



## DK32 - DK34 - DK37 Zusatanleitung

Schwebekörper-Durchflussmessgeräte

Sicherheitshandbuch nach IEC 61508:2010



1	Einleitung	4
1.1	Allgemeine Hinweise	4
1.2	Einsatzbereich	4
1.3	Vorteile für den Bediener	4
1.4	Relevante Normen / Literatur	4
2	Begriffe und Definitionen	5
2.1	Beschreibung der verwendeten Begriffe	5
2.2	Beschreibung des betreffenden Umgebungsprofils	5
3	Beschreibung	6
3.1	Beschreibung des Teilsystems	6
3.2	Funktionsprinzip	7
3.3	Bestimmungsgemäße Verwendung	8
4	Spezifikation der Sicherheitsfunktion	9
4.1	Beschreibung der Ausfallkategorien	9
5	Projektierung	10
5.1	Gültige Gerätedokumentation	10
5.2	Projektierung, Verhalten während des Betriebs und Fehlfunktionen	10
6	Lebensdauer / Wiederholungsprüfungen	11
6.1	Lebensdauer	11
6.2	Wiederholungsprüfungen	12
6.3	Erstprüfungen	12
7	Sicherheitsbezogene Eigenschaften	13
7.1	Voraussetzungen	13
7.2	Sicherheitstechnische Kennzahlen für Geräte mit Standard Grenzwertgebern SC2-N0	14
7.2.1	DK32 mit Standard Grenzwertgebern SC2-N0	14
7.2.2	DK34 mit Standard Grenzwertgebern SC2-N0	15
7.2.3	DK37 mit Standard Grenzwertgebern SC2-N0	16
7.3	Sicherheitstechnische Kennzahlen für Geräte mit ausfallsicheren Grenzwertgebern SJ2-SN	17
7.3.1	DK32 mit ausfallsicheren Grenzwertgebern SJ2-SN	17
7.3.2	DK34 mit ausfallsicheren Grenzwertgebern SJ2-SN	18
7.3.3	DK37 mit ausfallsicheren Grenzwertgebern SJ2-SN	19

8 Anhang	20
8.1 Anhang 1 .....	20
8.2 Anhang 2 .....	21
9 Notizen	22

## 1.1 Allgemeine Hinweise

Diese zusätzliche Anleitung gilt für die SIL-konformen Ausführungen der Schwebekörper-Durchflussmessgeräte.

Sie ergänzt die Standardanleitung und die Ex-Zusatzanleitung.

Diese Zusatzanleitung enthält nur die für die funktionale Sicherheit geltenden Daten.

Die in der Standardanleitung aufgeführten technischen Daten und Anweisungen gelten unverändert, sofern sie nicht durch diese Zusatzanleitung ausgeschlossen oder ersetzt werden.

## 1.2 Einsatzbereich

Messung des Durchflusses von Flüssigkeiten, Gasen und Dämpfen in Übereinstimmung mit den speziellen Sicherheitsanforderungen nach IEC 61508.

### Das Messgerät erfüllt die Anforderungen in Bezug auf:

- Funktionale Sicherheit nach IEC 61508-2:2010 (Ausgabe 2)
- EMV-Richtlinie 2014/30/EG
- ATEX-Richtlinie 2014/34/EG
- Druckgeräterichtlinie 2014/68/EG

Weitere Informationen finden Sie in der Konformitätserklärung DK32 - 34 und DK37 auf der Internetseite des Herstellers.

## 1.3 Vorteile für den Bediener

### Verwendung für

- Durchflussüberwachung
- Kontinuierliche Durchflussmessung und lokale Analoganzeige
- Einfache Inbetriebnahme
- Hervorragendes Preis-Leistungsverhältnis

## 1.4 Relevante Normen / Literatur

[N1]	IEC 61508-2:2010 – Funktionale Sicherheit von sicherheitsbezogenen elektrischen/elektronischen/programmierbaren elektronischen Systemen
[N2]	Electrical & Mechanical Component Reliability Handbook, 4. Ausgabe 2017, exida L.L.C.
[N3]	IEC 60654-1:1993-02 2. Ausgabe, Leittechnische Einrichtungen für industrielle Prozesse – Umgebungsbedingungen – Teil 1: Klimatische Einflüsse

Tabelle 1-1: Relevante Normen

## 2.1 Beschreibung der verwendeten Begriffe

DC <sub>D</sub>	Diagnostic Coverage of dangerous failures (Diagnosedeckungsgrad von gefährlichen Ausfällen)
FIT	Failure In Time (1x10 <sup>-9</sup> Ausfälle pro Stunde)
FMEDA	Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis (Ermittlung von Fehlerursachen und deren Auswirkung auf das System)
HFT	Hardware Fault Tolerance (Hardware-Fehlertoleranz)
Low Demand Mode (Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate)	Betriebsart, bei die Anforderung an die Sicherheitsfunktion eines sicherheitsbezogenen Systems nicht mehr als einmal pro Jahr und nicht mehr als zweimal im Prüfzyklus erfolgt.
PFD <sub>AVG</sub>	Average Probability of Failure on Demand (durchschnittliche Wahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle der Sicherheitsfunktion im Anforderungsfall)
SIF	Safety Instrumented Function (Sicherheitskette)
SIL	Safety Integrity Level (Sicherheitsintegritätslevel)
Komponente Typ A	"Nicht komplexes" Teilsystem (alle Ausfallarten sind klar definiert); weitere Einzelheiten siehe 7.4.3.1.2 von IEC 61508-2.
T[Proof]	Proof Test Interval (Intervall für die Wiederholungsprüfung)

Tabelle 2-1: Beschreibung der verwendeten Begriffe

## 2.2 Beschreibung des betreffenden Umgebungsprofils

exida Profil	3
Beschreibung (elektrisch)	Allgemeine Feldmontage; Selbsterwärmung
Beschreibung (mechanisch)	Allgemeine Feldmontage
IEC 60654-1 Profil	C3; auch gültig für D1
Durchschnittliche Umgebungstemperatur	25°C
Durchschnittliche Innentemperatur	45°C
Tägliche Temperaturschwankungen (pk-pk)	25°C
Jahreszeitliche Temperaturschwankungen (Durchschnitt im Winter gegenüber Durchschnitt im Sommer)	40°C
Exposition gegenüber Witterungseinflüssen	Ja
Feuchte (Nennwert gemäß IEC 60068-2-3)	0...100% kondensierend
Stöße (Nennwert gemäß IEC 60068-2-27)	15 g
Vibration (Nennwert gemäß IEC 60068-2-6)	3 g
Chemische Korrosion (Nennwert gemäß ISA 71.04)	G3
Stoßspannung (Nennwert gemäß IEC 61000-4-5)	Leitung-Leitung: 0,5 kV
	Leitung-Erde: 1 kV
Störanfälligkeit (Nennwert gemäß IEC 61000-4-3)	80 MHz...1,4 GHz: 10 V/m
	1,4 GHz...2,0 GHz: 3 V/m
	2,0 GHz...2,7 GHz: 1 V/m
Elektrostatische Entladung (Luft) (Nennwert gemäß IEC 61000-4-2)	6 kV

