



# SIL-Berechnung von flexiblen Prüfungen und Ihr Problem



- ◆ Persönliche Vorstellung
- ◆ Was ist eine SIL-Berechnung von flexiblen Prüfungen
- ◆ Beispielberechnung
- ◆ Wo liegt das Problem bei SIL-Berechnungen mit flexiblen Prüfungen
- ◆ Was wird bei der SIL-Berechnung betrachtet
- ◆ Vorgaben aus anderen Richtlinien / Normen / Verordnungen etc.
- ◆ Vorgehensweise bei der Durchführung von SIL-Berechnungen mit flexiblen Prüfungen

# Kontakt Daten: Malika Mast

## **Persönliche Vorstellung:**

Malika Mast

Geschäftsführerin

- FSCEA (Functional Safety Certified Engineer Application)  
A031\_01255/18 (TÜV Nord)
- FS Eng für Maschinen  
# 14527/17 (TÜV Rheinland)
- FS Eng im Arbeitsgebiet Explosion Protection  
Id.-Nr.: 0328/2019 (TÜV Süd)

## **Kontakt Daten:**

Hervester Straße 36

46286 Dorsten

Tel.: +49 (0)2369 / 74593-10

[m.mast@ramsys.org](mailto:m.mast@ramsys.org)

[www.ramsys.org](http://www.ramsys.org)

# Was ist eine SIL-Berechnung für flexible Prüfungen

- Flexible Prüfungen sollen eine alternative zu den jährlichen Wiederholungsprüfungen mit 100% Prüftiefe (Proof test coverage = PTC) darstellen, die aktuell durch falsches Verständnis oder fehlerhafte Dokumentation noch sehr oft gefordert ist.
- Hinter dieser Vorgehensweise verbergen sich zwei Kerngedanken
  - Durch die Ermittlung von flexiblen Prüfungen beschäftigen sich die Betreiber automatisch sehr intensiv mit der PLT-Sicherheitseinrichtung. Dadurch können Probleme / Fehler oder ähnliches aufgedeckt und behoben werden.
  - An zweiter Stelle stehen mögliche Einsparungen durch eine verlängerte Prüfhäufigkeit oder geringere Prüfintensität.



