Praxisbeispiel:
Sichere Geschwindigkeitsüberwachung an einem Wickler

Sichere Automation 2019

PILZ
THE SPIRIT OF SAFETY

AUTOMATION
ON TOUR with Pilz

Sichere Geschwindigkeitsüberwachung an einem Wickler
Themenübersicht

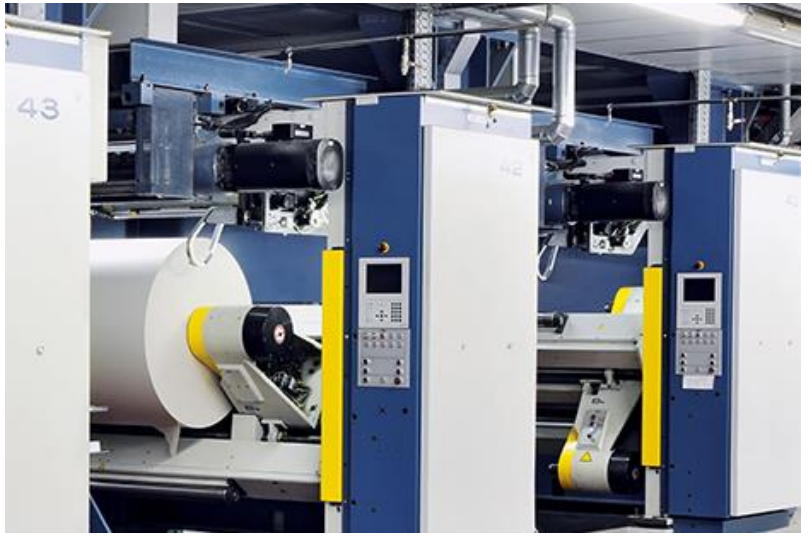
Applikation, Sicherheitskonzept und Aufgabenstellung

Komponenten und praktische Umsetzung

Verifikation des Performance Levels

Applikation, Sicherheitskonzept und Aufgabenstellung Wickler / Haspel

Im industriellen Umfeld kommen zum Ab- und Aufwickeln von Material Wickler oder Haspeln zum Einsatz.



Einsatzbeispiele:

- Papiermaschinen
- Walzwerke
- Längsteilscheren
- Bandbehandlungsanlagen (Glühen, Beschichten, Beizen)
- Verpackungsmaschinen
- Pressenstraßen
- Stanzen

Applikation, Sicherheitskonzept und Aufgabenstellung
Beschreibung der Applikation

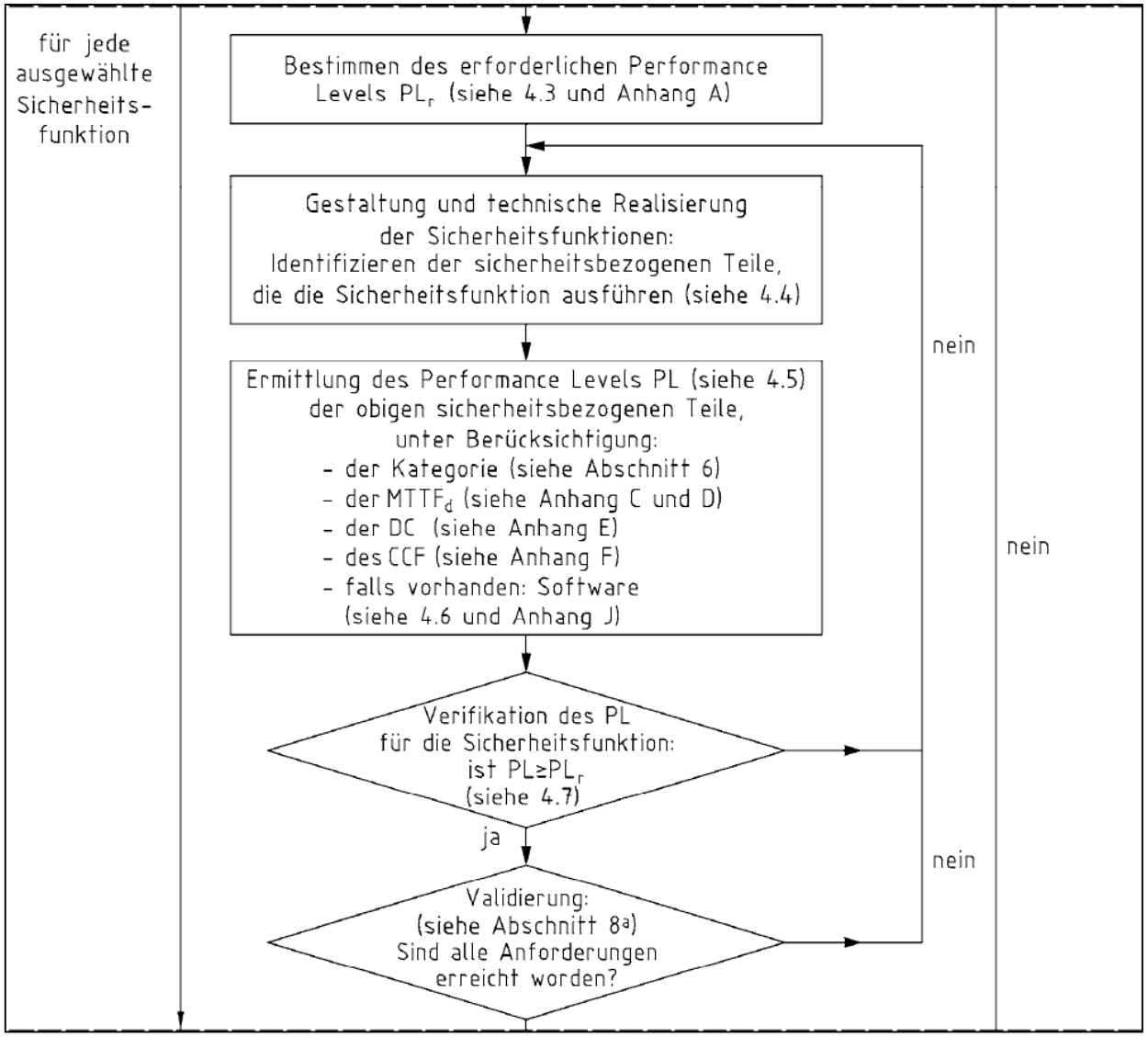
Auf einem Walzwerk wird Aluminium auf eine bestimmte Dicke gewalzt.

Das Walzwerk ist von einem Schutzzaun (trennende Schutzeinrichtung) umgeben.

Im Bereich der Wickler gibt es Schutztüren (beweglich trennende Schutzeinrichtungen), die dem Maschinenführer den Zugang ermöglichen.

- **Automatikbetrieb:**
  - alle beweglich trennenden Sicherheitseinrichtungen sind aktiv
  - maximale Bandgeschwindigkeit ist möglich
- **Einrichtbetrieb:**
  - Betriebsart „Einrichten“ muss angewählt sein
  - maximale Bandgeschwindigkeit sicher auf 25m/min begrenzt
  - beweglich trennende Schutzeinrichtungen können geöffnet werden
  - Bediener kann an die Wickler herantreten, Material in die Maschine einfädeln oder das fertige Coil abbinden

Applikation, Sicherheitskonzept und Aufgabenstellung
Ablaufdiagramm gemäß DIN EN ISO 13849-1