Tabelle 2-2: Beschreibung des betreffenden Umgebungsprofils

## 3.1 Beschreibung des Teilsystems



Abbildung 3-1: Geräteausführungen

- ① DK32 mit Ventil und horizontalem Anschluss
- ② DK34 ohne Ventil und vertikalem Anschluss
- ③ DK37/M8M mit Ventil und PPS-Gehäuse
- ④ DK37/M8M mit Ventil und Edelstahlgehäuse

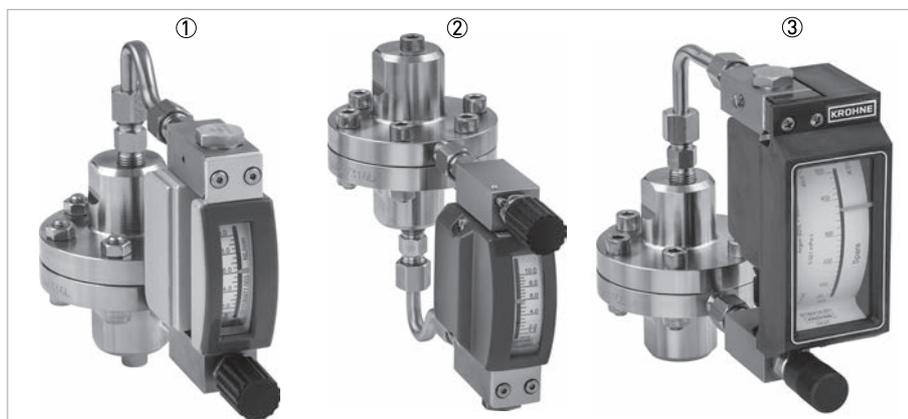


Abbildung 3-2: Ausführungen mit Durchflussregler

- ① DK32 mit Durchflussregler für variablen Vordruck
- ② DK32 mit Durchflussregler für variablen Nachdruck
- ③ DK37 mit Durchflussregler für variablen Vordruck
- ④ DK37 mit Durchflussregler für variablen Nachdruck (ohne Abbildung)

## 3.2 Funktionsprinzip

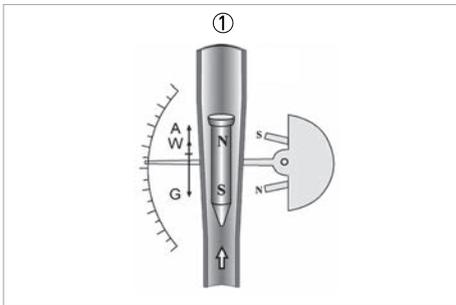


Abbildung 3-3: Funktionsprinzip

① Magnetische Kopplung des Zeigers bei DK32, DK34 und DK37/M8M

Das Durchflussmessgerät arbeitet nach dem Schwebekörper-Messprinzip.

Die DK32, DK34 und DK37 Schwebekörper-Durchflussmessgeräte besitzen im allgemeinen ein senkrecht stehendes, nach oben kontinuierlich erweitertes Rohr, in dem sich ein speziell geformter Schwebekörper frei auf und ab bewegen kann.

Der Messstoff strömt von unten nach oben durch das Rohr. Dabei hebt er den Schwebekörper so weit an, bis ein Ringspalt zwischen Rohrwand und Schwebekörper entsteht, wobei die auf den Körper wirkenden Kräfte im Gleichgewicht sind.

Bei DK32, DK34 und DK37/M8M wird die durchflussabhängige Höhenstellung des Schwebekörpers im Messrohr durch eine magnetische Kopplung übertragen und auf einer Skala angezeigt.

Stark ablenkende Magnetfelder können zu abweichenden Messwerten führen.

### 3.3 Bestimmungsgemäße Verwendung



**VORSICHT!**

Die Verantwortung für den Einsatz der Messgeräte hinsichtlich Eignung, bestimmungsgemäßer Verwendung und Korrosionsbeständigkeit der verwendeten Werkstoffe gegenüber dem Messstoff liegt allein beim Betreiber.



**INFORMATION!**

Dieses Gerät ist ein Gerät der Gruppe 1, Klasse A gemäß CISPR11:2009. Es ist für den Einsatz in industrieller Umgebung bestimmt. In anderen Umgebungen kann es möglicherweise infolge von leitungsgeführten sowie gestrahlten Störeinflüssen zu Schwierigkeiten bei der Einhaltung der elektromagnetische Verträglichkeit kommen.



**INFORMATION!**

Der Hersteller haftet nicht für Schäden, die aus unsachgemäßem oder nicht bestimmungsgemäßem Gebrauch entstehen.

Die Schwebekörper-Durchflussmessgeräte sind für die Messung von Gasen und Flüssigkeiten geeignet.



**INFORMATION!**

- Der Messstoff darf keine ferromagnetischen Partikel oder Feststoffe enthalten.
- Der Messstoff muss ausreichend fließfähig und ablagerungsfrei sein.
- Druckschläge sowie pulsierende Durchflüsse sind zu vermeiden.
- Ventile sind langsam zu öffnen.
- Magnetventile sollten nicht verwendet werden.

**Die Geräte eignen sich besonders für die Messungen geringer Mengen von:**

- Prozess- oder Trägergase
- Stickstoff, CO<sub>2</sub> oder andere Industriegase
- Probenströme für Prozessanalysensysteme
- Sperrgas- bzw. Sperrflüssigkeitsmessung an Dichtungssystemen
- Spülmedien für Messsysteme
- Luft oder Wasser
- Chemikalien und Additive
- Schmier-, Kühl- und Korrosionsschutzmittel



**GEFAHR!**

Bei Geräten, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden, gelten zusätzlich die sicherheitstechnischen Hinweise in der Ex-Dokumentation.



**VORSICHT!**

Verwenden Sie keine abrasiven Messstoffe und keine Messstoffe mit Feststoffpartikeln.

