



Auswahlhilfe Sicherheitsbarrieren

Reihe 9001 / 9002 / 9004

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Angaben.....	3
1.1	Hersteller.....	3
1.2	Weitere Dokumente	3
2	Schnellauswahl	4
3	Einführung in die Sicherheitsbarrieren	6
3.1	Was sind Sicherheitsbarrieren	6
3.2	Anwendung	7
3.3	Funktion	8
3.4	Potentialausgleich / Erdung	8
4	Mechanik.....	10
4.1	Montage und Erdung.....	10
4.2	Auswechselbare Vorsicherung.....	11
4.3	Maßangaben / Befestigungsmaße	12
5	Auswahl von Sicherheitsbarrieren.....	13
5.1	Funktion – Barrieren-Typ	13
5.2	Funktion – Elektrische Werte	16
5.3	Sicherheit – Ex i Werte.....	17
5.4	Sicherheit – Zusammenschaltung.....	17
6	Beispielanwendungen	23
7	Anhang.....	46
7.1	Zubehör und Ersatzteile	46

1 Allgemeine Angaben

1.1 Hersteller

R. STAHL Schaltgeräte GmbH
Am Bahnhof 30
74638 Waldenburg
Germany

Tel.: +49 7942 943-0
Fax.: +49 7942 943-4333
Internet: r-stahl.com
E-Mail: info@r-stahl.com



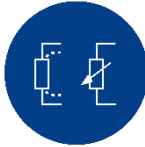



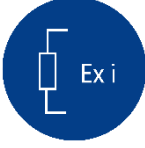
1.2 Weitere Dokumente

- Datenblatt 900x
- Betriebsanleitung 900x

Dokumente in weiteren Sprachen, siehe r-stahl.com.

2 Schnellauswahl

Symbol	Anwendung	Empfohlene Sicherheitsbarriere	Link zum Beispiel
2-Leiter Messumformer 	Geregelte Stromversorgung Messwiderstand in der Zuleitung Feldstromkreis geerdet	9001/01-280-110-101	⇒ Beispiel
	Geregelte Stromversorgung Messwiderstand in der Rückleitung Feldstromkreis erdfrei	9002/13-280-110-001	⇒ Beispiel
	Ungeregelte Stromversorgung Messwiderstand in der Rückleitung Feldstromkreis geerdet	9001/51-280-110-141	⇒ Beispiel
3-Leiter Messumformer 	Geregelte Stromversorgung Feldstromkreis geerdet	9002/13-280-110-001	⇒ Beispiel
i/p-Umformer, Regelventil, Anzeiger 	Geregelte Stromversorgung Regelung in der Zuleitung Feldstromkreis geerdet	9001/01-280-110-101	⇒ Beispiel
	Geregelte Stromversorgung Regelung in der Rückleitung Feldstromkreis erdfrei	9002/13-280-110-001	⇒ Beispiel
Magnetventil, LED-Leuchtmelder, akustische Alarmmelder 	Geregelte Stromversorgung Regelung in der Zuleitung Feldstromkreis geerdet	9001/01-280-110-101	⇒ Beispiel
	Geregelte Stromversorgung Regelung in der Rückleitung Feldstromkreis erdfrei	9002/13-280-110-001	⇒ Beispiel
	Ungeregelte Stromversorgung Regelung in der Zuleitung Feldstromkreis geerdet	9001/01-252-100-141	⇒ Beispiel
	Ungeregelte Stromversorgung Regelung in der Rückleitung Feldstromkreis erdfrei	9002/13-252-121-041	⇒ Beispiel
	Mehrere Feldgeräte Geregelte Stromversorgung Regelung in der Zuleitung Feldstromkreis geerdet	9002/11-280-186-001	⇒ Beispiel

Symbol	Anwendung	Empfohlene Sicherheitsbarriere	Link zum Beispiel
Initiator, Näherungsschalter 	3-Leiter-PNP Geregelte Stromversorgung Feldstromkreis geerdet	9002/13-280-110-001	⇒ Beispiel
	3-Leiter-NPN Geregelte Stromversorgung Feldstromkreis geerdet	9002/11-280-186-001	⇒ Beispiel
Thermoelemente, mV Signale 	Feldstromkreis erdfrei	9002/77-093-300-001	⇒ Beispiel
Widerstandsthermometer, Widerstandsferngeber 	Pt100, 2-Leiterschaltung Feldstromkreis erdfrei	9002/22-032-300-111	⇒ Beispiel
	Pt100, 3-Leiterschaltung Feldstromkreis erdfrei	9002/22-032-300-111 + 9001/02-016-150-111	⇒ Beispiel
	Pt100, 4-Leiterschaltung Feldstromkreis erdfrei	9002/22-032-300-111 + 9002/77-093-040-001	⇒ Beispiel
Binäreingang, Potenzialfreier Kontakt, Optokopplerausgang 	Geregelte Stromversorgung Schalter (Last in der Zuleitung) Feldstromkreis geerdet	9001/01-280-110-101	⇒ Beispiel
	Geregelte Stromversorgung Schalter (Last in der Rückleitung) Feldstromkreis erdfrei	9002/13-280-093-001	⇒ Beispiel
	Ungeregelte Stromversorgung Schalter (Last in der Rückleitung) Feldstromkreis geerdet	9001/01-252-060-141	⇒ Beispiel
Wägezelle (DMS) 	350 Ω 6 Leiter + 10 V Feldstromkreis erdfrei	9002/11-130-360-001 + 9002/11-120-024-001 + 9002/11-120-024-001	⇒ Beispiel
	350 Ω oder 700 Ω 6 Leiter + 16 V Feldstromkreis erdfrei	9002/13-199-225-001 + 9002/11-199-030-001 + 9002/11-199-030-001	⇒ Beispiel
Feuer & Gas Detektor 		9001/01-280-165-101	
Sicherheitsbarrieren mit elektronischer Strombegrenzung 	Sicherheitsbarrieren der Reihe 9004 können Sicherheitsbarrieren der Reihe 9001 ersetzen. Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringerer Längswiderstand und somit bessere Leistungsausbeute Nachteile: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Schlechtere sicherheitstechnische Werte ▪ Nur für ib Stromkreise 	9004	

3 Einführung in die Sicherheitsbarrieren

3.1 Was sind Sicherheitsbarrieren

Sicherheitsbarrieren (auch genannt Zenerbarrieren) werden eingesetzt um eigensichere Stromkreise (Ex i) und nicht-eigensichere Stromkreise zu verbinden, etwa Ex-i-Feldgeräte mit Automatisierungssystemen. Dabei können sowohl Standardsignale wie 4...20 mA als auch weniger übliche Signale verarbeitet werden. Für viele Anwendungsfälle gibt es Sicherheitsbarrieren die speziell dafür entwickelt wurden.

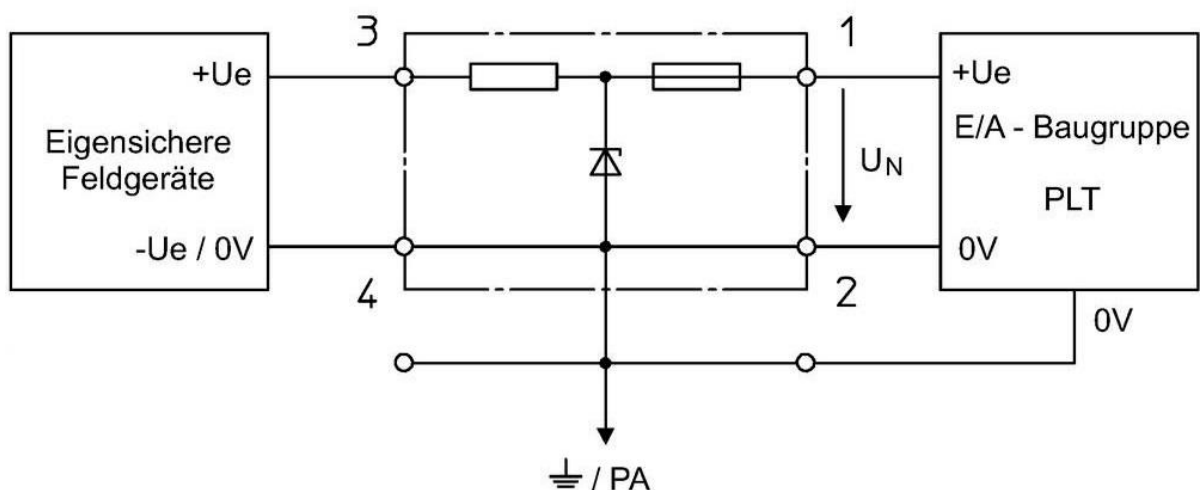
Die Barrieren begrenzen mit Hilfe einer Kombination von Zenerdiode, Widerständen und Sicherungen die elektrische Energie, die bezüglich ihres Erdanschlusses in den explosionsgefährdeten Bereich gelangt. Sicherheitsbarrieren zeichnen sich durch einen sehr breiten Anwendungsbereich aus.

R.STAHL unterscheidet bei den Sicherheitsbarrieren 3 Reihen:

Ein-Kanal-Sicherheitsbarrieren Reihe 9001

Ex - Bereich

Sicherer Bereich

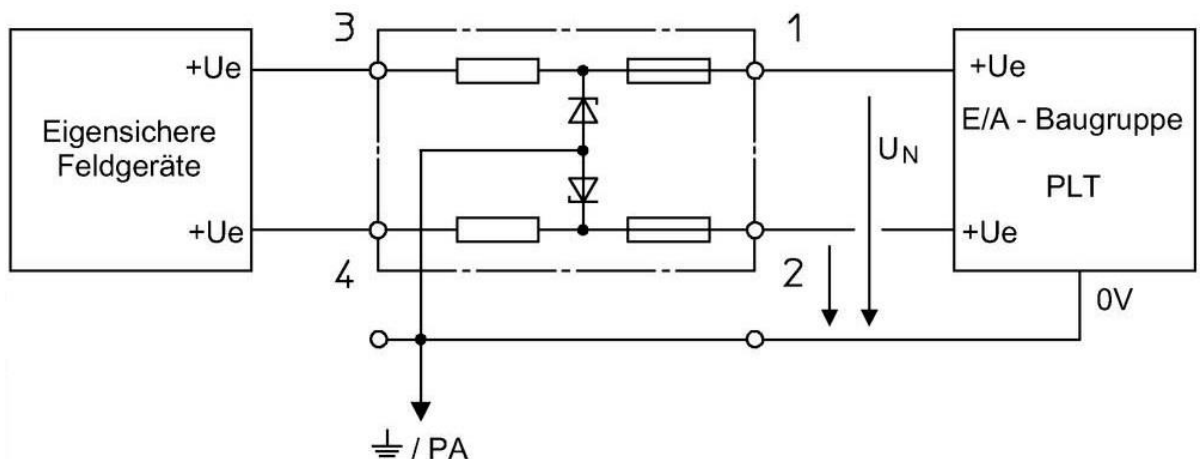


05438E01

Zwei-Kanal-Sicherheitsbarrieren Reihe 9002

Ex - Bereich

Sicherer Bereich

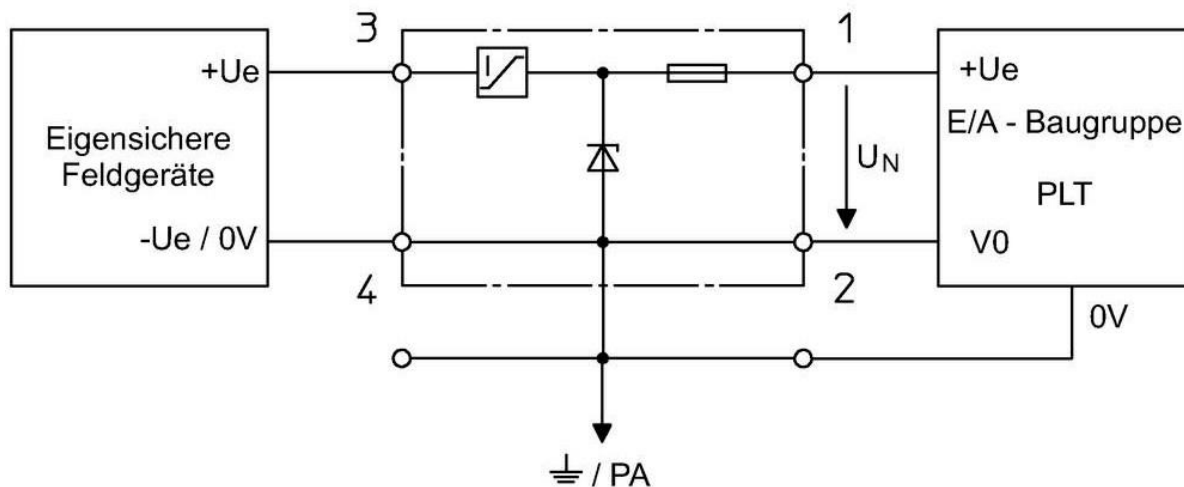


05820E01

Sicherheitsbarrieren mit elektronischer Strombegrenzung Reihe 9004

Ex - Bereich

Sicherer Bereich



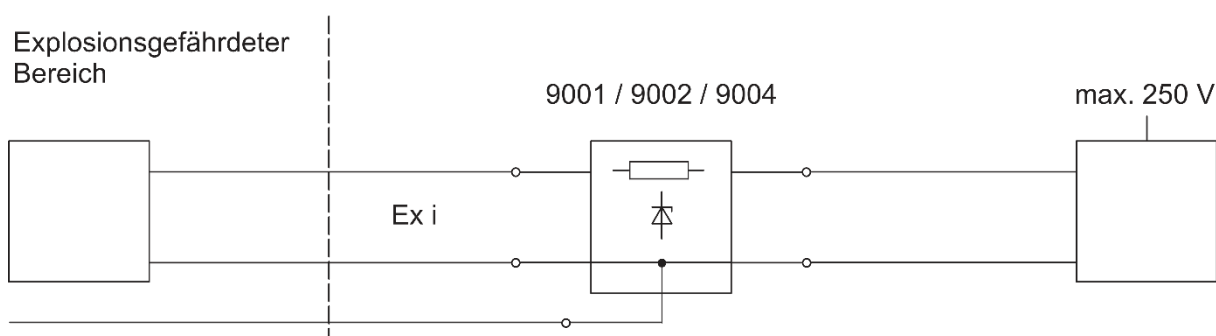
05853E01

3.2 Anwendung

Sicherheitsbarrieren werden als preiswerte Trennstufen ohne galvanische Trennung zwischen eigensicheren und nicht eigensicheren Stromkreisen eingesetzt. Sie haben die Aufgabe, Stromkreise (d. h. Kabel und Betriebsmittel) zu schützen, die in explosionsgefährdeten Bereichen installiert sind.

Sicherheitsbarrieren sind sogenannte zugehörige Betriebsmittel.

Ein eigensicherer Stromkreis besteht immer aus einem eigensicheren Betriebsmittel (Feldgerät) und einem zugehörigen Betriebsmittel (Sicherheitsbarriere, Trennstufe, Remote I/O, usw.). Als zugehöriges Betriebsmittel bilden Sicherheitsbarrieren die Brücke zwischen dem eigensicheren und nicht eigensicheren Stromkreis. Je nach Anwendung kann es notwendig sein mehrere Geräte in einer Zusammenschaltung zu verwenden (siehe Abschnitt 5.4).



09911E

Da sie auch nicht eigensichere Stromkreise enthalten, müssen Sicherheitsbarrieren entweder außerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches oder bei entsprechender Zertifizierung in Zone 2 / Division 2 errichtet werden. Alle Sicherheitsbarrieren von R. STAHL zur Installation in Zone 2 / Division 2 geeignet.

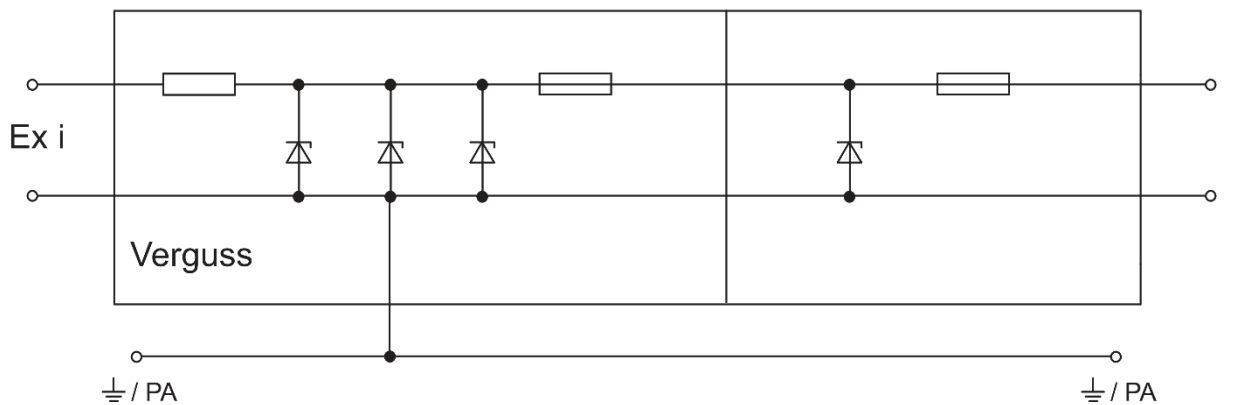
Der Einsatz einer weiteren Zündschutzart (z.B. Druckfeste Kapselung) erlaubt die Installation der Sicherheitsbarrieren in Zone 1.

3.3 Funktion

Sicherheitsbarrieren haben die Aufgabe, die in einen eigensicheren Stromkreis eingespeiste Leistung so zu begrenzen, dass weder durch Funken, noch durch thermische Effekte (heiße Oberflächen) eine Zündung erfolgen kann.

Hierzu enthält eine Sicherheitsbarriere 3 wesentliche Elemente:

- Zenerdiode zur Spannungsbegrenzung
- Widerstand oder Halbleiterbauelement zur Strombegrenzung
- Sicherung zum Schutz der Zenerdiode



09912E

R. STAHL Sicherheitsbarrieren der Reihen 9001, 9002 und 9004 enthalten außerdem eine Schutzschaltung mit einer von außen zugänglichen auswechselbaren Vorsicherung, welche die nicht zugängliche intern vergossene Sicherung der Sicherheitsbarriere schützt. Die Schutzschaltung verhindert, dass beide Sicherungen gleichzeitig ansprechen.

