



## Ergänzende Hinweise

Lesen Sie dieses Dokument und bewahren Sie es für künftige Verwendung auf. Stellen Sie bitte vor der Montage, der Installation, dem Betrieb oder der Instandhaltung des Produkts sicher, dass Sie die hierin beschriebenen Anweisungen und Risiken vollumfänglich verstehen. Befolgen Sie unbedingt alle Sicherheitshinweise. Die Nichteinhaltung von Anweisungen in diesem Dokument kann schwere Verletzungen von Personen und/oder Sachschäden zur Folge haben. Dieses Dokument kann ohne Vorankündigung geändert werden.

Die folgenden ergänzenden Hinweise erläutern die Inhalte und den Aufbau von sicherheitsrelevanten Informationen in diesem Dokument.

### Sicherheitskapitel

Im Sicherheitskapitel dieses Dokuments wird ein grundlegendes Sicherheitsverständnis aufgebaut. Es werden allgemeine Gefährdungen aufgezeigt und Strategien zu deren Vermeidung gegeben.

### Warnhinweise

In diesem Dokument werden folgende Warnhinweise verwendet, um auf Gefährdungssituationen hinzuweisen:

Symbol	Kategorie	Bedeutung	Bemerkung
	<b>WARNUNG!</b>	Kennzeichnet eine Situation, die zum Tod oder schweren (irreversiblen) Verletzungen von Personen führen kann.	Informationen zur Vermeidung der Gefährdung werden in den Warnhinweisen angegeben.
	<b>VORSICHT!</b>	Kennzeichnet eine Situation, die zu leichten bis mittelschweren (reversiblen) Verletzungen von Personen führen kann.	
<i>ohne</i>	<b>ACHTUNG!</b>	Kennzeichnet eine Situation, die zu Sach- und Umweltschäden führen kann.	

## Verwendete Symbole in diesem Dokument

Symbol	Bedeutung
	Ablaufrichtung in Abbildungen einer Handlungsanweisung
	Positionsnummer in einer Abbildung
<b>(1)</b>	Positionsnummer im Text

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Sicherheit .....</b>	<b>5</b>
1.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	5
1.2 Anforderungen an das Personal .....	5
1.3 Vermeiden von Stromschlägen und Bränden .....	6
1.4 Restrisiken.....	6
<b>2 Produkt.....</b>	<b>7</b>
2.1 Lieferumfang .....	7
2.2 Produktidentifikation .....	7
2.2.1 Beispiel einer Typenbezeichnung .....	7
2.2.2 Produktschlüssel.....	8
2.3 Typenschild .....	9
2.4 Symbole und Kennzeichnungen.....	10
2.5 Aufbau.....	10
2.6 Funktionsbeschreibung.....	10
2.6.1 Messfunktionen .....	10
2.6.2 Live-Zero-Funktion (nur P45*11K2*** und P45*21K2***) .....	10
2.6.3 Blockschaltbild .....	11
2.6.4 Übertragungsverhalten .....	11
2.6.5 Gleichtaktverhalten .....	13
2.7 Klemmenbelegung Ausgang/Hilfsenergie.....	13
2.8 Installation.....	14
2.8.1 Allgemeine Installationshinweise .....	14
2.8.2 Montage .....	15
2.8.3 Anschlussvorbereitung .....	16
2.8.4 Elektrischer Anschluss .....	17
<b>3 Betrieb .....</b>	<b>20</b>
3.1 Inbetriebnahme.....	20
3.2 Bedienung .....	20
3.3 Instandhaltung .....	20
<b>4 Störungsbehebung .....</b>	<b>21</b>
<b>5 Außerbetriebnahme.....</b>	<b>22</b>
5.1 Demontage .....	22
5.2 Rücksendung.....	22
5.3 Entsorgung.....	22
<b>6 Maßzeichnungen.....</b>	<b>23</b>
<b>7 Dimensionierung der Bürde .....</b>	<b>25</b>
7.1 Maximale Bürde.....	25
7.2 Minimale Bürde.....	26
7.2.1 Einzelbetrieb .....	26
7.2.2 Angereicherter Betrieb.....	27

<b>8 Technische Daten.....</b>	<b>28</b>
8.1 Eingang.....	28
8.2 Ausgang .....	29
8.3 Gerätefehlererkennung und -signalisierung.....	29
8.4 Übertragungsverhalten .....	29
8.5 Gleichtaktunterdrückung.....	29
8.6 Hilfsenergie .....	30
8.7 Isolation .....	30
8.8 Luft- und Kriechstrecken .....	34
8.9 Umgebungsbedingungen.....	35
8.10 Gerät .....	35
8.11 Weitere Daten.....	36
<b>9 Anhang .....</b>	<b>37</b>
9.1 Zubehör.....	37
9.2 Normen und Richtlinien .....	38
9.3 Materialbewertung .....	39
<b>10 SIL-Handbuch (P45**1K2***) .....</b>	<b>40</b>
10.1 Allgemeine Beschreibung.....	40
10.2 Ermittelte sicherheitstechnische Kennwerte .....	40
10.3 Geltungsbereich .....	42
10.4 Relevante Normen .....	42
10.5 Sicherheitsteilfunktion .....	42
10.6 Signalpegel für Messsignal und Ausfallinformation .....	42
10.6.1 Signalpegel für Messsignal und Ausfallinformation P45*11K2*** .....	42
10.6.2 Signalpegel für Messsignal und Ausfallinformation P45*21K2*** .....	42
10.7 Wartung und Reparatur .....	42
10.8 Wiederholungsprüfung .....	43
10.9 Technische Daten (Funktionale Sicherheit) .....	43
<b>11 Abkürzungen .....</b>	<b>44</b>

# 1 Sicherheit

Dieses Dokument enthält wichtige Anweisungen für den Gebrauch des Produkts. Befolgen Sie diese immer genau und betreiben Sie das Produkt mit Sorgfalt. Bei allen Fragen steht die Knick Elektronische Messgeräte GmbH & Co. KG (nachstehend auch als „Knick“ bezeichnet) unter den auf der Rückseite dieses Dokuments angegebenen Kontaktdaten zur Verfügung.

Öffnen, Verändern oder eigene Reparatur des Produkts sind nicht zulässig. Bei beschädigtem Gehäuse das Produkt außer Betrieb setzen. Durch ein gleichwertiges Produkt ersetzen. Reparaturen ausschließlich durch Fa. Knick.

## 1.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die Messumformer der Produktlinie P45000 messen Spannungen auf Bahnfahrzeugen sowie in Bahninfrastruktur- und Industrieanlagen.

Der P45000 darf auf Schienenfahrzeugen nur in geschlossene elektrische Betriebsbereiche an Einbauort 1 gem. EN 50155 Anhang C montiert werden. Wenn der P45000 im Innenbereich von Bahnfahrzeugen montiert wird, muss er in geschlossene und brandschutztechnisch abgesicherte Schaltschränke montiert werden.

Der Eingang darf direkt mit Primärstromkreisen (hohen Potentialen) verbunden werden. Alle Definitionen und Spezifikationen in den technischen Daten müssen beachtet werden.

Das Eingangssignal wird vom P45000 aufgenommen, verarbeitet und galvanisch von Ausgang und Hilfsenergie getrennt. Das zum Eingang proportionale Ausgangssignal ist galvanisch mit der Hilfsenergie verbunden.

Zur Weiterverarbeitung wird das Ausgangssignal in eine Steuerung, ein Schutzgerät, einen Anzeiger oder ein Datenerfassungssystem eingespeist.

### Einsatzgebiete

- Schienenfahrzeuge
- Bahnunterwerke
- Hochspannungsantriebe
- Industrieanlagen
- Infrastrukturanlagen
- Leistungselektronik
- Gleich- und Wechselrichter
- Akkumulator- und Notstromversorgungen

Bei Installation, Betrieb oder anderweitigem Umgang mit dem Produkt ist stets Sorgfalt geboten. Jede Verwendung des Produkts außerhalb des hierin beschriebenen Rahmens ist untersagt und kann schwere Verletzungen von Personen, Tod sowie Sachschäden zur Folge haben. Durch einen nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch des Produkts entstehende Schäden obliegen der alleinigen Verantwortung der Betreiberfirma.

## 1.2 Anforderungen an das Personal

Die Betreiberfirma muss sicherstellen, dass Mitarbeiter, die das Produkt verwenden oder anderweitig damit umgehen, ausreichend ausgebildet sind und ordnungsgemäß eingewiesen wurden.

Die Betreiberfirma muss sich an alle das Produkt betreffenden anwendbaren Gesetze, Vorschriften, Verordnungen und relevanten Qualifikationsstandards der Branche halten und dafür Sorge tragen, dass auch ihre Mitarbeiter dies tun. Die Nichteinhaltung der vorgenannten Bestimmungen stellt eine Pflichtverletzung durch die Betreiberfirma in Bezug auf das Produkt dar. Dieser nicht bestimmungsgemäße Gebrauch des Produkts ist nicht zulässig.

### 1.3 Vermeiden von Stromschlägen und Bränden

Bei der Verlegung der Anschlussleitungen sind die Vorgaben gemäß EN 50343 einzuhalten.

Angeschlossene Leitungen am Ausgang und an der Spannungsversorgung müssen für den Stromgrenzwert der Schutzeinrichtung für diesen Stromkreis bemessen sein.

Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren: Die Betreiberfirma muss Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren bei den frei zugänglichen Schraubkontakten ergreifen. Dies kann gemäß EN 50153 Kapitel 5 bspw. durch Einbau in einen abschließbaren Schaltschrank gewährleistet werden. Andere landes- oder applikationsspezifische Vorschriften sind zu beachten.

Abstände zu Nachbargeräten und leitfähigen Teilen in der Umgebung des Gerätes sind gemäß der angewandten Norm zu bemessen und einzuhalten. Eine Isolationskoordinierung mit den Luft- und Kriechstrecken ( → *Luft- und Kriechstrecken, S. 33*, → *Luft- und Kriechstrecken, S. 34*) und den entsprechenden Normen (z. B. EN 50124-1) muss vorgenommen, bewertet und sichergestellt werden.

Wenn das Gerät bei Verschmutzungsgrad PD3A und gemäß EN 50124-1 liegend montiert wird, dann darf es nur auf Kunststoffflächen mit CTI 600 montiert werden.

Sehen Sie dazu auch

→ *Luft- und Kriechstrecken, S. 33*

→ *Luft- und Kriechstrecken, S. 34*

→ *Installation, S. 14*

### 1.4 Restrisiken

Das Produkt ist nach den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln der Technik entwickelt und gefertigt. P45000 wurde einer internen Risikobeurteilung unterzogen. Dennoch können nicht alle Risiken hinreichend vermindert werden und es bestehen folgende Restrisiken:

#### Umgebungseinflüsse

Die Einwirkungen von Feuchtigkeit, Korrosion und Umgebungstemperatur sowie hohe Spannungen und transiente Überspannungen können den sicheren Betrieb des Produkts beeinflussen. Folgende Hinweise beachten:

- P45000 nur unter Einhaltung der angegebenen Betriebsbedingungen betreiben.

→ *Technische Daten, S. 28*

## 2 Produkt

### 2.1 Lieferumfang

- P45000 in der bestellten Ausführung
- Installationsanleitung mit Sicherheitshinweisen
- Werkzeuge 2.2 gemäß EN 10204

### 2.2 Produktidentifikation

Die verschiedenen Ausführungen des Produkts P45000 sind in einer Typenbezeichnung codiert.

Der Produktschlüssel ist auf dem Typenschild angegeben (Auszug). Der individuelle Produkttyp lässt sich daraus zusammen mit der Bestellbezeichnung ermitteln, die auf der vorderen Bedruckung (Gerätefront) angegeben ist.

