade empfohlen.

2 Anwendung der Tabelle 1 der EN 50156-1

Um den geforderten Sicherheits-Integritätslevel (SIL) für eine Sicherheitsfunktion zu erreichen, muss ein hierfür vorgesehenes sicherheitsbezogenes elektrisches/elektronisches/elektronisch programmierbares (E/E/PE)-System insbesondere Anforderungen an die Sicherheitsintegrität erfüllen.

Für Sensoren und/oder Aktoren eines sicherheitsbezogenen E/E/PE-Systems enthält die Tabelle 1 der EN 50156-1 Anforderungen in Bezug auf

- die Architektur (maximal 3-kanalig),
- das Betriebsintervall zwischen zwei Prüfungen und
- den Diagnosedeckungsgrad,

um einen SIL 1, 2 oder 3 in Anspruch nehmen zu können. Während die Zuordnung zu SIL 1 und 2 unmittelbar ohne rechnerischen Zuverlässigkeitsnachweis durchgeführt werden kann, ist für die Inanspruchnahme eines SIL 3 ein rechnerischer Zuverlässigkeitsnachweis notwendig, es sei denn, ein hoher Diagnosedeckungsgrad kann beansprucht werden.

Die Tabelle 1 bezieht sich gemäß Überschrift auf Sensoren und/oder Aktoren, die auf Produktnormen ohne Daten nach EN 61508 oder auf der Fehlerbewertung gemäß Bild 11, Bild 12 oder Bild 13 basieren.

Die Tabelle kann aber auch auf Geräte mit Daten nach EN 61508 angewendet werden, falls ein rechnerischer Zuverlässigkeitsnachweis nach EN 61508 nicht durchgeführt wird.

3 Diagnosedeckungsgrad

Die in der Tabelle 1 der EN 50156-1 aufgeführte Möglichkeit, unter bestimmten Randbedingungen keine Diagnosemaßnahme zu ergreifen, wird im Rahmen dieses Merkblattes als nicht praxisgerecht ausgeschlossen.

Die Beanspruchung des Diagnosedeckungsgrades wird qualitativ in „einfach“, „mittel“ und „hoch“ eingeteilt. Die EN 50156-1 enthält jedoch keine Angaben, wie diese Diagnosedeckungsgrade realisiert werden können.

In diesem Merkblatt werden hierfür die folgenden Maßnahmen empfohlen:

Tabelle A Maßnahmen zur Realisierung des Diagnosedeckungsgrades

Diagnosedeckungsgrad:	einfach	mittel	hoch
analoges Sensor-Teilsystem	(1)	(1)+(2) oder (1)+(3)	(1)+(2)+(3)
binäres Sensor-Teilsystem	(4)	(4)+(5) oder (4)+(3)	(6)
Aktor-Teilsystem	(8) oder (3) *	(7) oder (8)+(9) oder (3)+(9) *	(6)

* Betätigung des Aktors mehrfach innerhalb des Prüfzeitraumes

Hierin bedeutet:

- (1) Überwachung der Signale $< 4 \text{ mA}$ und $> 20 \text{ mA}$
- (2) Überwachung der Drift (Vergleich der gemessenen Werte von mindestens zwei Sensoren)
- (3) Plausibilitätsüberwachung: regelmäßiger Vergleich mit anderen Prozesskriterien oder Aktivität des Sensorsignals)
- (4) Überwachung auf Drahtbruch
- (5) Plausibilitätsüberwachung, z.B. Vergleich von mindestens zwei Sensoren
- (6) selbstüberwachend, intern mehrkanalig, erkennt Erstfehler und bleibt trotz Erstfehler in Funktion
- (7) regelmäßige automatische Prüfung (z. B. Partial Stroke Test)
- (8) Plausibilitätsüberwachung z.B. über Stellung/Drehzahl/Dichtigkeitskontrolle
- (9) Laufzeitüberwachung

4 Zitierte Literatur

Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt

EN 12952-7:2012, Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten – Teil7: Anforderungen an die Ausrüstung für den Kessel