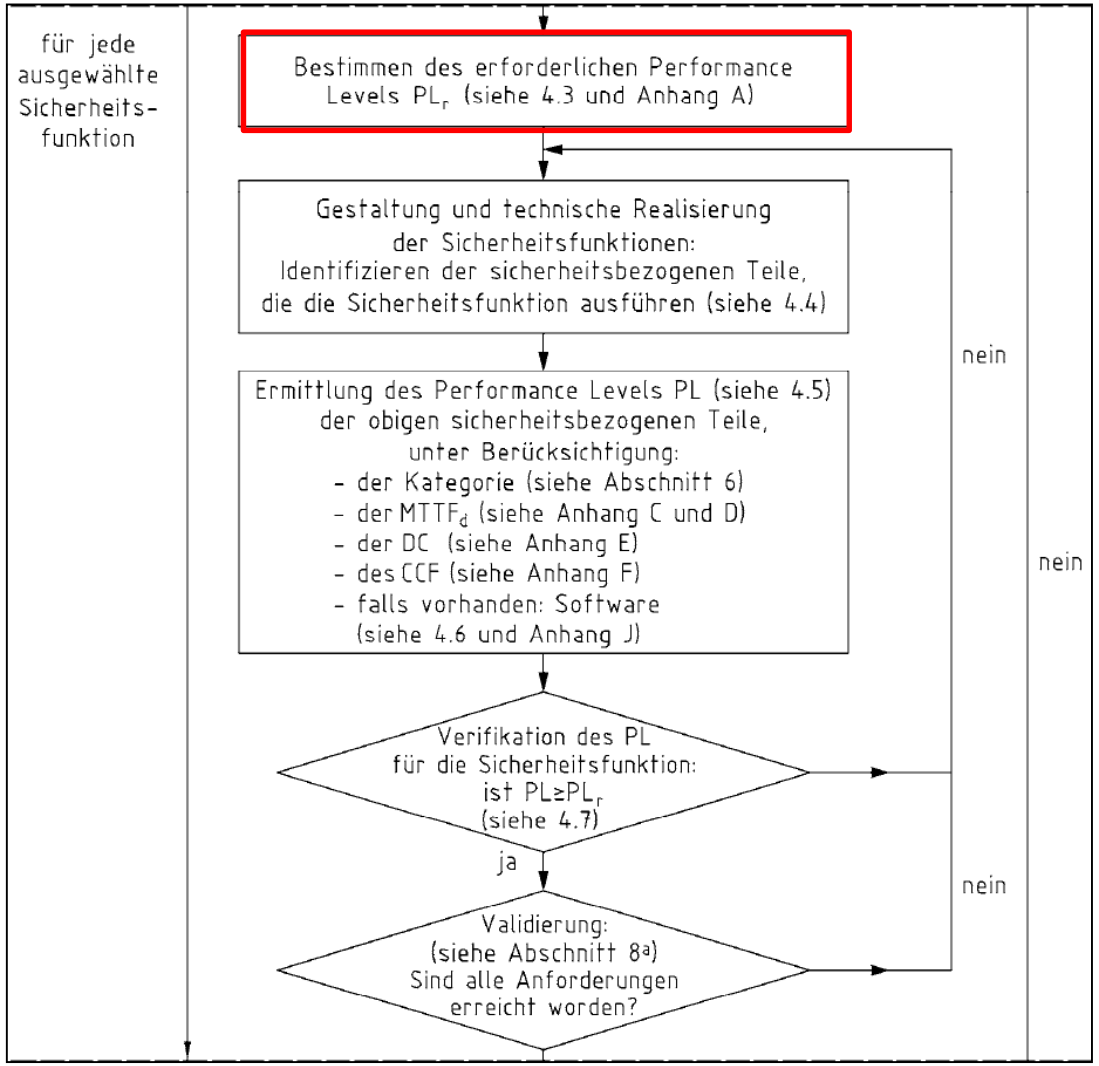


DIN EN ISO 13849-1:

Gestaltung der Sicherheitsfunktion

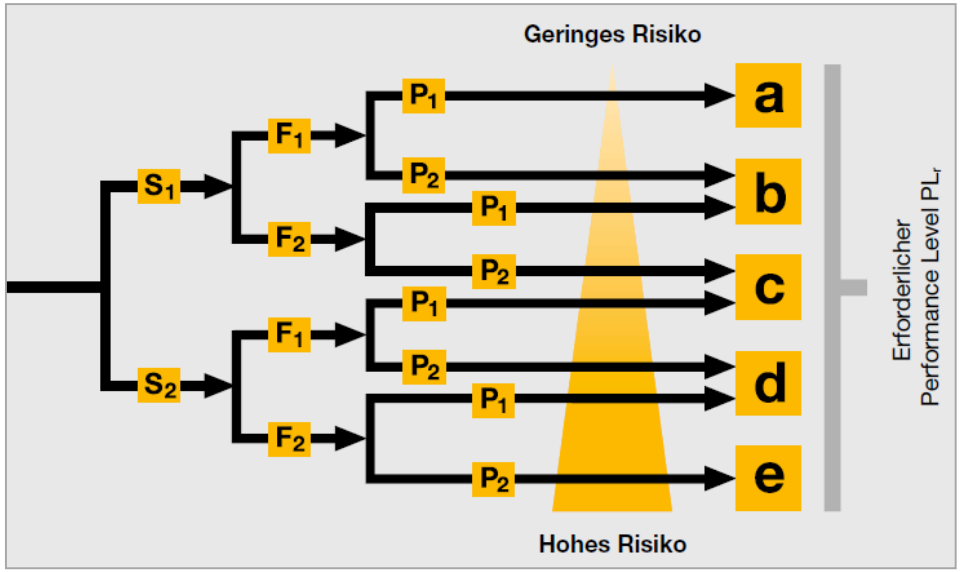
5 Schritte von der Anforderung bis zum Nachweis

Applikation, Sicherheitskonzept und Aufgabenstellung
Ablaufdiagramm gemäß DIN EN ISO 13849-1



Schritt 1 / 5

Bestimmen des erforderlichen Performance Levels PL_r (siehe 4.3 und Anhang A)



Applikation, Sicherheitskonzept und Aufgabenstellung
Bestimmung erforderlicher Performance Level

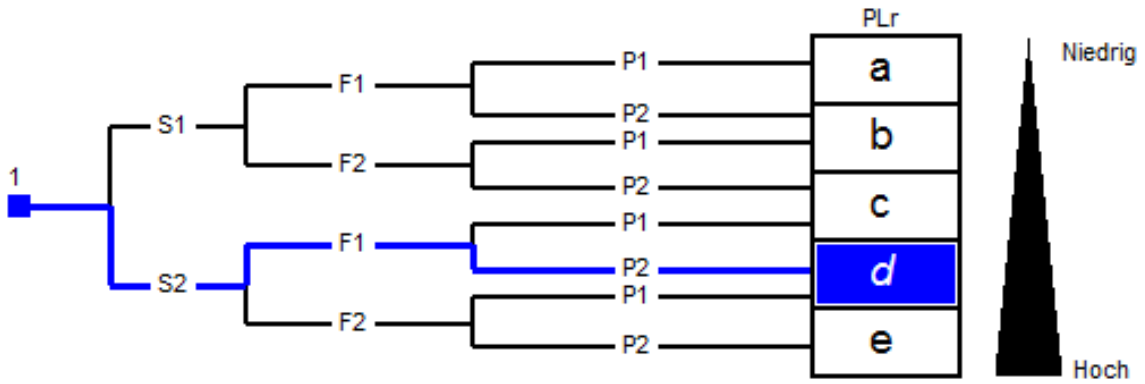
Risikograph aus DIN EN ISO 13849-1, Anhang A

Für die Abschätzung des erforderlichen Performance Levels PL_r dienen 3 Parameter.
Es werden folgende Einschätzungen vorgenommen:

Schwere der Verletzung	**S**
leichte Verletzung (normalerweise reversibel)	S_1
schwere Verletzung, einschließlich Tod (normalerweise irreversibel)	S_2

Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition	**F**
selten bis öfter und/oder kurze Dauer	F_1
häufig bis dauernd und/oder lange Dauer	F_2

Möglichkeiten zur Vermeidung der Gefährdung	**P**
möglich unter bestimmten Bedingungen	P_1
kaum möglich	P_2