#### 2.2.1 Beispiel einer Typenbezeichnung

Typenbezeichnung	P45	0	0	0	K	2	1	0	1	/	1	0	0	0
Typprüfspannung 10 kV AC, Nennspannung $U_{in,n}$ [V]: 500 ... 1500		0								/				
$I_{out} = \pm 50$ mA; bipolar		0								/				
Ohne SIL-Eignung			0							/				
Gehäusotyp					K	2				/				
Wandmontage/35-mm-Tragschiene							1			/				
HV-Anschluss: Schraubkontakt/Ringkabelschuh								0		/				
Ausgang/Hilfsenergie: Push-in-Klemmen									1	/				
Eingang Nennspannung: $U_{in,n} = \text{xxxx V}$										/	1	0	0	0

## 2.2.2 Produktschlüssel

Hochspannungs-Messumformer	P45	-	-	-	K	2	-	-	-	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Typprüfspannung 10 kV AC, Nennspannung $U_{in,n}$ [V]: 500 ... 1500	0									/											
Typprüfspannung 20 kV AC, Nennspannung $U_{in,n}$ [V]: 500 ... 3000	1									/											
$I_{out} = \pm 50$ mA; bipolar	0	0								/											
$I_{out} = \pm 50$ mA; bipolar	0	2								/											
$I_{out} = 10 \dots 50$ mA; unipolar	1	1								/											
$I_{out} = 4 \dots 20$ mA; unipolar	2	1								/											
Out Sondertyp <sup>1)</sup>	9	0								/						-	S	x	x	x	
Out Sondertyp <sup>1)</sup>	9	2								/						-	S	x	x	x	
Ohne SIL-Eignung, Verstärkungsfehler 0,2 %	0									/											
Mit SIL-Eignung, Verstärkungsfehler 0,2 % <sup>2)</sup>	1									/											
Ohne SIL-Eignung, Verstärkungsfehler 0,1 %	2									/											
Gehäusotyp					K	2				/											
Nur Wandmontage							0			/											
Wandmontage/35-mm-Tragschiene							1			/											
HV-Anschluss: Schraubkontakt/Ringkabelschuh								0		/											
HV-Anschluss: festmontierte Leitung								1		/											
Ausgang/Hilfsenergie: Push-in-Klemmen									1	/											
Ausgang/Hilfsenergie: Schraubklemmen									2	/											
Eingang Nennspannung: $U_{in,n} = \text{xxxx V}$										/	x	x	x	x							
Sondertypen <sup>1)</sup>																	-	S	x	x	x

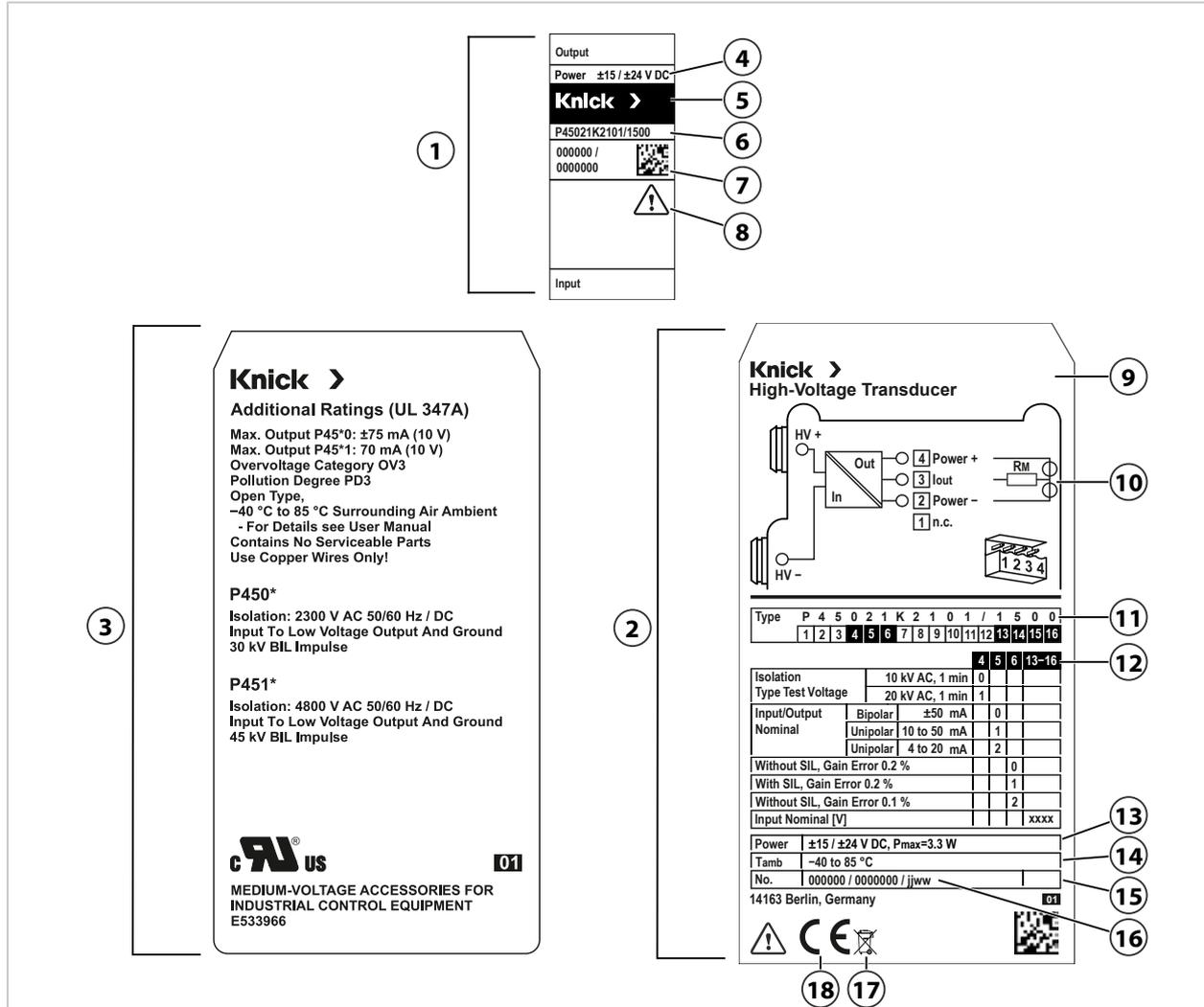
<sup>1)</sup> Abweichungen von der Betriebsanleitung gemäß Angaben auf dem Produkt

<sup>2)</sup> Nur für Nennspannungen  $U_{in,n}$  [V]: 500, 750, 1000, 1500, 2000, 2800, 3000

### 2.3 Typenschild

P45000 ist auf den Seiten und der Vorderseite des Gehäuses durch Typenschilder gekennzeichnet. Abhängig von der Ausführung des Produkts sind unterschiedliche Informationen auf den Typenschildern angegeben.

Beispieldarstellung:



- |   |   |
|---|---|
| 1 Typenschild, Gerätefront                          | 10 Blockschaltbild mit Klemmenbelegung                |
| 2 Typenschild, Seite rechts                         | 11 Typenbezeichnung mit individueller Produktversion  |
| 3 Typenschild UL, Seite links                       | 12 Produktschlüssel (Auszug)                          |
| 4 Spezifikation Hilfsenergie                        | 13 Spezifikation Hilfsenergie                         |
| 5 Hersteller  | 14 Zulässige Umgebungstemperatur                      |
| 6 Typenbezeichnung mit individueller Produktversion | 15 Artikelnummer/Seriennummer/Produktionsdatum        |
| 7 Artikelnummer/Seriennummer                        | 16 Anschrift des Herstellers mit Herkunftsbezeichnung |
| 8 Besondere Bedingungen und Gefahrenstellen         | 17 WEEE-Kennzeichnung                                 |
| 9 Produktbezeichnung                                | 18 CE-Kennzeichnung                                   |

## 2.4 Symbole und Kennzeichnungen



Besondere Bedingungen und mögliche Gefahrenstellen des Produkts! Lesen Sie die Betriebsanleitung, beachten Sie die technischen Daten und befolgen Sie die Hinweise im Kapitel Sicherheit.



Die Anbringung der CE-Kennzeichnung auf dem Produkt bedeutet, dass das Produkt den geltenden Anforderungen genügt, die in den Harmonisierungsrechtsvorschriften der Europäischen Union festgelegt sind.



UL Recognized Component: Zertifizierung für die USA und Kanada für Komponenten



Das Symbol auf Knick-Produkten bedeutet, dass die Altgeräte vom unsortierten Siedlungsabfall getrennt entsorgt werden müssen.

## 2.5 Aufbau

Das Gehäuse des P45000 ist als Anreihgehäuse für die Montage von bis zu drei Geräten neben- oder übereinander ausgeführt. Das Gehäuse verfügt über eine Schnappbefestigung für 35-mm-Tragschienen und über Löcher zur Verschraubung auf ebenen Flächen.

Für den HV-Anschluss gibt es zwei Varianten: Schraubkontakte (M5) für Leitungen mit Ringkabelschuh und festmontierte, im Gerät vergossene Leitungen. Die festmontierten Leitungen haben eine Länge von 2 m.

Für den Anschluss von Ausgang/Hilfsenergie gibt es zwei Varianten: Push-in-Klemmen und Schraubklemmen.

## 2.6 Funktionsbeschreibung

### 2.6.1 Messfunktionen

Der Messumformer dient der Konditionierung, Filterung sowie der galvanischen Trennung von hohen Spannungen. Der Messumformer überträgt analoge Signale von einem in der Regel hohen Potential auf ein erdnahe Potential, um gefahrlos und störungsarm die erfassten Signale weiterverarbeiten zu können.

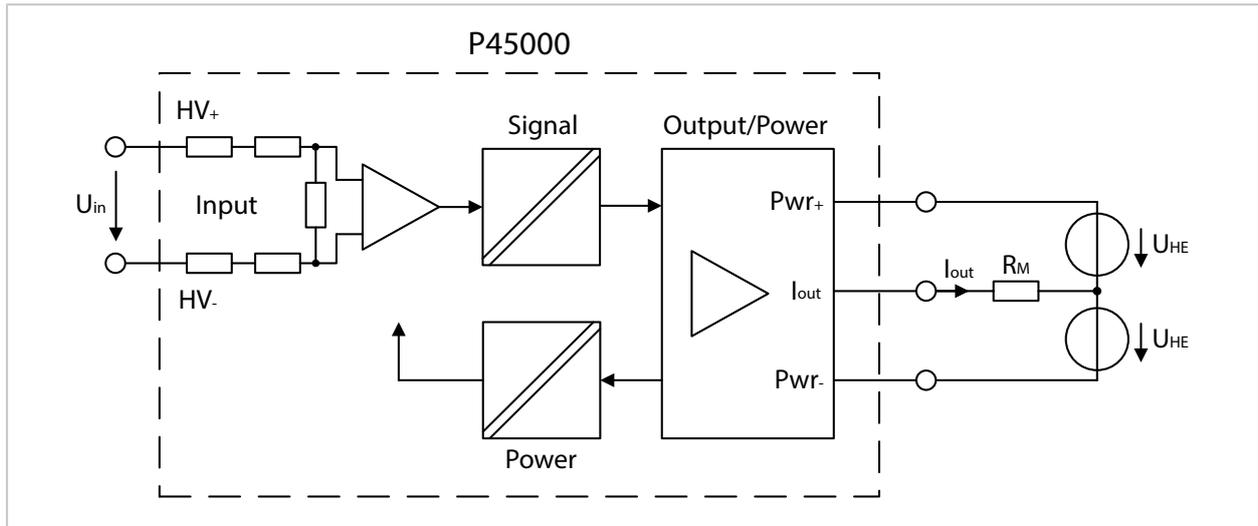
Am Ausgang des Messumformers wird ein analoges Signal ausgegeben, welches ein Abbild des analogen Messsignals am Eingang des Messumformers darstellt. Die Amplitude der Eingangsspannung darf je nach Geräteausführung bis zu mehreren Kilovolt betragen. Es können sowohl unipolare als auch bipolare Eingangssignale verarbeitet werden. Am Ausgang des Messumformers wird entweder ein unipolares oder bipolares Stromsignal zur Verfügung gestellt. Die 2-Port-Trennung, also die galvanische Trennung zwischen Eingang und Ausgang/Hilfsenergie, dient der Personen- und Anlagensicherheit und erhöht die Signalintegrität der Messeinrichtung.

### 2.6.2 Live-Zero-Funktion (nur P45\*11K2\*\*\* und P45\*21K2\*\*\*)

Die Produkte mit SIL-Eignung erkennen bestimmte interne Fehler z. B. Unterspannung, Übertragungsausfall und setzen den Ausgang als Fehlerreaktion auf einen definierten Wert. Diese Live-Zero-Funktion ermöglicht die externe Überwachung des Ausgangssignals.

- Bei Verwendung des 10 ... 50 mA-Ausgangssignals (Live-Zero; nur P45\*11K2\*\*\*) können auch Unterbrechungen bzw. Kurzschlüsse der Ausgangsleitungen erkannt werden. Dabei sind Ausgangsströme < 9 mA (P45\*11K2\*\*\*) als Fehlerzustand zu interpretieren.
- Beim Ausgangssignal 4 ... 20 mA (Live-Zero, nur P45\*21K2\*\*\*) gelten Ausgangsströme < 3,6 mA als Fehlerzustand.