Um das komplette Spektrum der Anwendungen in der Automatisierungstechnik abzudecken, enthalten einige Sicherheitsbarrieren Funktionsblöcke wie z. B. elektronische Strombegrenzung, Verstärkung usw.

3.4 Potentialausgleich / Erdung

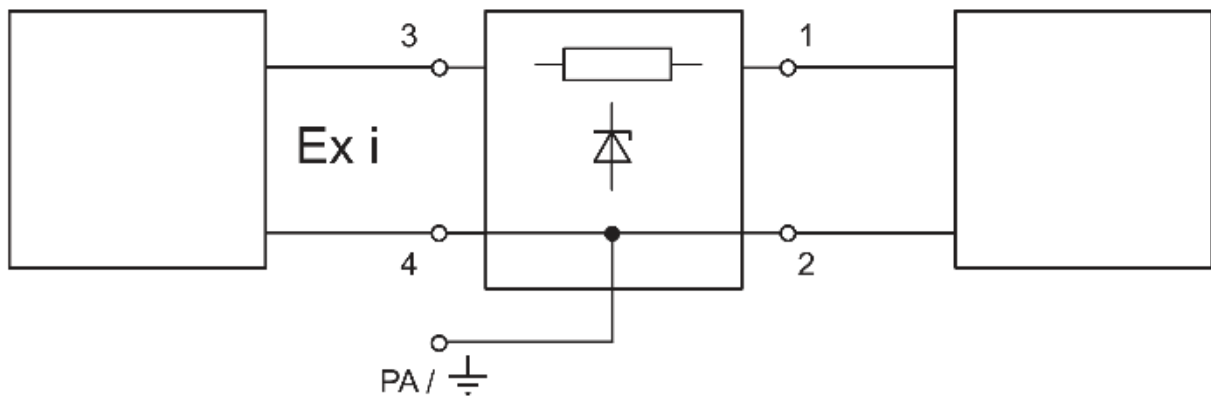
Potentialdifferenzen können die Eigensicherheit aufheben und damit den Explosionsschutz unwirksam werden lassen, da Sicherheitsbarrieren keine galvanische Trennung zwischen Eingang und Ausgang haben. Alle (nationalen) Standards für die Errichtung eigensicherer Stromkreise verlangen daher:

- das Vorhandensein eines Potentialausgleichs bzw. Erdungssystems sowie
- den Anschluss von Sicherheitsbarrieren an diesen Potentialausgleich

Sicherheitsbarrieren von R. STAHL können alternativ entweder direkt über die elektrisch leitende Aufschnappmechanik oder mittels der \perp / PA-Klemme mit dem Potentialausgleich verbunden werden.

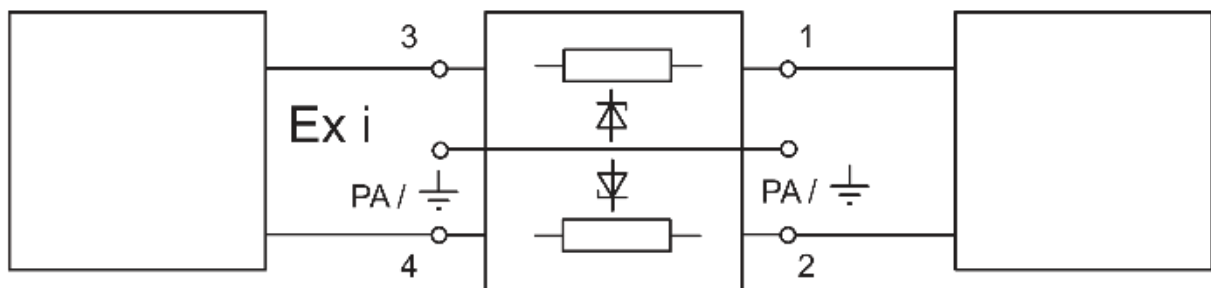
Aus elektrischen oder messtechnischen Gründen kann es vorkommen, dass eine erdfreie Schaltung notwendig ist.

Eine erdfreie Schaltung kann im Allgemeinen durch den Einsatz einer Zwei-Kanal-Sicherheitsbarriere oder durch Zusammenschalten von zwei Ein-Kanal-Sicherheitsbarrieren realisiert werden.



09935E

Stromkreis geerdet



09936E

Stromkreis erdfrei

Auch wenn die Schaltung „erdfrei“ ist oder die Sicherheitsbarriere mithilfe der als Zubehör verfügbaren KlemmfüÙe isoliert von der DIN-Schiene aufgebaut wurde, müssen Sicherheitsbarrieren immer an \perp / PA angeschlossen werden.

Ebenso muss sichergestellt sein, dass die Verbindung zu \perp / PA weniger als 1 Ω beträgt. Nationale Vorschriften können höhere Anforderungen fordern.

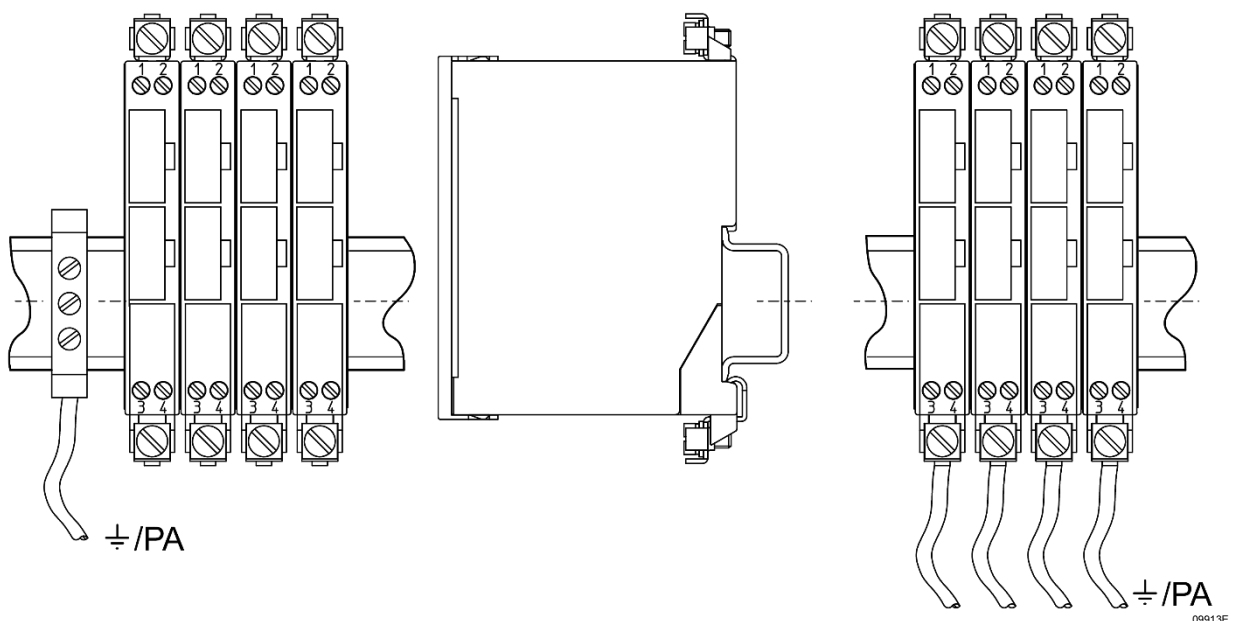
4 Mechanik

4.1 Montage und Erdung

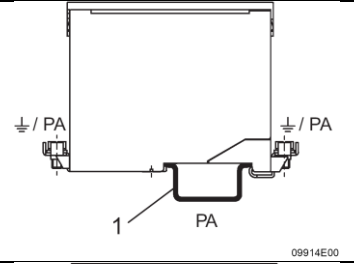
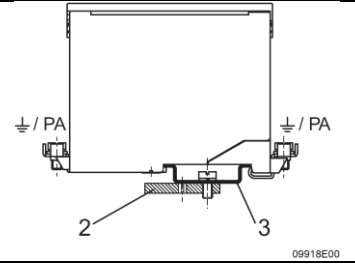
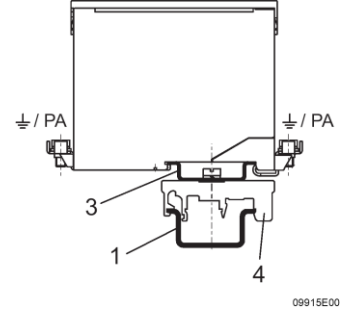
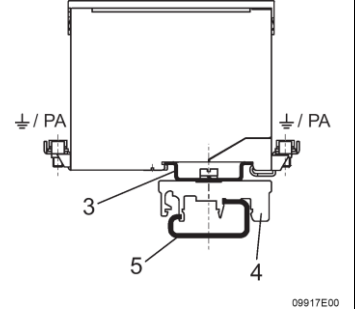
R. STAHL Sicherheitsbarrieren der Reihen 9001, 9002 und 9004 zeichnen sich durch eine besonders einfache Montagemöglichkeit aus. Sie werden ohne Montagezusatz auf eine 35 mm DIN-Schiene (NS 35/15) direkt aufgeschnappt.

Gleichzeitig wird dadurch eine leitende Verbindung zwischen dem \perp / PA-Anschluss der Sicherheitsbarriere und der Schiene hergestellt. Die Erdung mehrerer Sicherheitsbarrieren erfolgt durch Verbinden der Schiene mit dem eigentlichen Potentialausgleich / Erdungssystem (Sammelerdung).

Alternativ können die Sicherheitsbarrieren auch einzeln geerdet werden. Hierzu ist die \perp / PA-Klemme auf der eigensicheren Anschlussseite der Sicherheitsbarriere vorgesehen.



Weitere Montagemöglichkeiten ergeben sich, wenn die als Zubehör lieferbaren KlemmfüÙe eingesetzt werden. Die KlemmfüÙe sind mit einem Adapter an der Sicherheitsbarriere montiert (Montagematerial finden Sie beim Zubehör).

	DIN-Schiene NS35/15	DIN-Schiene NS32	Montageplatte oder Flachschiene
Nicht isolierter Aufbau			
Isolierter Aufbau			<ol style="list-style-type: none"> 1. DIN-Schiene NS35/15 2. Montageplatte 3. Adapter Art.Nr. 158826 4. Kunststoff-Klemmfuß Art.Nr. 165283 5. DIN-Schiene NS32

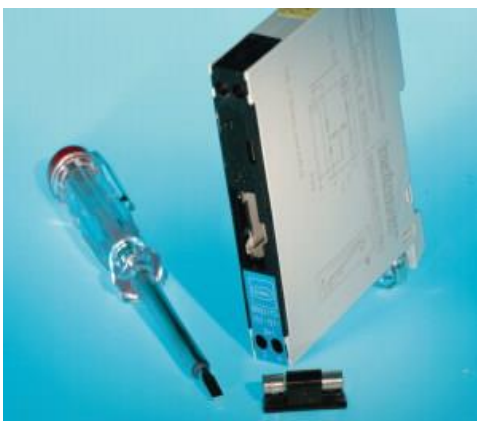
Achtung:

Isolierter Aufbau bedeutet, dass die Sicherheitsbarriere nicht mit dem Erdungssystem der DIN-Schiene verbunden ist.

Die Sicherheitsbarriere muss in diesem Fall über die \perp / PA-Klemme mit dem Potentialausgleich verbunden werden, um die Energiebegrenzung und damit die Eigensicherheit zu gewährleisten.

Sicherheitsbarrieren müssen immer mit dem Potentialausgleich verbunden werden!

4.2 Auswechselbare Vorsicherung



Die Sicherheitsbarrieren von R.STAHL sind mit einer auswechselbaren Vorsicherung ausgestattet. Zwei-Kanal-Barrieren enthalten je eine Vorsicherung für jeden Kanal. Die Vorsicherung ist der internen, nicht zugänglichen Sicherung vorgeschaltet. Eine Schutzschaltung verhindert, dass beide Sicherungen gleichzeitig ansprechen. Damit ist gewährleistet, dass bei Falschpolung der Betriebsspannung oder bei unzulässig hoher Betriebsspannung die Sicherheitsbarriere vor Zerstörung geschützt ist.

Für Wartung und Instandhaltung ergeben sich zwei wesentliche Vorteile:

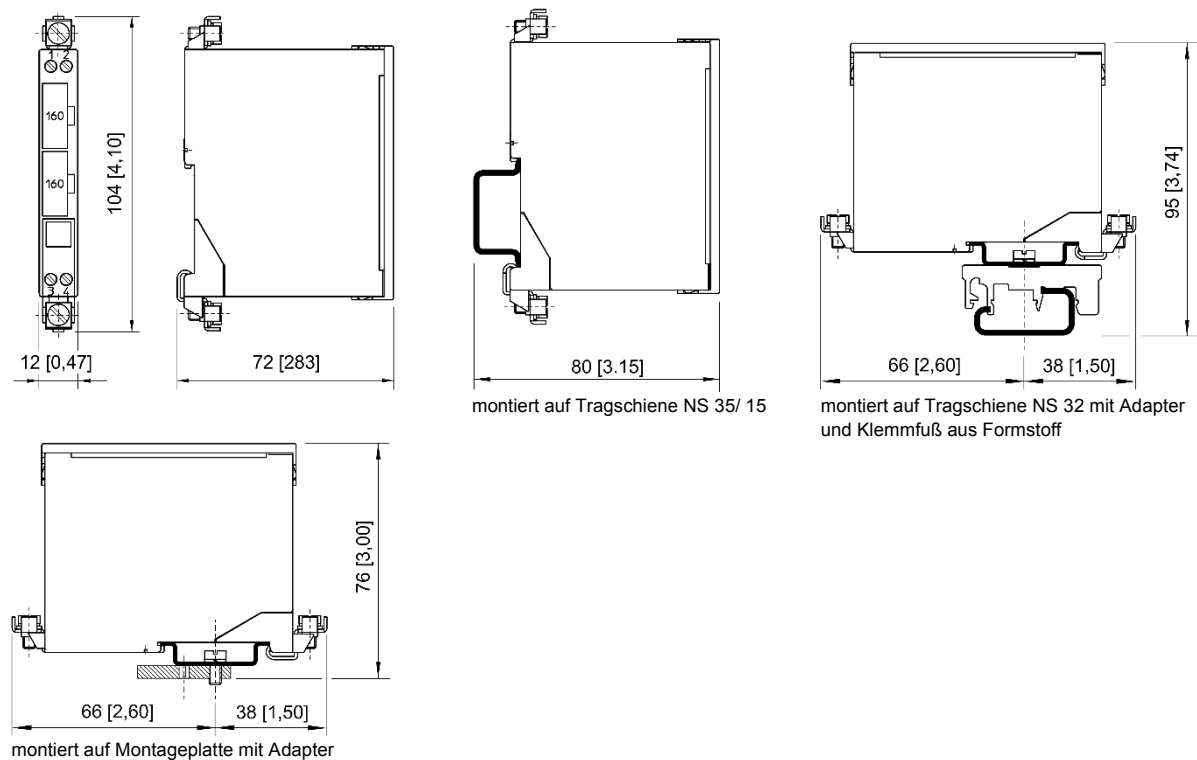
- Bei einer Überlastung braucht die Sicherheitsbarriere nicht ausgetauscht zu werden
- Die auswechselbare Vorsicherung der Barriere kann ohne Demontage der Barriere erneuert werden

Die Sicherheitsbarriere und ihre Vorsicherung sind so ausgelegt, dass für alle Barrieren der Reihen 9001, 9002 und 9004 nur eine Vorsicherung ($I = 160 \text{ mA}$) eingesetzt wird.

Die Lagerhaltung von Ersatzteilen ist dadurch auf das absolut Notwendige reduziert. Es dürfen nur Original Ersatzteile von R.STAHL verwendet werden. Für Details zu Zubehör und Ersatzteile siehe Abschnitt 7.

4.3 Maßangaben / Befestigungsmaße

Maßzeichnung (alle Maße in mm [Zoll]) – Änderungen vorbehalten



5 Auswahl von Sicherheitsbarrieren

Die Auswahl von Sicherheitsbarrieren erfolgt grundsätzlich in zwei Schritten:

- Funktionelle Betrachtung
- Sicherheitstechnische Betrachtung

Bei der funktionellen Betrachtung muss zunächst der Typ der Sicherheitsbarriere ermittelt werden. Sicherheitsbarrieren des gleichen Typs verwenden die gleiche grundsätzliche Schaltung, variieren jedoch in ihren elektrischen und sicherheitstechnischen Werten. Werden mehrere Sicherheitsbarrieren zusammengeschaltet, müssen die sicherheitstechnischen Werte angepasst werden.

Die in der Schnellauswahl (Abschnitt 2) für die jeweiligen Anwendungen empfohlenen Sicherheitsbarrieren sind für den Großteil der Anwendungen ausreichend. Sind die elektrischen oder sicherheitstechnischen Werte nicht ausreichend, so kann eine andere Sicherheitsbarriere vom gleichen Typ mit passenden Werten verwendet werden.

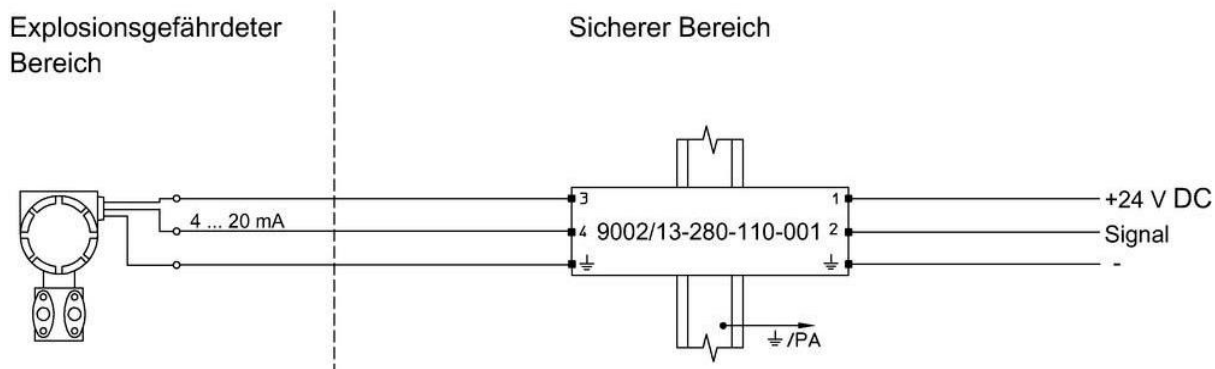
5.1 Funktion – Barrieren-Typ

Polarität / Spannungsbegrenzung

Jeder Kanal hat eine Polarität (+, -, ~) bezogen auf \perp / PA, welche durch die Richtung der spannungsbegrenzenden Zenerdiode festgelegt ist. Die Polarität muss mit der angelegten Spannung übereinstimmen um die Eigensicherheit zu gewährleisten.