(Deutsche Fassung: DIN EN 12952-7:2013-01)

EN 12952-8:2002, Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten – Teil8: Anforderungen an Feuerungsanlagen für flüssige und gasförmige Brennstoffe für den Kessel

(Deutsche Fassung: DIN EN 12952-8:2002-08)

EN 50156-1:2015, Elektrische Ausrüstung von Feuerungsanlagen und zugehörige Einrichtungen - Teil 1: Bestimmungen für die Anwendungsplanung und Errichtung

(Deutsche Fassung: DIN EN 50156-1:2016-03)

FDBR-Merkblatt MB-19 (2016-06), Bestimmung der Sicherheits-Integritätslevel (SIL-Bestimmung) für Sicherheitsfunktionen in Dampfkesselanlagen

Anhang Beispiel für den Zuverlässigkeitsnachweis eines sicherheitsbezogenen Systems gemäß EN 12952 und EN 50156-1

Nachfolgend wird beispielhaft die Verwendung der Tabelle 1 der EN 50156-1 für den Zuverlässigkeitsnachweis eines sicherheitsbezogenen Systems für die Niedrigwasserstandbegrenzung gemäß Teil 7 der EN 12952-7 dargestellt.

a) Randbedingungen und Voraussetzungen

- Die Anlage besteht aus einem gasbefeuerten Wasserrohrkessel mit Verdampfer im Naturumlauf.
- Die Anlage ist ständig beaufsichtigt.
- Der Wasserrohrkessel fällt unter die Richtlinie 2014/68/EU (Druckgeräterichtlinie).
- Die Konformität mit den zutreffenden wesentlichen Sicherheitsanforderungen von Anhang I der Druckgeräterichtlinie wird über die Anwendung der harmonisierten Norm DIN EN 12952 erreicht.

b) Gefährliches Ereignis

Durch das Absinken des Wasserstandes bis in den beheizten Bereich ist die Kühlung der beheizten Membranwandrohre unzureichend. Hieraus resultierende unzulässig hohe Rohrwandtemperaturen können zu Rohrreißen und unkontrolliertem Dampfaustritt führen.

c) Schutzziel

Die Überhitzung der Kesselwandung infolge von Wassermangel ist zu verhindern.

d) Sicherheitsfunktion

- DIN EN 12952-7, Nr. 5.5.1: „Um eine Überhitzung der Kesselwandungen zu verhindern, muss ein geeigneter Begrenzer die Beheizung unterbrechen und ausschalten, wenn ein Wassermangel eintritt:
 - bei allen Dampferzeugern, mit Ausnahme von Zwangdurchlaufkesseln, wenn der Wasserstand unter den niedrigsten zulässigen Wasserstand (NW) fällt;...“

Die Sicherheitsfunktion besteht aus der Abschaltung der Feuerung bei Unterschreitung des festgelegten niedrigsten zulässigen Wasserstands.

e) Risikoanalyse

- DIN EN 12952-7, Nr. 4.5.1: „Die Schutzsysteme müssen den Anforderungen der EN 50156-1 entsprechen. ... Die nach EN 50156-1 identifizierten Sicherheitsintegritätslevel (SIL) müssen umgesetzt werden.“

Das Ziel der Risikoanalyse ist die SIL-Bestimmung für die Sicherheitsfunktion gemäß d).

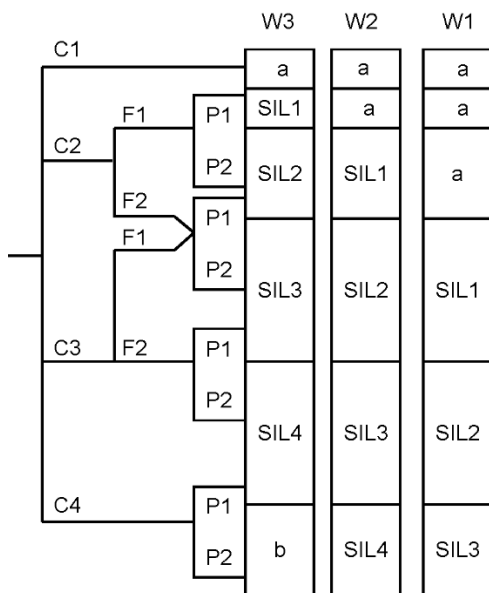
In der DIN EN 50156-1 wird die Risikoanalyse in Form eines Risikographen dargestellt. Die Sicherheitsfunktion wird mit den Risikoparametern C, F, P und W bewertet (siehe Tabelle B).