# Was ist eine SIL-Berechnung für flexible Prüfungen

Wie ermittle ich r

Herstellerang

Generis

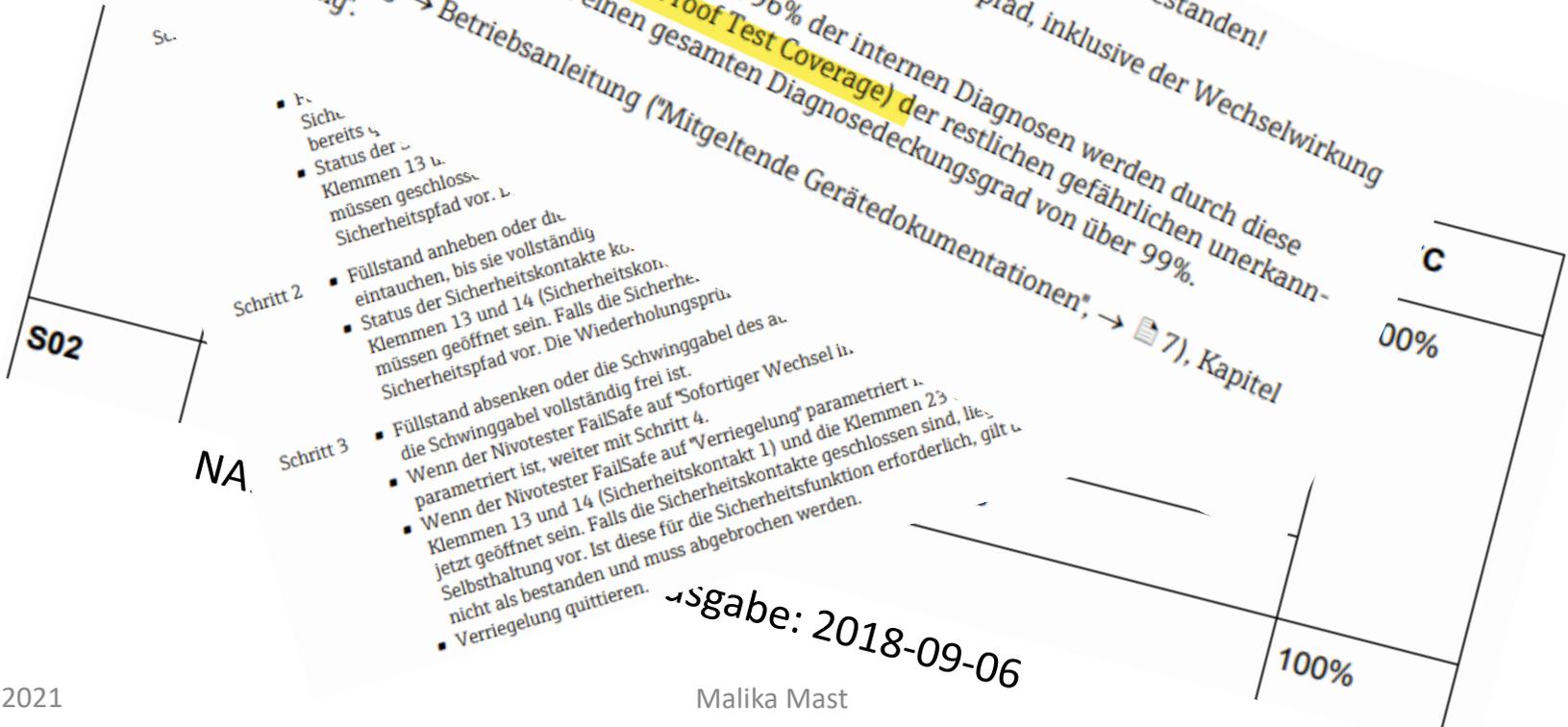
Wurden alle Schritte erfolgreich durchlaufen, ist die Wiederholungsprüfung bestanden!



Bei dieser Art der Prüfung wird der vollständige Sicherheitspfad, inklusive der Wechselwirkung zwischen Medium und Schwinggabel, überprüft!

Zusätzlich zum Diagnosedeckungsgrad (DC) von 96% der internen Diagnosen werden durch diese **Wiederholungsprüfung über 90% (PTC = Proof Test Coverage) der restlichen gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt.** Dies ergibt einen gesamten Diagnosedeckungsgrad von über 99%.

Zur Störungsbehebung → Betriebsanleitung ("Mitteltende Gerätedokumentationen", → 7), Kapitel "Störungsbehebung".



in PLT-Sicherheitseinrichtungen"

## Annahme:

- Die Geräte werden nicht geprüft, sondern mit 100% (Nach NA106) nach dem Zeitraum X ausgetauscht
- Das Beispiel wird einmal für eine SIL-1 Einstufung und einmal für eine SIL-2 Einstufung durchgeführt
- Verschaltungsbeispiel: Sensorik = 1oo1, Aktorik = 1oo1

## Geräteauswahl:

- Sensorik Niveaumessung: FTL 81 (Liquiphant, E+H), HiC 2841 (Schaltverstärker, P+F), X-DI-3201 (Digitaleingangskarte, Hima)
- CPU SSPS: HiMax X-CPU31 (Hima)
- Aktorik Hubventil: X-DO-3201 (Digitalausgangskarte, Hima), HiC 2873 (Ventilsteuerbaustein, P+F), 3967 (Magnetventil, Samson), 3277 (Pneum. Antrieb, Samson), 3241 (Hubventil, Samson)
- Alle Werte sind den Dokumenten entnommen worden, die der Fa. RAMSYS bei Erstellung der Berechnung zur Verfügung standen. Abweichungen können durch andere Dokumente entstehen.