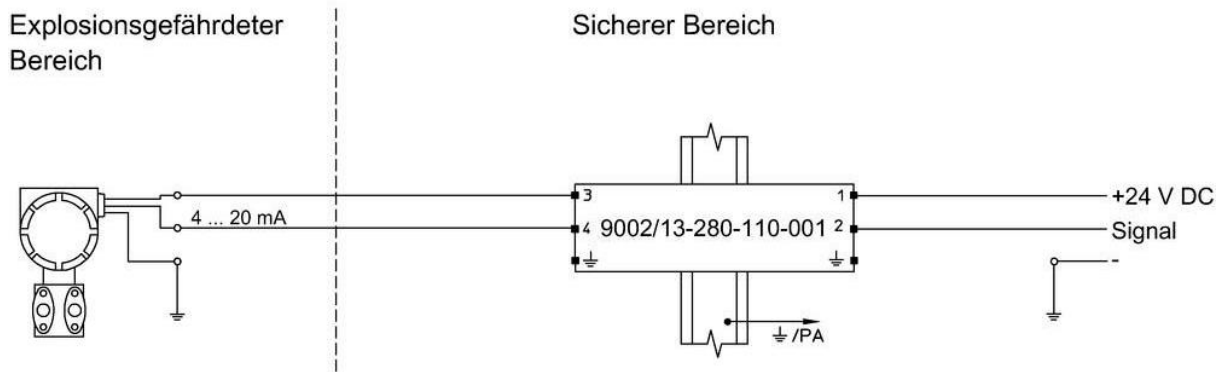
z.B.: Positive Spannung an Kanal 1 => Positive Polarität an Kanal 1
 Negative Spannung an Kanal 2 => Negative Polarität an Kanal 2
 Wechselnde Spannung an Kanal 1 => Wechselnde Polarität an Kanal 1

Bei Zwei-Kanal-Sicherheitsbarrieren ist es möglich, den PA-Anschluss der Sicherheitsbarriere als einen „dritten Kanal“ zu nutzen. Dieser darf jedoch nur als Masseleitung verwendet werden (ähnlich wie der „Kanal 2“ bei Ein-Kanal-Sicherheitsbarrieren). Außerdem sollte dies über eine zusätzliche Leitung und nicht über \perp / PA geschehen.



Korrekt: Rückleitung über separate Leitung

24496E



24497E

Nicht Korrekt: Rückleitung über \equiv / PA ohne separate Leitung

Achtung:

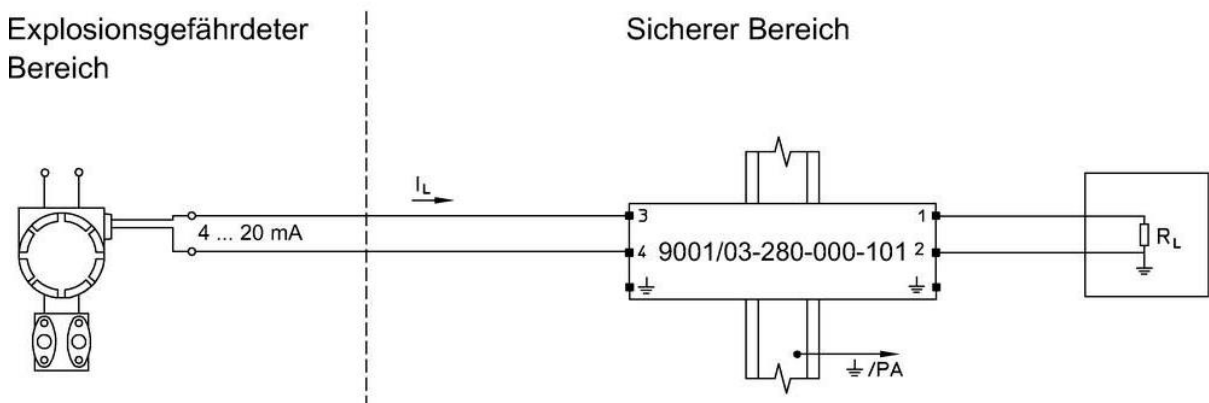
Bei dieser Art von Schaltung wird der „-“ Anschluss des Netzteils direkt mit \equiv / PA der Sicherheitsbarriere und somit der Erdung der Sicherheitsbarriere verbunden. Dadurch kann es bei Potentialunterschieden zu Ausgleichsströmen kommen, bzw. das Potential wird verschleppt.

Strombegrenzung

Der Strom kann mit einem Widerstand begrenzt werden. Alternativ kann auch eine Diode genutzt werden, um den Strom in eine Richtung komplett zu sperren. Kanäle mit Diode werden als „AuswertebARRIERE“ bezeichnet.

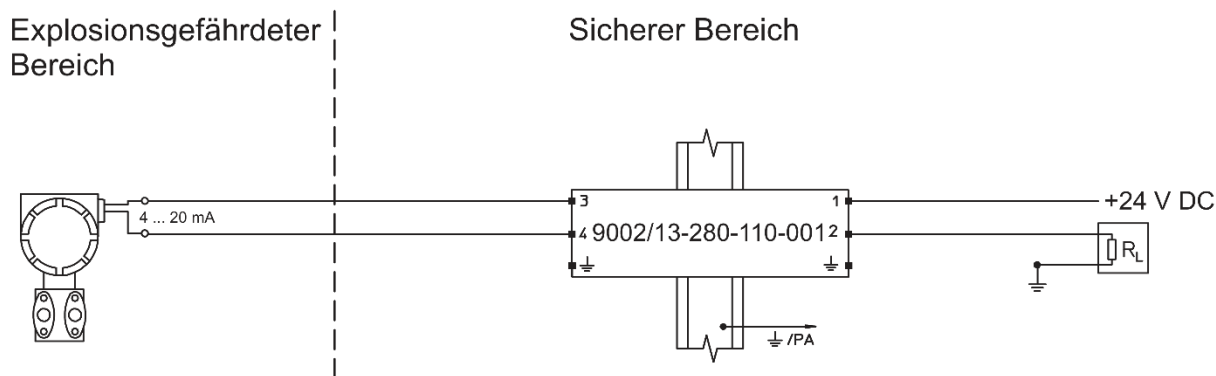
AuswertebARRIEREN können nur für Gleichstromsignale verwendet werden, bei Widerständen gibt es keine Einschränkung.

Dioden sperren nur in eine Richtung und beschränken nicht die Größe des Stroms. Daher können AuswertebARRIEREN nur mit einem aktiven Feldgerät verwendet werden (d.h. die Energie kommt vom Feldgerät) oder in Kanal 2, wenn in Kanal 1 (Stromversorgung) ein begrenzender Widerstand verbaut ist.



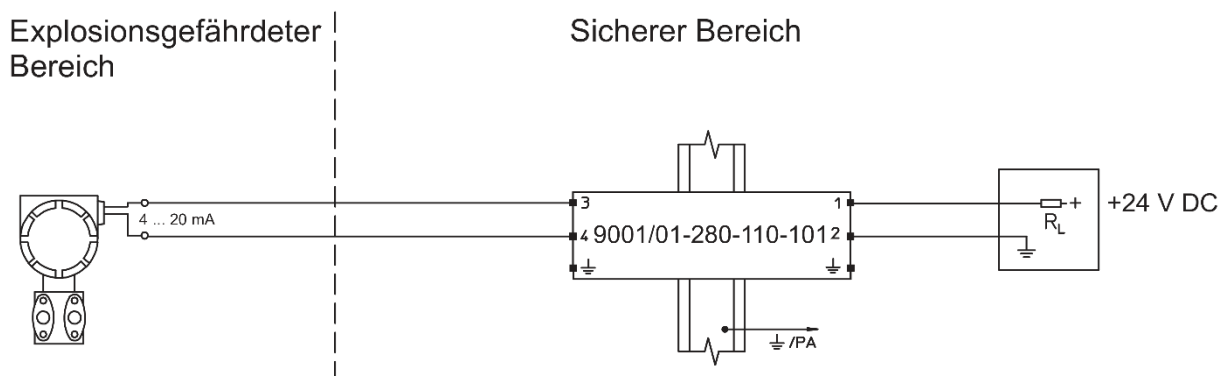
24498E

Aktives Feldgerät



11329E

Kanal 1 Widerstand, Kanal 2 Auswertebatterie



09952E

Auswertebatterie wird nicht benötigt, da Kanal 2 direkt an Masse angeschlossen

Es ist immer möglich, eine Auswertebatterie durch einen Widerstand zu ersetzen. Allerdings verfügen Auswertebatterien über wesentlich bessere sicherheitstechnische Werte, weshalb wenn möglich Auswertebatterien eingesetzt werden sollten. Da der Strom durch die Diode in Richtung des Feldgeräts komplett gesperrt wird, werden I_o und P_o stark reduziert.

Zudem gibt es bei Auswertebatterien einen konstanten Spannungsabfall über der Diode, wodurch sich die elektrischen Berechnungen vereinfachen.

Sicherheitsbarrieren mit elektronischer Strombegrenzung

Die Sicherheitsbarrieren der Reihe 9004 haben eine elektronische Strombegrenzung mit einem konstanten Spannungsabfall anstelle eines Widerstands oder einer Diode.

Stromversorgung

Es werden geregelte und unregelte Stromversorgungen unterschieden. Bei Verwendung von unregelter Stromversorgung muss eine geeignete Sicherheitsbarriere verwendet werden.

Sicherheitsbarrieren für spezielle Anwendungen

Neben den beschriebenen Standard-Sicherheitsbarrieren gibt es auch Sicherheitsbarrieren welche für eine spezielle Anwendung oder Anforderung entwickelt wurden. Diese verfügen zum Teil über zusätzliche Schaltungen, wodurch sie sich nicht immer wie oben beschrieben verhalten.

9001/51 für HART Messumformer

Diese Sicherheitsbarrieren sind speziell für HART Messumformer entwickelt worden. Sie ermöglichen eine Bidirektionale HART Kommunikation zwischen HART Messumformer und Controller.

Ein-Kanal-Sicherheitsbarrieren für potentialfreie Kontakte mit Schalter9001/01-252-060-141

Diese Sicherheitsbarriere eignet sich besonders zur Ansteuerung von Relais. Als Last kann auch ein Binäreingang (Optokoppler) eines Automatisierungsgerätes betrieben werden.

Diese Sicherheitsbarriere verfügt über eine Schaltfunktion und 2 Stromkreise: Wird der eigensichere Schaltstromkreis gebrückt, so schaltet der nicht-eigensichere Laststromkreis.

9002/77 Sternbarrieren

Sternbarrieren (9002/77) sind Zwei-Kanal-Sicherheitsbarrieren mit wechselnder Polarität. Im Unterschied zu den normalen Zwei-Kanal-Sicherheitsbarrieren mit wechselnder Polarität (9002/22) wurde hier die zweite Zenerdiode in den gemeinsamen Anschluss verschoben und sichert so beide Kanäle ab. Dadurch kommt es bei der Zusammenschaltung dieser beiden Kanäle nicht zu einer Addition der Maximalspannung U_o (Dies gilt nur für die Zusammenschaltung der beiden Kanäle der Sternbarriere).

5.2 Funktion – Elektrische Werte

Zur Auswahl der richtigen Sicherheitsbarriere müssen die elektrischen Werte mit denen die Sicherheitsbarriere betrieben werden soll bestimmt werden.

U_N :	Nennspannung
I_N :	Nennstrom
I_{max} :	Maximaler Ausgangsstrom
R_{min} :	Minimale Größe des Widerstands
R_{max} :	Maximale Größe des Widerstands
ΔU :	Zusätzlicher Spannungsabfall (bei Auswertbarrieren und elektronischer Begrenzung)

Es gilt Strom und Spannung am eigensicheren Feldgerät bzw. an der E/A Baugruppe im sicheren Bereich zu berechnen. U_N wird an die Sicherheitsbarriere angelegt. Bei unregelmäßiger Stromversorgung muss mit dem begrenzten Wert gerechnet werden. Über I_N und den Widerstand kann der Spannungsabfall über die Sicherheitsbarriere berechnet werden.

Der Widerstand verfügt über eine gewisse Toleranz. R_{min} und R_{max} sind die Grenzen, zwischen welchen der Widerstandswert liegt. Es muss mit dem für die Anwendung ungünstigsten Wert gerechnet werden.

Bei Auswertbarrieren und Sicherheitsbarrieren mit elektronischer Strombegrenzung fällt unabhängig vom fließenden Strom der Spannungsabfall ΔU ab. Ist die angelegte Spannung kleiner ΔU , so fließt kein Strom.

Die Sicherheitsbarriere muss so gewählt werden, dass Strom und Spannung am eigensicheren Feldgerät bzw. an der E/A Baugruppe im sicheren Bereich für deren Funktion ausreichend ist.



Eine Verbesserung der elektrische Werte bedeutet in der Regel eine Verschlechterung der sicherheitstechnischen Werte

5.3 Sicherheit – Ex i Werte

Die sicherheitstechnischen Maximalwerte einer einzelnen Sicherheitsbarriere (Ein-Kanal oder Zwei-Kanal) sind durch die Bescheinigung festgelegt:

- Maximale Spannung U_o
- Maximaler Strom I_o
- Maximale Leistung P_o
- Zulässige äußere Kapazität C_o
- Zulässige äußere Induktivität L_o

Es muss jedoch geprüft werden, ob die sicherheitstechnisch zulässigen Maximalwerte des eigensicheren Betriebsmittels (d.h. des Feldgeräts im explosionsgefährdeten Bereich) von der ausgewählten Sicherheitsbarriere eingehalten werden.

	U_o	\leq	U_i	
Zugehöriges	I_o	\leq	I_i	Eigensicheres
Betriebsmittel	P_o	\leq	P_i	Betriebsmittel
(Sicherheitsbarriere)	C_o	\geq	$C_i + C_c$	(Feldgerät)
	L_o	\geq	$L_i + L_c$	

Die Regeln der Eigensicherheit entsprechend der gültigen Normen müssen beachtet werden.

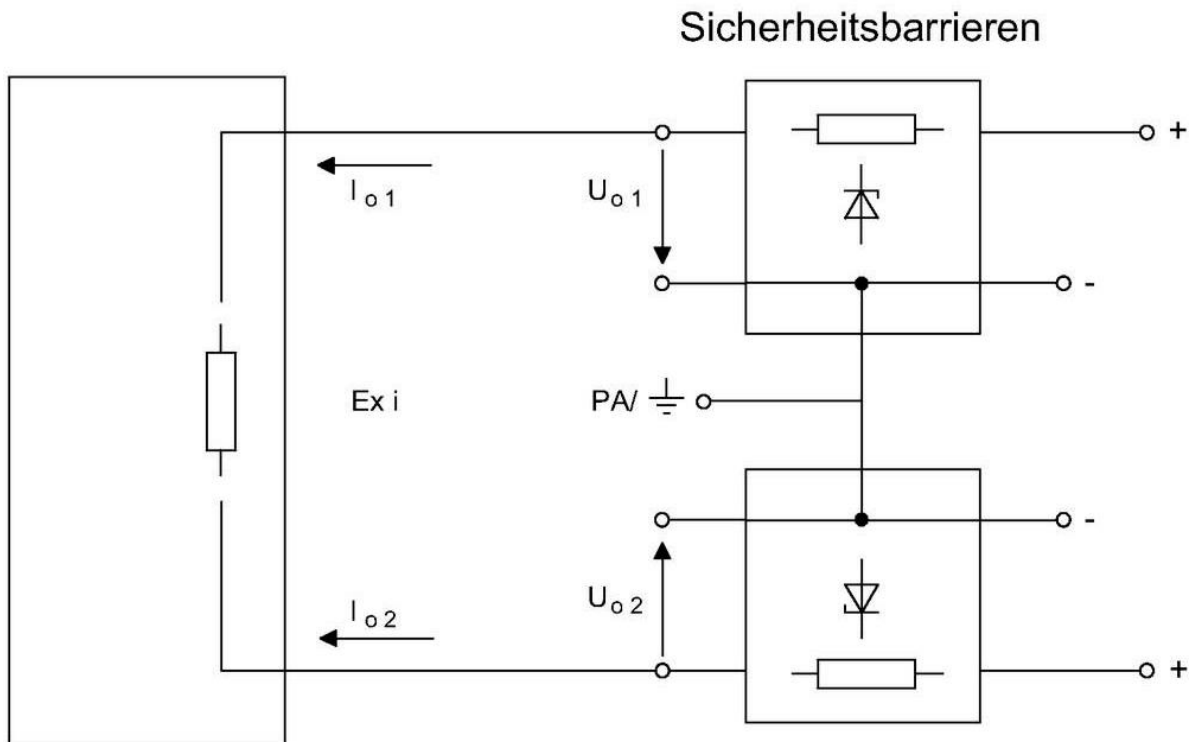
5.4 Sicherheit – Zusammenschaltung

Werden mehrere Sicherheitsbarrieren zusammenschaltet, so ist sicherheitstechnisch auf mögliche Strom- und Spannungsadditionen zu achten (Beispiele 1 und 2). Die für eine Zusammenschaltung zulässigen Maximalwerte für U_o , I_o und P_o , sowie die sich hieraus ergebenden zulässigen Maximalwerte für C_o und L_o lassen sich für die verschiedenen Explosionsgruppen den Zündgrenzkurven entnehmen (siehe EN 60079-11). Alternativ können auch die Wertepaare für gemeinsam auftretende C_i und L_i verwendet werden. Diese können aus der EN 60079-25 bestimmt werden.