## 4.1 Beschreibung der Ausfallkategorien

Die folgenden Definitionen dienen der Beurteilung des Ausfallverhaltens der DK3\*  
Schwebekörper-Durchflussmessgeräte:

Fail-Safe (Ungefährlicher Ausfall)	Ein Ausfall, nach dem das Teilsystem ohne Anforderung des Prozesses auf den definierten ausfallsicheren Status schaltet.
Fail Dangerous Undetected (Gefährlicher unentdeckter Ausfall)	Ein gefährlicher Ausfall, der von den internen Diagnosefunktionen nicht entdeckt wurde.
Fail Dangerous Detected (Gefährlicher entdeckter Ausfall)	Ein gefährlicher Ausfall, der von den internen Diagnosefunktionen entdeckt wurde (diese Art Ausfall kann in den ausgewählten ausfallsicheren Status umgewandelt werden)
Fail No Effect (Ausfall ohne Auswirkungen)	Der Ausfall einer Komponente, die Teil der Sicherheitsfunktion ist, der jedoch weder ein ungefährlicher noch ein gefährlicher Ausfall ist und keine Auswirkungen auf die Sicherheitsfunktion hat.

Tabelle 4-1: Beschreibung der Ausfallkategorien

Fail-Safe State (Ausfallsicherer Status)	Der ausfallsichere Status wird als spannungsloser Ausgang definiert
Fail Dangerous (Gefährlicher Ausfall)	Ein Ausfall, der nicht auf die jeweilige Anforderung des Prozesses anspricht (d. h. nicht auf den definierten ausfallsicheren Status schalten kann)

Tabelle 4-2: DK32, DK34, DK37/M8M mit Ausgang für induktive Grenzwertgeber

Die Ansprechzeit auf eine Anforderung des DK32, DK34 und DK37 beträgt < 2 Sekunden.

## 5.1 Gültige Gerätedokumentation

[D1]	TD DK32/34/37-Rxx-de Technisches Datenblatt DK32, DK34, DK37 - Schwebekörper-Durchflussmessgerät
[D2]	MA DK32/34/37-Rxx-de Handbuch, einschließlich Montage- und Betriebsanleitung
[D3]	exida FMEDA Report: KROHNE 08/11-46 R009 Version 3

Tabelle 5-1: Gültige Gerätedokumentation

## 5.2 Projektierung, Verhalten während des Betriebs und Fehlfunktionen

- Die Beanspruchung muss im Durchschnitt für Außenbereiche in industriellen Umgebungen liegen und etwa dem exida Profil 3 (für Details siehe *Beschreibung des betreffenden Umgebungsprofils* auf Seite 5) mit Temperaturgrenzen innerhalb der Nennwerte des Herstellers entsprechen.  
Andere umweltrelevante Eigenschaften müssen innerhalb der vom Hersteller angegebenen Nennwerte liegen.
- Unter normalen Bedingungen beträgt die maximale Betriebszeit 10 Jahre.
- Die in der Betriebsanleitung genannten Anforderungen müssen eingehalten werden.
- Die Reparatur- und Prüfintervalle müssen den Sicherheitsberechnungen entsprechen.
- Folgen Sie die in der gedruckten Anleitung des Herstellers angeführten Anweisungen zur Reparatur.
- Änderungen ohne eigene Autorisierung seitens des Herstellers sind streng untersagt.
- Befolgen Sie die Montage- und Bedienhinweise.
- Das Anwendungsprogramm im Sicherheits-/Logiksystem ist auf die Erkennung von Ausfällen ausgelegt, die die untere und obere Grenze überschreiten, und löst bei solchen Ausfällen nicht automatisch aus; aus diesem Grund wurden diese Ausfälle als gefährliche entdeckte Ausfälle klassifiziert. Die Ausfallraten des Sicherheits-/Logiksystems sind nicht in den aufgelisteten Ausfallraten enthalten.
- Die FMEDA-Parameter gelten als Hilfestellung bei der Planung.  
Der Endanwender ist für die allgemeine funktionale Sicherheit der Anwendung verantwortlich.
- Eine Hilfe für den korrekten Bestelltext finden Sie in Anhang 1.

## 6.1 Lebensdauer

Auf der Grundlage der Methode für die Wahrscheinlichkeitsrechnung ist von einer konstanten Ausfallrate auszugehen; dies gilt jedoch nur unter der Voraussetzung, dass die Lebensdauer der Komponenten nicht überschritten wird.

Nach der Lebensdauer verliert das Ergebnis der Wahrscheinlichkeitsrechnung seine Bedeutung, da die Wahrscheinlichkeit zu Ausfällen im Laufe der Zeit deutlich zunimmt.

Die Lebensdauer hängt stark von der Komponente und ihren Betriebsbedingungen ab, insbesondere von der Temperatur (Elektrolyt-Kondensatoren beispielsweise können sehr empfindlich sein).

Die Annahme einer konstanten Ausfallrate basiert auf der Badewannenkurve, die das typische Verhalten von elektronischen Komponenten darstellt. Die  $PFD_{AVG}$ -Berechnung gilt daher nur für Komponenten, die eine solche Ausfallrate aufweisen, und die Berechnung gilt nur über die Lebensdauer der einzelnen Komponenten.

Es wird davon ausgegangen, dass ein großer Anteil frühzeitiger Ausfälle in der Installationsphase entdeckt wird, daher gilt die Annahme einer konstanten Ausfallrate während der Lebensdauer.

Nach IEC 61508-2 Abschnitt 7.4.9.5 ist von einer Lebensdauer basierend auf Erfahrungswerten auszugehen.

Nach IEC 61508-2 Abschnitt 7.4.9.5 Anmerkung 3 zeigt die Erfahrung, dass die Lebensdauer oft zwischen 8 bis 12 Jahren liegt.

Wie empfehlen die Betriebsdauer für Schwebekörper-Durchflussmessgeräte in sicherheitsgerichteten Anwendungen nicht über 10 Jahre auszudehnen. Wenn jedoch seitens des Anwenders das Gerät über seine Lebenszeit überwacht wird und entsprechende Ergebnisse aufzeigt (z. B. konstante Ausfallrate), kann in Verantwortung des Betreibers die Betriebsdauer verlängert werden.

Für die erforderliche zyklische Wiederholungsprüfung siehe Tabelle in Kapitel 7.2

## 6.2 Wiederholungsprüfungen

Die folgenden Wiederholungsprüfungen sind zur Erkennung von gefährlichen unentdeckten Ausfällen durchzuführen:

### Wiederholungsprüfung für DK32, DK34, DK37/M8M mit induktiven Grenzwertgebern

1. Treffen Sie angemessene Maßnahmen, um ein falsches Auslösen zu verhindern.
2. Prüfen Sie das Gerät auf sichtbare Schäden, Korrosion oder Verschmutzung.
3. Bringen Sie das DK3\* Schwebekörper-Durchflussmessgerät auf einen "MAX" Grenzwert und stellen Sie sicher, dass der induktive Grenzwertgeber auf den ausfallsicheren Status schaltet.
4. Bringen Sie das DK3\* Schwebekörper-Durchflussmessgerät auf einen "MIN" Grenzwert und stellen Sie sicher, dass der induktive Grenzwertgeber auf den ausfallsicheren Status schaltet.
5. Stellen Sie den vollen Betrieb der Schleife wieder her.
6. Stellen Sie den normalen Betrieb wieder her.