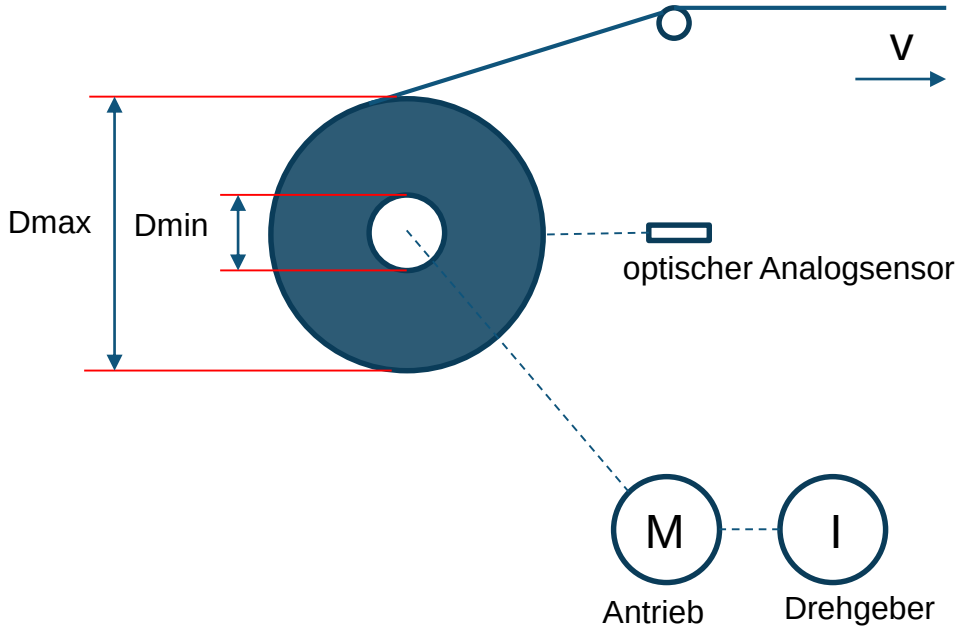
erforderlicher Performance Level

PL_r = d

Applikation, Sicherheitskonzept und Aufgabenstellung Messgrößen

Für den Einrichtbetrieb muss sichergestellt werden, dass die Bandgeschwindigkeit den zulässigen Höchstwert von Vmax = 25 m/min nicht überschreitet.

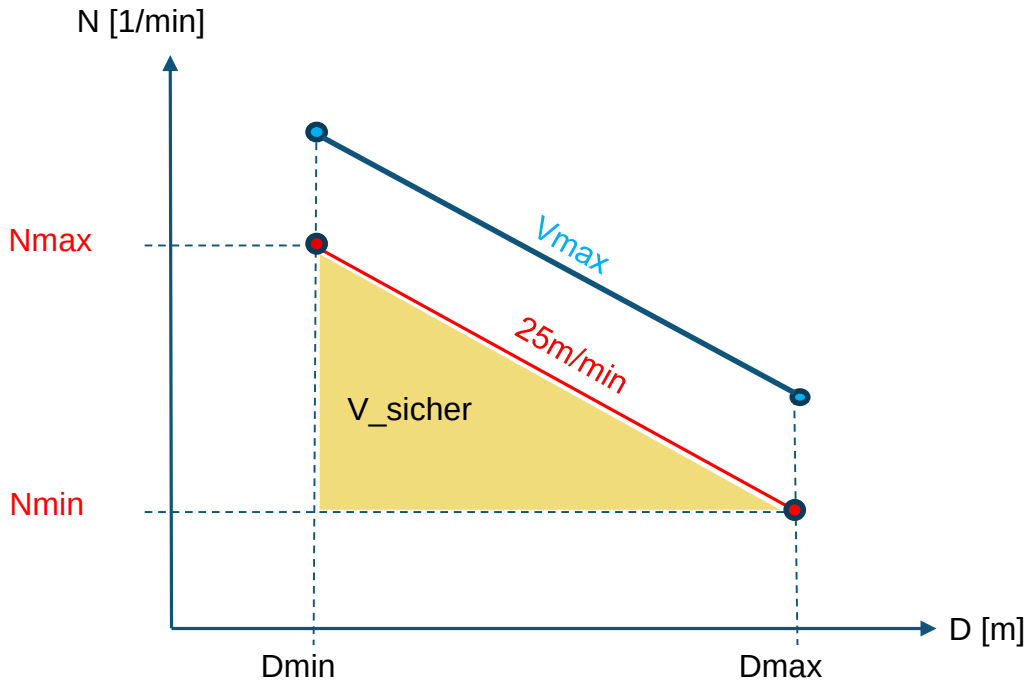
- Aufgabe: Realisierung einer durchmesserabhängigen Drehzahl- bzw. Geschwindigkeitsüberwachung in PL d.
- Für Vmax ergeben sich folgende Wertepaare: Dmin, Nmax und Dmax, Nmin
- Die Antriebsregelung muss den Drehzahlwert permanent an den sich verändernden Wickeldurchmesser anpassen.
- Der Wickeldurchmesser wird durch einen optischen Analogsensor erfasst.
- Die Drehzahl wird durch einen Drehgeber gemessen.



Applikation, Sicherheitskonzept und Aufgabenstellung

Im Einrichtbetrieb muss die Sicherheitssteuerung permanent prüfen, ob sich die Werte für D und N innerhalb des gelben Dreiecks befinden.

Wird die rote Linie überschritten, muss der Antrieb so schnell wie möglich stillgesetzt werden.



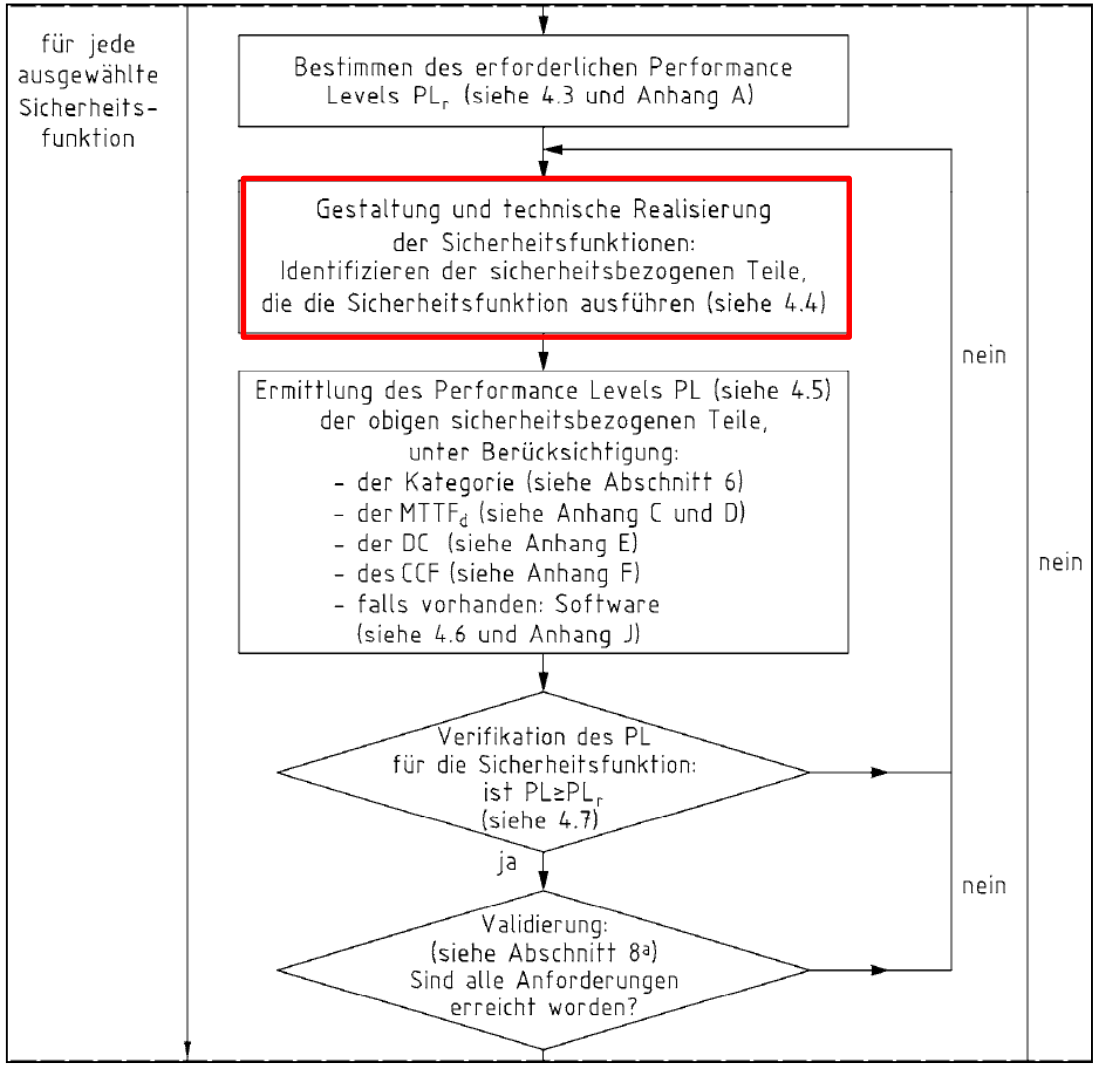
Sichere Geschwindigkeitsüberwachung an einem Wickler
Themenübersicht