# Beispielrechnung

## Sensorkreis

Messstelle	L001	Messstelle	L001	Messstelle	L001
Hersteller	Endress + Hauser	Hersteller	Pepperl + Fuchs	Hersteller	HIMA
Geräteart	Liquiphant	Geräteart	Schaltverstärker	Geräteart	Digitaleingangskarte
Gerätetyp	FTL81	Gerätetyp	HiC 2841	Gerätetyp	X-DI-3201
PFD	1,10E-03	PFD	1,04E-02	PFD	2,41E-04

## Logik

Gerät	CPU
Hersteller	Hima
Gerätetyp	X-CPU31
PFD	1,99E-04

## Aktorkreis

Messstelle	V001	Messstelle	V001	Messstelle	V001	Messstelle	V001	Messstelle	V001
Hersteller	HIMA	Hersteller	Pepperl + Fuchs	Hersteller	Samson	Hersteller	Samson	Hersteller	Samson
Geräteart	Digitalausgangskarte	Geräteart	Ventilsteuerbaustein	Geräteart	Magnetventil	Geräteart	Pneum. Antrieb	Geräteart	Hubventil
Gerätetyp	X-DO-3201	Gerätetyp	HiC 2873	Gerätetyp	3967-1	Gerätetyp	3277	Gerätetyp	3241
PFD	3,16E-04	PFD	0,00E+00	PFD	2,92E-02	PFD	7,01E-03	PFD	4,49E-02

# Beispielrechnung

## Sensorik:

Kanal A				PFD										Architektur													
Messstelle	Hersteller	Geräteart	Gerätetyp	$\lambda_{DU}$ [FIT]	Prüfintervall $T_0$		Prüfintervall $T_1$		Prüfintervall $T_2$		$\lambda_{0,A}$ [FIT]	$\lambda_{1,A}$ [FIT]	$\lambda_{2,A}$ [FIT]	$\beta$	$PFD_{avg}$	Typ	SFF	HFT	Struktur	SC							
					PTC0	[Monate]	PTC1	[Monate]	PTC2	[Monate]	PTC0	PTC1	PTC2														
L001	Endress + Hauser	Liquiphant	FTL81	3,00	0%	0	0%	0	100%	1000	0	0	3,00		1,10E-03	B	99,60%	0	1v1	3							
L001	Pepperl + Fuchs	Schaltverstärker	HiC 2841	28,5	0%	0	0%	0	100%	1000	0	0	28,5		1,04E-02	A	83,00%	0	1v1	2							
L001	HIMA	Digitaleingangskarte	X-DI-3201	5,51	0%	0	0%	0	100%	120	0	0	5,51		2,41E-04	B	99,64%	0	1v1	3							
<b>PFD</b>																						<b>1,17E-02</b>	<b>SIL-Eignung der Architektur</b>				<b>2</b>

## SSPS-CPU:

Gerät	Hersteller	Gerätetyp	PFD					Architektur				
			$\lambda_{DU}$ [FIT]	TI [a]	Struktur	$\beta$	$PFD_{avg}$	Typ	SFF	Betriebsbewährt	HFT	SC
CPU	Hima	X-CPU31	4,55	10	1v1		1,99E-04	B	99,76%		0	3
<b>PFD</b>												<b>3</b>

## Aktorik:

Kanal A				PFD										Architektur												
Messstelle	Hersteller	Geräteart	Gerätetyp	$\lambda_{DU}$ [FIT]	Prüfintervall $T_0$		Prüfintervall $T_1$		Prüfintervall $T_2$		$\lambda_{0,A}$ [FIT]	$\lambda_{1,A}$ [FIT]	$\lambda_{2,A}$ [FIT]	$\beta$	$PFD_{avg}$	Typ	SFF	HFT	Struktur	SC						
					PTC0	[Monate]	PTC1	[Monate]	PTC2	[Monate]	PTC0	PTC1	PTC2													
V001	HIMA	Digitalausgangskarte	X-DO-3201	7,21	0%	0	0%	0	100%	120	0	0	7,21		3,16E-04	B	99,62%	0	1v1	3						
V001	Pepperl + Fuchs	Ventilsteuerbaustein	HiC 2873	0,00	0%	0	0%	0	100%	1000	0	0	0,00		0,00E+00	A	100,00%	0	1v1	3						
V001	Samson	Magnetventil	3967-1	80,00	0%	0	0%	0	100%	1000	0	0	80,00		2,92E-02	A		0	1v1	2						
V001	Samson	Pneum. Antrieb	3277	19,20	0%	0	0%	0	100%	1000	0	0	19,20		7,01E-03	A	94,00%	0	1v1	2						
V001	Samson	Hubventil	3241	123,00	0%	0	0%	0	100%	1000	0	0	123,00		4,49E-02	A	78,00%	0	1v1	2						
<b>PFD</b>																					<b>8,14E-02</b>	<b>SIL-Eignung der Architektur</b>				<b>2</b>