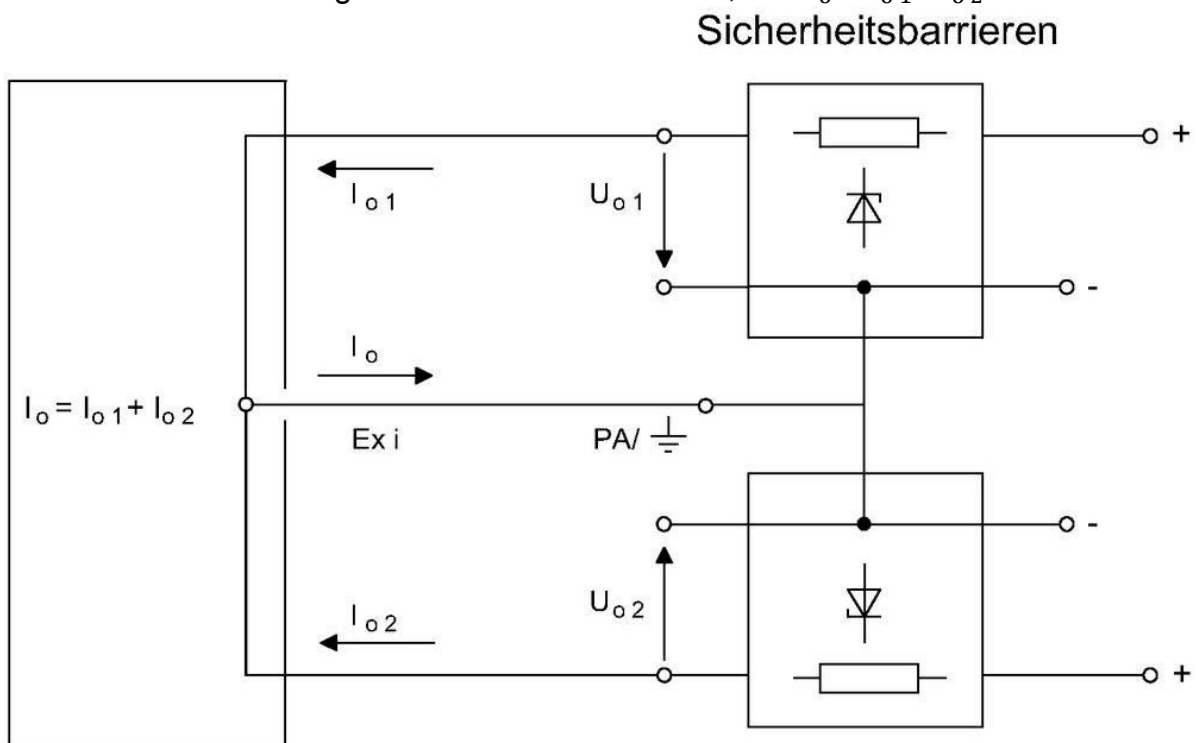
Für Zwei-Kanal-Sicherheitsbarrieren sind soweit möglich die Werte für die Zusammenschaltung der beiden Kanäle bereits in der EU-Baumusterprüfbescheinigung angegeben.

Beispiel 1: Parallelschaltung

Zusammenschaltung von zwei Sicherheitsbarrieren für positives Potential.



24499E

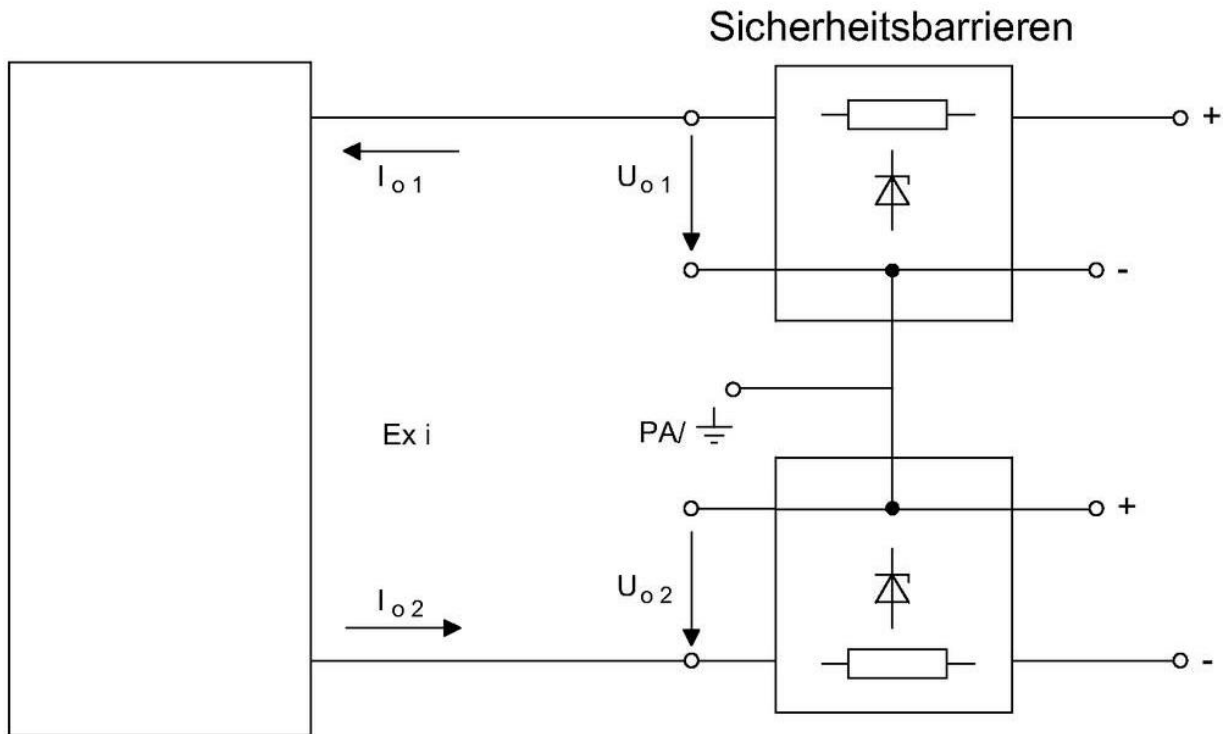
Sicherheitstechnisch ergibt sich eine Stromaddition, d.h. $I_o = I_{o1} + I_{o2}$ 

24500E

Die neue Spannung U_o ist der größere der beiden Werte U_{o1} und U_{o2} , also $U_o = \max. (U_{o1}, U_{o2})$

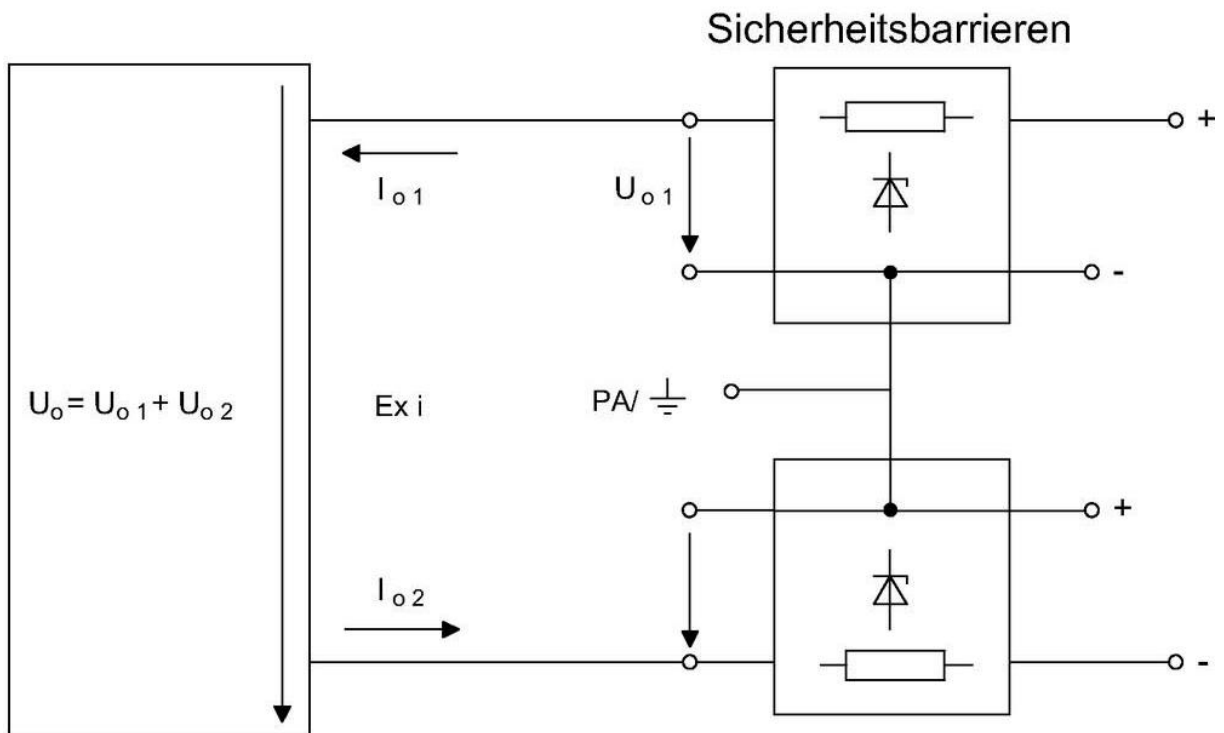
Beispiel 2: Reihenschaltung

Zusammenschaltung für zwei Sicherheitsbarrieren für positives und negatives Potential.



24563E

Sicherheitstechnisch ergibt sich eine Spannungsaddition, d.h. $U_o = U_{o1} + U_{o2}$



24501E

Der neue Strom ist der größere der beiden Ströme I_{o1} und I_{o2} also $I_o = \max. (I_{o1}, I_{o2})$

Übersicht Additionsmöglichkeiten

Polarität	-	+	~
-	I	U	I und U
+	U	I	I und U
~	I und U	I und U	I und U

I = Stromaddition

U = Spannungsaddition

Bei der Zusammenschaltung von zwei Barrieren für wechselndes Potential ergibt sich I und U, also ist sowohl eine Stromaddition, als auch eine Spannungsaddition zu berücksichtigen.

Eine Ausnahme hiervon bilden die Sternbarrieren (9002/77), bei denen die zweite Zenerdiode in den gemeinsamen PA-Anschluss verschoben wurde und so beide Kanäle absichert. Dadurch kommt es bei der Zusammenschaltung dieser beiden Kanäle nicht zu einer Addition der Maximalspannung U_o (Dies gilt nur für die Zusammenschaltung der beiden Kanäle der Sternbarriere).

Die EN 60079-11, Tabelle A.1 und A.2 und die Zündgrenzkurve Bild A.4 und A.6 enthalten die zulässigen sicherheitstechnischen Maximalwerte für:

- Spannung U_o
- Strom I_o
- äußere Kapazität C_o
- äußere Induktivität L_o

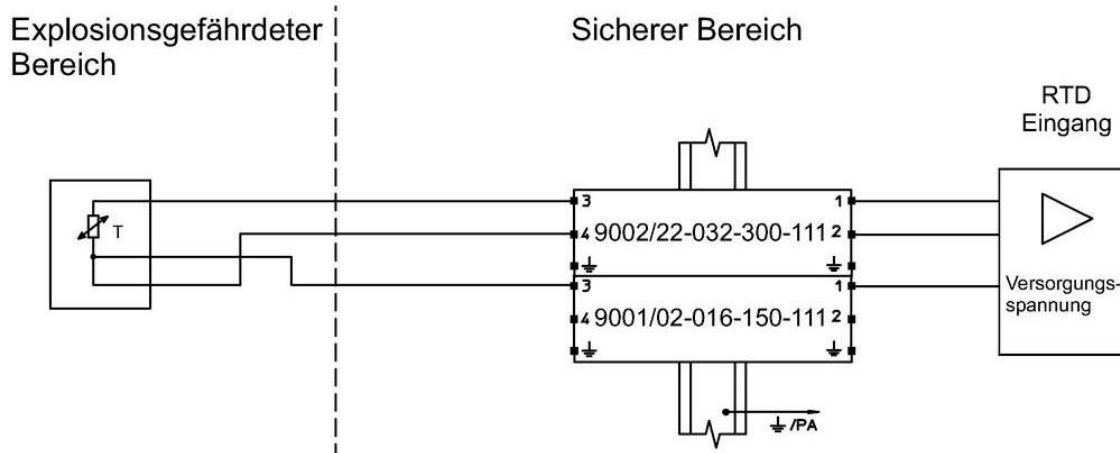
Alternativ können die Wertepaare für gemeinsam auftretende C_i und L_i aus Bild C.7 und C.8 der EN 60079-25 bestimmt werden. P_o ergibt sich aus $P_o = P_{o1} + P_{o2}$

Zusammenschaltung von Sicherheitsbarrieren

Folgende Vorgehensweise ist anzuwenden:

1. Bestimmung der neuen U_o und I_o Werte

Beispiel: PT100 3-Leiterschaltung



Da Sicherheitsbarrieren mit wechselndem Potential verwendet werden, müssen sowohl die Ströme als auch die Spannungen am eigensicheren Betriebsmittel addiert werden. Am unteren Anschluss werden 2 Leiter angeschlossen, weshalb die größere der beiden Spannungen wirksam ist.

$$U_o = 1,6 \text{ V} + \max. (1,6 \text{ V}; 1,6 \text{ V}) = 3,2 \text{ V}$$

$$I_o = 300 \text{ mA} + 150 \text{ mA} = 450 \text{ mA}$$

2. Prüfung, ob die ermittelte Wertekombination U_o und I_o zulässig ist

Beispiel:

$$U_o = 24 \text{ V}$$

$$I_o = 210 \text{ mA}$$

Nach 60079-11 Tabelle A.1:

$$\text{IIC, ia: max. } I_o = 174 \text{ mA}$$

$$\text{IIB, ia: max. } I_o = 433 \text{ mA}$$

Die Werte sind für IIB zulässig, aber nicht für IIC.

3. Ermittlung der Kapazität C_o aus der Spannung U_o

Beispiel:

$$U_o = 19,9 \text{ V}$$

Ermittlung der Werte nach 60079-11 Tabelle A.2:

$$\text{IIC: } C_o = 0,223 \text{ } \mu\text{F}$$

$$\text{IIB: } C_o = 1,42 \text{ } \mu\text{F}$$

4. Ermittlung der Induktivität L_o aus dem Strom I_o

Beispiel:

$$U_o = 19,9 \text{ V}$$

$$I_o = 285 \text{ mA}$$

$$\text{Mit } 285 \text{ mA} * 1,5 = 427,5 \text{ mA}$$

(Multiplikation mit Sicherheitsfaktor 1,5 aufgrund von ia)

Ermittlung der Werte nach EN 60079-11 Bild A.6

$$\text{IIC: } L_o = 0,2 \text{ mH}$$

Ermittlung der Werte nach EN 60079-11 Bild A.4

$$\text{IIB: } L_o = 1,8 \text{ mH}$$

5. Vergleich mit den eigensicheren Werten des Feldgeräts (siehe Abschnitt 5.3)

Für die Zusammenschaltung der Barrieren mit elektronischer Strombegrenzung (Reihe 9004) dürfen die Zündgrenzkurven nach EN 60079-11 für die Beurteilung der Eigensicherheit nicht angewendet werden.

Ein geeignetes Verfahren ist in der EN 60079-25 beschrieben.

Nachweis der Eigensicherheit durch R.STAHL

R.STAHL erstellt kostengünstig Nachweise der Eigensicherheit mit zugehöriger Dokumentation. Außerdem bietet R.STAHL Seminare zur Eigensicherheit inklusive Erstellung des Nachweises der Eigensicherheit an.

Mehr Informationen unter:

<https://r-stahl.com/de/global/services-und-seminare/nachweis-der-eigensicherheit/>

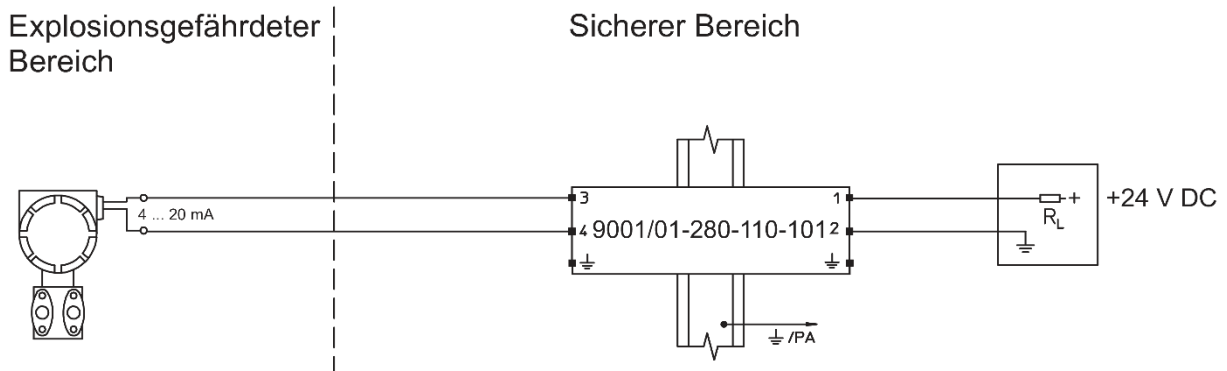
6 Beispielanwendungen

2-Leiter 4/20 mA Messumformer

Geregelte Stromversorgung | Messwiderstand in der Zuleitung | Feldstromkreis geerdet

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9001/01-280-110-101

[Zur Schnellauswahl](#)



09952E01

Betriebsdaten

Betriebsspannung	$U_N = + 24 \text{ V}$
Betriebsstrom	$I_N = 0 \dots 22 \text{ mA}$
Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere	$R_{\max} = 294 \ \Omega$
Maximaler Spannungsabfall an der Sicherheitsbarriere	$\Delta U_{\max_S} \leq 22 \text{ mA} * 294 \ \Omega \approx 6,5 \text{ V}$
Messwiderstand R_L	Angenommen: $R_L = 250 \ \Omega$
Maximaler Spannungsabfall am Messwiderstand	$\Delta U_{\max_R} \leq 22 \text{ mA} * 250 \ \Omega = 5,5 \text{ V}$
Strom / Spannung am Feldgerät	Bei 0 mA: +24 V Bei 22 mA: +12 V

Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung	$U_o = 28 \text{ V}$		
Maximalstrom	$I_o = 110 \text{ mA}$		
Maximalleistung	$P_o = 770 \text{ mW}$		
Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC 2,2 mH	IIB 9 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC 0,08 μF	IIB 0,65 μF

Anwendungshinweis

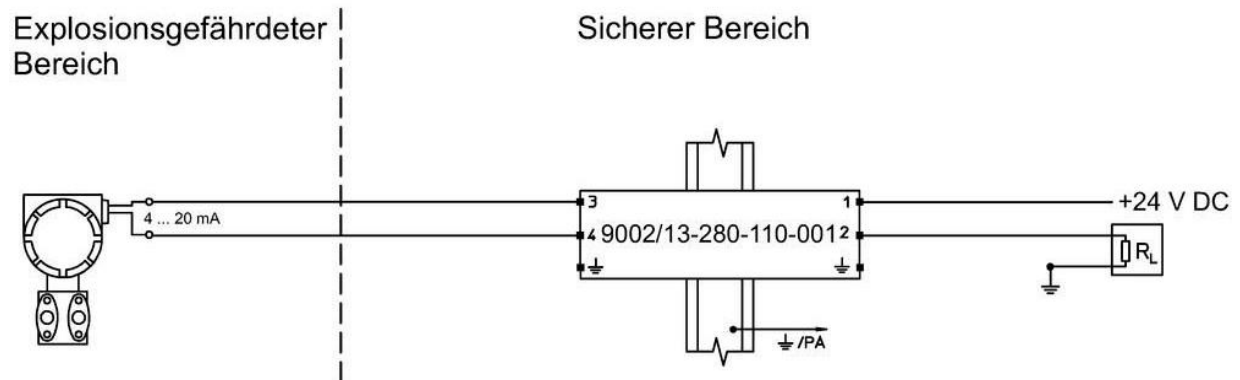
Aufgrund eines Gesamtwiderstands $\geq 230 \ \Omega$ kann diese Sicherheitsbarriere HART Signale übertragen.