Applikation, Sicherheitskonzept und Aufgabenstellung

Komponenten und praktische Umsetzung

Verifikation des Performance Levels

Komponenten und praktische Umsetzung
Ablaufdiagramm gemäß DIN EN ISO 13849-1



Schritt 2 / 5

Gestaltung und technische Realisierung
der Sicherheitsfunktionen:
Identifizieren der sicherheitsbezogenen Teile,
die die Sicherheitsfunktion ausführen (siehe 4.4)

Komponenten und praktische Umsetzung
Hardwarekonzept

Betriebsartenwahl
PITmode

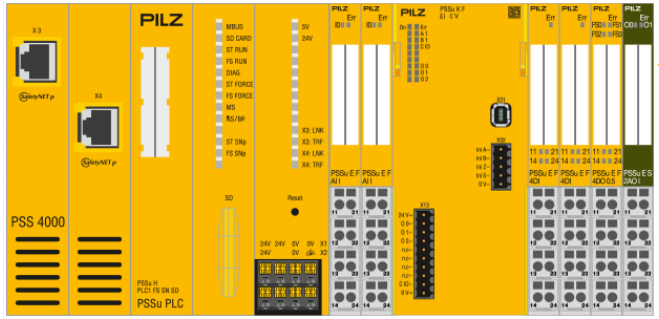
Durchmessererfassung
Optischer Analogsensor

Freigabe / STO

Drehzahl-Sollwert

Frequenz-
umrichter

Schutztürsystem
PSENmlock



Sicherheitssteuerung
PSS 4000

Not-Halt-Taster
PITestop

Drehgeber

Drehstrom-
motor
(asynchron)

Komponenten und praktische Umsetzung
Hardwareeigenschaften Sensorik

Optischer Analogsensor 01D

Typ: 01D100
Art-Nr.: O1DLF3KG
- Reichweite 0,2…10 Meter
- 1x Analogausgang 4…20mA

Drehgeber Sendix SIL

Typ: 4815FS2
Art-Nr.: 8.4815FS2.1XXX.XXXX
- Ausgabesignal: SinCos
- Auflösung: 2048 Ink./Umdrehung

Not-Halt-Taster PITestop

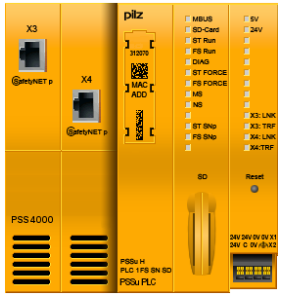
Typ: PIT es Set5s-5 s
Art-Nr.: 400450
- 2 Öffner-Kontakte (NC)
- Aufbaugehäuse mit Schutzkragen

Betriebsartenwahlschalter PITmode

Typ: PIT m3.3p
Art-Nr.: 402240
- 2 Betriebsarten und 1 Service-Betriebsart
- Autorisierung über RFID-Transponderschlüssel

Komponenten und praktische Umsetzung
Hardwareeigenschaften Logik (1/2)

Kopfmodul PSS 4000



Typ: PSSu H PLC1 FS SN SD
Art-Nr.: 312070
- Controller für Standard- und Sicherheitsfunktionen
- programmierbar mit PAS4000
- 2 SafetyNetp Schnittstellen

fehlersichere digitale Eingänge

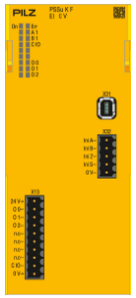
Typ: PSSu E F 4DI
Art-Nr.: 312200
- 4 sichere digitale Eingänge
- 2 Taktausgänge für Querschlusserkennung

fehlersichere analoge Eingänge

Typ: PSSu E F AI I
Art-Nr.: 312260
- 1 sicherer analoger Stromeingang
- Strombereich 0…25mA

Komponenten und praktische Umsetzung
Hardwareeigenschaften Logik (2/2)

fehlersicheres Drehgebermodul



Typ: PSSu K F EI
Art-Nr.: 312433
- 1 Geberschnittstelle – Mini-IO-Anschluss
- Signale: SinCos, HTL, TTL, Hiperface, Initiatoren
- 2 Sicherheits- und 1 Meldeausgang

fehlersichere digitale Ausgänge

Typ: PSSu E F 4DO 0.5
Art-Nr.: 312210
- 4 sichere digitale Ausgänge
- Halbleitertechnik
- Nennstrom 0,5 A

analoge Ausgänge (Standard)

Typ: PSSu E S 2AO I
Art-Nr.: 312470
- 2 analoge Stromausgänge
- Strombereich 0…20mA

Komponenten und praktische Umsetzung
Hardwareeigenschaften Aktorik

Sichere Türzuhaltung PSEN mlock

Typ: PSEN ml b 1.1 unit
Art-Nr.: 570400
- 7500 N Zuhaltekraft
- mit Fluchtentriegelung

Frequenzumrichter MOVITRAC

Typ: MOVITRAC LTP-B
Art-Nr.: E625C7F8-…
- STO-Funktion
- Asynchron-Technologie

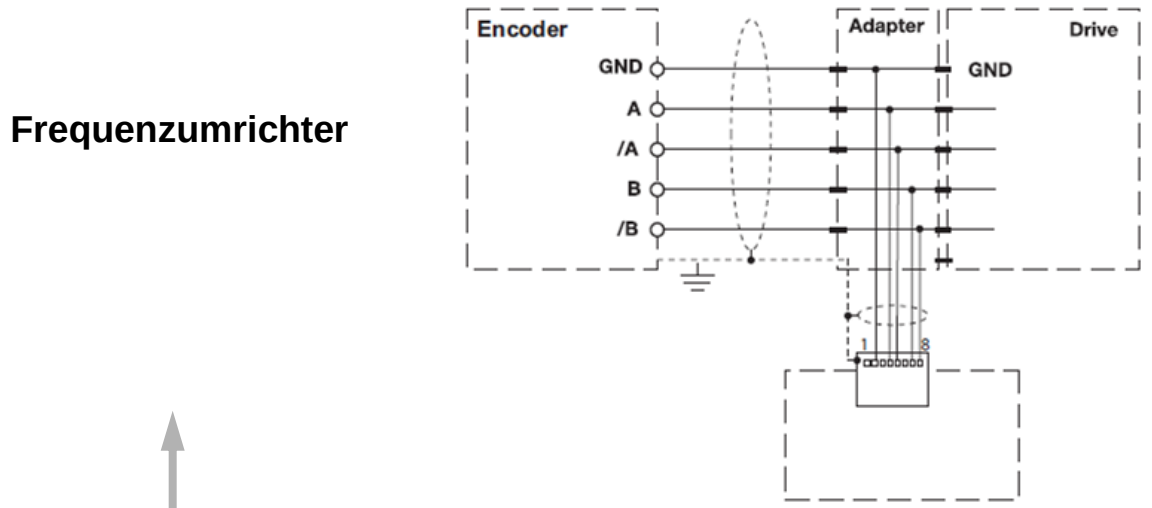
Die **Türzuhaltung** wirkt zum einen als **Sensor** und zum anderen als **Aktor**.
Sie ist für 2 Sicherheitsfunktionen zuständig:

1. Überwachung der Tür (Sensor)
2. Zuhalten der Tür (Aktor)

Komponenten und praktische Umsetzung sichere Position, Stillstand und Drehzahl

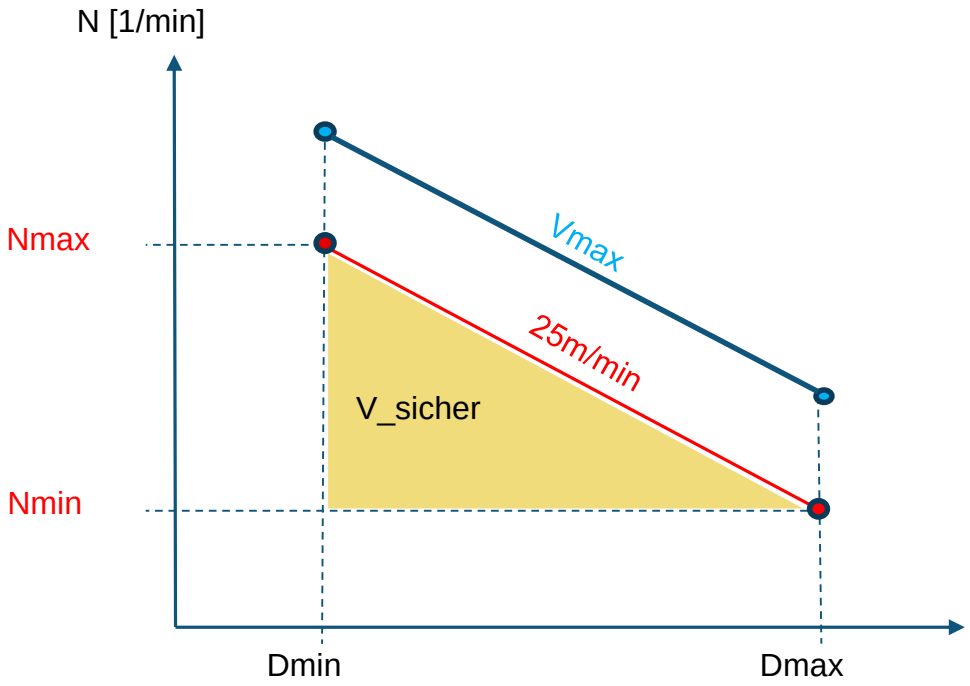
Drehgeberanschluss: „Mithörprinzip“

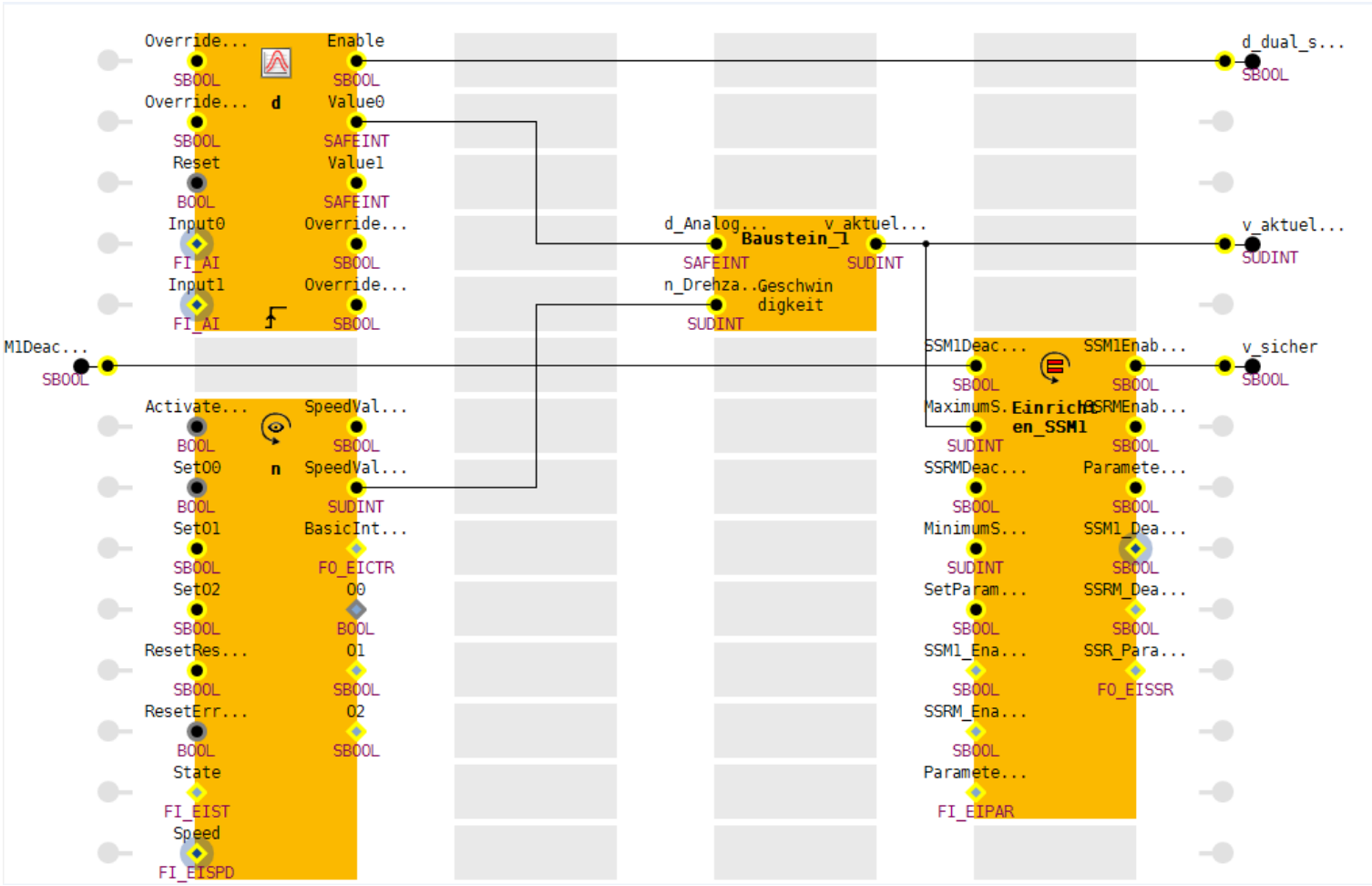
- Nutzung der vorhandenen Gebersignale für eine Sicherheitsauswertung
- Abgriff über T-Adapter zwischen Geber und Frequenzumrichter mit MM A MINI-IO CAB07
- Ausgang des T-Adapters wird mit der Mini-IO-Buchse des PSSu K F EI verbunden