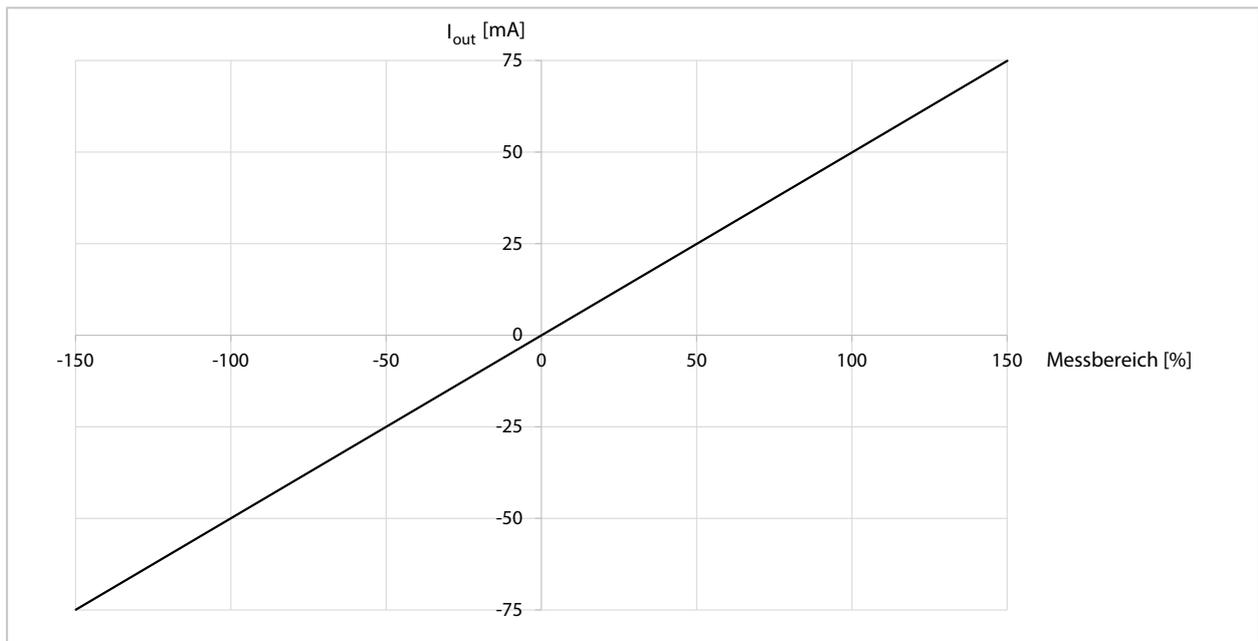
### 2.6.3 Blockschaltbild

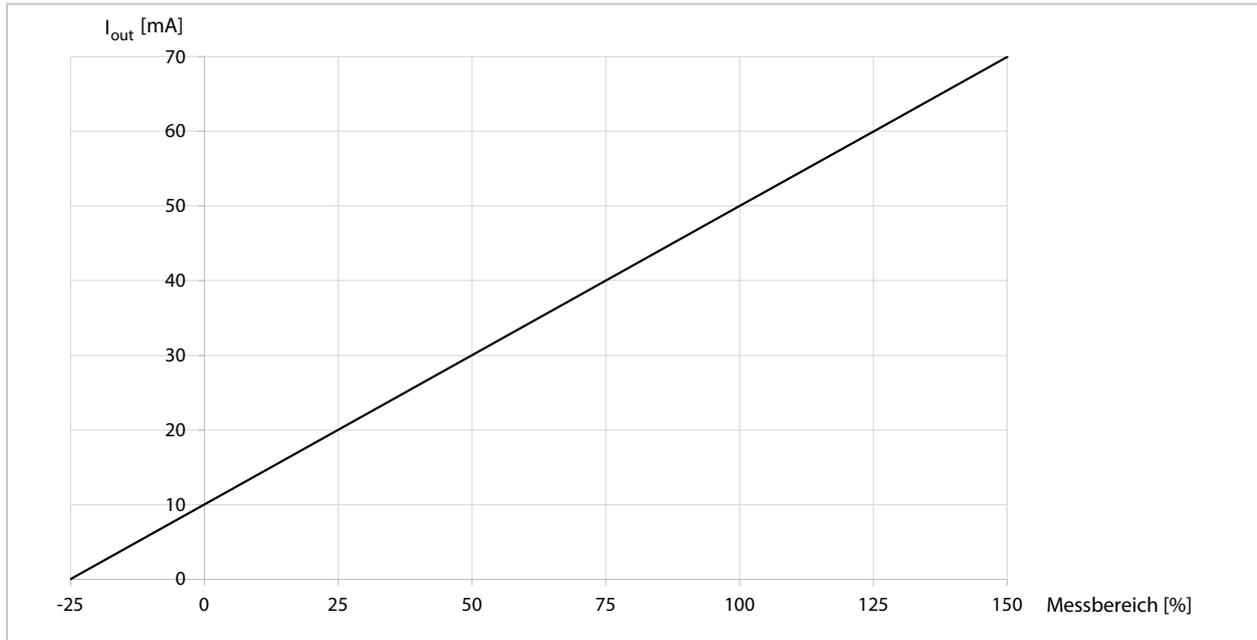
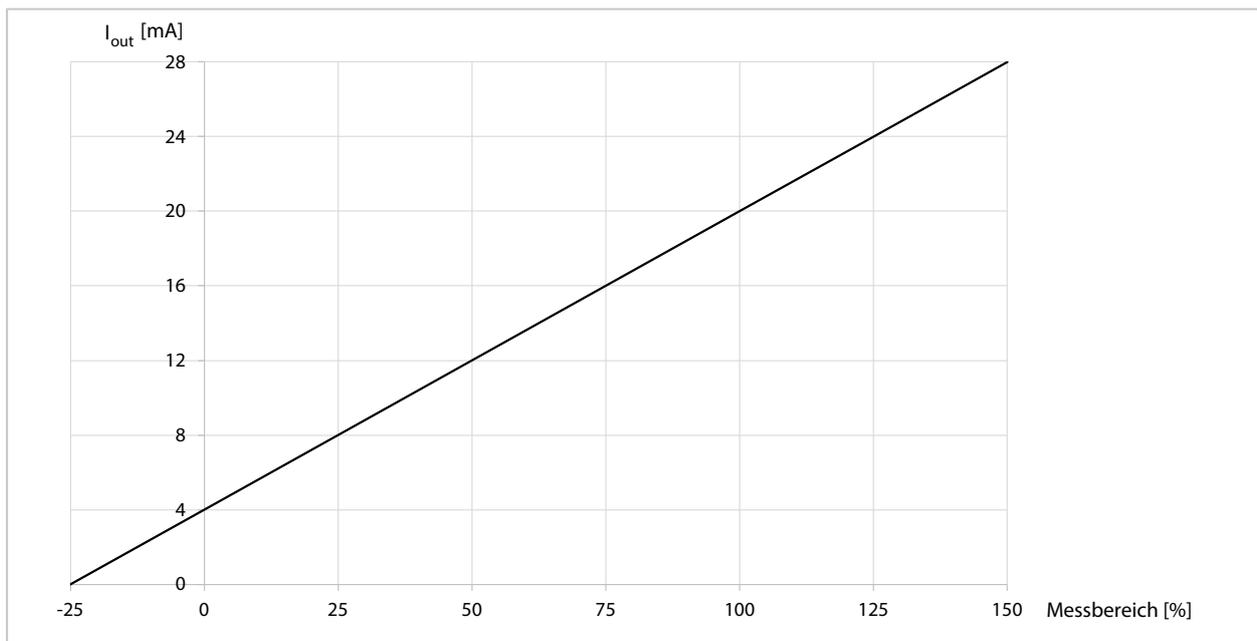


### 2.6.4 Übertragungsverhalten

Die Übertragung der Messwerte erfolgt linear.

**Ausgangsstrom  $\pm 50$  mA; bipolar**

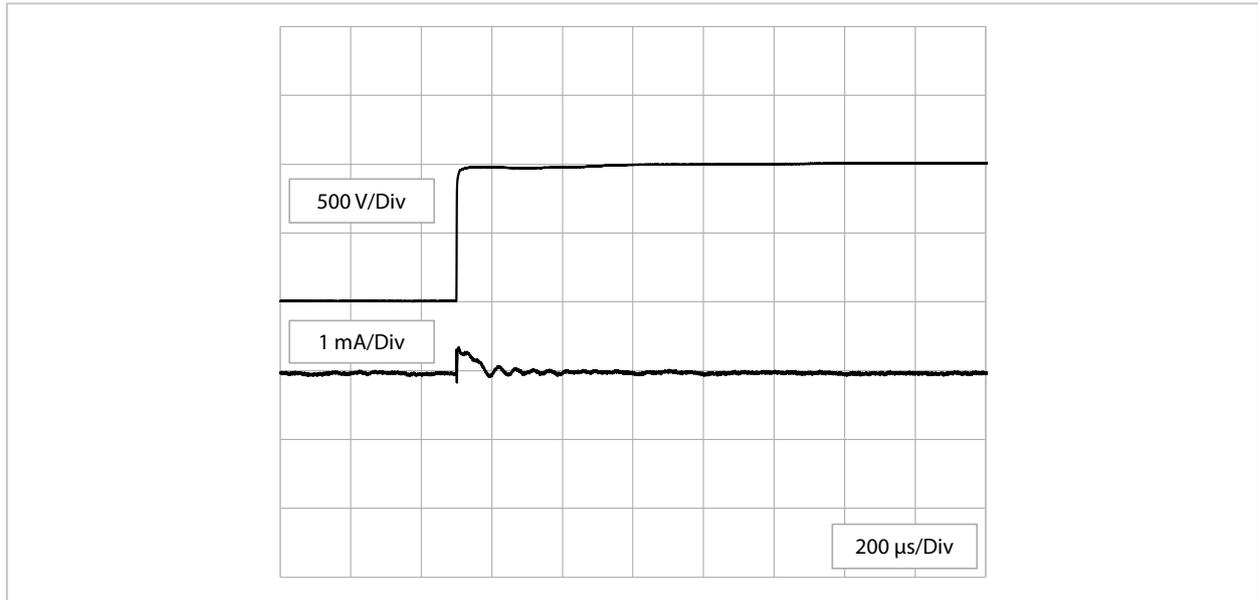


**Ausgangsstrom 10 ... 50 mA; unipolar****Ausgangsstrom 4 ... 20 mA; unipolar**

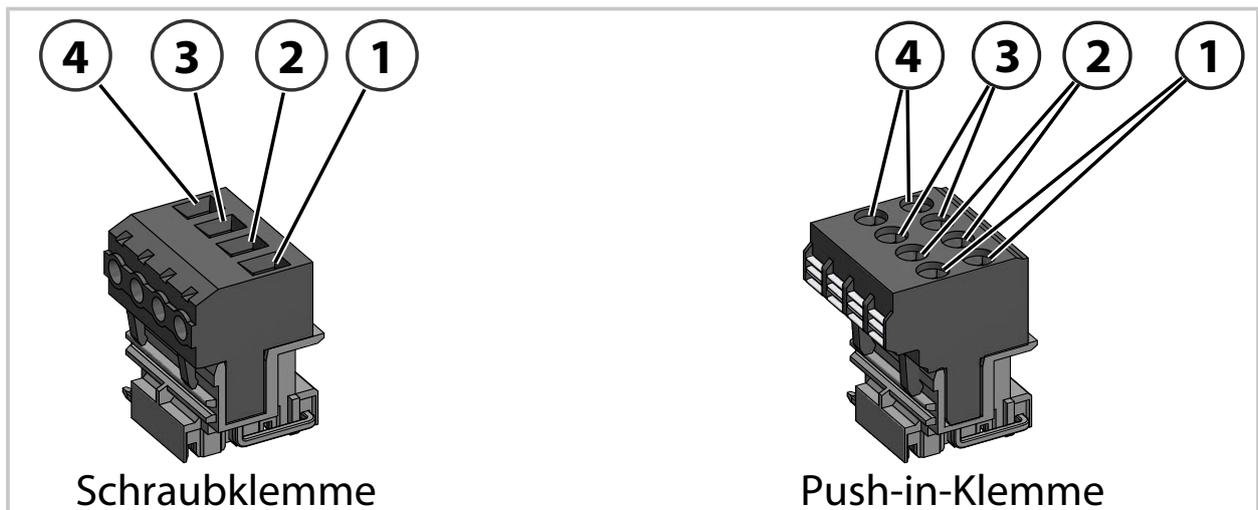
## 2.6.5 Gleichtaktverhalten

P45000 Gleichtaktverhalten (typisch) bei 1000 V Sprung mit  $6 \text{ kV}/\mu\text{s}$

$$U_{\text{in,n}} = 3000 \text{ V}, I_{\text{out,n}} = 50 \text{ mA}, R = 100 \Omega$$



## 2.7 Klemmenbelegung Ausgang/Hilfsenergie



1 Nicht belegt

2 Negative Versorgungsspannung/Hilfsenergie

3 Stromausgang

4 Positive Versorgungsspannung/Hilfsenergie

Die Push-in-Klemme ist als Doppelstockklemme ausgeführt. Für jeden Pol stehen zwei intern verbundene Anschlussklemmen zu Verfügung. Dadurch kann die Hilfsenergie von einem Gerät zum nächsten durchgeschleift werden. Es ist dabei zu beachten, dass das Ausgangssignal jeweils galvanisch mit der Hilfsenergie verbunden ist.

## 2.8 Installation

### 2.8.1 Allgemeine Installationshinweise

**⚠ WARNUNG! Berührungsgefährliche Spannungen.** Das Produkt nicht unter Spannung installieren.

**⚠ WARNUNG! Gefahr eines elektrischen Überschlags.** Bei Einsatz gemäß EN 50124-1 und Verschmutzungsgrad PD3A (nur P45\*\*\*K2\*1\*) darf das Produkt liegend nur auf Kunststoffflächen mit CTI 600 montiert werden.

**⚠ VORSICHT! Schutz- und Sicherheitseinrichtungen!** Im Innenbereich von Bahnfahrzeugen müssen die Messumformer in geschlossene und brandschutztechnisch abgesicherte Schaltschränke montiert werden.

Der P45000 kann in beliebiger Einbaulage montiert werden:

- Stehend oder liegend auf ebenen Flächen
- Auf eine 35-mm-Tragschiene (ohne Verwendung eines Tragschienen-Busverbinders)
- Angereiht (maximal drei Geräte neben- oder übereinander, bei allen zuvor genannten Montagearten möglich)

Das Zubehör ZU1471 kann zur Verlängerung der Luftstrecken montiert werden. Das Zubehör wird im Bereich der Hochspannungskontakte des Eingangs montiert.