2-Leiter 4/20 mA Messumformer

Geregelte Stromversorgung | Messwiderstand in der Zu- oder Rückleitung | Feldstromkreis geerdet

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9002/13-280-110-001

⇒ [Zur Schnellauswahl](#)



11329E

Betriebsdaten

Betriebsspannung	$U_N = + 24 \text{ V}$
Betriebsstrom	$I_N = 0 \dots 22 \text{ mA}$
Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere	$R_{\max} = 296 \Omega$
Maximaler Spannungsabfall an Kanal 1 der Sicherheitsbarriere	$\Delta U_{\max_S} \leq 22 \text{ mA} * 296 \Omega \approx 6,51 \text{ V}$
Zusätzlicher Spannungsabfall an der Diode	$\Delta U = 2 \text{ V}$
Messwiderstand R_L	Angenommen: $R_L = 100 \Omega$
Maximaler Spannungsabfall am Messwiderstand	$\Delta U_{\max_R} \leq 22 \text{ mA} * 100 \Omega = 2,2 \text{ V}$
Strom / Spannung am Feldgerät	Bei 0 mA: +24 V Bei 22 mA: +13,29 V

Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung	$U_o = 28 \text{ V}$		
Maximalstrom	$I_o = 110 \text{ mA}$		
Maximalleistung	$P_o = 770 \text{ mW}$		
Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC 1,25 mH	IIB 9 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC 0,08 μF	IIB 0,635 μF

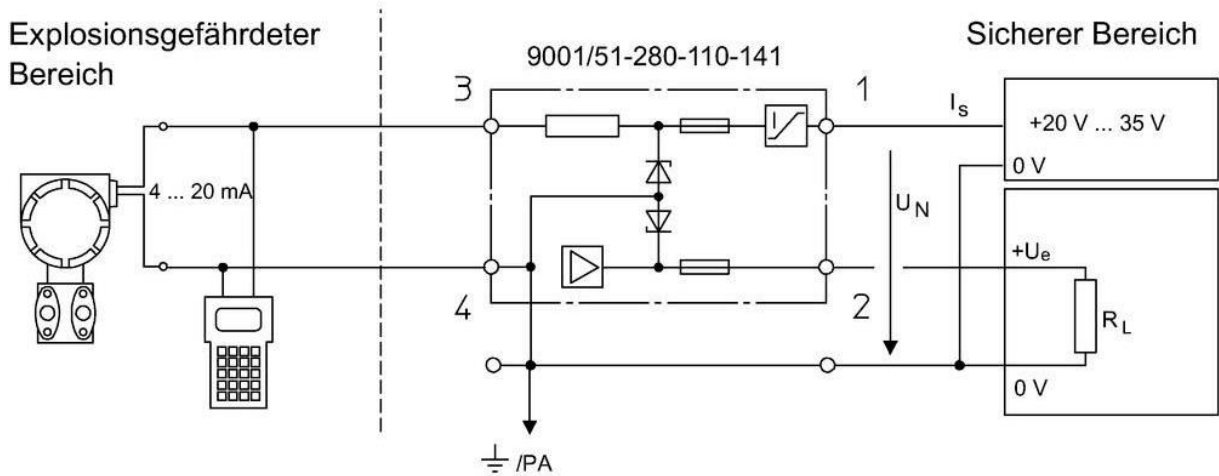
Anwendungshinweis

Aufgrund eines Gesamtwiderstands $\geq 230 \Omega$ kann diese Sicherheitsbarriere HART Signale übertragen.

2-Leiter 4/20 mA Messumformer HART

Ungeregelte Stromversorgung | Messwiderstand in der Rückleitung | Feldstromkreis geerdet
 Verwendete Sicherheitsbarriere: 9001/51-280-110-141

[Zur Schnellauswahl](#)



24502E

Betriebsdaten

Betriebsspannung	$U_N = + 20 \dots 35 \text{ V DC}$	
Versorgungsstrom (Klemme 1)	$I_S \leq 50 \text{ mA}$	
Betriebsstrom	$I_N = 3,6 \dots 22 \text{ mA}$	
Maximaler Messwiderstand	$U_N \leq 23,5 \text{ V}$	$U_N > 23,5 \text{ V}$
	$R_L \leq 500 \Omega$	$R_L \leq 750 \Omega$
Betriebsspannung des Messumformers bei $I_N = 20 \text{ mA}$	$U_N \leq 23,5 \text{ V}$	$U_N \geq 23,5 \text{ V}$
	$U_{\min} = U_N - 8,5 \text{ V}$	$U_{\min} = 15 \text{ V}$

Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung	$U_o = 28 \text{ V}$		
Maximalstrom	$I_o = 110 \text{ mA}$		
Maximalleistung	$P_o = 770 \text{ mW}$		
Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC	IIB
		1,2 mH	9 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC	IIB
		0,083 μF	0,65 μF

Anwendungshinweis

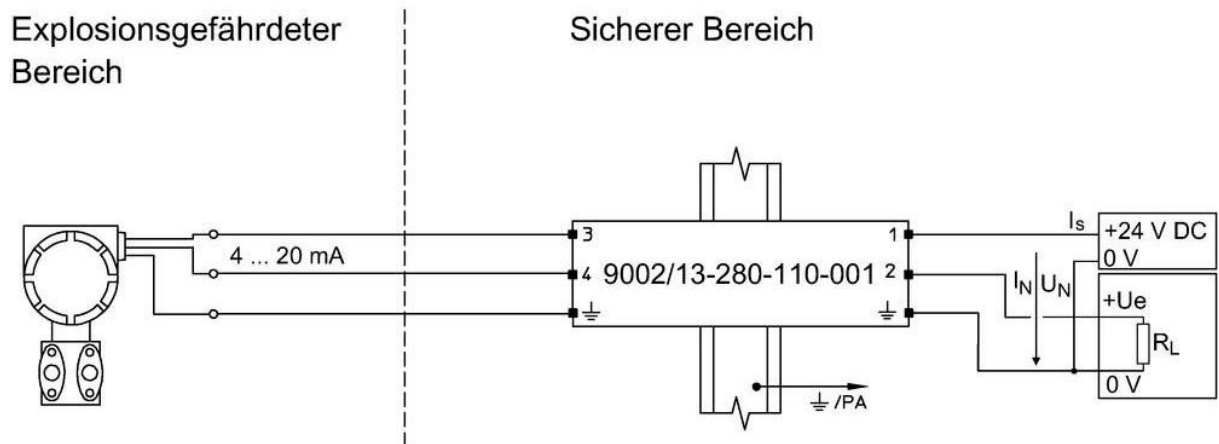
Bei geregelten Betriebsspannungen $U_N \leq 24 \text{ V}$ kann die Sicherheitsbarriere 9002/13-280-110-001 eingesetzt werden. Diese Sicherheitsbarriere ist speziell für HART Signale geeignet.

3-Leiter 4/20 mA Messumformer

geregelt Stromversorgung | Feldstromkreis geerdet

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9002/13-280-110-001

[Zur Schnellauswahl](#)



24503E

Betriebsdaten

Betriebsspannung	$U_N = + 24 \text{ V}$
Betriebsstrom	$I_N = 3,6 \dots 22 \text{ mA}$
Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere	$R_{\text{max}} = 296 \Omega$
Spannungsabfall im Signalpfad	$\Delta U = 2 \text{ V}$
Versorgungsstrom (Klemme 1)	$I_{S\text{max}} = 82 \text{ mA}$ $I_S = I_N + I_{\text{Feldgerät}}$ [angenommen $I_S = 30 \text{ mA}$]
Maximaler Spannungsabfall Hilfsenergie	$\Delta U_{\text{max}} \leq 30 \text{ mA} * 296 \Omega \approx 8,9 \text{ V}$
Strom / Spannung am Feldgerät	30 mA / 15,1 V
Maximaler Lastwiderstand	$R_L = (24 \text{ V} - 8,9 \text{ V} - 2 \text{ V}) / 22 \text{ mA} \approx 596 \Omega$

Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung	$U_o = 28 \text{ V}$
Maximalstrom	$I_o = 110 \text{ mA}$
Maximalleistung	$P_o = 770 \text{ mW}$

Nach EN 60079-11:

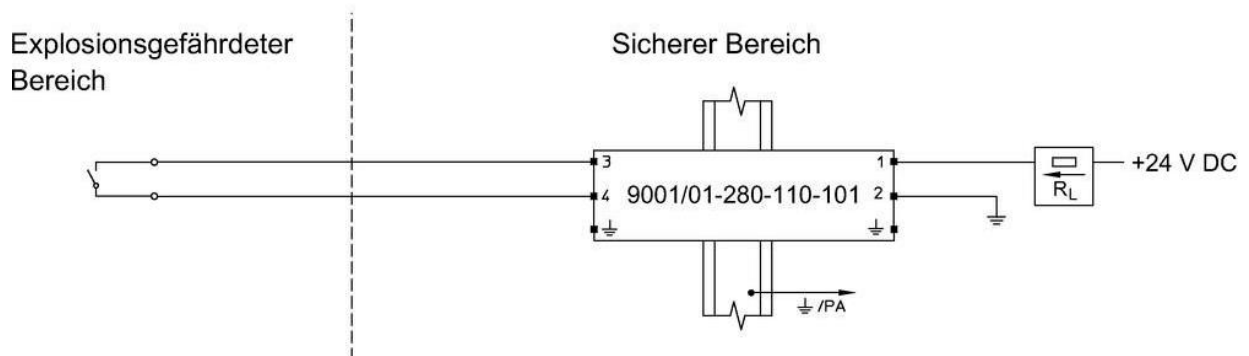
Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC	IIB
		1,25 mH	9 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC	IIB
		0,08 μF	0,635 μF

2-Leiter 4/20 mA Analogausgang (Stromquelle) für i/p-Umformer usw.

Geregelte Stromversorgung | Regelung in der Zuleitung | Feldstromkreis geerdet

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9001/01-280-110-101

[Zur Schnellauswahl](#)



24506E

Betriebsdaten

Betriebsspannung	$U_N = + 24 \text{ V}$
Betriebsstrom	$I_N = 0 \dots 22 \text{ mA}$
Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere	$R_{\max} = 294 \ \Omega$
Maximaler Spannungsabfall an der Sicherheitsbarriere	$\Delta U_{\max} \leq 22 \text{ mA} * 294 \ \Omega \approx 6,5 \text{ V}$
Strom / Spannung am Feldgerät	Bei 0 mA: +24 V Bei 22 mA: +17,5 V
Maximale Last	$L_{\max} = 17,5 \text{ V} / 22 \text{ mA} \approx 796 \ \Omega$

Sicherheitstechnische Daten

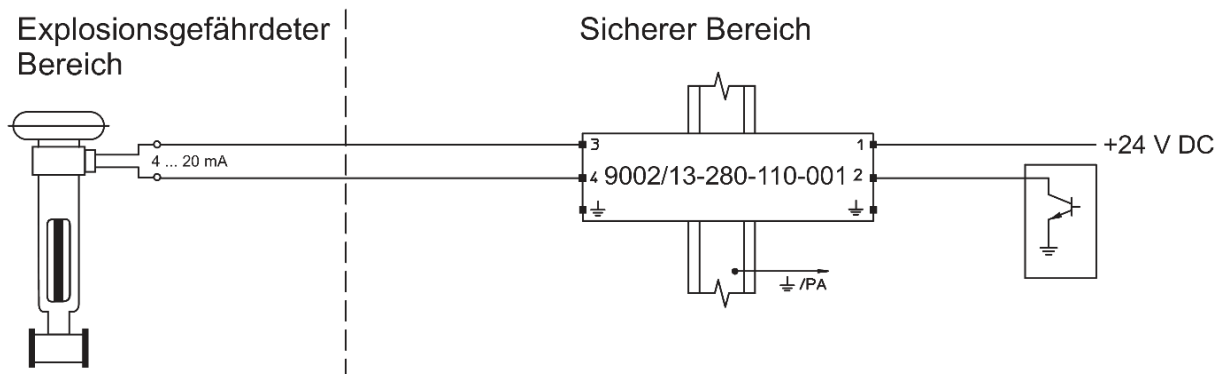
Maximalspannung	$U_o = 28 \text{ V}$		
Maximalstrom	$I_o = 110 \text{ mA}$		
Maximale Leistung	$P_o = 770 \text{ mW}$		
Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC 2,2 mH	IIB 9 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC 0,08 μF	IIB 0,65 μF

2-Leiter 4/20 mA Analogausgang I/P Wandler / Stellgeräte - Standard und HART

Geregelte Stromversorgung | Regelung in der Rückleitung | Feldstromkreis erdfrei

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9002/13-280-110-001

[Zur Schnellauswahl](#)



11334E01

Betriebsdaten

Betriebsspannung	$U_N = + 24 \text{ V}$
Betriebsstrom	$I_N = 0 \dots 22 \text{ mA}$
Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere	$R_{\max} = 296 \Omega$
Maximaler Spannungsabfall an der Sicherheitsbarriere	$\Delta U_{\max_S} \leq 22 \text{ mA} * 296 \Omega + 2 \text{ V} \approx 8,5 \text{ V}$
Strom / Spannung am Feldgerät	Bei 0 mA: +24 V Bei 22 mA: +15,5 V
Maximale Last	$L_{\max} = 15,5 \text{ V} / 22 \text{ mA} \approx 705 \Omega$

Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung	$U_o = 28 \text{ V}$		
Maximalstrom	$I_o = 110 \text{ mA}$		
Maximalleistung	$P_o = 770 \text{ mW}$		
Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC 1,25 mH	IIB 9 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC 0,08 μF	IIB 0,635 μF

Anwendungshinweis

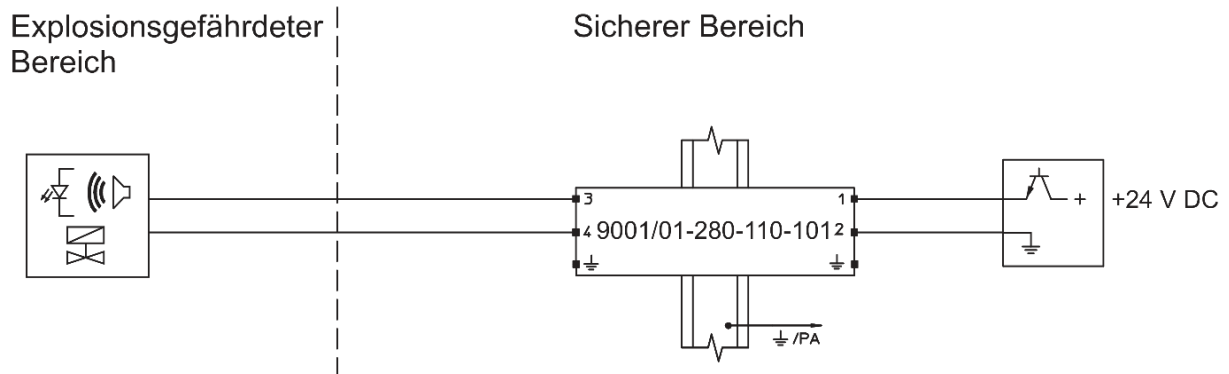
Diese Sicherheitsbarriere wird verwendet, wenn das Automatisierungssystem das analoge Ausgangssignal in der Rückleitung (negativ) ansteuert.

2-Leiter Binärausgang (Stromquelle) für Magnetventile, LEDs und akustische Alarmmelder

Geregelte Stromversorgung | Regelung in der Zuleitung | Feldstromkreis geerdet

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9001/01-280-110-101

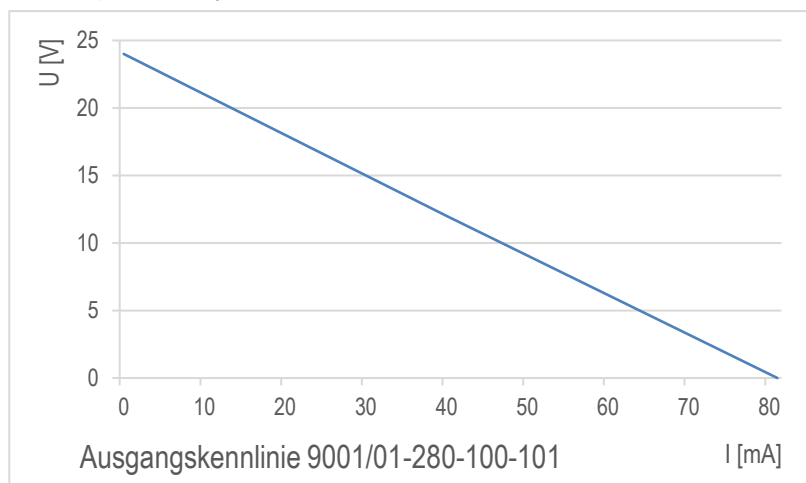
[Zur Schnellauswahl](#)



06603E01

Betriebsdaten

Betriebsspannung	$U_N = + 24 \text{ V}$
Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere	$R_{\text{max}} = 296 \ \Omega$
Spannung am Feldgerät	$U = U_N - I * R_{\text{max}}$
Strom / Spannung am Feldgerät	



Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung	$U_o = 28 \text{ V}$		
Maximalstrom	$I_o = 110 \text{ mA}$		
Maximalleistung	$P_o = 770 \text{ mW}$		
Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC 2,2 mH	IIB 9 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC 0,08 μF	IIB 0,65 μF

Anwendungshinweis

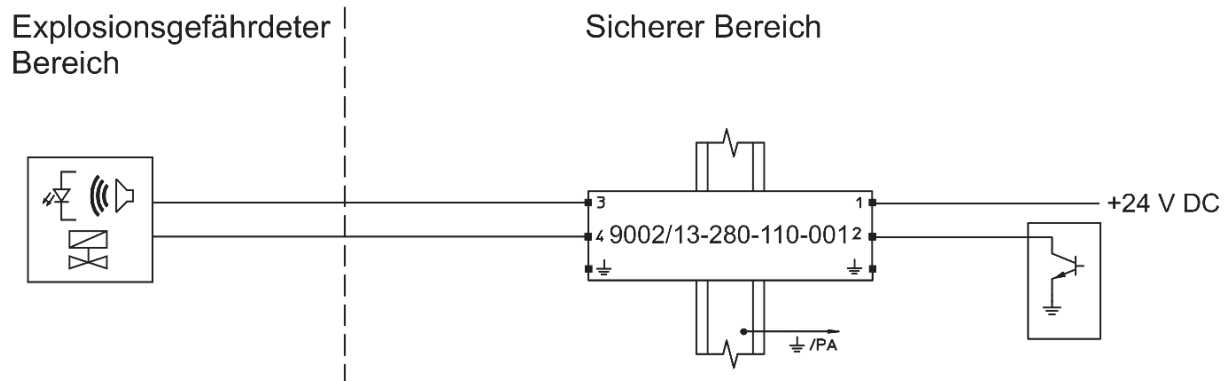
Für Anwendungen, die eine höhere Leistung benötigen und zur alleinigen Verwendung in den Gasgruppen IIB und IIA sollen 9001/01-280-165-101 und 9001/01-280-280-101 verwendet werden.