Komponenten und praktische Umsetzung
PSS 4000 - Anwenderprogramm

- Programmbeispiel für die durchmesserabhängige Geschwindigkeitsüberwachung





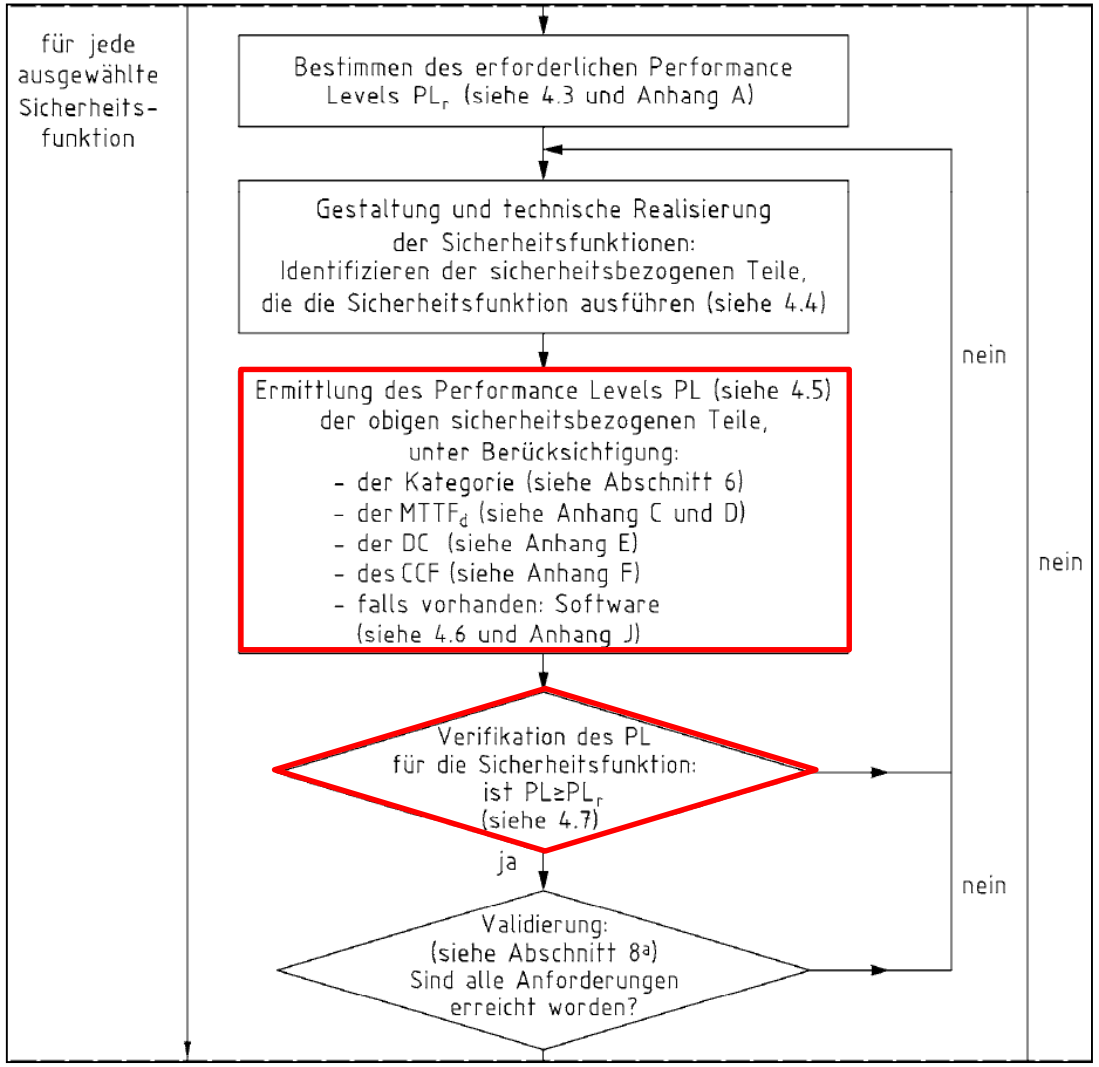
Sichere Geschwindigkeitsüberwachung an einem Wickler
Themenübersicht

Applikation, Sicherheitskonzept und Aufgabenstellung

Komponenten und praktische Umsetzung

Verifikation des Performance Levels

Verifikation des Performance Levels



Schritt 3+4 / 5

Ermittlung des Performance Levels PL (siehe 4.5) der obigen sicherheitsbezogenen Teile,

Unter Berücksichtigung:

- der Kategorie (siehe Abschnitt 6)
- der $MTTF_d$ (siehe Anhang C und D)
- der DC (siehe Anhang E)
- des CCF (siehe Anhang F)
- falls vorhanden: Software

(siehe 4.6 und Anhang J)

Verifikation des PL für die Sicherheitsfunktion: ist $PL \geq PL_r$, (siehe 4.7)

Verifikation des Performance Levels
PAScal - Projekt Wickler

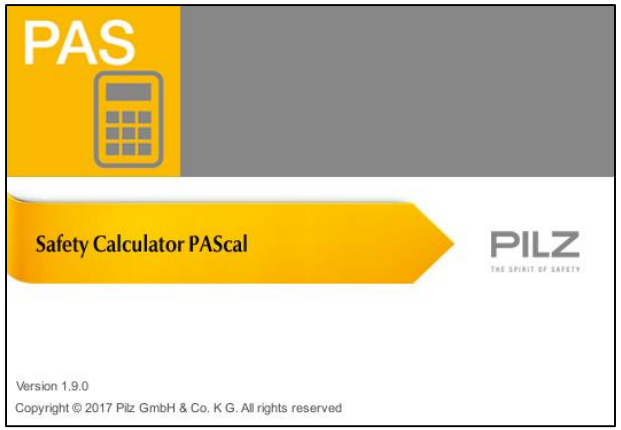
Definition Verifikation:

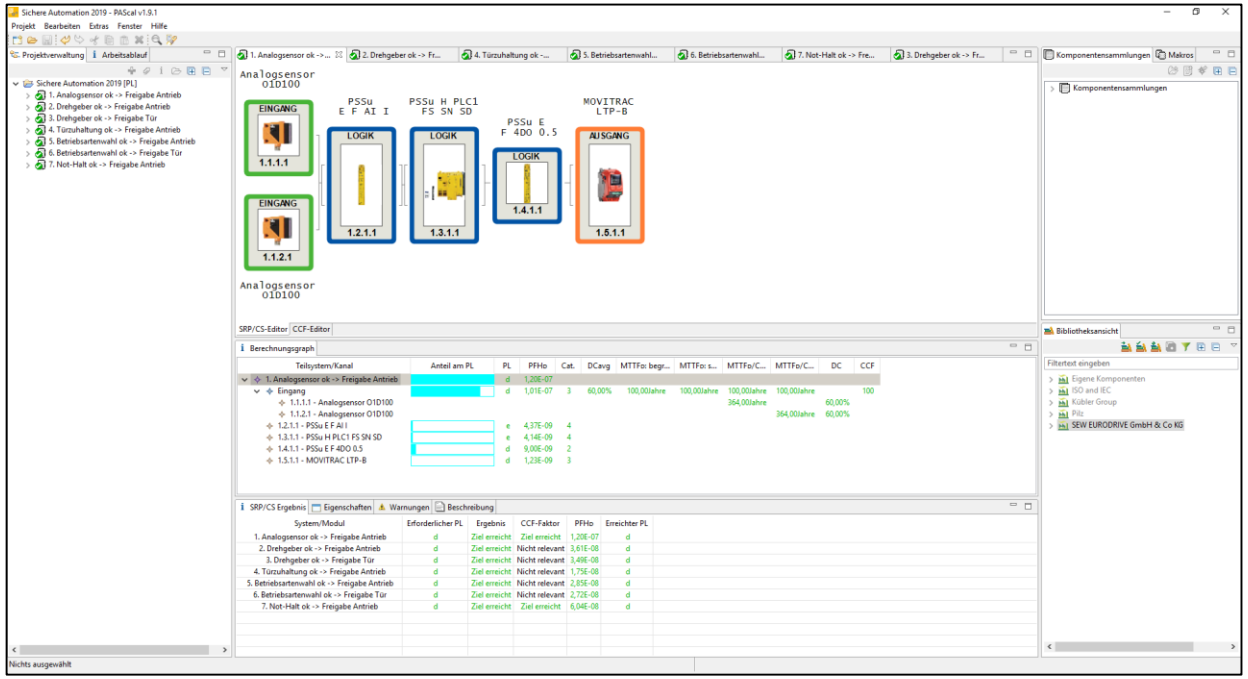
Die Verifikation ist die rechnerische Beweisführung, dass die Sicherheitsfunktion den normativen Anforderungen nach DIN EN ISO 13849-1 bzw. EN 62061 entspricht.

Auf Basis der Kenndaten aller eingesetzten Bauteile wird deren Ausfallwahrscheinlichkeit berechnet, wodurch eine Zuordnung in den Performance Level erfolgt.