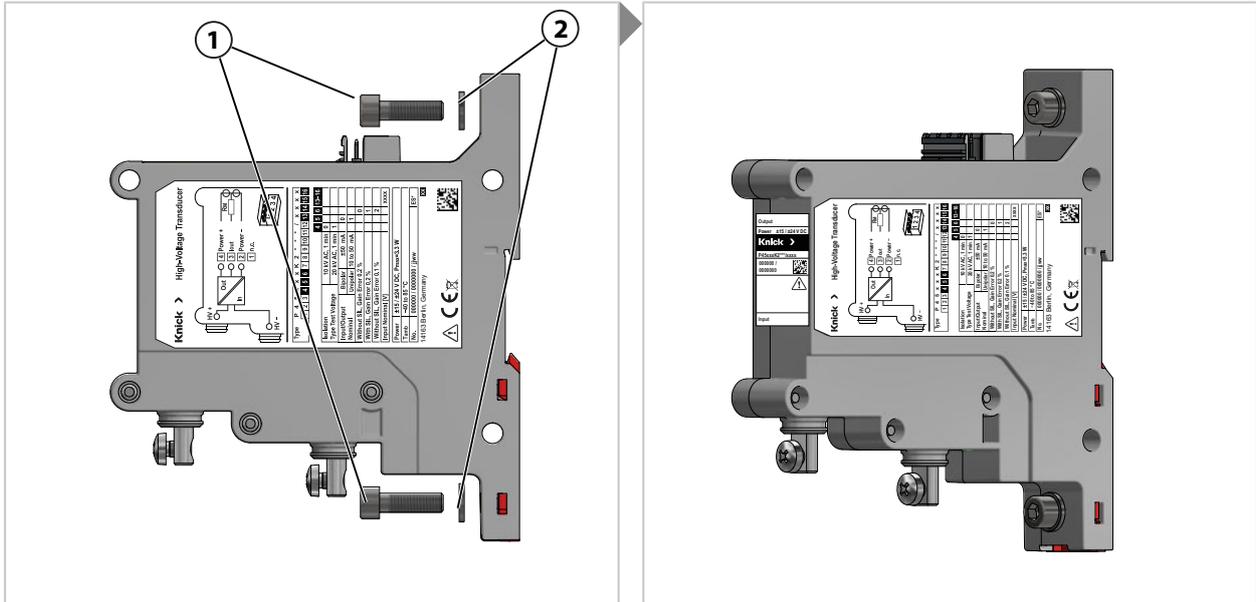
Das Zubehör ZU1474 kann zur Verbindung (Parallelschalten) der Eingangsschraubklemmen von zwei Geräten für den redundanten Betrieb montiert werden. Das Zubehör wird an die Schraubkontakte montiert.

## 2.8.2 Montage

**⚠ WARNUNG! Berührunggefährliche Spannungen.** Das Produkt nicht unter Spannung installieren.

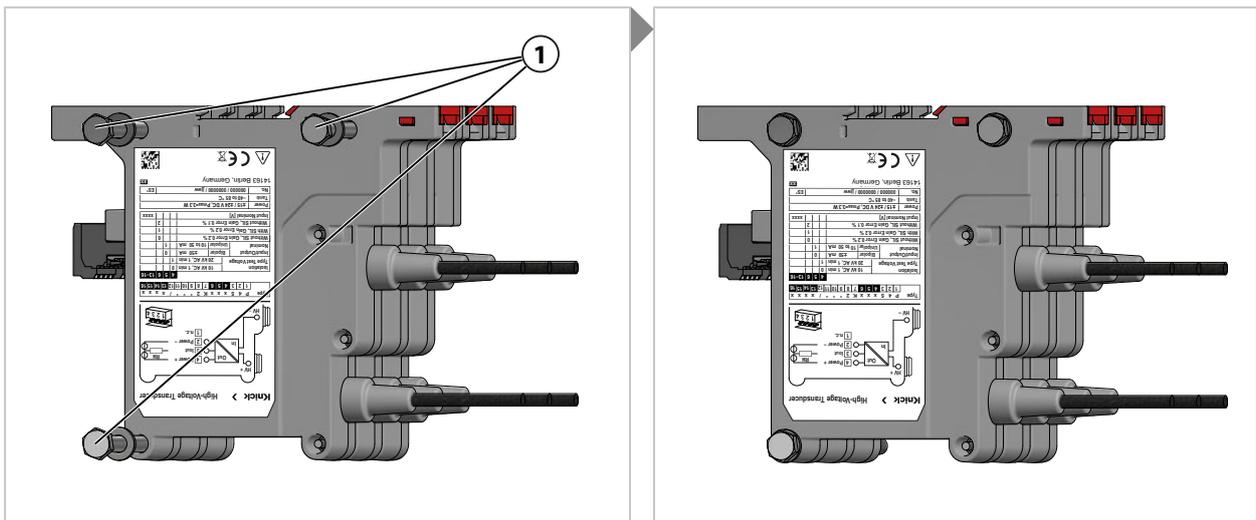
01. Lieferumfang auf Vollständigkeit prüfen. → *Lieferumfang, S. 7*
02. P45000 auf Beschädigung prüfen.

### Installation an Montagefläche (stehend)



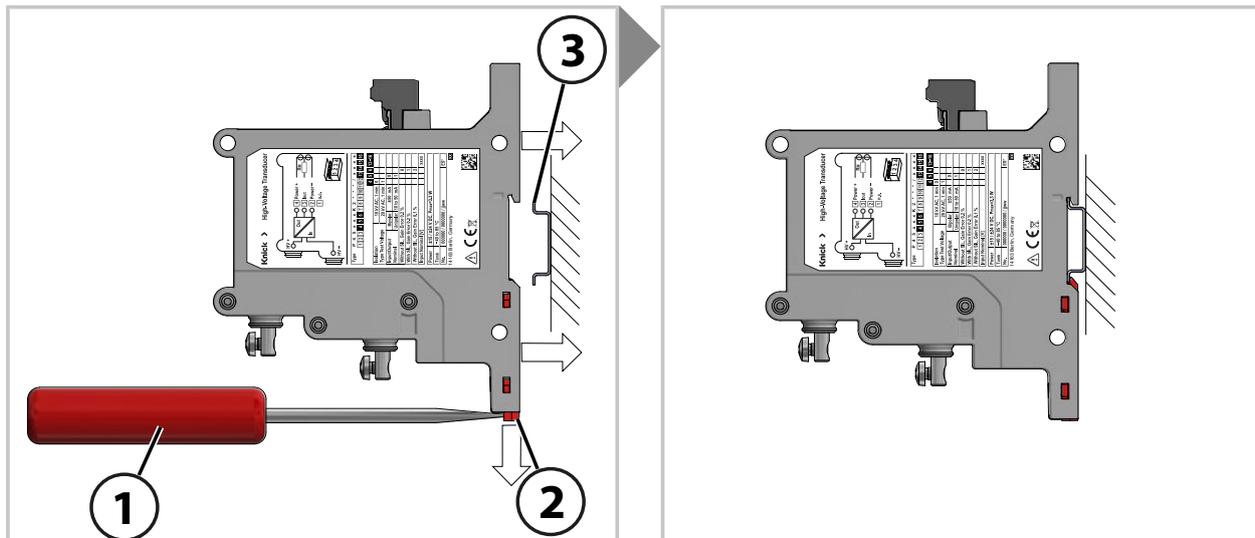
01. Ggf. Trennwand ZU1471 montieren.
02. P45000 mit zwei Schrauben M6 (1) und zwei Unterlegscheiben für M6 (2) an Montagefläche befestigen. Anziehdrehmoment 5 Nm.

### Installation an Montagefläche (liegend)



01. Ggf. Trennwand ZU1471 montieren.
02. P45000 mit drei Schrauben M6 (1) und drei Unterlegscheiben für M6 an Montagefläche befestigen. Anziehdrehmoment 3 Nm.

**⚠ WARNUNG! Berührunggefährliche Spannungen!** Bei liegender Montage der Variante mit Schraubkontakten P45\*\*\*K2\*0\* Trennabstände zur Umgebung beachten.  
→ *Luft- und Kriechstrecken, S. 33*

**Installation auf Tragschiene P45\*\*\*K21\*\***

Bei 7,5 mm hohen Tragschienen:

01. Ggf. Trennwand ZU1471 montieren.
02. Mit Schraubendreher **(1)** den roten Fußriegel **(2)** herausziehen.
03. P45000 horizontal auf die Tragschiene **(3)** schieben und Fußriegel einrasten.

Bei 15 mm hohen Tragschienen:

01. Ggf. Trennwand ZU1471 montieren.
02. P45000 auf die obere Kante der Tragschiene setzen und aufrasten.

**2.8.3 Anschlussvorbereitung****Eingang**

**Hinweis:** Bei der Bestellvariante P45\*\*\*K2\*1\* sind festmontierte Leitungen mit einem Leitungsquerschnitt von 1,5 mm<sup>2</sup> vorinstalliert. Diese Leitungen haben eine Länge von bis zu 2 m und können auf die in der Anwendung erforderliche Länge gekürzt werden.

**Leitungen Eingang, Produktvariante P45\*\*\*K2\*0\***

Temperaturbeständigkeit	min. 100 °C (212 °F)
Maximaler Leitungsquerschnitt	16 mm <sup>2</sup>
Minimaler Leitungsquerschnitt	1,5 mm <sup>2</sup>
Maximale Länge Ringkabelschuh	21 mm ab Schraublochmitte
Ausrichtung Ringkabelschuh <sup>1)</sup>	senkrecht, ±10°
Material Ringkabelschuh	Stahl, verzinkt
Material Kreuzschlitzschraube	Stahl, rostfrei

**Leitungen Ausgang/Hilfsenergie**

**Hinweis:** Aderendhülsen mit einer Metallhülsenlänge von 10 mm verwenden. Bei starren Leitungen die Isolierung an den Leitungsenden 10 mm entfernen.

**Leitungen Push-in-Klemme oder Schraubklemme:**

Maximaler Leitungsquerschnitt	2,5 mm <sup>2</sup>
Minimaler Leitungsquerschnitt	0,2 mm <sup>2</sup>

<sup>1)</sup> → Elektrischer Anschluss, S. 17

## 2.8.4 Elektrischer Anschluss

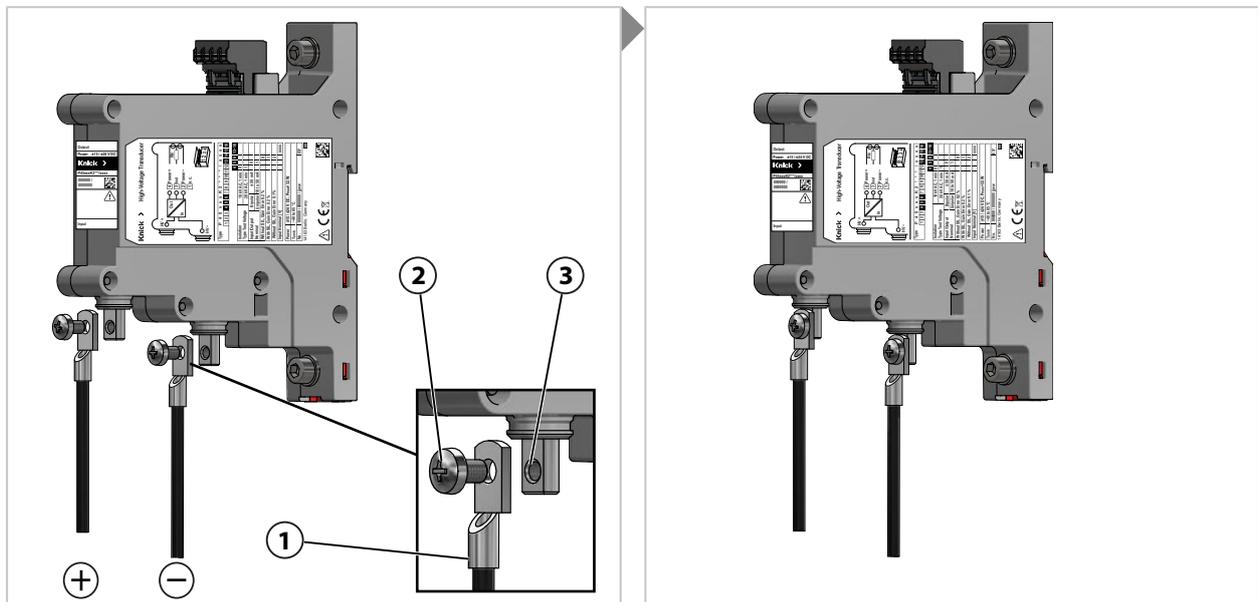
**⚠ WARNUNG! Berührunggefährliche Spannungen.** Das Produkt nicht unter Spannung installieren.

01. Elektrische Anlage von spannungsführenden Teilen trennen – Freischalten.
  02. Elektrische Anlage gegen Wiedereinschalten sichern.
  03. Spannungsfreiheit der elektrischen Anlage feststellen.
  04. Elektrische Anlage erden und kurzschließen.
  05. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile mit Isoliermaterialien abdecken oder abschränken.
- Die Polung der Eingänge ist auf dem seitlichen Typenschild angegeben.

### Verpolschutz

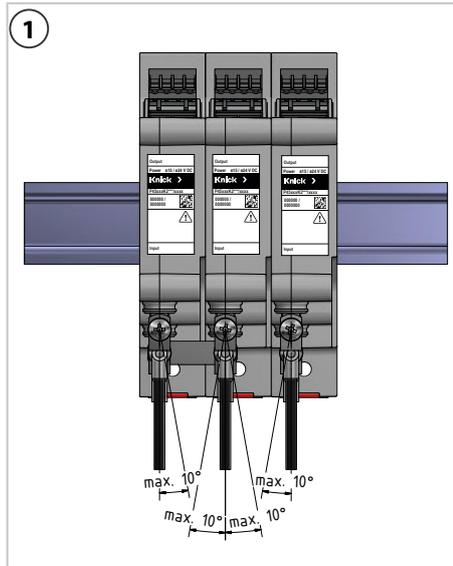
Der Anschluss der Versorgungsspannung/Hilfsenergie am Ausgang ist verpolsicher. Das Produkt ist nicht funktionsfähig, solange eine Verpolung vorliegt.