2-Leiter Binärausgang (Stromquelle) für Magnetventile, LEDs und akustische Alarmmelder

Geregelte Stromversorgung | Regelung in der Rückleitung | Feldstromkreis erdfrei

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9002/13-280-110-001

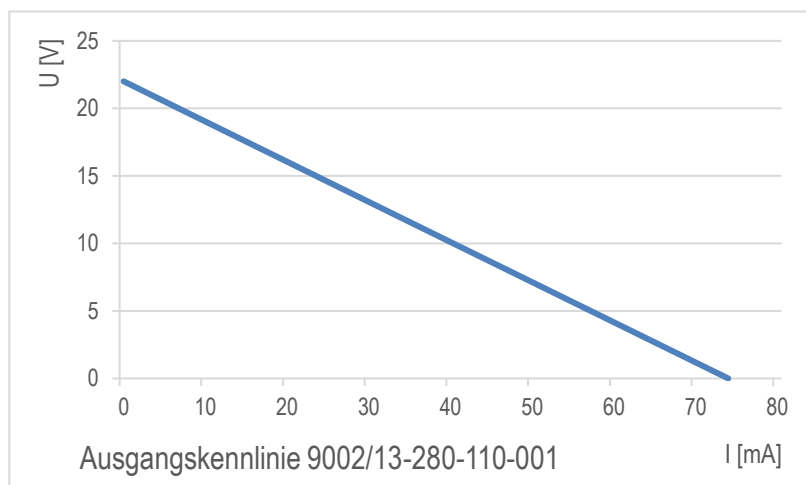
[Zur Schnellauswahl](#)



06605E01

Betriebsdaten

Betriebsspannung	$U_N = + 24 \text{ V}$
Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere	$R_{\max} = 296 \ \Omega$
Zusätzlicher Spannungsabfall an der Diode	$\Delta U = 2 \text{ V}$
Spannung am Feldgerät	$U = U_N - \Delta U - I \cdot R_{\max}$
Strom / Spannung am Feldgerät	



Sicherheitstechnische Daten

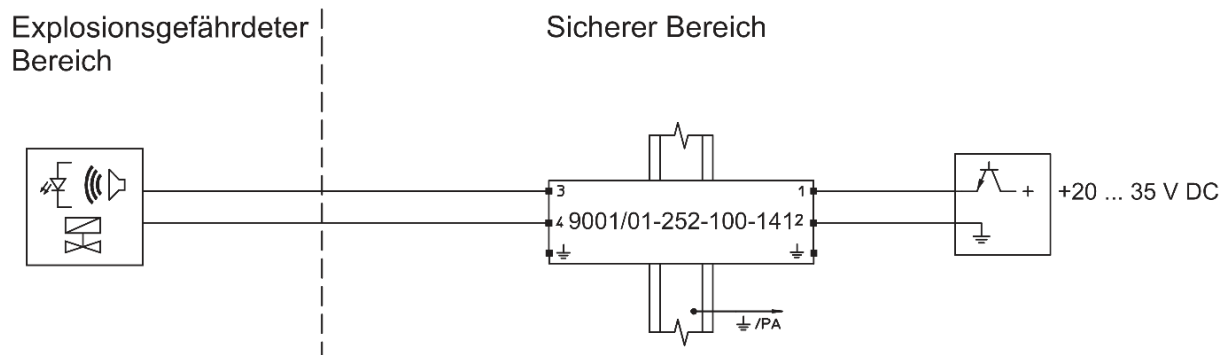
Maximalspannung	$U_o = 28 \text{ V}$		
Maximalstrom	$I_o = 110 \text{ mA}$		
Maximalleistung	$P_o = 770 \text{ mW}$		
Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC 1,25 mH	IIB 9 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC 0,08 μF	IIB 0,635 μF

2-Leiter Binärausgang (Stromquelle) für Magnetventile, LEDs und akustische Alarmmelder

Ungeregelte Stromversorgung | Regelung in der Zuleitung | Feldstromkreis geerdet

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9001/01-252-100-141

[Zur Schnellauswahl](#)



06602E01

Betriebsdaten

Betriebsspannung	$U_N = + 20 \dots 35 \text{ V DC}$	
Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere	$R_{\max} = 268 \Omega$	
Leerlaufausgangsspannung (3 -> 4, $I_N = 0$)	$U_N \leq 24 \text{ V}$	$U_N > 24 \text{ V}$
	$U_L = U_N - 3 \text{ V}$	$U_L = 21 \text{ V}$
Betriebsstrom	$I_N = U_L / (268 \Omega + R_L)$	

Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung	$U_o = 25,2 \text{ V}$		
Maximalstrom	$I_o = 100 \text{ mA}$		
Maximalleistung	$P_o = 630 \text{ mW}$		
Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC	IIB
		2 mH	11 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC	IIB
		0,107 μF	0,82 μF

Anwendungshinweis

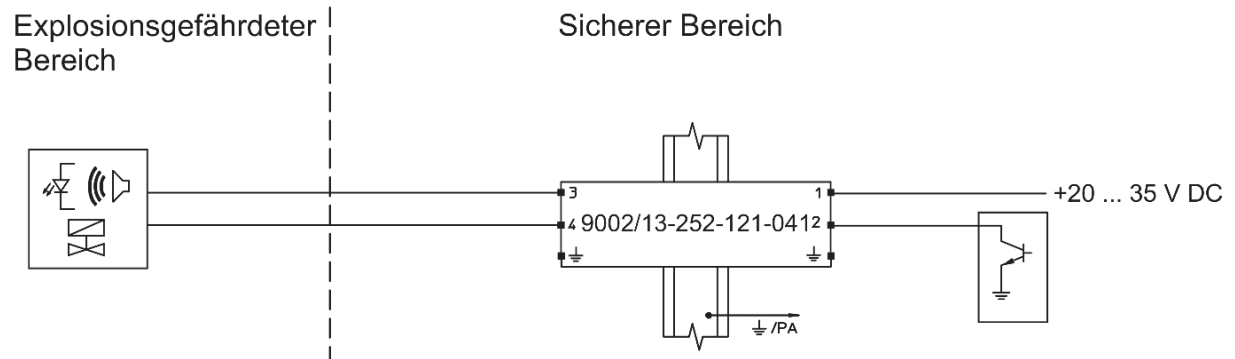
Kanal 1: Leckstrom von 1 mA bis max 10 mA. Spannung ist auf 21 V begrenzt.

2-Leiter Binärausgang (Stromquelle) für Magnetventile, LEDs und akustische Alarmmelder

Ungeregelte Stromversorgung | Regelung in der Rückleitung | Feldstromkreis erdfrei

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9002/13-252-121-041

[Zur Schnellauswahl](#)



06604E01

Betriebsdaten

Betriebsspannung $U_N = + 20 \dots + 35 \text{ V}$

Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere $R_{\max} = 244 \ \Omega$

Leerlaufausgangsspannung (3 -> 4, $I_N = 0$)	$U_N \leq 24 \text{ V}$	$U_N > 24 \text{ V}$
	$U_L = U_N - 3,5 \text{ V}$	$U_L = 21 \text{ V}$

Betriebsstrom $I_N = U_L / (244 \ \Omega + R_L + R_{\text{Schalter}})$

Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung $U_o = 25,2 \text{ V}$

Maximalstrom $I_o = 121 \text{ mA}$

Maximalleistung $P_o = 760 \text{ mW}$

Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC	IIB
		1,25 mH	7,35 mH

Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC	IIB
		0,104 μF	0,8 μF

Anwendungshinweis

Diese Barriere ist zur Verwendung mit unregelter Stromversorgung und erdfreier Rückleitungen geeignet.

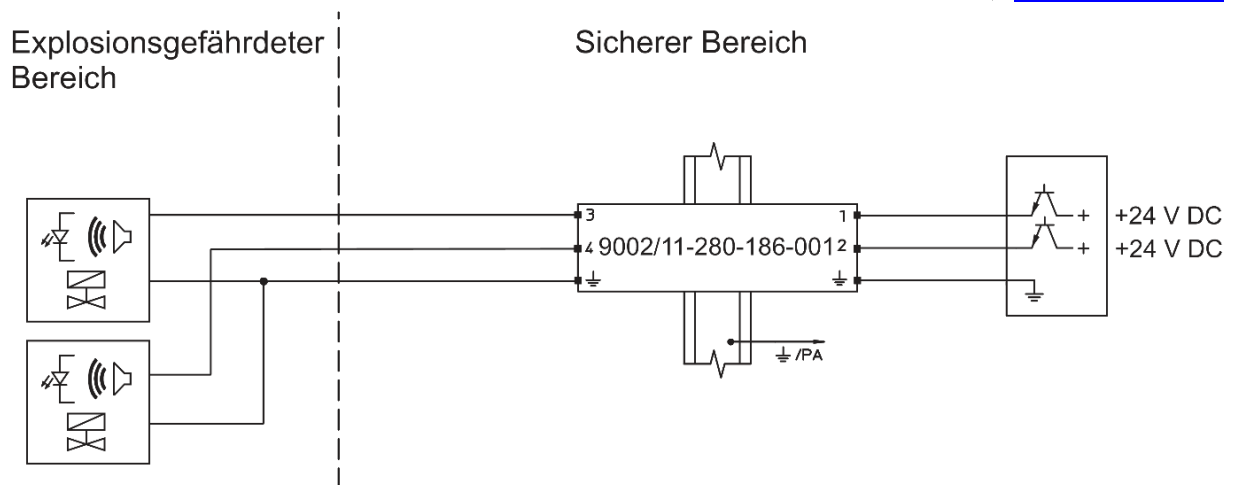
Nur für Kanal 1: Leckstrom von 1 mA bis max 10 mA. Spannung ist auf 21 V begrenzt, zusätzlicher Spannungsabfall ΔU steigt mit sinkender Spannung auf bis zu 3,5 V.

2-Leiter Binärausgang (Stromquelle) für mehrere Magnetventile, LEDs und akustische Alarmmelder

Geregelte Stromversorgung | Regelung in der Zuleitung | Feldstromkreis geerdet

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9002/11-280-186-001

[Zur Schnellauswahl](#)



06606E01

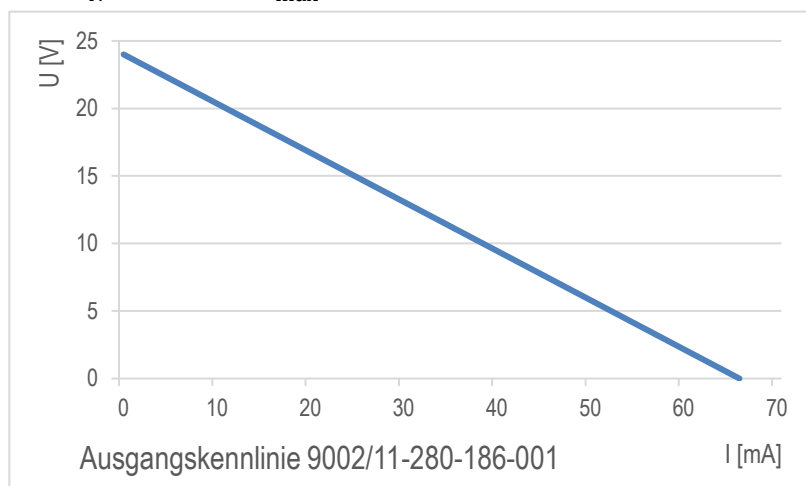
Betriebsdaten

Betriebsspannung $U_N = + 24 \text{ V}$

Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere pro Kanal $R_{\text{max}} = 359 \Omega$

Spannung am Feldgerät $U = U_N - \Delta U - I * R_{\text{max}}$

Strom / Spannung am Feldgerät



Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung $U_o = 28 \text{ V}$

Maximalstrom $I_o = 186 \text{ mA}$

Maximalleistung $P_o = 1300 \text{ mW}$

Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC	IIB
		-	2,8 mH

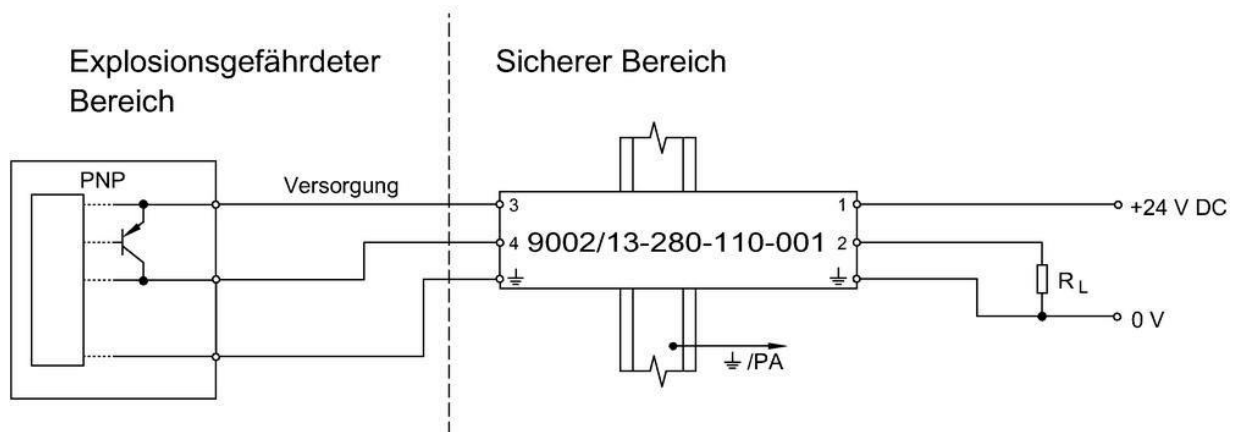
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC	IIB
		-	0,551 μF

3-Leiter PNP-Eingänge (positive Schaltung) von Näherungsschaltern, Fotozellen und Encodern

Geregelte Stromversorgung | Feldstromkreis geerdet

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9002/13-280-110-001

[Zur Schnellauswahl](#)



24504E

Betriebsdaten

Betriebsspannung	$U_N = + 24 \text{ V}$
Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere	$R_{\text{max}} = 296 \ \Omega$
Zusätzlicher Spannungsabfall	Diode Sicherheitsbarriere: $\Delta U = 2 \text{ V}$ Angenommen: Feldgerät: $\Delta U \leq 2 \text{ V}$
Leerlaufstrom Feldgerät	Angenommen: $I_{\text{Feldgerät}} \leq 10 \text{ mA}$
Strom durch die Last	Angenommen: $I_L = 20 \text{ mA}$
Spannung an der Last	$U_L = 24 \text{ V} - (296 \ \Omega * 30 \text{ mA}) - 2 \text{ V} - 2 \text{ V} \approx 11,1 \text{ V}$
Maximale Last (bei $I_L = 20 \text{ mA}$)	$L_{\text{max}} = 11,1 \text{ V} / 20 \text{ mA} \approx 557 \ \Omega$

Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung	$U_o = 28 \text{ V}$		
Maximalstrom	$I_o = 110 \text{ mA}$		
Maximalleistung	$P_o = 770 \text{ mW}$		
Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC	IIB
		–	2,8 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC	IIB
		–	0,551 μF

Anwendungshinweis

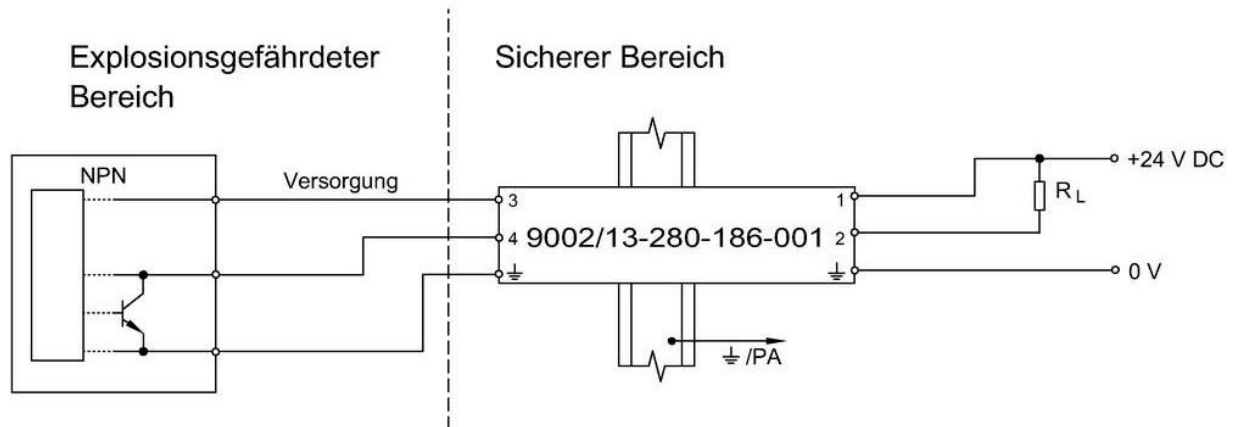
Mit dieser Barriere müssen alle Spannungsschleifen überprüft werden, um die korrekte Funktion sicherzustellen.