Praktisches Hilfsmittel:

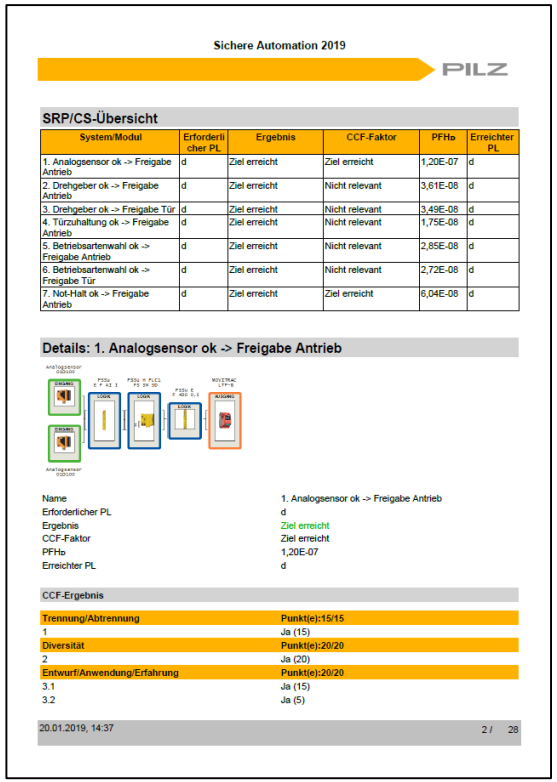
Pilz Safety Calculator PAScal





Verifikation des Performance Levels
PAScal - Projekt Wickler

Safety Calculator PAScal



Sichere Automation 2019

PILZ

SRP/CS-Übersicht

System/Modul	Erforderlicher PL	Ergebnis	CCF-Faktor	PFHD	Erreichter PL
1. Analogsensor ok -> Freigabe Antrieb	d	Ziel erreicht	Ziel erreicht	1,20E-07	d
2. Drehgeber ok -> Freigabe Antrieb	d	Ziel erreicht	Nicht relevant	3,61E-08	d
3. Drehgeber ok -> Freigabe Tür	d	Ziel erreicht	Nicht relevant	3,49E-08	d
4. Türzuhaltung ok -> Freigabe Antrieb	d	Ziel erreicht	Nicht relevant	1,75E-08	d
5. Betriebsartenwahl ok -> Freigabe Antrieb	d	Ziel erreicht	Nicht relevant	2,85E-08	d
6. Betriebsartenwahl ok -> Freigabe Tür	d	Ziel erreicht	Nicht relevant	2,72E-08	d
7. Not-Halt ok -> Freigabe Antrieb	d	Ziel erreicht	Ziel erreicht	6,04E-08	d

Details: 1. Analogsensor ok -> Freigabe Antrieb

Name	1. Analogsensor ok -> Freigabe Antrieb
Erforderlicher PL	d
Ergebnis	Ziel erreicht
CCF-Faktor	Ziel erreicht
PFHD	1,20E-07
Erreichter PL	d

CCF-Ergebnis

Trennung/Abtrennung	Punkt(e):15/15
1	Ja (15)
Diversität	Punkt(e):20/20
2	Ja (20)
Entwurf/Anwendung/Erfahrung	Punkt(e):20/20
3.1	Ja (15)
3.2	Ja (5)

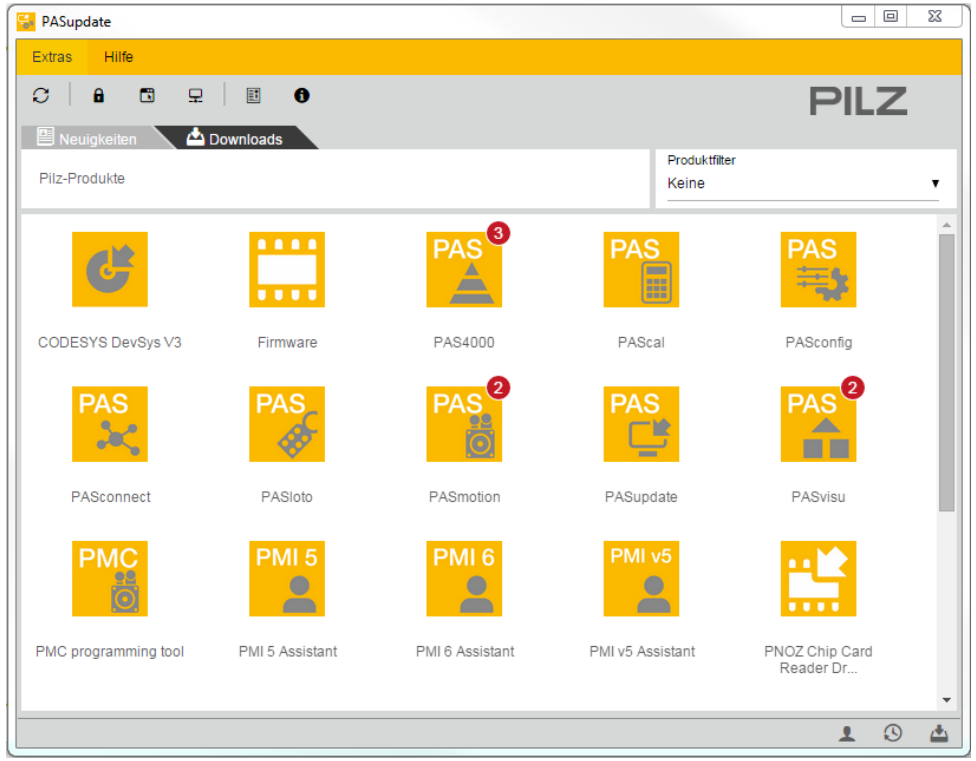
20.01.2019, 14:37 2 / 28

- Sicherheitsfunktionen einfach berechnen und verifizieren
- für Performance Level (EN 13849) und SIL (EN 62061)
- nutzerfreundliche, grafische und mehrsprachige Oberfläche
- Artikelverwaltung in VDMA-Bibliotheken
- automatische Generierung und Ausgabe des Ergebnisberichts im PDF-Format
- Unterstützung durch den Pilz TechSupport (Hotline)

- Tutorialvideo unter http://www.youtube.com/watch?v=xLH_G8XoVjE
- kostenfreier Download der Demo unter https://www.pilz.com/download/restricted/PAScal_1_9_1_3000679A21.zip