Aus dem Risikograph in Tabelle B ergibt sich für die Sicherheitsfunktion eine Sicherheitsintegrität von SIL 2.

(Auf eine Begründung für die Auswahl der Sicherheitsparameter wird hier verzichtet und auf das FDBR-Merkblatt MB-19 verwiesen.)

Tabelle B Beispiel für die SIL-Bestimmung der Sicherheitsfunktion gemäß d)

Folgen des gefährlichen Ereignisses		
C1	leichte Verletzung	<input type="checkbox"/>
C2	schwere irreversible Verletzung einer oder mehrerer Personen, Tod einer Person	<input type="checkbox"/>
C3	Tod mehrerer Personen	<input checked="" type="checkbox"/>
C4	sehr viele Tote	<input type="checkbox"/>
Häufigkeit und Dauer des Aufenthalts im Gefahrenbereich		
F1	selten bis öfter	<input type="checkbox"/>
F2	häufig bis dauernd	<input checked="" type="checkbox"/>
Möglichkeit der Abwendung des gefährlichen Ereignisses		
P1	möglich unter bestimmten Bedingungen	<input checked="" type="checkbox"/>
P2	kaum möglich	<input type="checkbox"/>
Eintrittswahrscheinlichkeit des unerwünschten Ereignisses		
W1	sehr geringe Wahrscheinlichkeit	<input type="checkbox"/>
W2	geringe Wahrscheinlichkeit	<input checked="" type="checkbox"/>
W3	relativ hohe Wahrscheinlichkeit	<input type="checkbox"/>
Risikograph		



f) Anforderungen an das Sensor- und Aktorteilsystem

- DIN EN 12952-7, Nr. 4.5.1: „... Begrenzer und deren Anschlussleitungen müssen Anhang D oder EN 12952-11 entsprechen....“
- DIN EN 12952-7, Anhang D.2.1: „Wenn entsprechend diesem Teil der Europäischen Norm ein oder zwei Begrenzer erforderlich sind, muss mindestens folgende Anzahl verwendet werden:
 - zwei analoge Sensoren mit einer Grenzwertbestimmung in einer 1oo2-Konfiguration, oder
 - drei analoge Sensoren mit einer Grenzwertbestimmung in einer 2oo3-Konfiguration.“

- DIN EN 12952-8, Nr. 4.4.1: „Unmittelbar vor jedem Brenner oder jeder Brennergruppe müssen Brennstoffleitungen mit zwei in Reihe geschalteten Sicherheitsabsperreinrichtungen ausgerüstet sein. ...“
- DIN EN 12952-8, Nr. 4.4.3: „Die selbsttätigen Sicherheitsabsperreinrichtungen sind so einzustellen, dass die Brennstoffzufuhr zu den Brennern beim Anfahren nicht frei gegeben und während des Betriebs unterbrechen ...
11) beim Ansprechen von Begrenzern (z.B. für Wasserstand, Temperatur); ...“

g) Festlegungen für das sicherheitsbezogene System

- Das Betriebsintervall zwischen zwei Prüfungen beträgt für jedes Teilsystem 1 Jahr.
- Die Tabelle 1 der DIN EN 50156-1 wird für den qualitativen Zuverlässigkeitsnachweis angewandt:

Tabelle C Auszug aus Tabelle 1 der EN 50156-1

Sicherheits-Integritätslevel	Konfiguration ^{a, c}	Betriebsintervall zwischen zwei Funktionsprüfungen	Diagnosedeckungsgrad ^d
1	1oo1	<= 1 Monat	Kein
	1oo1	<= 6 Monate	Einfach
	1oo1	<= 1 Jahr	Mittel
	2oo2	<= 1 Monat	Kein
	2oo2	<= 6 Monate	Einfach
	2oo2	<= 1 Jahr	Mittel
2	1oo1	<= 1 Monat	Mittel
	1oo1	<= 1 Jahr	Hoch
	2oo2	<= 1 Monat	Mittel
	2oo2	<= 1 Jahr	Hoch
	1oo2	<= 6 Monate	Kein
	1oo2	<= 1 Jahr	Mittel
	2oo3	<= 1 Monat	Kein
	2oo3	<= 1 Jahr	Einfach
3	1oo2	<= 1 Monat	Kein ^b (nur Typ A) ^e
	1oo2	<= 6 Monate	Einfach ^b
	1oo2	<= 1 Jahr	Mittel ^b
	2oo3	<= 1 Monat	Kein ^b (nur Typ A) ^e
	2oo3	<= 6 Monate	Einfach ^b
	2oo3	<= 1 Jahr	Mittel ^b

h) Entwurf des sicherheitsbezogenen Systems

- Vorgesehenes Sensorteilsystem
 - 2 Differenzdruck-Messumformer, analog 4-20mA
 - Konfiguration: 1oo2
 - je Analoggeber wird ein MIN-Grenzwert gebildet, Alarmierung,

-
- Diskrepanzüberwachung zwischen den Gebern (entspricht Diagnosemaßnahme (2) gemäß Abschnitt 3), Alarmierung
 - kleiner 4mA oder größer 20mA des einzelnen Gebers werden als Abschaltung des Gebers gewertet (entspricht Diagnosemaßnahme (1) gemäß Abschnitt 3)
 - entspricht gemäß Tabelle A einem mittleren Diagnosedeckungsgrad
 - gemäß Tabelle C erreicht das Teilsystem mit der Konfiguration 1oo2 und mit dem festgelegten Prüfintervall SIL 2
 - Vorgesehenes Logiksystem
 - Sicherheitsgerichtete SPS mit Zertifikat bis mindestens SIL 2
 - Im Projektierungshandbuch ist die SIL-Zuordnung inklusive der zugehörigen Verschaltung der Anschlüsse mit den Ein- und Ausgängen beschrieben (keine Fehlerbetrachtung mittels der Fehlerdiagramme Bilder 11 und 12 erforderlich; Prüfung der Anwendersoftware gemäß Bild 13 erfolgt auf Basis der Funktionspläne im Rahmen der Validierung).
 - Vorgesehenes Aktorteilsystem
 - 2 Schnellschlussventile für Erdgas-Feuerung
 - Konfiguration: 1oo2
 - Plausibilitätsüberwachung über Stellung (entspricht Diagnosemaßnahme (8) gemäß Abschnitt 3), Alarmierung, Wiederanfahrverriegelung
 - Laufzeitüberwachung zwischen Ansteuerbefehl und Erreichen der Endlage (entspricht Diagnosemaßnahme (9) gemäß Abschnitt 3), Alarmierung, Wiederanfahrverriegelung
 - entspricht gemäß Tabelle A einem mittleren Diagnosedeckungsgrad
 - gemäß Tabelle C erreicht das Teilsystem mit der Konfiguration 1oo2 und mit dem festgelegten Prüfintervall SIL 2
 - Zuverlässigkeitsnachweis für das sicherheitsbezogene System
 - Das Sensorteilsystem erreicht SIL 2.
 - Das Aktorteilsystem erreicht SIL 2.
 - Das Logiksystem erreicht SIL 2.
 - Das sicherheitsbezogene System kann SIL 2 in Anspruch nehmen.
 - Gemäß e) ist für die Sicherheitsfunktion SIL 2 erforderlich
 - **Das sicherheitsbezogene System erfüllt die diesbezüglichen Anforderungen der EN 50156-1.**