## 6.3 Erstprüfungen

Die folgenden Erstprüfungen sind zur Erkennung von gefährlichen unentdeckten Ausfällen durchzuführen:

### Erstprüfung während der Inbetriebnahme für DK32, DK34, DK37/M8M mit induktiven Grenzwertgebern

1. Prüfen Sie das Gerät auf sichtbare Schäden, Korrosion oder Verschmutzung.
2. Prüfen Sie nach Öffnen des Gehäuses und Einstellen der Grenzwertgeber, dass das axiale Spiel des Messwertzeigersystems ausreichend gering ist, so dass die rückseitige Zeigerfahne in den Schlitzinitiator ohne Schleifen oder Kollision eintauchen kann.
3. Bringen Sie das DK3\* Schwebekörper-Durchflussmessgerät auf einen "MAX" Grenzwert und stellen Sie sicher, dass der induktive Grenzwertgeber auf den ausfallsicheren Status schaltet.
4. Bringen Sie das DK3\* Schwebekörper-Durchflussmessgerät auf einen "MIN" Grenzwert und stellen Sie sicher, dass der induktive Grenzwertgeber auf den ausfallsicheren Status schaltet.

## 7.1 Voraussetzungen

Im Rahmen der "Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis" (FMEDA, Ermittlung von Fehlerursachen und deren Auswirkung auf das System) des DK32, DK34 und DK37 Schwebekörper-Durchflussmessgeräts ergaben sich folgende Annahmen.

- Die Ausfallraten sind konstant; Verschleißmechanismen sind nicht inbegriffen.
- Die Ausbreitung von Ausfällen ist nicht relevant.
- Ausfälle aufgrund der unkorrekten Verwendung der DK3\* Durchflussmessgeräte, insbesondere durch Feuchtigkeit, die durch nicht dicht geschlossene Gehäuse oder nicht ordnungsgemäße Kabelzuführungen durch die Einläufe eintritt, wurden nicht berücksichtigt.
- Vor dem Versand werden ausreichende Prüfungen vorgenommen, um Mängel seitens des Lieferanten oder Herstellungsfehler auszuschließen, die den korrekten und nach den Produktspezifikationen oder der analysierten Bauart vorgesehenen Betrieb verhindern.
- Die mittlere Reparaturzeit nach einem Ausfall (MTTR) nach einem ungefährlichen Ausfall beträgt 24 Stunden.
- Alle Module werden im Low Demand Mode (Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate) betrieben.
- Externe Stromausfallraten sind nicht inbegriffen.
- Anhand einer Fehlersimulation kann die Korrektheit der bei der FMEDA angenommenen Auswirkungen der Ausfälle nachgewiesen werden.
- Die Beanspruchungen entsprechen dem Durchschnitt für Außenbereiche in industriellen Umgebungen und lassen sich mit dem exida Profil 3 (für Details siehe *Beschreibung des betreffenden Umgebungsprofils* auf Seite 5) mit Temperaturgrenzen innerhalb der Nennwerte des Herstellers vergleichen.  
Andere umweltrelevante Eigenschaften müssen innerhalb der vom Hersteller angegebenen Nennwerte liegen.
- Die ausfallsicheren Grenzwertgeber SJ2-SN sind an einen ausfallsicheren NAMUR-Verstärker angeschlossen.  
Die Ausfallraten des Verstärkers sind nicht in den aufgelisteten Ausfallraten enthalten.
- Die standardmäßigen Grenzwertgeber SC2-N0 sind an einen standardmäßigen NAMUR-Verstärker angeschlossen.  
Die Ausfallraten des Verstärkers sind nicht in den aufgelisteten Ausfallraten enthalten.

Alle Bauteile, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind und diese Funktion nicht beeinflussen können (unempfindlich gegenüber Rückkopplung), sind ausgeschlossen.

Die Schwebekörper-Durchflussmessgeräte DK32, DK34 und DK37/M8M mit induktiven Grenzwertgebern sind als Teilsysteme vom Typ A (einfache Teilsysteme gemäß IEC 61508-2 Abschnitt 7.4.3.1.2) mit Hardware-Fehlertoleranz HFT=0 eingestuft.

## 7.2 Sicherheitstechnische Kennzahlen für Geräte mit Standard Grenzwertgebern SC2-N0

Die folgenden Tabellen enthalten die Ausfallraten gemäß IEC 61508 und entsprechend den in Abschnitt 7.1 beschriebenen Annahmen und in Abschnitt 4 enthaltenen Definitionen:

### 7.2.1 DK32 mit Standard Grenzwertgebern SC2-N0

#### DK32/K\*...-SK mit 1 oder 2 Standard Grenzwertgebern SC2-N0 (MIN/MAX) ①

Umgebungsprofil	$\lambda_{SD}$	$\lambda_{SU}$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	MTBF	SIL AC ②
Profil 3 (allgemeine Feldmontage)	0 FIT	81 FIT	0 FIT	136 FIT	267 Jahre	SIL2

Tabelle 7-1: Umgebungsprofil

T[Proof] ③	1 Jahr	5 Jahre	10 Jahre
PFD <sub>AVG</sub> ④	6,49E <sup>-4</sup>	3,01E <sup>-3</sup>	5,96E <sup>-3</sup>

Tabelle 7-2: T[Proof] und PFD<sub>AVG</sub>

#### DK32/R\*/K\*...-SK mit 1 oder 2 Standard Grenzwertgebern SC2-N0 (MIN/MAX) ① und Durchflussregler

Umgebungsprofil	$\lambda_{SD}$	$\lambda_{SU}$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	MTBF	SIL AC ②
Profil 3 (allgemeine Feldmontage)	0 FIT	81 FIT	0 FIT	223 FIT	176 Jahre	SIL2

Tabelle 7-3: Umgebungsprofil

T[Proof] ③	1 Jahr	5 Jahre	10 Jahre
PFD <sub>AVG</sub> ④	1,06E <sup>-3</sup>	4,93E <sup>-3</sup>	9,77E <sup>-3</sup>

Tabelle 7-4: T[Proof] und PFD<sub>AVG</sub>

- ① Der Schaltkontaktausgang ist an einen Standard NAMUR-Verstärker (z. B. Pepperl+Fuchs KF\*\*-SR2-Ex1) angeschlossen. Die Ausfallraten des Verstärkers sind nicht in den aufgelisteten Ausfallraten enthalten.
- ② SIL AC (Architectural Constraints) bedeutet, dass das Element den strukturellen Einschränkungen bis SIL 2 bei HFT=0 für Low Demand Mode-Anwendungen (Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate) nach Route 2H entspricht.
- ③ Es wird angenommen, dass die Wiederholungsprüfung mit einer Testabdeckung von 99% durchgeführt wird.
- ④ Der PFD<sub>AVG</sub> wurde mit Hilfe des Markov-Modells für exida Profil 3 (allgemeine Feldmontage) berechnet. Die Ergebnisse müssen mit den PFD<sub>AVG</sub>-Werten anderer Geräte der Sicherheitskette (SIF) kombiniert werden, um die Eignung für einen bestimmten Sicherheitsintegritätslevel (SIL) zu bestimmen.  
Bei SIL1 Anwendungen muss der PFD<sub>AVG</sub>-Wert < 10<sup>-1</sup> sein.  
Bei SIL2 Anwendungen muss der PFD<sub>AVG</sub>-Wert < 10<sup>-2</sup> sein.