Verifikation des Performance Levels
PASupdate – Pilz-Software auf einen Blick

Tool zum praktischen Download von Pilz-Software: PASupdate

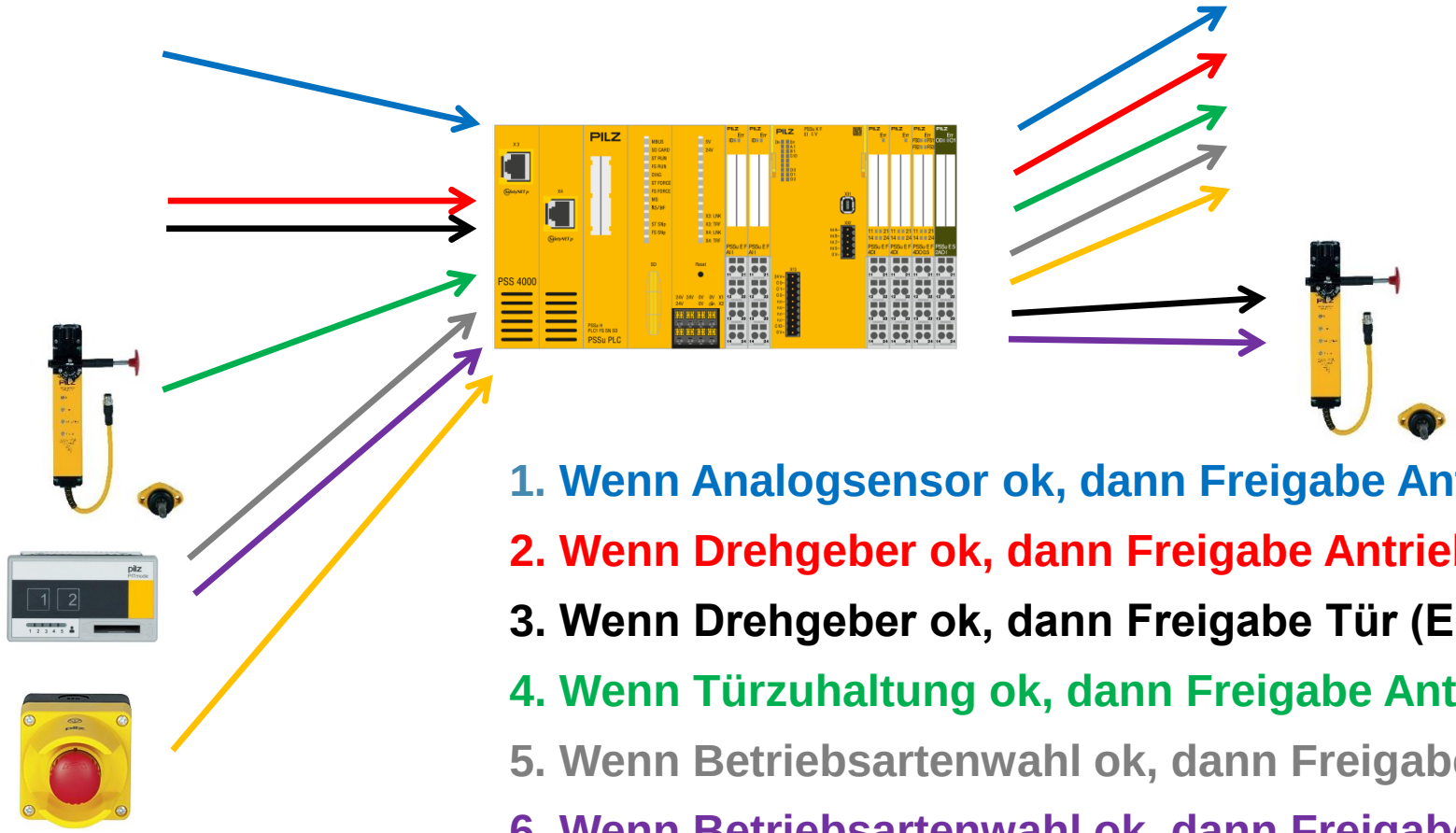


- ein Tool für alle Softwareprodukte von Pilz
- informiert immer über die neuesten Updates + Readmes
- Update-Download direkt über das Programm
- kein Suchen auf der Pilz-Website mehr notwendig
- nur einmalige Anmeldung / Registrierung erforderlich
- separater News-Bereich über die Update-Entwicklung

- Download unter http://www.pilz.com/download/restricted/PASupdate_1_1_0_3000954A03.zip

Verifikation des Performance Levels
Sicherheitsfunktionen ermitteln

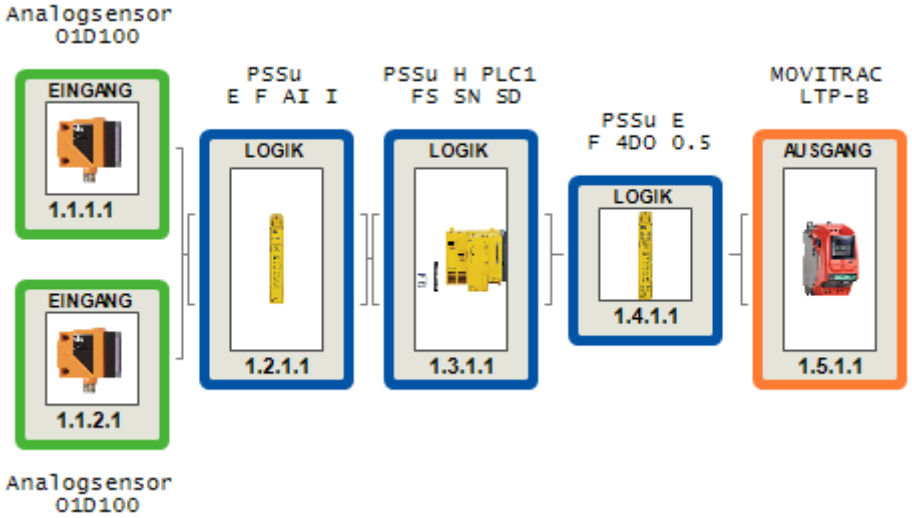
7 Wirkungsketten – 7 verifizierbare Sicherheitsfunktionen



1. Wenn Analogsensor ok, dann Freigabe Antrieb.
2. Wenn Drehgeber ok, dann Freigabe Antrieb.
3. Wenn Drehgeber ok, dann Freigabe Tür (Einrichtbetrieb, bei ≤ 25m/min).
4. Wenn Türzuhaltung ok, dann Freigabe Antrieb (Automatikbetrieb, > 25m/min).
5. Wenn Betriebsartenwahl ok, dann Freigabe Antrieb.
6. Wenn Betriebsartenwahl ok, dann Freigabe Tür.
7. Wenn Not-Halt ok, dann Freigabe Antrieb.

Verifikation des Performance Levels
Ergebnis

Ergebnis Verifikation für Sicherheitsfunktion Nr. 1:



Berechnungsgraph

Teilsystem/Kanal	Anteil am PL	PL	PFHD	Cat.
1. Analogsensor ok -> Freigabe Antrieb		d	1,20E-07	
Eingang		d	1,01E-07	3
1.1.1.1 - Analogsensor O1D100				
1.1.2.1 - Analogsensor O1D100				
1.2.1.1 - PSSu E F AI I		e	4,37E-09	4
1.3.1.1 - PSSu H PLC1 FS SN SD		e	4,14E-09	4
1.4.1.1 - PSSu E F 4DO 0.5		d	9,00E-09	2
1.5.1.1 - MOVITRAC LTP-B		d	1,23E-09	3

Ergebnis für alle Sicherheitsfunktionen:

SRP/CS Ergebnis | Eigenschaften | Warnungen | Beschreibung

System/Modul	Erforderlicher PL	Ergebnis	CCF-Faktor	PFHD	Erreichter PL
1. Analogsensor ok -> Freigabe Antrieb	d	Ziel erreicht	Ziel erreicht	1,20E-07	d
2. Drehgeber ok -> Freigabe Antrieb	d	Ziel erreicht	Nicht relevant	3,61E-08	d
3. Drehgeber ok -> Freigabe Tür	d	Ziel erreicht	Nicht relevant	3,49E-08	d
4. Türzuhaltung ok -> Freigabe Antrieb	d	Ziel erreicht	Nicht relevant	1,75E-08	d
5. Betriebsartenwahl ok -> Freigabe Antrieb	d	Ziel erreicht	Nicht relevant	2,85E-08	d
6. Betriebsartenwahl ok -> Freigabe Tür	d	Ziel erreicht	Nicht relevant	2,72E-08	d
7. Not-Halt ok -> Freigabe Antrieb	d	Ziel erreicht	Ziel erreicht	6,04E-08	d

Automatisierungs-
technik

COMPONENTS
SYSTEMS
SERVICES

innovativ ökologisch
sicher wirtschaftlich

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

PILZ
THE SPIRIT OF SAFETY

CMSE®, InduraNET p®, PAS4000®, PAScal®, PASconfig®, Pilz®, PIT®, PLID®, PMCprimo®, PMCprotego®, PMCtendo®, PMD®, PMI®, PNOZ®, Primo®, PSEN®, PSS®, PVIS®, SafetyBUS p®, SafetyEYE®, SafetyNET p®, THE SPIRIT OF SAFETY® sind in einigen Ländern amtlich registrierte und geschützte Marken der Pilz GmbH & Co. KG. Wir weisen darauf hin, dass die Produkteigenschaften je nach Stand bei Drucklegung und Ausstattungsumfang von den Angaben in diesem Dokument abweichen können. Für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der in Text und Bild dargestellten Informationen übernehmen wir keine Haftung. Bitte nehmen Sie bei Rückfragen Kontakt zu unserem Technischen Support auf.