Gelb: Werte der Hersteller

Blau: Ermittelte Werte

- Ergebnis für SIL-1: Ein Austausch alle 1000 Monate (ca. 83 Jahre) würde genügen um SIL-1 zu erreichen. Ein SIL-2 könnte nicht erreicht werden.

## Ergebnis

Teil	PFD <sub>avg</sub>	SIL <sub>PFD</sub>	SIL <sub>HFT</sub>	SIL
Sensor	1,17E-02		2	
CPU	1,99E-04		3	
Aktor	8,14E-02		2	
Ergebnis SIF	9,34E-02	1	2	1
Vorgabe erfüllt				JA

- Beispiel für SIL-2: Ein Austausch alle 25 Jahre (100% Prüftiefe) und eine 5 jährliche Prüfung mit 90% Prüftiefe (Standartwert auf Seiten der Sensorik für eine Detailprüfung und für einen Ausbau und Überholung der Aktorik nach NA106)

## Ergebnis

Teil	PFD <sub>avg</sub>	SIL <sub>PFD</sub>	SIL <sub>HFT</sub>	SIL
Sensor	1,21E-03		2	
CPU	1,99E-04		3	
Aktor	7,13E-03		2	
Ergebnis SIF	8,53E-03	2	2	2
Vorgabe erfüllt				JA

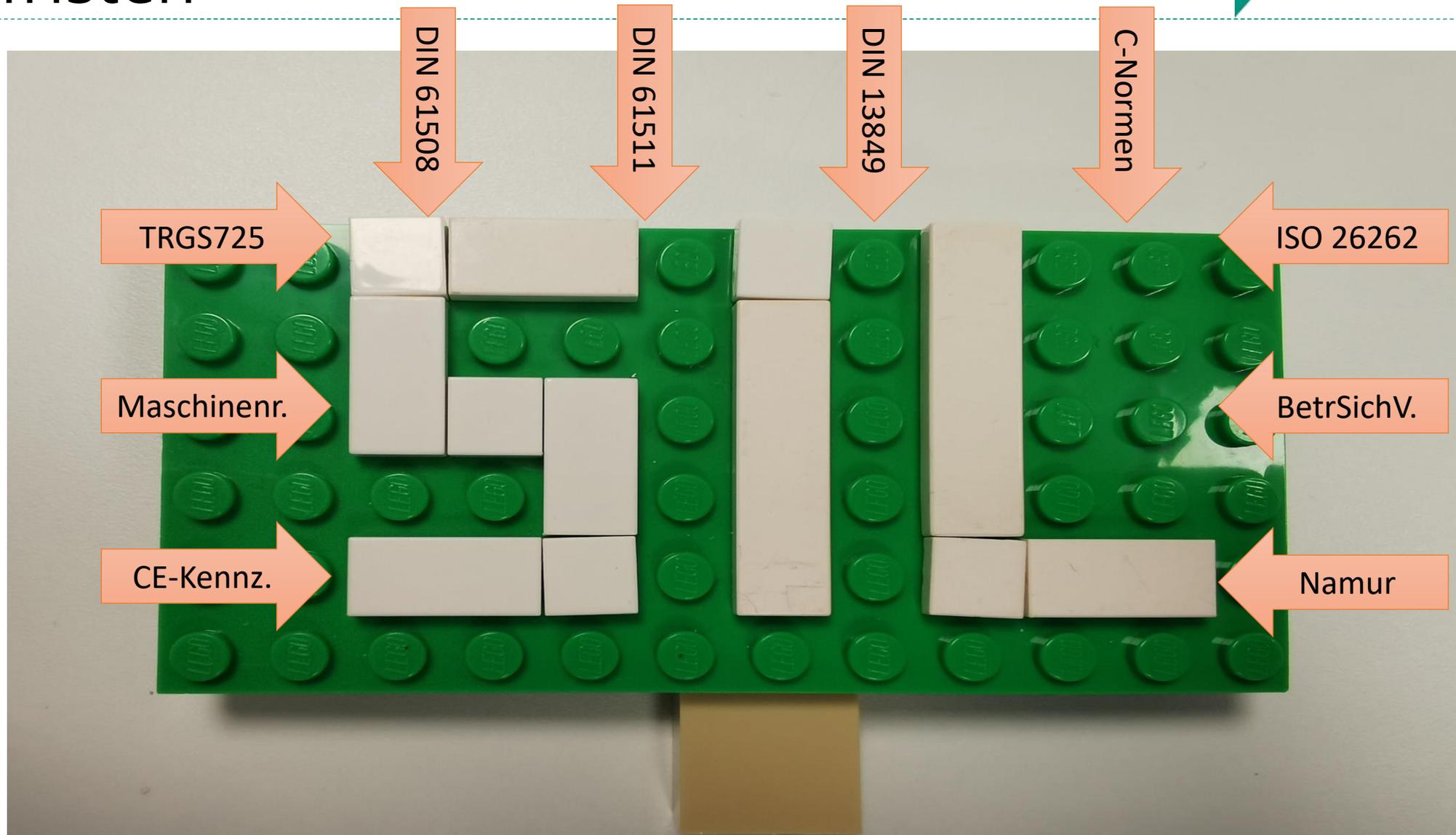
# Wo liegt das Problem bei SIL-Berechnungen mit flexibler Prüfung