### Anschluss Eingang Ringkabelschuh P45\*\*\*K2\*0\*

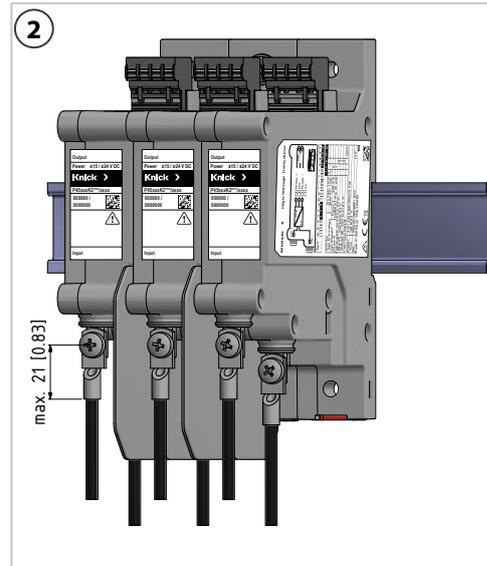


01. Leitung **(1)** mit Schraube M5 × 8 mm **(2)** am Schraubkontakt **(3)** befestigen. Anziehdrehmoment 1 ... 3 Nm.

## Anschluss bei Anreihung



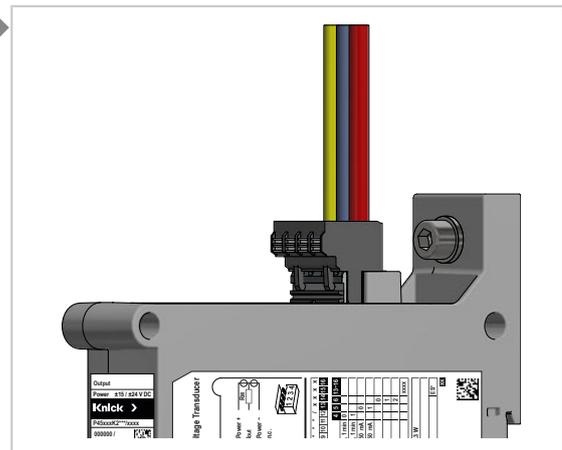
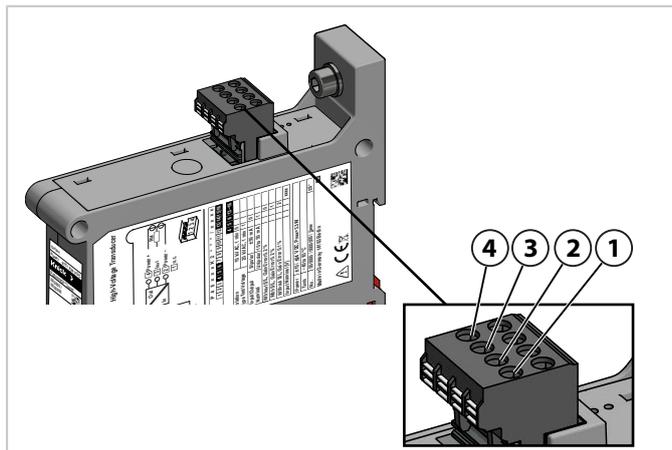
1 Anreihung



2 Anreihung mit Trennwand (ZU1471)

01. Den Kabelschuh senkrecht ( $\pm 10^\circ$ ) ausrichten **(1)** und **(2)**.

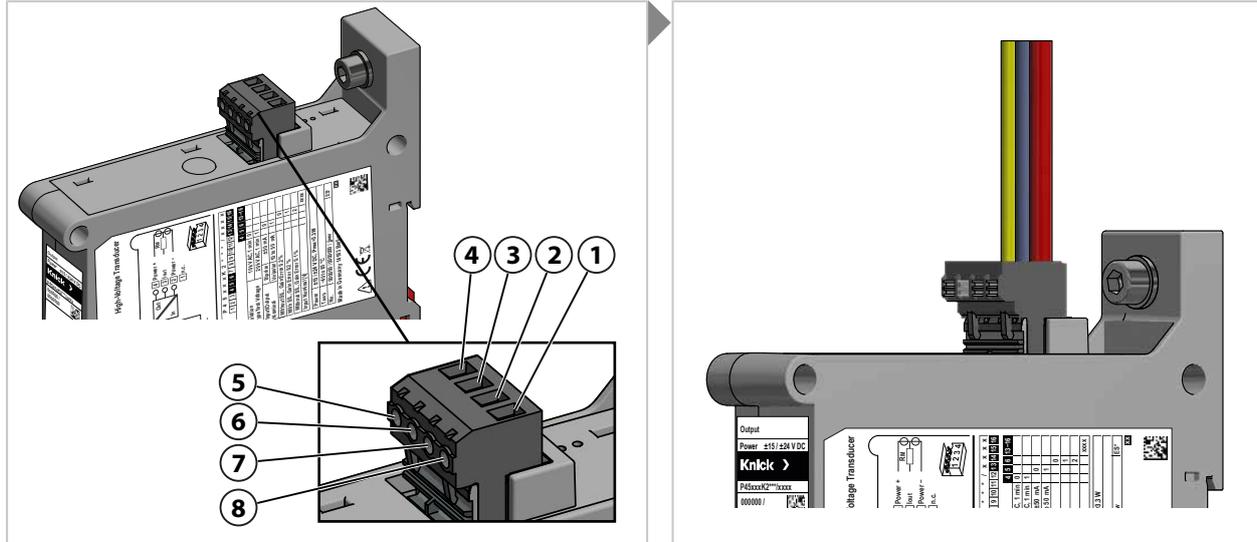
## Anschluss Ausgang/Hilfsenergie Push-in-Klemme



01. Leitung in die Klemmen **(2)** ... **(4)** stecken. → *Klemmenbelegung Ausgang/Hilfsenergie, S. 13*

02. Elektrische Anlage in den Ausgangszustand zurücksetzen. Maßnahmen zur Sicherstellung der Spannungsfreiheit in umgekehrter Reihenfolge wieder aufheben.

## Anschluss Ausgang/Hilfsenergie Schraubklemme



01. Leitung in die Klemmen **(2)** ... **(4)** stecken. → *Klemmenbelegung Ausgang/Hilfsenergie, S. 13*
02. Schrauben **(5)** ... **(7)** festziehen. Anziehdrehmoment 0,6 Nm.
03. Elektrische Anlage in den Ausgangszustand zurücksetzen. Maßnahmen zur Sicherstellung der Spannungsfreiheit in umgekehrter Reihenfolge wieder aufheben.

Sehen Sie dazu auch

→ *Eingang, S. 29*

## **3 Betrieb**

### **3.1 Inbetriebnahme**

**ACHTUNG!** Eine dauerhafte Übersteuerung kann zu einer Überhitzung und dadurch zu erhöhten Ausfallraten führen. Die technischen Daten einhalten und das Kapitel zur Dimensionierung der Bürde beachten.

### **3.2 Bedienung**

Der Hochspannungs-Messumformer ist ab Werk konfiguriert und hat keine Bedienelemente.

### **3.3 Instandhaltung**

Die Geräte sind wartungsfrei. Auf Kundenanfrage können die Geräte im Werk erneut kalibriert bzw. justiert werden. Eine Instandsetzung der Elektronik ist ausgeschlossen, da die Geräte vergossen sind.

## 4 Störungsbehebung

Bei der Störungsbehebung ist stets Sorgfalt geboten. Die Nichteinhaltung der hier beschriebenen Anforderungen kann schwere Verletzungen von Personen und/oder Sachschäden zur Folge haben.

Die Sicherheitshinweise beachten. → *Sicherheit, S. 5*

Erste Maßnahmen zur Fehlersuche:

- Den korrekten Anschluss aller angeschlossenen Leitungen prüfen.
- Die Hilfsenergie prüfen.

Störungszustand	Mögliche Ursache	Abhilfe
Unerwarteter Messwert.	Eingangssignal nicht korrekt angeschlossen.	Prüfen, ob das Eingangssignal tatsächlich anliegt.
	Überbürdung des Stromausgangs.	Die Spannung an der Strom-Ausgangsklemme sowie den Ausgangsstrom messen und daraus die Bürde bestimmen. → <i>Ausgang, S. 29</i>
	Eingang wird übersteuert: die Eingangsspannung ist niedriger als der gewählte Messbereichsanfang bzw. höher als der gewählte Messbereichsendwert.	Messbereich anpassen oder Übersteuerung korrigieren. → <i>Eingang, S. 28</i>
	Leitungsfehler zwischen Ausgang und Steuerung.	Leitungskurzschluss oder -unterbrechung am Ausgang korrigieren. Hinweis: Bei P45*11K2*** und P45*21K2*** den Ausgang mit einem Strommessgerät prüfen, ob ein Fehlerzustand signalisiert wird. → <i>Live-Zero-Funktion (nur P45*11K2*** und P45*21K2***), S. 10</i>

## 5 Außerbetriebnahme

### 5.1 Demontage

**⚠ WARNUNG! Berührungsgefährliche Spannungen.** Das Produkt nicht unter Spannung demontieren.

01. Elektrische Anlage von spannungsführenden Teilen trennen – Freischalten.
02. Elektrische Anlage gegen Wiedereinschalten sichern.
03. Spannungsfreiheit der elektrischen Anlage feststellen.
04. Elektrische Anlage erden und kurzschließen.
05. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile mit Isoliermaterialien abdecken oder abschränken.
06. Eingang des P45000 auf Spannungsfreiheit prüfen.
07. Hilfsenergie abschalten.
08. Schraubklemmen mit Schraubendreher öffnen und Leitungen entfernen.
09. Fußriegel des Gehäuses mit einem Schraubendreher nach unten ziehen. P45000 nach oben von der 35-mm-Tragschiene abheben.

### 5.2 Rücksendung

Das Produkt bei Bedarf in gereinigtem Zustand und sicher verpackt an die zuständige lokale Vertretung senden. → [knick-international.com](http://knick-international.com)

### 5.3 Entsorgung

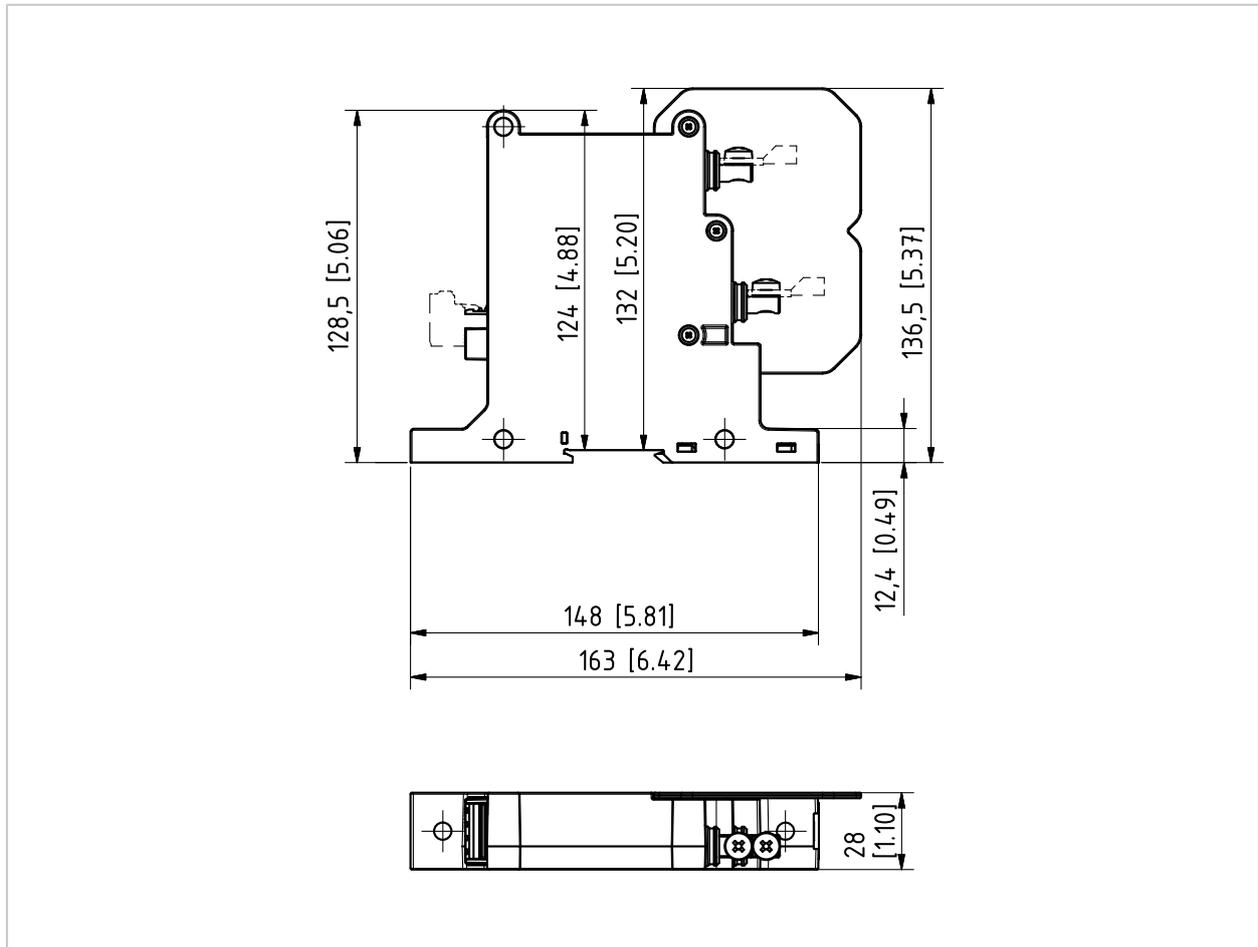
Zur sachgemäßen Entsorgung des Produkts sind die lokalen Vorschriften und Gesetze zu befolgen. Kunden können ihre Elektro- und Elektronik-Altgeräte zurückgeben.