## 7.2.2 DK34 mit Standard Grenzwertgebern SC2-N0

## DK34/K\*...-SK mit 1 oder 2 Standard Grenzwertgebern SC2-N0 (MIN/MAX) ①

Umgebungsprofil	$\lambda_{SD}$	$\lambda_{SU}$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	MTBF	SIL AC ②
Profil 3 (allgemeine Feldmontage)	0 FIT	81 FIT	0 FIT	109 FIT	401 Jahre	SIL2

Tabelle 7-5: Umgebungsprofil

T[Proof] ③	1 Jahr	5 Jahre	10 Jahre
PFD <sub>AVG</sub> ④	5,20E <sup>-4</sup>	2,41E <sup>-3</sup>	4,77E <sup>-3</sup>

Tabelle 7-6: T[Proof] und PFD<sub>AVG</sub>

- ① Der Schaltkontaktausgang ist an einen Standard NAMUR-Verstärker (z. B. Pepperl+Fuchs KF\*\*-SR2-Ex1) angeschlossen. Die Ausfallraten des Verstärkers sind nicht in den aufgelisteten Ausfallraten enthalten.
- ② SIL AC (Architectural Constraints) bedeutet, dass das Element den strukturellen Einschränkungen bis SIL 2 bei HFT=0 für Low Demand Mode-Anwendungen (Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate) nach Route 2H entspricht.
- ③ Es wird angenommen, dass die Wiederholungsprüfung mit einer Testabdeckung von 99% durchgeführt wird.
- ④ Der PFD<sub>AVG</sub> wurde mit Hilfe des Markov-Modells für exida Profil 3 (allgemeine Feldmontage) berechnet. Die Ergebnisse müssen mit den PFD<sub>AVG</sub>-Werten anderer Geräte der Sicherheitskette (SIF) kombiniert werden, um die Eignung für einen bestimmten Sicherheitsintegritätslevel (SIL) zu bestimmen.  
Bei SIL1 Anwendungen muss der PFD<sub>AVG</sub>-Wert < 10<sup>-1</sup> sein.  
Bei SIL2 Anwendungen muss der PFD<sub>AVG</sub>-Wert < 10<sup>-2</sup> sein.

## 7.2.3 DK37 mit Standard Grenzwertgebern SC2-N0

## DK37/M8M/./K\*...-SK mit 1 oder 2 Standard Grenzwertgebern SC2-N0 (MIN/MAX) ①

Umgebungsprofil	$\lambda_{SD}$	$\lambda_{SU}$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	MTBF	SIL AC ②
Profil 3 (allgemeine Feldmontage)	0 FIT	87 FIT	0 FIT	136 FIT	262 Jahre	SIL2

Tabelle 7-7: Umgebungsprofil

T[Proof] ③	1 Jahr	5 Jahre	10 Jahre
PFD <sub>AVG</sub> ④	6,49E <sup>-4</sup>	3,01E <sup>-3</sup>	5,96E <sup>-3</sup>

Tabelle 7-8: T[Proof] und PFD<sub>AVG</sub>

## DK37/M8M/./R\*/K\*...-SK mit 1 oder 2 Standard Grenzwertgebern SC2-N0 (MIN/MAX) ① und Durchflussregler

Umgebungsprofil	$\lambda_{SD}$	$\lambda_{SU}$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	MTBF	SIL AC ②
Profil 3 (allgemeine Feldmontage)	0 FIT	87 FIT	0 FIT	223 FIT	174 Jahre	SIL2

Tabelle 7-9: Umgebungsprofil

T[Proof] ③	1 Jahr	5 Jahre	10 Jahre
PFD <sub>AVG</sub> ④	1,06E <sup>-3</sup>	4,93E <sup>-3</sup>	9,77E <sup>-3</sup>

Tabelle 7-10: T[Proof] und PFD<sub>AVG</sub>

- ① Der Schaltkontaktausgang ist an einen Standard NAMUR-Verstärker (z. B. Pepperl+Fuchs KF\*\*-SR2-Ex1) angeschlossen. Die Ausfallraten des Verstärkers sind nicht in den aufgelisteten Ausfallraten enthalten.
- ② SIL AC (Architectural Constraints) bedeutet, dass das Element den strukturellen Einschränkungen bis SIL 2 bei HFT=0 für Low Demand Mode-Anwendungen (Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate) nach Route 2H entspricht.
- ③ Es wird angenommen, dass die Wiederholungsprüfung mit einer Testabdeckung von 99% durchgeführt wird.
- ④ Der PFD<sub>AVG</sub> wurde mit Hilfe des Markov-Modells für exida Profil 3 (allgemeine Feldmontage) berechnet. Die Ergebnisse müssen mit den PFD<sub>AVG</sub>-Werten anderer Geräte der Sicherheitskette (SIF) kombiniert werden, um die Eignung für einen bestimmten Sicherheitsintegritätslevel (SIL) zu bestimmen.  
Bei SIL1 Anwendungen muss der PFD<sub>AVG</sub>-Wert < 10<sup>-1</sup> sein.  
Bei SIL2 Anwendungen muss der PFD<sub>AVG</sub>-Wert < 10<sup>-2</sup> sein.