3-Leiter NPN-Eingänge (negative Schaltung) von Näherungsschaltern, Fotozellen und Encodern

Geregelte Stromversorgung | Feldstromkreis geerdet

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9002/11-280-186-001

[Zur Schnellauswahl](#)



24505E

Betriebsdaten

Betriebsspannung	$U_N = + 24 \text{ V}$
Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere	$R_{\max} = 359 \text{ } \Omega$
Zusätzlicher Spannungsabfall	Angenommen: Feldgerät: $\Delta U \leq 2 \text{ V}$
Strom durch die Last	Angenommen: $I_L = 20 \text{ mA}$
Spannung an der Last	$U_L = 24 \text{ V} - (359 \text{ } \Omega * 20 \text{ mA}) - 2 \text{ V} = 14,82 \text{ V}$
Maximale Last (bei $I_L = 20 \text{ mA}$)	$L_{\max} = 14,82 \text{ V} / 20 \text{ mA} \approx 741 \text{ } \Omega$

Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung	$U_o = 28 \text{ V}$		
Maximalstrom	$I_o = 186 \text{ mA}$		
Maximalleistung	$P_o = 1300 \text{ mW}$		
Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC –	IIB 2,8 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC –	IIB 0,551 μF

Anwendungshinweis

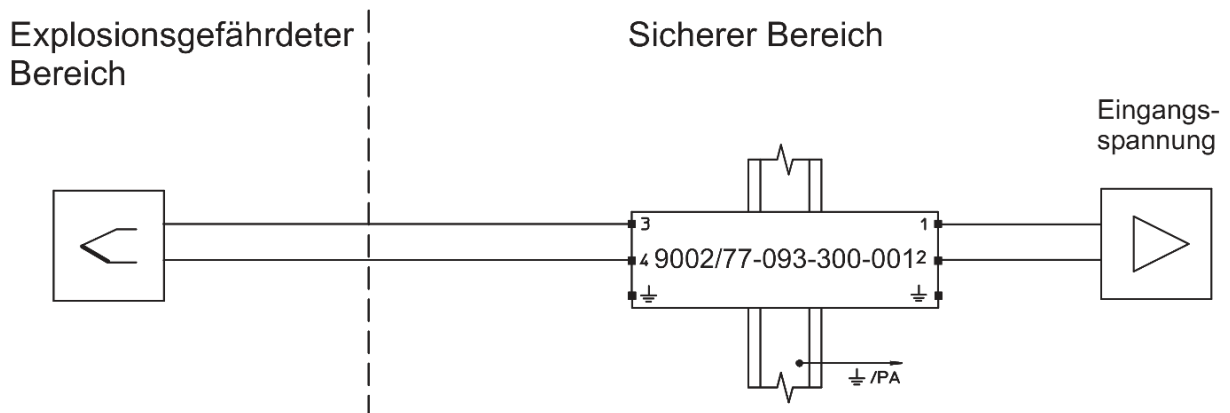
Mit dieser Barriere müssen alle Spannungsschleifen überprüft werden, um die korrekte Funktion sicherzustellen.

Thermoelemente und mV-Geber

Feldstromkreis erdfrei

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9002/77-093-300-001

⇒ [Zur Schnellauswahl](#)



09958E01

Betriebsdaten

Maximaler Längswiderstand der Sicherheitsbarriere	$R_{\max} = 2 \times 81,5 \, \Omega$
Sensorspannung	$U \leq 6 \, V_{pp}$

Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung	$U_o = 9,3 \, V$		
Maximalstrom	$I_o = 300 \, mA$		
Maximalleistung	$P_o = 700 \, mW$		
Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC 0,2 mH	IIB 1,8 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC 4,1 μF	IIB 31 μF

Anwendungshinweis

Bei Sicherheitsbarrieren wird empfohlen, ungeerdete Thermoelemente zu verwenden. Bei geerdeten Thermoelementen wird empfohlen, galvanische Isolatoren (Trennstufen) zu verwenden.

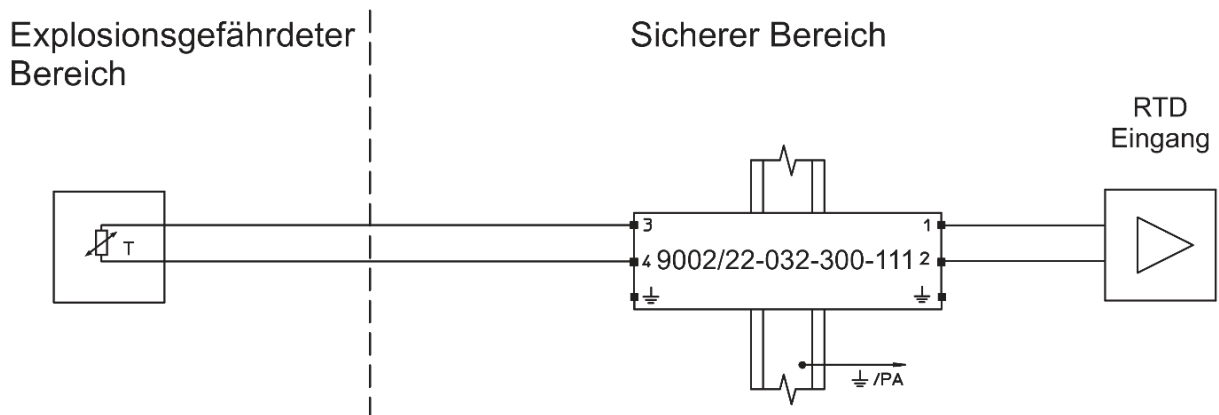
Es wird empfohlen, auf beiden Seiten der Anschlüsse der Sicherheitsbarriere eine Ausgleichsleitung zu verwenden. Außerdem sollte eine angemessene elektrostatische Abschirmung vorgesehen werden, um etwaiges Rauschen im Stromkreis abzuleiten. Der niedrige Widerstand dieser Sicherheitsbarriere ermöglicht den Anschluss eines beliebigen Thermoelementtyps.

Pt100, 2-Leiterschaltung

Pt100 | 2-Leiterschaltung | Feldstromkreis erdfrei

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9002/22-032-300-111

[Zur Schnellauswahl](#)



09959E01

Betriebsdaten

Betriebsspannung	$U_N \leq 1,4 \text{ V}$
Längswiderstand der Sicherheitsbarriere	$R = 2 \times (20 \Omega \pm 0,1 \Omega)$

Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung	$U_o = 3,2 \text{ V}$		
Maximalstrom	$I_o = 300 \text{ mA}$		
Maximalleistung	$P_o = 120 \text{ mW}$		
Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC	IIB
		0,2 mH	1,8 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC	IIB
		100 μF	1000 μF

Anwendungshinweis

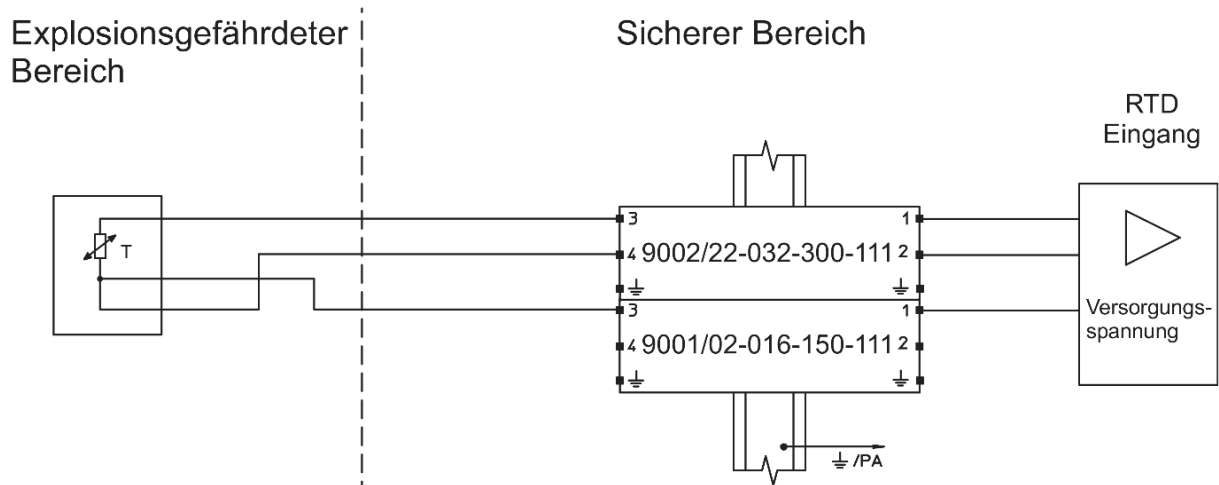
Obwohl 2-Leiter RTD-Schaltungen bei der Verwendung mit Sicherheitsbarrieren aufgrund des zusätzlichen Widerstandes der Sicherheitsbarriere am ungenauesten sind, verfügt die obige Sicherheitsbarriere über einen Präzisionswiderstand mit einer Toleranz von $\pm 0,1 \Omega$, um den Verlust an Genauigkeit zu begrenzen. Es muss ein Leitungsabgleich im Auswertegerät durchgeführt werden. Es wird empfohlen, 3- oder 4-Leiter-RTD-Schaltungen zu verwenden, wobei 4-Leiter-RTD-Schaltungen die höchste Genauigkeit bieten.

Pt100, 3-Leiterschaltung

Pt100 | 3-Leiterschaltung | Feldstromkreis erdfrei

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9002/22-032-300-111
9001/02-016-150-111

[Zur Schnellauswahl](#)



09960E01

Betriebsdaten

Betriebsspannung $U_N \leq 1,4 \text{ V}$
 Längswiderstand der Sicherheitsbarriere $R = 3 \times (20 \Omega \pm 0,1 \Omega)$

Sicherheitstechnische Daten (Zusammenschaltung der Sicherheitsbarrieren)

Maximalspannung $U_o = 1,6 \text{ V} + \max. (1,6 \text{ V}; 1,6 \text{ V}) = 3,2 \text{ V}$
 Maximalstrom $I_o = 300 \text{ mA} + 150 \text{ mA} = 450 \text{ mA}$
 Maximalleistung $P_o = 120 \text{ mW} + 60 \text{ mW} = 180 \text{ mW}$

Nach EN 60079-11:

Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC	IIB
		0,12 mH	0,5 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC	IIB
		0,100 μF	1000 μF

Anwendungshinweis

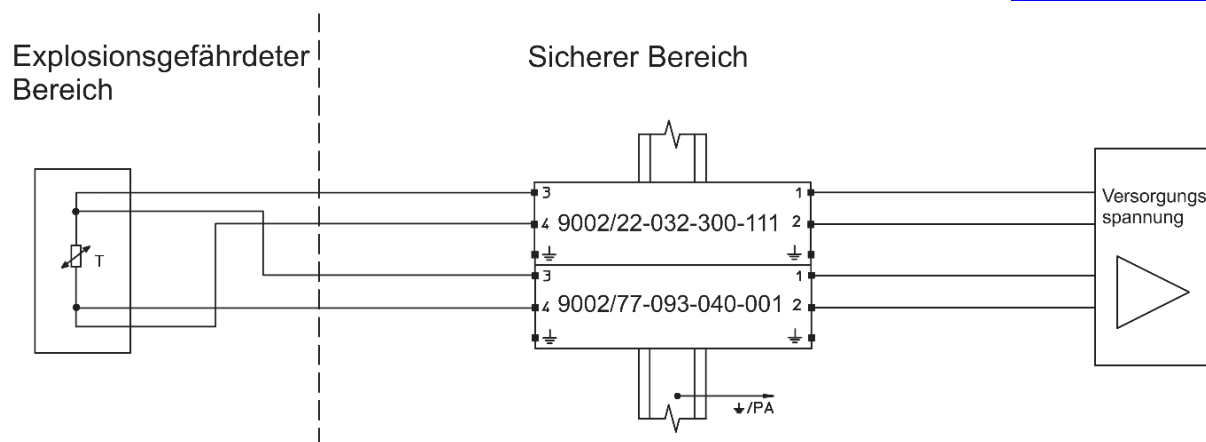
Diese Sicherheitsbarriere besitzt einen Präzisionswiderstand mit einer Toleranz von $\pm 0,1 \Omega$, um den Verlust an Genauigkeit zu begrenzen. Es muss ein Leitungsabgleich im Auswertegerät durchgeführt werden. Es wird empfohlen, 3- oder 4-Leiter-RTD-Schaltungen zu verwenden, wobei 4-Leiter-RTD-Schaltungen die höchste Genauigkeit bieten.

Pt100, 4-Leiterschaltung

Pt100 | 4-Leiterschaltung | Feldstromkreis erdfrei

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9002/22-032-300-111
9002/77-093-040-001

⇒ [Zur Schnellauswahl](#)



09961E

Betriebsdaten

Betriebsspannung	$U_N \leq 1,4 \text{ V}$
Längswiderstand der Sicherheitsbarriere	Signal: 9002/22-032-300-111: $R = 2 \times (20 \Omega \pm 0,1 \Omega)$ Sense: 9002/77-093-040-001: $R = 2 \times 545 \Omega$

Sicherheitstechnische Daten (Zusammenschaltung der Sicherheitsbarrieren)

Maximalspannung	$U_o = 1,6 \text{ V} + 9,3 \text{ V} = 10,9 \text{ V}$
Maximalstrom	$I_o = 300 \text{ mA} + 40 \text{ mA} = 340 \text{ mA}$
Maximalleistung	$P_o = 120 \text{ mW} + 90 \text{ mW} = 210 \text{ mW}$

Nach EN 60079-11:

Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC	IIB
		0,28 mH	1,5 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC	IIB
		2,05 μF	14,4 μF

Anwendungshinweis

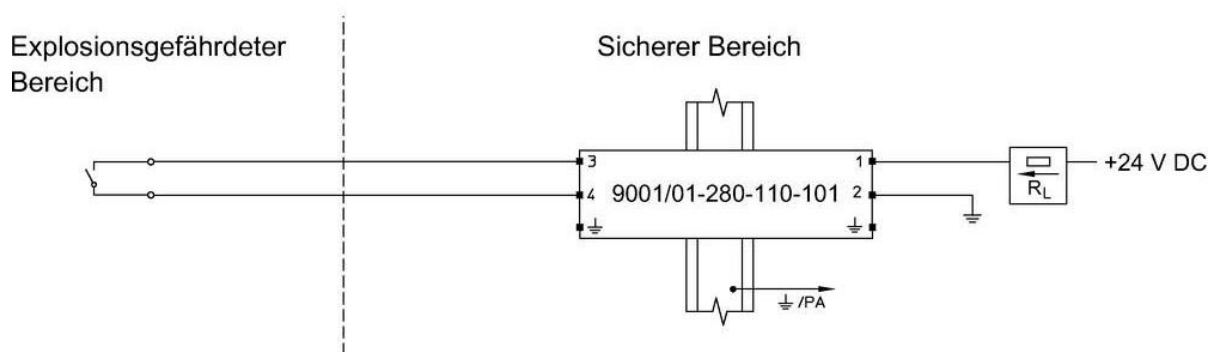
Diese Sicherheitsbarriere für das Signal besitzt einen Präzisionswiderstand mit einer Toleranz von $\pm 0,1 \Omega$, um den Verlust an Genauigkeit zu begrenzen. Es muss ein Leitungsabgleich im Auswertegerät durchgeführt werden. Es wird empfohlen, 3- oder 4-Leiter-RTD-Schaltungen zu verwenden, wobei 4-Leiter-RTD-Schaltungen die höchste Genauigkeit bieten.

Binäreingang (potentialfreier Kontakt) mit Schalter

Geregelte Stromversorgung | Schalter (Last in der Zuleitung) | Feldstromkreis geerdet

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9001/01-280-110-101

[Zur Schnellauswahl](#)

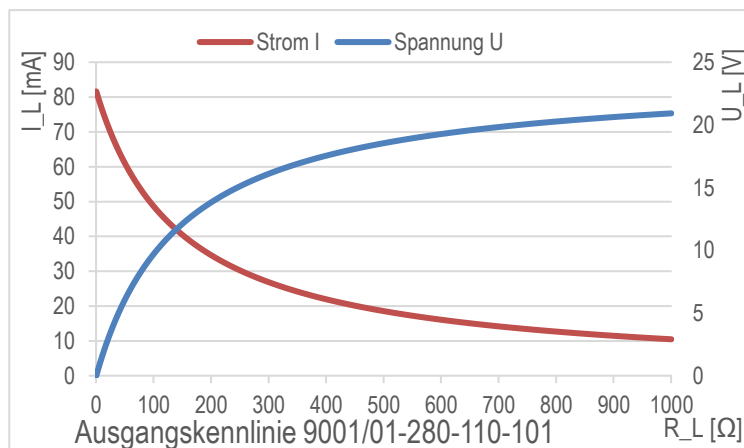


24506E

Betriebsdaten

Betriebsspannung	$U_N = + 24 \text{ V}$
Maximaler Betriebsstrom	$I_{\max} = 81 \text{ mA}$
Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere	$R_{\max} = 294 \text{ } \Omega$
Strom / Spannung am Lastwiderstand R_L	$I_L = 24 \text{ V} / (R_{\max} + R_L)$ $U_L = R_L \cdot I_L$

Strom und Spannung am Lastwiderstand R_L abhängig vom Lastwiderstand R_L



Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung	$U_o = 28 \text{ V}$		
Maximalstrom	$I_o = 110 \text{ mA}$		
Maximalleistung	$P_o = 770 \text{ mW}$		
Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC 1,2 mH	IIB 9 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC 0,083 μF	IIB 0,65 μF

Anwendungshinweis

Diese Sicherheitsbarriere eignet sich besonders zur Ansteuerung von Relais.