- Möchten Sie wirklich eine PLT-Sicherheitseinrichtung, die verwendet wird um den Menschen und die Umwelt zu schützen, einmal installieren und über 80 Jahre nicht mehr betrachten?
- Selbst eine Prüfung alle 5 Jahre, ohne diese in der zwischen Zeit in irgendeiner Form zu betrachten, ist sehr fragwürdig.
- Ausreizen der Ausfallwahrscheinlichkeit nach Stand der Technik → die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadensereignis wird maximiert
- Ist eine solche Umsetzung trotzdem nach Norm / Richtlinien erlaubt?





# Einfluss von anderen Richtlinien auf die Prüffristen



# Einfluss von anderen Richtlinien auf die Prüffristen

- ◆ Beispiele für Prüfanforderungen aus anderen Richtlinien / Normen / etc.
  - ◆ Dies ist keine vollständige Aufzählungen, jeder Betreiber muss sich über die für ihn geltenden Vorschriften informieren.

Richtlinien / Normen / etc.	Angaben zur Wiederholungsprüfung
BetrSichV. (Ex-Schutz)	Anhang 2, Kapitel 5.2: alle 3 Jahre
Druckgeräterichtlinie	Alle 5 Jahre (Abweichung: Je nach Geräteart und Medium)
WHG	Jährliche Prüfung
NE130 / NE93	Jährliche Prüfung
TRGS 725	Alle 3 Jahre, mit Verweis auf BetrSichV.
DGUV	Paragraph 5: Alle 4 Jahre

# Vorgehensweise bei der Durchführung von SIL-Berechnungen mit flexiblen Prüfungen

- ◆ 1. Welche Richtlinien / Vorschriften / Normen sind für die E-MSR-Einrichtung relevant und welche Prüffristen ergeben sich aus diesen Regelwerken
  
- ◆ 2. Vermeidung von systematischen Fehlern: Berücksichtigung des Sicherheitslebenszyklus mit Hilfe eines FSM
  - ◆ Erstellung eines Prüfkonzpts (Berücksichtigung von systematischen und zufälligen Fehlern)
  
- ◆ 3. Vermeidung von zufälligen Fehlern: Durchführung der SIL-Nachweisberechnung mit den ermittelten Prüffristen
  - ◆ Sollte die SIL-Eignung nicht erreicht werden, muss der Kreislauf wiederholt werden

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!