## 7.3 Sicherheitstechnische Kennzahlen für Geräte mit ausfallsicheren Grenzwertgebern SJ2-SN

Die folgenden Tabellen enthalten die Ausfallraten gemäß IEC 61508 und entsprechend den in Abschnitt 7.1 beschriebenen Annahmen und in Abschnitt 4 enthaltenen Definitionen:

### 7.3.1 DK32 mit ausfallsicheren Grenzwertgebern SJ2-SN

#### DK32/K\*...-SK mit 1 oder 2 ausfallsicheren Grenzwertgebern SJ2-SN (MIN/MAX) ①

Umgebungsprofil	$\lambda_{SD}$	$\lambda_{SU}$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	MTBF	SIL AC ②
Profil 3 (allgemeine Feldmontage)	0 FIT	50 FIT	0 FIT	97 FIT	319 Jahre	SIL2

Tabelle 7-11: Umgebungsprofil

T[Proof] ③	1 Jahr	5 Jahre	10 Jahre
PFD <sub>AVG</sub> ④	4,63E <sup>-4</sup>	2,15E <sup>-3</sup>	4,25E <sup>-3</sup>

Tabelle 7-12: T[Proof] und PFD<sub>AVG</sub>

#### DK32/R\*/K\*...-SK mit 1 oder 2 ausfallsicheren Grenzwertgebern SJ2-SN (MIN/MAX) ① und Durchflussregler

Umgebungsprofil	$\lambda_{SD}$	$\lambda_{SU}$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	MTBF	SIL AC ②
Profil 3 (allgemeine Feldmontage)	0 FIT	50 FIT	0 FIT	185 FIT	198 Jahre	SIL2

Tabelle 7-13: Umgebungsprofil

T[Proof] ③	1 Jahr	5 Jahre	10 Jahre
PFD <sub>AVG</sub> ④	8,83E <sup>-4</sup>	4,09E <sup>-3</sup>	8,10E <sup>-3</sup>

Tabelle 7-14: T[Proof] und PFD<sub>AVG</sub>

- ① Der Schaltkontaktausgang ist an einen ausfallsicheren NAMUR-Verstärker (z. B. Pepperl+Fuchs KF\*\* -SH-Ex1) angeschlossen. Die Ausfallraten des Verstärkers sind nicht in den aufgelisteten Ausfallraten enthalten.
- ② SIL AC (Architectural Constraints) bedeutet, dass das Element den strukturellen Einschränkungen bis SIL 2 bei HFT=0 für Low Demand Mode-Anwendungen (Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate) nach Route 2H entspricht.
- ③ Es wird angenommen, dass die Wiederholungsprüfung mit einer Testabdeckung von 99% durchgeführt wird.
- ④ Der PFD<sub>AVG</sub> wurde mit Hilfe des Markov-Modells für exida Profil 3 (allgemeine Feldmontage) berechnet. Die Ergebnisse müssen mit den PFD<sub>AVG</sub>-Werten anderer Geräte der Sicherheitskette (SIF) kombiniert werden, um die Eignung für einen bestimmten Sicherheitsintegritätslevel (SIL) zu bestimmen.  
Bei SIL1 Anwendungen muss der PFD<sub>AVG</sub>-Wert < 10<sup>-1</sup> sein.  
Bei SIL2 Anwendungen muss der PFD<sub>AVG</sub>-Wert < 10<sup>-2</sup> sein.

## 7.3.2 DK34 mit ausfallsicheren Grenzwertgebern SJ2-SN

## DK34/K\*...-SK mit 1 oder 2 ausfallsicheren Grenzwertgebern SJ2-SN (MIN/MAX) ①

Umgebungsprofil	$\lambda_{SD}$	$\lambda_{SU}$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	MTBF	SIL AC ②
Profil 3 (allgemeine Feldmontage)	0 FIT	50 FIT	0 FIT	71 FIT	531 Jahre	SIL2

Tabelle 7-15: Umgebungsprofil

T[Proof] ③	1 Jahr	5 Jahre	10 Jahre
PFD <sub>AVG</sub> ④	3,39E <sup>-4</sup>	1,57E <sup>-3</sup>	3,11E <sup>-3</sup>

Tabelle 7-16: T[Proof] und PFD<sub>AVG</sub>

- ① Der Schaltkontaktausgang ist an einen ausfallsicheren NAMUR-Verstärker (z. B. Pepperl+Fuchs KF\*\* -SH-Ex1) angeschlossen. Die Ausfallraten des Verstärkers sind nicht in den aufgelisteten Ausfallraten enthalten.
- ② SIL AC (Architectural Constraints) bedeutet, dass das Element den strukturellen Einschränkungen bis SIL 2 bei HFT=0 für Low Demand Mode-Anwendungen (Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate) nach Route 2H entspricht.
- ③ Es wird angenommen, dass die Wiederholungsprüfung mit einer Testabdeckung von 99% durchgeführt wird.
- ④ Der PFD<sub>AVG</sub> wurde mit Hilfe des Markov-Modells für exida Profil 3 (allgemeine Feldmontage) berechnet. Die Ergebnisse müssen mit den PFD<sub>AVG</sub>-Werten anderer Geräte der Sicherheitskette (SIF) kombiniert werden, um die Eignung für einen bestimmten Sicherheitsintegritätslevel (SIL) zu bestimmen.  
Bei SIL1 Anwendungen muss der PFD<sub>AVG</sub>-Wert < 10<sup>-1</sup> sein.  
Bei SIL2 Anwendungen muss der PFD<sub>AVG</sub>-Wert < 10<sup>-2</sup> sein.

## 7.3.3 DK37 mit ausfallsicheren Grenzwertgebern SJ2-SN

DK37/M8M/./K\*...-SK mit 1 oder 2 ausfallsicheren Grenzwertgebern SJ2-SN (MIN/MAX) ①

Umgebungsprofil	$\lambda_{SD}$	$\lambda_{SU}$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	MTBF	SIL AC ②
Profil 3 (allgemeine Feldmontage)	0 FIT	56 FIT	0 FIT	97 FIT	312 Jahre	SIL2

Tabelle 7-17: Umgebungsprofil

T[Proof] ③	1 Jahr	5 Jahre	10 Jahre
PFD <sub>AVG</sub> ④	4,63E <sup>-4</sup>	2,15E <sup>-3</sup>	4,25E <sup>-3</sup>

Tabelle 7-18: T[Proof] und PFD<sub>AVG</sub>

DK37/M8M/./R\*/K\*...-SK mit 1 oder 2 ausfallsicheren Grenzwertgebern SJ2-SN (MIN/MAX) ① und Durchflussregler

Umgebungsprofil	$\lambda_{SD}$	$\lambda_{SU}$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	MTBF	SIL AC ②
Profil 3 (allgemeine Feldmontage)	0 FIT	56 FIT	0 FIT	185 FIT	195 Jahre	SIL2

Tabelle 7-19: Umgebungsprofil

T[Proof] ③	1 Jahr	5 Jahre	10 Jahre
PFD <sub>AVG</sub> ④	8,83E <sup>-4</sup>	4,09E <sup>-3</sup>	8,10E <sup>-3</sup>

Tabelle 7-20: T[Proof] und PFD<sub>AVG</sub>

- ① Der Schaltkontaktausgang ist an einen ausfallsicheren NAMUR-Verstärker (z. B. Pepperl+Fuchs KF\*\*-SH-Ex1) angeschlossen. Die Ausfallraten des Verstärkers sind nicht in den aufgelisteten Ausfallraten enthalten.
- ② SIL AC (Architectural Constraints) bedeutet, dass das Element den strukturellen Einschränkungen bis SIL 2 bei HFT=0 für Low Demand Mode-Anwendungen (Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate) nach Route 2H entspricht.
- ③ Es wird angenommen, dass die Wiederholungsprüfung mit einer Testabdeckung von 99% durchgeführt wird.
- ④ Der PFD<sub>AVG</sub> wurde mit Hilfe des Markov-Modells für exida Profil 3 (allgemeine Feldmontage) berechnet. Die Ergebnisse müssen mit den PFD<sub>AVG</sub>-Werten anderer Geräte der Sicherheitskette (SIF) kombiniert werden, um die Eignung für einen bestimmten Sicherheitsintegritätslevel (SIL) zu bestimmen.  
Bei SIL1 Anwendungen muss der PFD<sub>AVG</sub>-Wert < 10<sup>-1</sup> sein.  
Bei SIL2 Anwendungen muss der PFD<sub>AVG</sub>-Wert < 10<sup>-2</sup> sein.