Details zur Rücknahme und der umweltverträglichen Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten finden Sie in der Herstellererklärung auf unserer Website. Wenn Sie Rückfragen, Anregungen oder Fragen zum Recycling von Elektro- und Elektronik-Altgeräten der Fa. Knick haben, schreiben Sie uns eine E-Mail an: → [support@knick.de](mailto:support@knick.de)

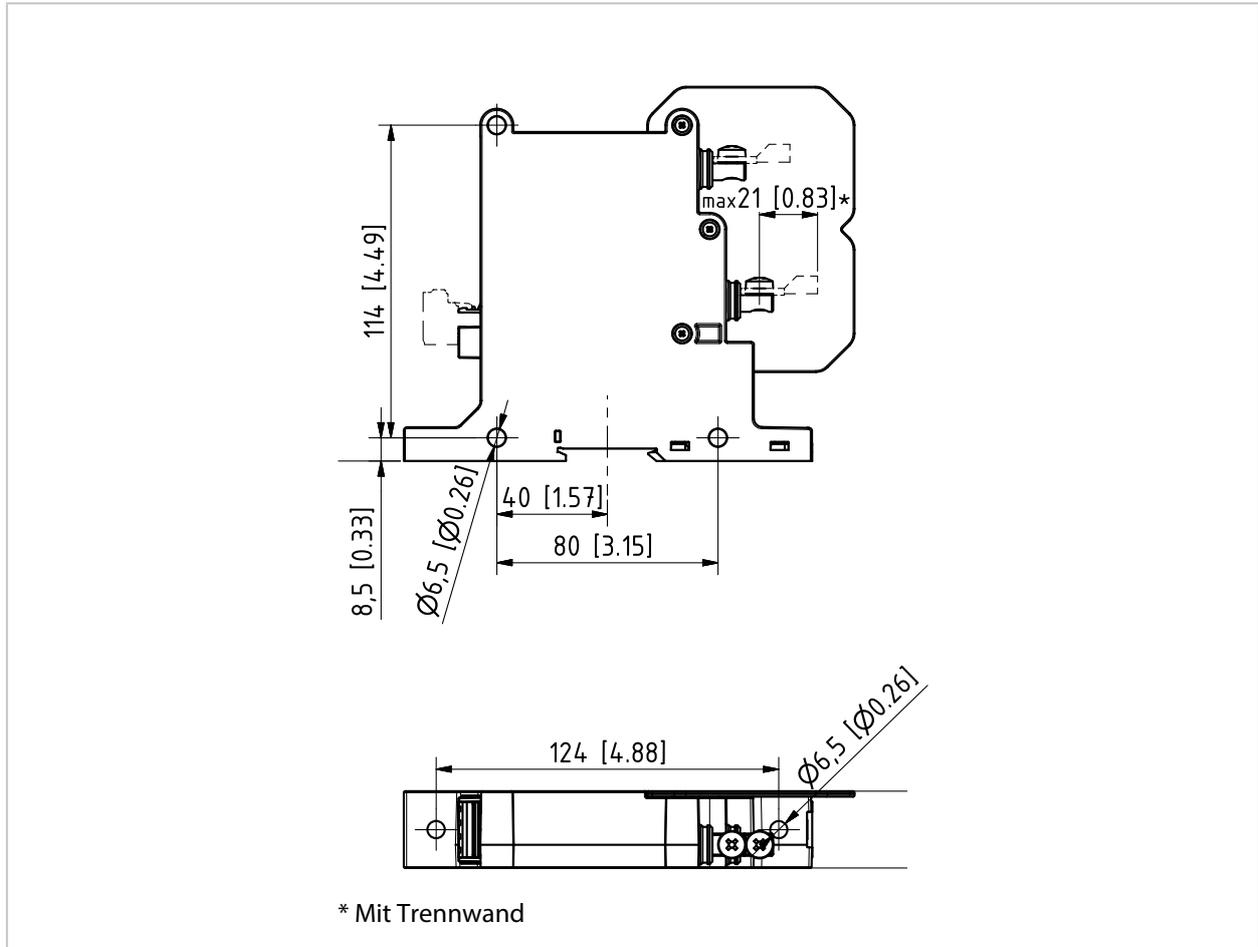
## 6 Maßzeichnungen

**Hinweis:** Alle Abmessungen sind in Millimeter [Zoll] angegeben.

### Außenmaße



## Bohrungen



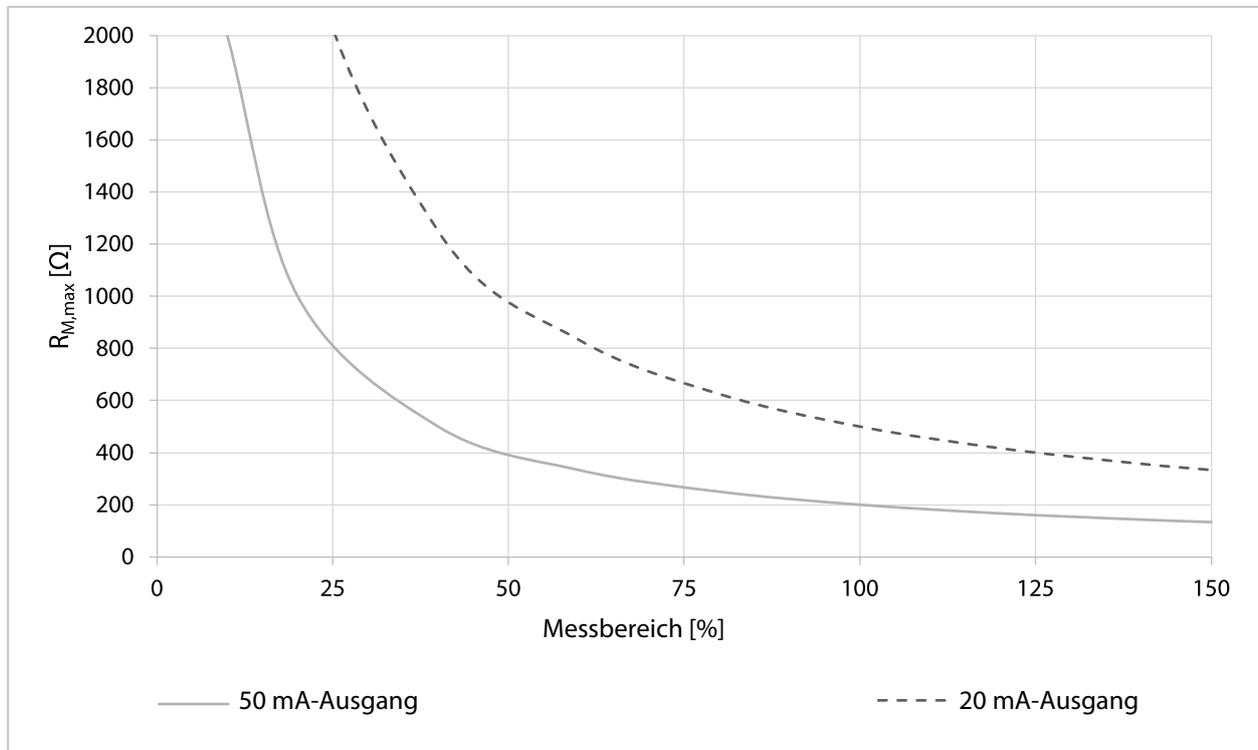
## 7 Dimensionierung der Bürde

Bei der Auswahl der Bürde  $R_M$  ist die resultierende Bürdenspannung, die Betriebsart (Einzelbetrieb/angereicherter Betrieb), die Versorgungsspannung und die Umgebungstemperatur des P45000 zu berücksichtigen. Im Allgemeinen kann die Bürde in einem Bereich von  $R_M = 0 \dots 200 \Omega$  bei  $I_{out} = \pm 50 \text{ mA}$  bzw.  $R_M = 0 \dots 133 \Omega$  bei  $I_{out} = \pm 75 \text{ mA}$  liegen. Einschränkungen nach oben sind durch die maximale Bürdenspannung bedingt → *Maximale Bürde*, S. 25. Einschränkungen nach unten sind ggf. von der Betriebsart (Einzelbetrieb/angereicherter Betrieb), der Versorgungsspannung und der Umgebungstemperatur abhängig → *Minimale Bürde*, S. 26.

### 7.1 Maximale Bürde

Der P45000 erzeugt mit dem von der Eingangsspannung abhängigen Ausgangsstrom an der Bürde  $R_M$  eine Bürdenspannung. Die Bürde ist so zu wählen, dass bei dem erwarteten Ausgangsstrom eine Bürdenspannung von maximal 10 V bzw. minimal -10 V resultiert. Wird die Bürde zu groß gewählt, ist eine lineare Abbildung der Eingangsspannung auf den Ausgangsstrom nicht mehr gewährleistet.

Das folgende Diagramm stellt die maximale Bürde  $R_{M,max}$  in Abhängigkeit der Eingangsspannung bis zum Messbereichsendwert für  $T_{amb} = -40 \dots 85 \text{ °C}$  ( $-40 \dots 185 \text{ °F}$ ) und  $U_{HE} = \pm 13,5 \dots \pm 26,4 \text{ V}$  dar:



## 7.2 Minimale Bürde

Grundsätzlich beträgt die minimal zulässige Bürde  $R_M = 0 \Omega$ . Unter bestimmten Bedingungen (hohe Umgebungstemperatur, hohe Versorgungsspannung, hohe Aussteuerung), ist eine Bürde  $R_M > 0 \Omega$  zu wählen, um eine zu starke Erwärmung des P45000 zu vermeiden. Mit höherer Bürde sinkt die Temperatur des Produktes im Betrieb. Damit sinkt die zu erwartende Ausfallrate und die Lebensdauer des P45000 verlängert sich. Daher sollte möglichst eine Bürde  $R_M \gg 0 \Omega$  gewählt werden.

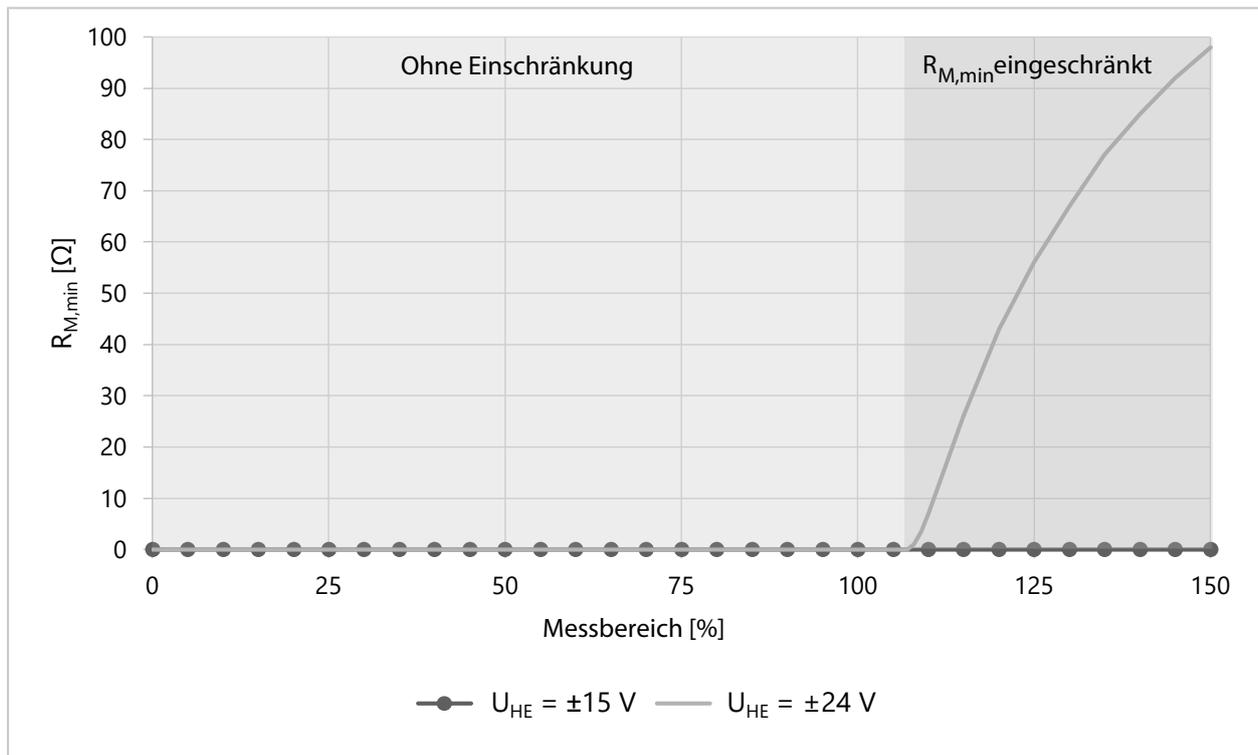
### 7.2.1 Einzelbetrieb

Für  $I_{out} = 20 \text{ mA}_{rms}$ : Die maximale Umgebungstemperatur beträgt  $85 \text{ °C}$  ( $185 \text{ °F}$ ), unabhängig von der minimalen Bürde und der Versorgungsspannung.