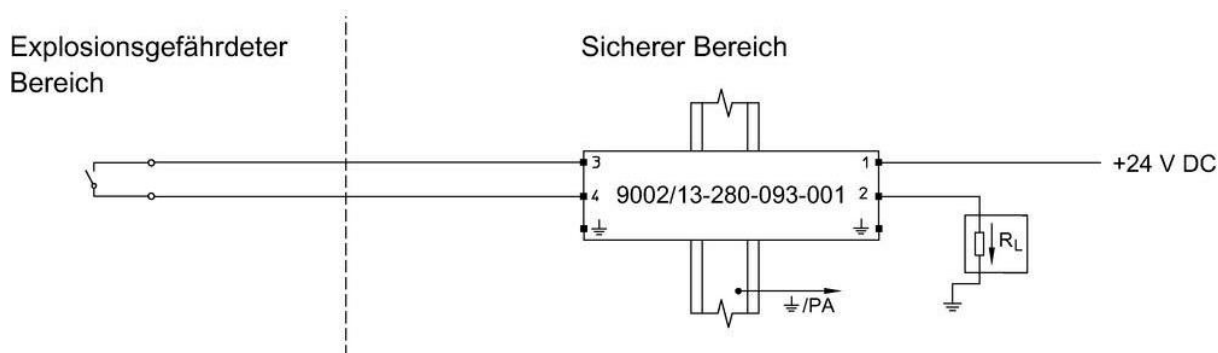
Als Last kann auch ein Binäreingang (Optokoppler) eines Automatisierungsgerätes betrieben werden.

Binäreingang (potentialfreier Kontakt) mit Schalter

Geregelte Stromversorgung | Schalter (Last in der Rückleitung) | Feldstromkreis erdfrei

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9002/13-280-093-001

[Zur Schnellauswahl](#)



24507E

Betriebsdaten

Betriebsspannung $U_N = + 24 \text{ V}$

Maximaler Betriebsstrom $I_{\max} = 67 \text{ mA}$

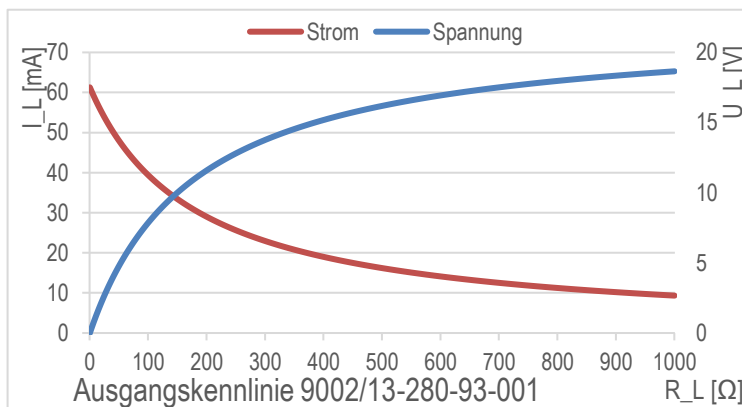
Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere $R_{\max} = 359 \Omega$

Zusätzlicher Spannungsabfall an der Diode $\Delta U = 2 \text{ V}$

Strom / Spannung am Lastwiderstand R_L $I_L = (U_N - \Delta U) / (R_{\max} + R_L)$

$U_L = R_L \cdot I_L$

Strom und Spannung am Lastwiderstand R_L abhängig vom Lastwiderstand R_L



Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung $U_o = 28 \text{ V}$

Maximalstrom $I_o = 93 \text{ mA}$

Maximalleistung $P_o = 651 \text{ mW}$

Maximal zulässige äußere Induktivität L_o

IIC	IIB
2,2 mH	14 mH

Maximal zulässige äußere Kapazität C_o

IIC	IIB
0,083 μF	0,65 μF

Anwendungshinweis

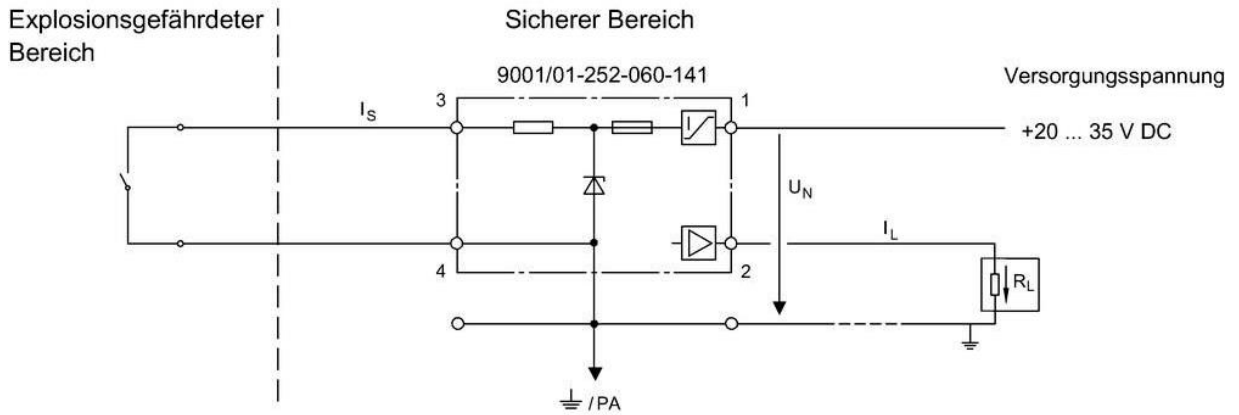
Mit der 9002/33-280-000-001 können weitere Kontakte parallel dazu geschaltet werden.

Binäreingang (potentialfreier Kontakt) mit Schalter

Ungeregelte Stromversorgung | Schalter (Last in der Rückleitung) | Feldstromkreis geredet

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9001/01-252-060-141

[Zur Schnellauswahl](#)



24507E

Betriebsdaten

Versorgungsspannung $U_N = + 20 \dots 35 \text{ V DC}$

Schaltstromkreis:

Zusätzlicher Spannungsabfall der Strombegrenzung $\Delta U = 3 \text{ V}$

Leerlaufausgangsspannung (3 -> 4, $I_N = 0$) $U_N \leq 24 \text{ V}$ $U_N > 24 \text{ V}$
 $21 \text{ V} < U_S \leq U_N - 3 \text{ V}$ $U_S = 21 \text{ V}$

Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere $R_{\text{max}} = 506 \Omega$

Schaltstrom $I_S = U_S / R_{\text{max}}$

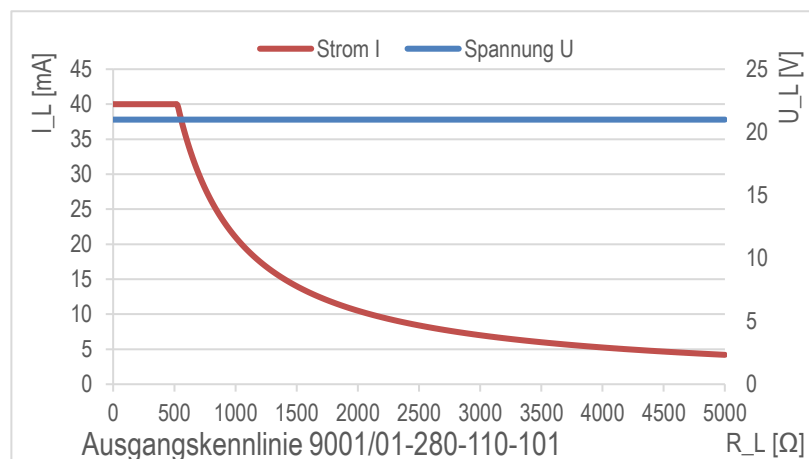
Laststromkreis:

Limitierter Laststrom $I_L \leq 40 \text{ mA}$

Zusätzlicher Spannungsabfall der Strombegrenzung $\Delta U = 3 \text{ V}$

Spannung an der Last $U_L = U_N - 3 \text{ V}$

Strom und Spannung am Lastwiderstand R_L abhängig vom Lastwiderstand R_L (Bei $U_L = 21 \text{ V}$)



Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung	$U_o = 25,2 \text{ V}$		
Maximalstrom	$I_o = 60 \text{ mA}$		
Maximalleistung	$P_o = 378 \text{ mW}$		
Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC 6,2 mH	IIB 25 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC 0,107 μF	IIB 0,82 μF

Anwendungshinweis

Diese Sicherheitsbarriere eignet sich besonders zur Ansteuerung von Relais.

Als Last kann auch ein Binäreingang (Optokoppler) eines Automatisierungsgerätes betrieben werden.

Diese Sicherheitsbarriere hat eine Schaltfunktion und 2 Stromkreise: Den Schaltstromkreis (durch das eigensichere Betriebsmittel bzw. den Schalter) und den Laststromkreis (durch die Last). Wenn Klemme 3 und 4 gebrückt werden schaltet die Sicherheitsbarriere und der Laststromkreis wird geschlossen.

Der Schaltstromkreis ist eigensicher und wird durch die Spannungsbegrenzung und den Längswiderstand der Sicherheitsbarriere begrenzt.

Der Laststromkreis ist nicht eigensicher und auch nicht durch den Längswiderstand begrenzt. Stattdessen ist der Laststrom auf $I_L \leq 40 \text{ mA}$ begrenzt.

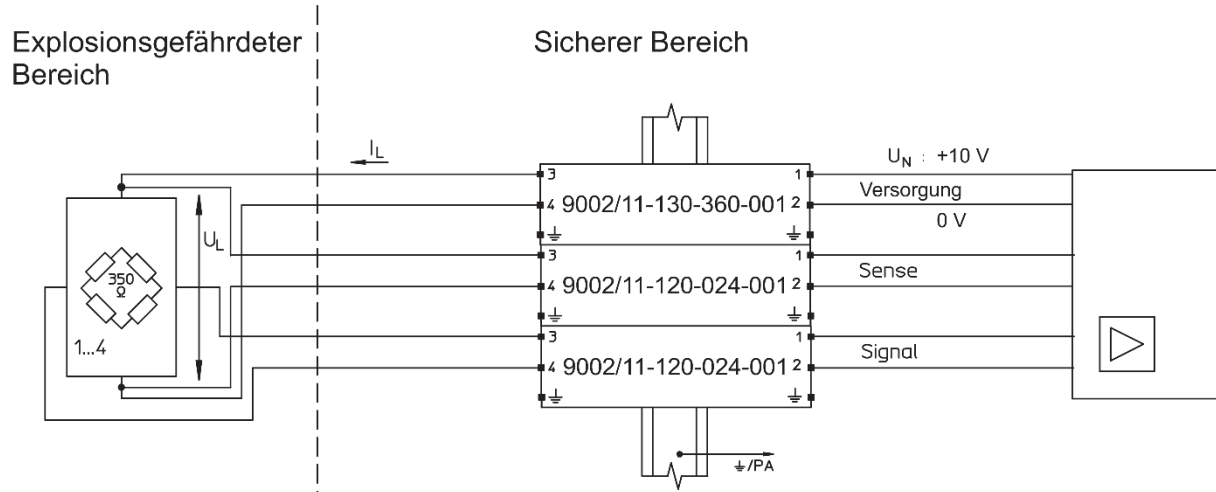
Der Laststromkreis ist in Ex ec ausgeführt und darf nicht in die Zone 1 oder Zone 0 führen.

Wägezelle (DMS) 350 Ω Leiter + 10 V

350 Ω | 6 Leiter + 10 V | Feldstromkreis erdfrei

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9002/11-130-360-001
 9002/11-120-024-001
 9002/11-120-024-001

[Zur Schnellauswahl](#)



11010E

Betriebsdaten

Betriebsspannung $U_N = 10 \text{ V}$
 Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere $R_{\text{max}} = 2 * 52 \text{ } \Omega = 104 \text{ } \Omega$

Anzahl der parallel geschalteten Wägezellen	350 Ω		
	$R_{\text{ges}} \text{ (}\Omega\text{)}$	$U_L \text{ (V)}$	$I_L \text{ (mA)}$
1	454,0	7,7	22,0
2	279,0	6,3	35,8
3	220,7	5,3	45,3
4	191,5	4,6	52,2

Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung $U_o = \text{max. (13 V; 12 V; 12 V)} = 13 \text{ V}$
 Maximalstrom $I_o = 360 \text{ mA} + 24 \text{ mA} + 24 \text{ mA} = 408 \text{ mA}$
 Maximalleistung $P_o = 1060 \text{ mW} + 70 \text{ mW} + 70 \text{ mW} = 1200 \text{ mW}$

Nach EN 60079-11:

Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	IIC	IIB
		0,18 mH	1,45 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	IIC	IIB
		0,270 μF	1,64 μF

Anwendungshinweis

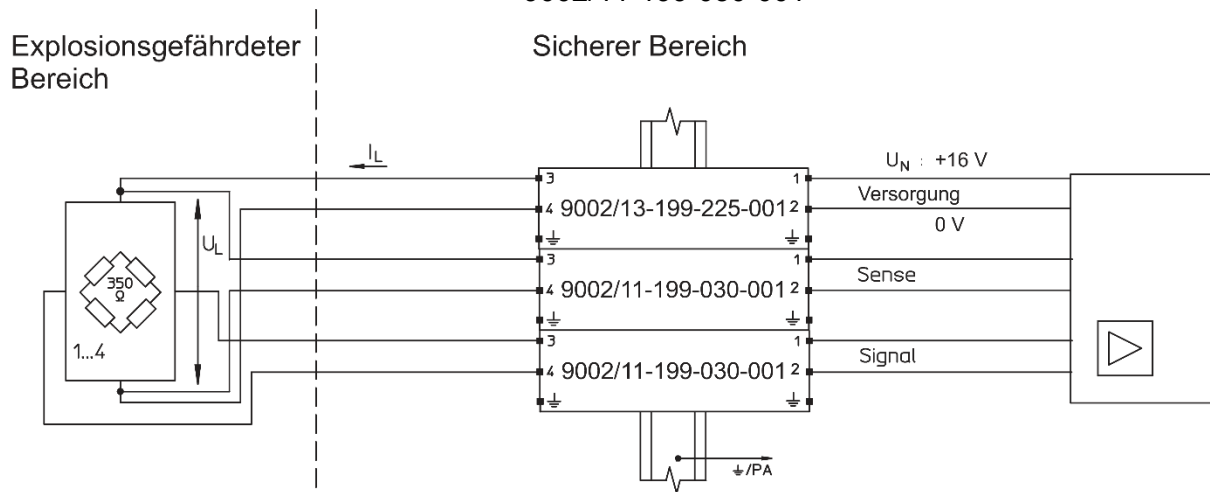
Bei 4-Leiterschaltungen (ohne Sense) kann die entsprechende Sicherheitsbarriere entfallen. Die Betriebsdaten bleiben unverändert. Der sicherheitstechnische Maximalstrom verringert sich auf $I_o = 384 \text{ mA}$, die Maximalleistung auf $P_o = 1130 \text{ mW}$.

Wägezelle (DMS) 350 Ω oder 700 Ω 6 Leiter + 16 V

350 Ω oder 700 Ω | 6 Leiter + 16 V | *Feldstromkreis erdfrei*

➔ [Zur Schnellauswahl](#)

Verwendete Sicherheitsbarriere: 9002/13-199-225-001
 9002/11-199-030-001
 9002/11-199-030-001



09963E01

Betriebsdaten

Betriebsspannung $U_N = 16 \text{ V}$
 Zusätzlicher Spannungsabfall an der Diode $\Delta U = 2 \text{ V}$
 Maximaler Widerstand der Sicherheitsbarriere $R_{\text{max}} = 109 \text{ }\Omega$

Anzahl der parallel geschalteten Wägezellen	350 Ω			700 Ω		
	R_{ges} (Ω)	U_L (V)	I_L (mA)	R_{ges} (Ω)	U_L (V)	I_L (mA)
1	459,0	10,7	30,5	809,0	12,1	17,3
2	284,0	8,6	49,3	459,0	10,7	30,5
3	225,7	7,2	62,0	342,3	9,5	40,9
4	196,5	6,2	71,3	284,0	8,6	49,3

Sicherheitstechnische Daten

Maximalspannung $U_o = \text{max. (19,9 V; 19,9 V; 19,9 V)} = 19,9 \text{ V}$
 Maximalstrom $I_o = 225 \text{ mA} + 30 \text{ mA} + 30 \text{ mA} = 285 \text{ mA}$
 Maximalleistung $P_o = 1120 \text{ mW} + 150 \text{ mW} + 150 \text{ mW} = 1420 \text{ mW}$

Nach EN 60079-11:

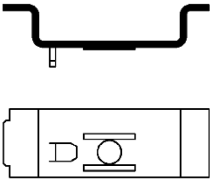
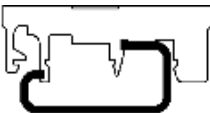

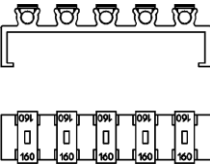
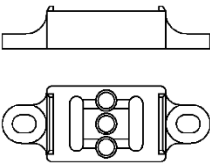
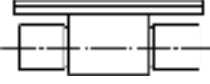
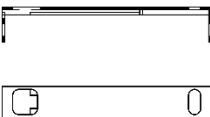
		IIC	IIB
Maximal zulässige äußere Induktivität	L_o	0,2 mH	1,8 mH
Maximal zulässige äußere Kapazität	C_o	0,223 μF	1,42 μF

Anwendungshinweis

Bei 4-Leiterschaltungen (ohne Sense) kann die entsprechende Sicherheitsbarriere entfallen. Die Betriebsdaten bleiben unverändert. Der sicherheitstechnische Maximalstrom verringert sich auf $I_o = 255 \text{ mA}$, die Maximalleistung auf $P_o = 1270 \text{ mW}$.

7 Anhang

7.1 Zubehör und Ersatzteile

Abbildung	Beschreibung	Art. Nr.	Gewicht kg
<p>Adapter</p> 	Der Adapter erlaubt die Montage einer Sicherheitsbarriere Reihe 900x auf einer Montageplatte einer Vorgängerbaureihe.	158826	0,006
<p>Klemmfuß Formstoff</p> 	Ermöglicht die Montage der Sicherheitsbarriere auf einer G-Schiene.	165283	0,004
<p>Reihenklemme</p> 	Phoenix Contact Reihenklemme UT 4- PE	113057	0,012
	Phoenix Contact Reihenklemme UT 6- PE	113058	0,022
<p>Sicherungshalter</p> 	Sicherungshalter wird an der Seite einer Sicherheitsbarriere aufgeklipst und kann mit bis zu 5 Vorsicherungen (Ersatz) bestückt werden.	158834	0,020
<p>Isolier- und Haltematerial</p> 	Passend für Hutschiene NS35/ 15, erlaubt es die Hutschiene elektrisch isoliert von der Montageplatte zu montieren.	158828	0,023
<p>Vorsicherung</p> 	Für alle Sicherheitsbarrieren der Reihen 9001, 9002 und 9004 Verpackungseinheit: 5 Stück	158964	0,008
<p>Beschriftungsträger</p> 	Transparente Abdeckung für die Beschriftung	158977	0,002