## 8.1 Anhang 1

Eingeschränkter Bezeichnungsschlüssel für DK3\* mit funktionaler Sicherheitsausrüstung nach EN 61508.

### Bezeichnungsschlüssel für DK32 und DK34

Der Bezeichnungsschlüssel setzt sich aus folgenden Elementen zusammen \*:

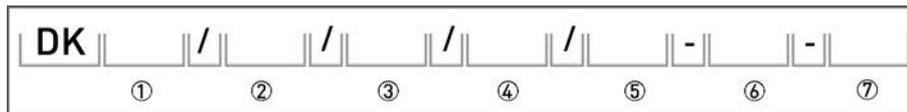


Abbildung 8-1: Bezeichnungsschlüssel für DK32 und DK34

- ① 32 - mit Ventil und horizontalem Anschluss  
34 - ohne Ventil und vertikalem Anschluss
- ② RE - Durchflussregler für variablen Vordruck  
RA - Durchflussregler für variablen Nachdruck
- ③ K1 - ein Grenzwertgeber  
K2 - zwei Grenzwertgeber
- ④ S - Anschlussstecker  
L - Leitungseinführung inklusive Kabel
- ⑤ Kennzeichnung ohne Einfluss auf die funktionale Sicherheit
- ⑥ Ex - explosionsgeschütztes Betriebsmittel
- ⑦ SK - SIL-konforme Grenzwertgeber nach IEC 61508:2010

\* nicht belegte Stellen entfallen (keine Leerstellen)

### Bezeichnungsschlüssel für DK37

Der Bezeichnungsschlüssel setzt sich aus folgenden Elementen zusammen \*:

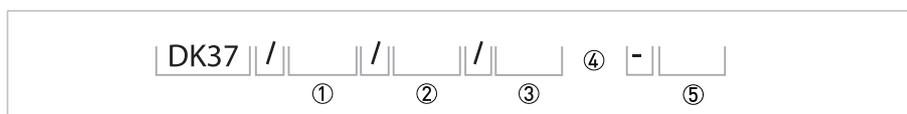


Abbildung 8-2: Bezeichnungsschlüssel für DK37

- ① M8M - mechanischer Anzeige
- ② RE - Durchflussregler für variablen Vordruck  
RA - Durchflussregler für variablen Nachdruck
- ③ K1 - ein Grenzwertgeber  
K2 - zwei Grenzwertgeber
- ④ Ex ist nicht Bestandteil des Bezeichnungsschlüssel
- ⑤ SK - SIL-konforme Grenzwertgeber nach IEC 61508:2010

\* nicht belegte Stellen entfallen (keine Leerstellen)

## 8.2 Anhang 2

### Ausfallsichere Kontakttypen für DK32, DK34, DK37/M8M

SJ2-SN (Pepperl+Fuchs)      Ausfallsicherer induktiver 2-Leiter-NAMUR-Schalter

### Empfohlene ausfallsichere Trennschaltverstärker für die ausfallsicheren NAMUR-Grenzwertgeber

Typenschlüssel	Hersteller	Versorgungsspannung	Kanal	Ausgang
KFD2-SH-Ex1	Pepperl+Fuchs	20...35 VDC	1 ausfallsicher	Redundantes Relais
KHD2-SH-Ex1.T.OP	Pepperl+Fuchs	20...35 VDC	1 ausfallsicher	Elektronik + Relais
KHA6-SH-Ex1	Pepperl+Fuchs	85...253 VAC	1 ausfallsicher	Redundantes Relais

Tabelle 8-1: Empfohlene ausfallsichere Trennschaltverstärker

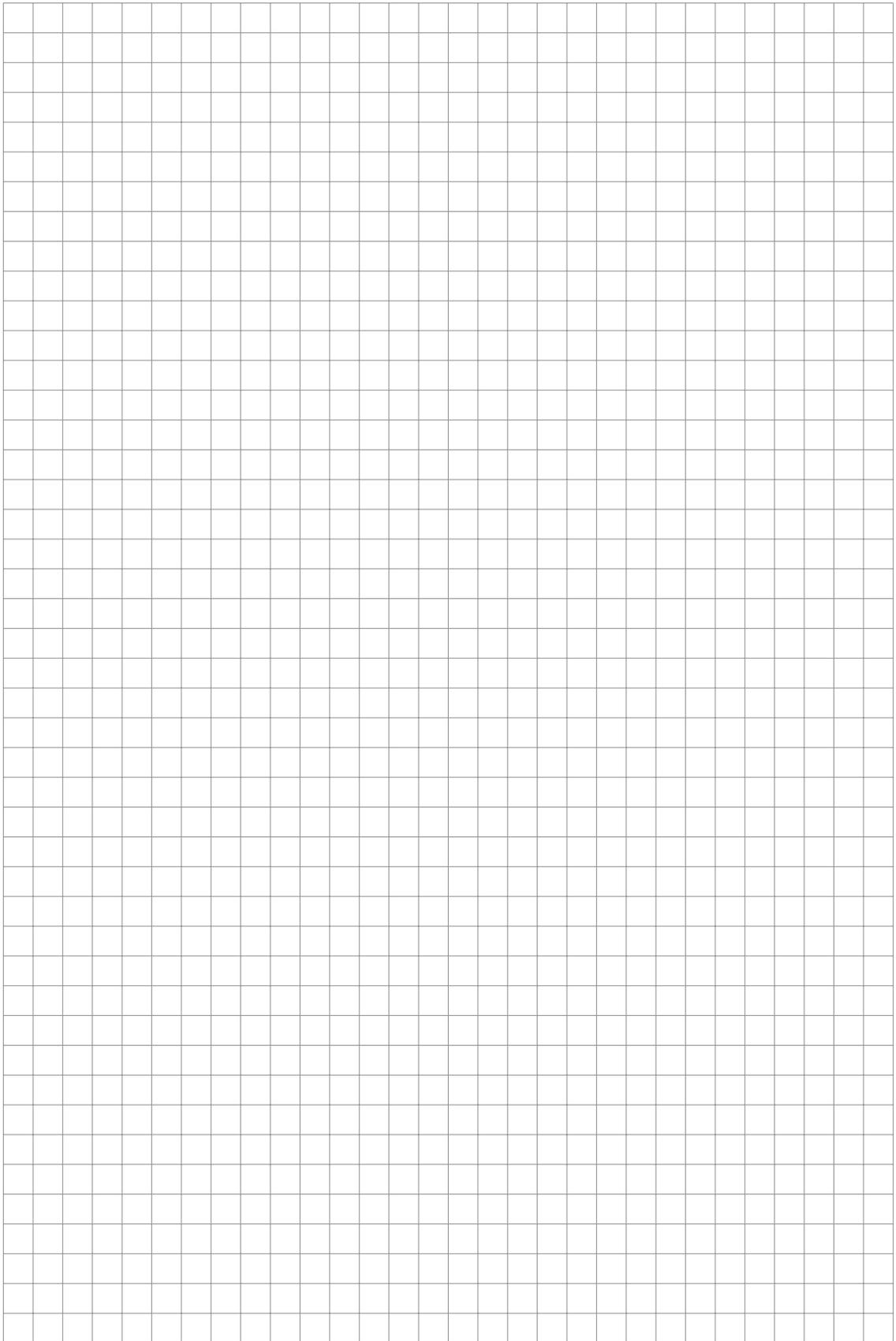
### Standard Kontakttypen für DK32, DK34, DK37/M8M