Für  $I_{out} = 50 \text{ mA}_{rms}$ : Die Einschränkung bei  $U_{HE} = \pm 24 \text{ V}$  ist nur zu berücksichtigen bei Umgebungstemperaturen von  $T_{amb} = 75 \dots 85 \text{ °C}$  ( $167 \dots 185 \text{ °F}$ ). Bei einer Umgebungstemperatur von  $T_{amb} < 75 \text{ °C}$  ( $< 167 \text{ °F}$ ) beträgt die minimal zulässige Bürde  $R_M = 0 \Omega$ , unabhängig von der Versorgungsspannung und der Eingangsspannung.

Ein Gerät gilt als einzeln betrieben, wenn der Luftspalt zu den Seitenwänden anderer Geräte  $\geq 15 \text{ mm}$  ( $0,59''$ ) beträgt.

Das folgende Diagramm stellt die minimale Bürde  $R_{M,min}$  in Abhängigkeit der Eingangsspannung bis zum Messbereichsendwert und der Versorgungsspannung bei Einzelbetrieb bis  $T_{amb} = 85 \text{ °C}$  ( $185 \text{ °F}$ ) dar:



**Hinweis:** Mit einer Bürde von  $100 \Omega$  kann P45000 im Einzelbetrieb unter den maximalen erlaubten Bedingungen für Temperatur, Versorgungsspannung und Aussteuerung betrieben werden.

### 7.2.2 Angereicherter Betrieb

Geräte gelten als angereicht, wenn der Luftspalt zwischen den Seitenwänden der einzelnen Geräte < 15 mm (0,59") beträgt. Im angereichten Betrieb gelten die oben genannten Bedingungen für Einzelbetrieb, jedoch mit zusätzlichen Einschränkungen.

Für 3 Geräte im angereichten Betrieb gilt:

- Bei  $I_{\text{out}} = 20 \text{ mA}_{\text{rms}}$ : Die maximale Umgebungstemperatur beträgt 85 °C (185 °F), unabhängig von der minimalen Bürde und der Versorgungsspannung.
- Bei  $I_{\text{out}} = 50 \text{ mA}_{\text{rms}}$ : Die maximale Umgebungstemperatur ist abhängig von der minimalen Bürde und der Versorgungsspannung (siehe Tabelle).

$U_{\text{HE}} [\text{V}]$	$\pm 13,5$	$\pm 15$	$\pm 16,5$	$\pm 21,6$	$\pm 24$	$\pm 26,4$
$R_{\text{M}} [\Omega]$						
0	85 °C (185 °F)	85 °C (185 °F)	85 °C (185 °F)	75 °C (167 °F)	70 °C (158 °F)	65 °C (149 °F)
133	85 °C (185 °F)	85 °C (185 °F)	85 °C (185 °F)	80 °C (176 °F)	75 °C (167 °F)	75 °C (167 °F)
200 (nur bis 50 mA DC)	85 °C (185 °F)	80 °C (176 °F)	75 °C (167 °F)			

**Hinweis:** Bei Anwendungen mit angereichten Geräten und Messwerten innerhalb des Nennmessbereichs sind 200  $\Omega$  optimal. Bei Anwendungen mit angereichten Geräten und Messwerten bis zum 1,5-Fachen des Messbereichs sind 133  $\Omega$  optimal.

## 8 Technische Daten

Alle Angaben ohne angegebene Toleranzspezifikation sind typische Werte.

### 8.1 Eingang

Messbereiche/Ausgangsbereiche				
Produktvariante	Nennspannung	Nennmessbereich	Nennausgangsbereich	Typprüfspannung
Produkte ohne SIL-Eignung				
P4500* <sup>1)</sup>	500 V	±500 V	±50 mA	10 kV
...	1500 V	±1500 V	±50 mA	
P4510* <sup>1)</sup>	500 V	±500 V	±50 mA	20 kV
...	3000 V	±3000 V	±50 mA	
Produkte mit SIL-Eignung/EN 61508				
P45011 <sup>1)</sup>	500 V	0 ... 500 V	10 ... 50 mA	10 kV
...	1500 V	0 ... 1500 V	10 ... 50 mA	
P45111 <sup>1)</sup>	500 V	0 ... 500 V	10 ... 50 mA	20 kV
...	3000 V	0 ... 3000 V	10 ... 50 mA	
P45021 <sup>1)</sup>	500 V	0 ... 500 V	4 ... 20 mA	10 kV
...	1500 V	0 ... 1500 V	4 ... 20 mA	
P45121 <sup>1)</sup>	500 V	0 ... 500 V	4 ... 20 mA	20 kV
...	3000 V	0 ... 3000 V	4 ... 20 mA	
Nennspannung gemäß EN 50163			U <sub>n</sub> = 600 V DC bis 3000 V DC	
Maximaler Messbereich			150 % des Nennmessbereichs	
Maximal zulässiger Scheitelfaktor			1,5 bezogen auf Nennmessbereich	
Thermische Überlastbarkeit				
Eingang Nennspannung	Dauerhafte Über- spannung <sup>2)</sup>	Dauerhafte Überspannung <sup>2)</sup> (sinusförmig)	Eingangswiderstand R <sub>in</sub>	
500 V	±1050 V DC	1050 V AC <sub>rms</sub>	2,7 MΩ	
...				
700 V	±2100 V DC	2100 V AC <sub>rms</sub>	5,4 MΩ	
701 V				
...	±3000 V DC	3000 V AC <sub>rms</sub>	10 MΩ	
1499 V				
1500 V	±3900 V DC	4500 V AC <sub>peak</sub>	16,8 MΩ	
...				
2000 V	±3900 V DC	4500 V AC <sub>peak</sub>	16,8 MΩ	
2001 V				
...	±3900 V DC	4500 V AC <sub>peak</sub>	16,8 MΩ	
3000 V				
Der Abschnitt Isolation und die dort angegebenen Grenzen sind zu beachten. → <i>Isolation</i> , S. 30				
Eingangskapazität			< 10 pF	

<sup>1)</sup> Der individuelle Produkttyp lässt sich anhand der Bestellbezeichnung, die auf der Schmalseite des Produktes (Gerätefront) angegeben ist, und dem Produktschlüssel ermitteln. → *Produktschlüssel*, S. 8

<sup>2)</sup> Die Angaben zu Isolation, Bürde, Umgebungstemperatur und Hilfsenergie sind zwingend zu beachten  
→ *Isolation*, S. 30, → *Ausgang*, S. 29, → *Umgebungsbedingungen*, S. 35, → *Hilfsenergie*, S. 30

## 8.2 Ausgang

Ausgangsstrom im Nennmessbereich	
P45*0*K2*** <sup>1)</sup> :	$I_{out} = \pm 50 \text{ mA}$
P45*1*K2*** <sup>1)</sup> :	$I_{out} = 10 \dots 50 \text{ mA}$
P45*2*K2*** <sup>1)</sup> :	$I_{out} = 4 \dots 20 \text{ mA}$
Maximaler Ausgangsstrom im maximalen Messbereich	
P45*0*K2*** <sup>1)</sup> :	$I_{out,max} = \pm 75 \text{ mA}$
P45*1*K2*** <sup>1)</sup> :	$I_{out,max} = 70 \text{ mA}$
P45*2*K2*** <sup>1)</sup> :	$I_{out,max} = 28 \text{ mA}$
Bürde $R_M$	$0 \dots 500 \Omega$ bei $I_{out} = 4 \dots 20 \text{ mA}$ $0 \dots 360 \Omega$ bei $I_{out} = 4 \dots 28 \text{ mA}$ $0 \dots 200 \Omega$ bei $I_{out} = -50 \dots 50 \text{ mA}$ $0 \dots 133 \Omega$ bei $I_{out} = -75 \dots 75 \text{ mA}$
Folgende Angaben beachten: → Dimensionierung der Bürde, S. 25	

## 8.3 Gerätefehlererkennung und -signalisierung

Ausgangsstrom (Fehlerfall)	
P45*0*K2*** <sup>1)</sup> :	Keine Fehlersignalisierung
P45*1*K2*** <sup>1)</sup> :	$I_{out, failure} < 9 \text{ mA}$
P45*2*K2*** <sup>1)</sup> :	$I_{out, failure} < 3,6 \text{ mA}$

## 8.4 Übertragungsverhalten

Verstärkungsfehler	$\leq 0,2 \%$ vom Messwert bei $23 \text{ }^\circ\text{C}$ ( $73,4 \text{ }^\circ\text{F}$ )
Verstärkungsfehler (Option)	$\leq 0,1 \%$ vom Messwert bei $23 \text{ }^\circ\text{C}$ ( $73,4 \text{ }^\circ\text{F}$ )
Offset-Fehler	$< 100 \mu\text{A}$ bei $23 \text{ }^\circ\text{C}$ ( $73,4 \text{ }^\circ\text{F}$ )
Temperaturkoeffizient	$< 100 \text{ ppm/K}$ vom Messbereichsendwert
Gesamtfehler im kompletten Temperaturbereich	$< 1 \%$ vom Messbereichsendwert
Restwelligkeit	$\leq 10 \text{ mV}_{rms}$
Grenzfrequenz (-3 dB)	$\geq 10 \text{ kHz}$
Einstellzeit $T_{90resp}$	$< 70 \mu\text{s}$
Betriebsbereitschaft (nach Einschalten der Hilfsenergie)	$< 100 \text{ ms}$

## 8.5 Gleichtaktunterdrückung

CMRR	$> 150 \text{ dB (DC)}$ $> 90 \text{ dB (AC } 16,7 \text{ Hz/50 Hz/60 Hz)}$
T-CMRR <sup>2)</sup>	$> 70 \text{ dB}$ Rechtecksprung Eingang: $T_r = 1 \mu\text{s}$

<sup>1)</sup> Der individuelle Produkttyp lässt sich anhand der Bestellbezeichnung, die auf der Schmalseite des Produktes (Gerätefront) angegeben ist, und dem Produktschlüssel ermitteln. → Produktschlüssel, S. 8

<sup>2)</sup> Weitere Informationen siehe → Gleichtaktverhalten, S. 13

## 8.6 Hilfsenergie

Netzteil	
Nennspannungsbereich	$\pm 15 \text{ V DC}, \pm 10 \% \dots \pm 24 \text{ V DC}, \pm 10 \%$
Gleichspannungs-Welligkeit vorgeschaltetes Netzteil	$\leq 100 \text{ mV}_{\text{p-p}}$
Kurzzeitige Unterbrechung/Unterversorgung	
Unterbrechungsklasse der Stromversorgung gemäß EN 50155	S1
Umschaltklasse der Stromversorgung gemäß EN 50155	Gemäß vorgeschaltetem Netzteil
Leistungsaufnahme	0,8 W bei Versorgung mit $\pm 15 \text{ V}$ und $I_{\text{out}} = 0 \text{ mA}$ 2,5 W bei Versorgung mit $\pm 24 \text{ V}$ und $I_{\text{out}} = \pm 50 \text{ mA}$ 3,3 W bei Versorgung mit $\pm 26,4 \text{ V}$ und $I_{\text{out}} = \pm 75 \text{ mA}$
Grenzlastintegral (zeitlicher Verlauf des Einschaltstroms)	$200 \mu\text{A}^2\text{s}$
Verpolschutz	Verpolsicher

## 8.7 Isolation

Galvanische Trennung	Eingang gegen Ausgang/Hilfsenergie 2-Port-Trennung
Typprüfung	
Prüfspannung P450**K2*** <sup>1)</sup> :	10 kV AC für 1 min
Prüfspannung P451**K2*** <sup>1)</sup> :	20 kV AC für 1 min
Stoßspannung P450**K2*** <sup>1)</sup> :	
Stoßspannung P451**K2*** <sup>1)</sup> :	30 kV
Stoßspannung P451**K2*** <sup>1)</sup> :	50 kV
BIL P450**K2*** <sup>1)</sup> gemäß UL 347A (E533966):	30 kV
BIL P451**K2*** <sup>1)</sup> gemäß UL 347A (E533966):	45 kV
Stückprüfung	
Prüfspannung P450**K2*** <sup>1)</sup> :	10 kV AC für 10 s
Prüfspannung P451**K2*** <sup>1)</sup> :	16 kV AC für 10 s
Teilentladungsaussetzspannung	$\geq 10 \text{ kV AC (50 Hz)}$
Höhenklasse gemäß EN 50125	AX bis 2000 m ü. NHN, Reduzierte Isolationsdaten für Höhen >2000 ... 4000 m ü. NHN <sup>2)</sup>
Überspannungskategorie	OV3
Verschmutzungsgrad	
P45***K2*** <sup>1)</sup> :	PD2
P45***K2*1* <sup>1)</sup> :	PD2 (PD3A gemäß EN 50124-1 <sup>3)</sup> )

<sup>1)</sup> Der individuelle Produkttyp lässt sich anhand der Bestellbezeichnung, die auf der Schmalseite des Produktes (Gerätefront) angegeben ist, und dem Produktschlüssel ermitteln. → *Produktschlüssel*, S. 8

<sup>2)</sup> Auf Anfrage

<sup>3)</sup> Beachten Sie auch die Anforderungen unter → *Vermeiden von Stromschlägen und Bränden*, S. 6.