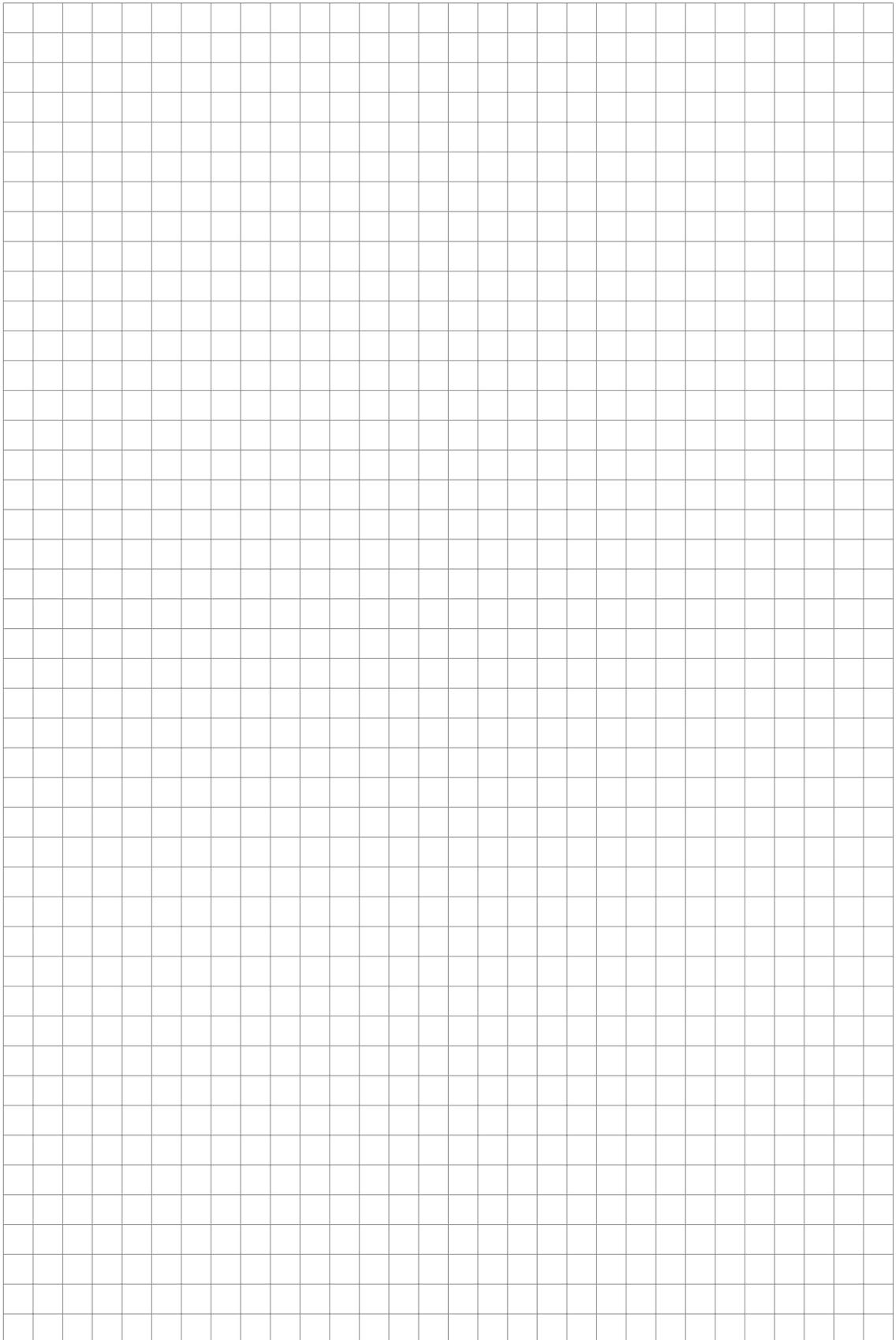
SC2-N0 (Pepperl+Fuchs)

### Empfohlene Standard Trennschaltverstärker für die Standard NAMUR-Grenzwertgeber

Typenschlüssel	Hersteller	Versorgungsspannung	Kanal	Ausgang
KFA6-SR2-Ex1.W	Pepperl+Fuchs	207...253 VAC	1 Kanal	Relais
KFA5-SR2-Ex1.W	Pepperl+Fuchs	103,5...126 VAC	1 Kanal	Relais
KFD2-SR2-Ex1.W	Pepperl+Fuchs	20...30 VDC	1 Kanal	Relais

Tabelle 8-2: Empfohlene Standard Trennschaltverstärker





## KROHNE – Prozessinstrumentierung und messtechnische Lösungen

- Durchfluss
- Füllstand
- Temperatur
- Druck
- Prozessanalyse
- Services

Hauptsitz KROHNE Messtechnik GmbH  
Ludwig-Krohne-Str. 5  
47058 Duisburg (Deutschland)  
Tel.: +49 203 301 0  
Fax: +49 203 301 10389  
sales.de@krohne.com

Die aktuelle Liste aller KROHNE Kontakte und Adressen finden Sie unter:  
[www.krohne.com](http://www.krohne.com)

**KROHNE**