**Isolation der Schraubkontaktvariante P45\*\*\*K2\*0\*****Bemessungsisolationsspannung****Verstärkte Isolierung Eingang gegen Ausgang/Hilfsenergie**

P450**K2*0* <sup>1)</sup> :	EN 50124-1 (Schienenfahrzeuge)	2300 V AC/DC
	EN 50124-1 (ortsfeste Anlagen)	2300 V AC/DC
	EN 50178	2300 V AC/DC
	UL 347A	2300 V AC/DC
	EN IEC 60664-1	1000 V AC/1500 V DC
	EN 61010-1	1000 V AC/DC
P451**K2*0* <sup>1)</sup> :	EN 50124-1 (Schienenfahrzeuge)	3700 V AC/DC
	EN 50124-1 (ortsfeste Anlagen)	3600 V AC/DC
	EN 50178	3600 V AC/DC
	UL 347A	4800 V AC/DC
	EN IEC 60664-1	1000 V AC/1500 V DC
	EN 61010-1	1000 V AC/DC

**Funktionsisolierung Eingang gegen Eingang**

P450**K2*0* <sup>1)</sup> :	EN 50124-1 (Schienenfahrzeuge)	2300 V AC/DC
	EN 50124-1 (ortsfeste Anlagen)	2300 V AC/DC
	EN 50178	2300 V AC/DC
	EN IEC 60664-1	1000 V AC/1500 V DC
	EN 61010-1	1000 V AC/DC
	P451**K2*0* <sup>1)</sup> :	EN 50124-1 (Schienenfahrzeuge)
EN 50124-1 (ortsfeste Anlagen)		3600 V AC/DC
EN 50178		3600 V AC/DC
EN IEC 60664-1		1000 V AC/1500 V DC
EN 61010-1		1000 V AC/DC

**Isolation Eingänge gegen Umgebung**

Abstände zu Nachbargeräten und leitfähigen Teilen in der Umgebung des Gerätes gemäß der angewandten Norm bemessen. Isolationskoordinierung mit den Luft- und Kriechstrecken (→ *Luft- und Kriechstrecken*, S. 33) und den entsprechenden Normen (z. B. EN 50124-1) vornehmen, bewerten und sicherstellen.

Berührungsschutz für berührbare Teile nach EN 50153 bewerten und ggf. sicherstellen.

Leitungsverlegung gemäß EN 50343 vornehmen.

Sehen Sie dazu auch

→ *Luft- und Kriechstrecken*, S. 34

<sup>1)</sup> Der individuelle Produkttyp lässt sich anhand der Bestellbezeichnung, die auf der Schmalseite des Produktes (Gerätefront) angegeben ist, und dem Produktschlüssel ermitteln. → *Produktschlüssel*, S. 8

**Isolation der Variante mit festmontierter Leitung P45\*\*\*K2\*1\*****Bemessungsisolationsspannung****Verstärkte Isolierung Eingang gegen Ausgang/Hilfsenergie**

P450**K2*1* <sup>1)</sup> :	EN 50124-1 (Schienenfahrzeuge)	2300 V AC/DC
	EN 50124-1 (ortsfeste Anlagen)	2300 V AC/DC
	EN 50178	2300 V AC/DC
	UL 347A	2300 V AC/DC
	EN IEC 60664-1	1000 V AC/1500 V DC
	EN 61010-1	1000 V AC/DC
P451**K2*1* <sup>1)</sup> :	EN 50124-1 (Schienenfahrzeuge)	3600 V AC/4800 V DC
	EN 50124-1 (ortsfeste Anlagen)	3600 V AC/4800 V DC
	EN 50178	3600 V AC/4800 V DC
	UL 347A	4800 V AC/DC
	EN IEC 60664-1	1000 V AC/1500 V DC
	EN 61010-1	1000 V AC/DC

**Funktionsisolierung Eingang gegen Eingang**

EN 50124-1 (Schienenfahrzeuge)	3600 V AC/4800 V DC
EN 50124-1 (ortsfeste Anlagen)	3600 V AC/4800 V DC
EN 50178	3600 V AC/4800 V DC
EN IEC 60664-1	1000 V AC/1500 V DC
EN 61010-1	1000 V AC/DC

**Isolation Eingänge gegen Umgebung**

Abstände zu Nachbargeräten und leitfähigen Teilen in der Umgebung des Gerätes gemäß der angewandten Norm bemessen. Isolationskoordinierung mit den Luft- und Kriechstrecken (→ *Luft- und Kriechstrecken*, S. 33) und den entsprechenden Normen (z. B. EN 50124-1) vornehmen, bewerten und sicherstellen.

Leitungsverlegung gemäß EN 50343 vornehmen.

Isolation durch Leitungsisolierung mit 3600 V AC/4800 V DC gegeben. Prüfen, ob zusätzliche Isolation ggf. erforderlich ist.

<sup>1)</sup> Der individuelle Produkttyp lässt sich anhand der Bestellbezeichnung, die auf der Schmalseite des Produktes (Gerätefront) angegeben ist, und dem Produktschlüssel ermitteln. → *Produktschlüssel*, S. 8

## Luft- und Kriechstrecken

Luftstrecken			
P45***K2*0* <sup>1)</sup> :	Zwischen den Eingängen	F1	Min. 36 mm (1,42")
	Zwischen Eingängen und Ausgang/Hilfsenergie	B1, D1	Min. 102 mm (4,02")
	Zwischen Eingängen und Befestigungsschraube für Montage <sup>2)</sup>	B3, D3, B5, D5	Min. 35 mm (1,38")
	Zwischen Eingängen und Tragschiene	B8, D8	Min. 62 mm (2,44")
	Zwischen angereihten Geräten ohne Trennwand	F2	Min. 14 mm (0,55")
	Zwischen angereihten Geräten mit Trennwand	F2'	Min. 33 mm (1,29")
	Zwischen Eingängen und Montageplatte mit Trennwand, liegend auf Montageplatte	B2, D2	Min. 18 mm (0,71")
P45***K2*1* <sup>1)</sup> :	Keine berührbaren, spannungsführenden/leitenden Teile am Gerät vorhanden. Leitung ist im Gerät vergossen.		Abhängig von verbliebener Leitungslänge.
Kriechstrecken			
P45***K2*0* <sup>1)</sup> :	Zwischen den Eingängen	F1	Min. 56 mm (2,20")
	Zwischen Eingängen und Ausgang/Hilfsenergie	B1, D1	Min. 104 mm (4,09")
	Zwischen Eingängen und Befestigungsschraube für Montage <sup>2)</sup>	B3, D3, B5, D5	Min. 57 mm (2,24")
	Zwischen Eingängen und Tragschiene	B8, D8	Min. 64 mm (2,52")
	Zwischen angereihten Geräten ohne Trennwand	F2	Min. 64 mm (2,52")
	Zwischen angereihten Geräten mit Trennwand	F2'	Min. 64 mm (2,52")
P45***K2*1* <sup>1)</sup> :	Keine berührbaren, spannungsführenden/leitenden Teile am Gerät vorhanden. Leitung ist im Gerät vergossen.		Abhängig von verbliebener Leitungslänge.

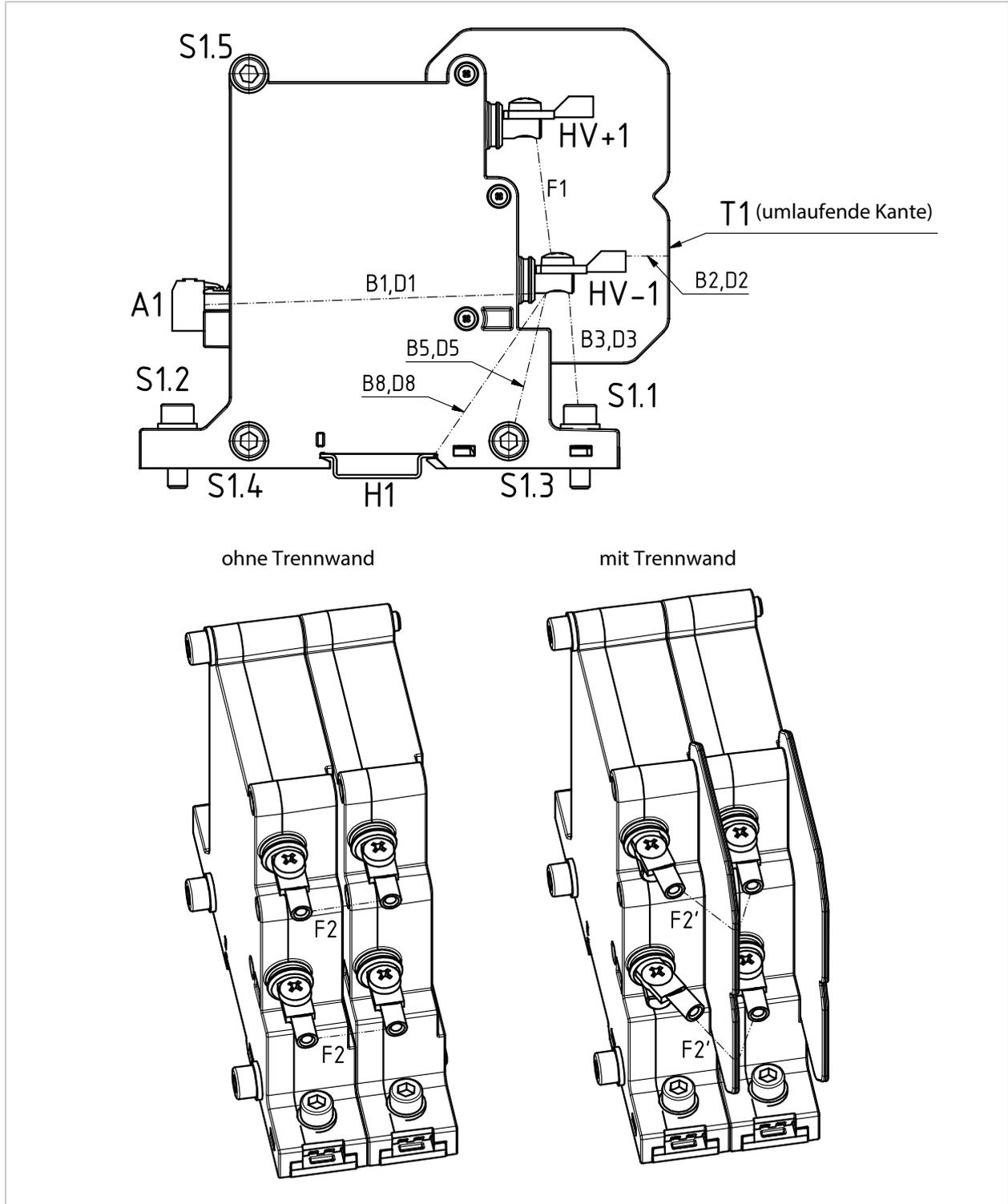
Sehen Sie dazu auch

→ *Luft- und Kriechstrecken, S. 34*

<sup>1)</sup> Der individuelle Produkttyp lässt sich anhand der Bestellbezeichnung, die auf der Schmalseite des Produktes (Gerätefront) angegeben ist, und dem Produktschlüssel ermitteln. → *Produktschlüssel, S. 8*

<sup>2)</sup> ISO 4762 Innensechskant-Schraube M6 h = 6 mm, ISO 7089 Unterlegscheibe M6 h = 1,6 mm

### 8.8 Luft- und Kriechstrecken



## 8.9 Umgebungsbedingungen

Einbauort gemäß EN 50155	Abgeschlossener Schaltschrank, Tabelle C.1	
Höhenklasse gemäß EN 50125	AX bis 2000 m ü. NHN, Reduzierte Isolationsdaten für Höhen >2000 ... 4000 m ü. NHN <sup>1)</sup>	
Temperaturklasse gemäß EN 50155	OT4, ST1/ST2 (+ 15 K/10 min.)	
Klasse schneller Temperaturänderung gemäß EN 50155	H1	
Zulässige Temperaturen bei $U_{HE}/I_{out}/R_M$ :	Einzelbetrieb, Luftspalt >15 mm (0,59")	Angereicherter Betrieb; Luftspalt <15 mm (0,59"); max. 3 Geräte
Bei $\pm 24$ V/75 mA DC/0 $\Omega$	-40 ... 75 °C (-40 ... 167 °F)	-40 ... 55 °C (-40 ... 131 °F)
Bei $\pm 24$ V/75 mA DC/133 $\Omega$	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)	-40 ... 65 °C (-40 ... 149 °F)
Bei $\pm 24$ V/50 mA <sub>rms</sub> /0 $\Omega$	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)	-40 ... 70 °C (-40 ... 158 °F)
Bei $\pm 15$ V/75 mA DC/0 $\Omega$	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)	-40 ... 75 °C (-40 ... 167 °F)
Bei $\pm 15$ V/50 mA <sub>rms</sub> /200 $\Omega$	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)
Transport/Lagerung	-50 ... 90 °C (-58 ... 194 °F)	
Relative Feuchte (Betrieb, Lagerung und Transport) gemäß EN 50125		
Jahresmittelwert	≤ 75 %	
Dauerbetrieb	15 ... 75 %	
An 30 Tagen im Jahr kontinuierlich	75 ... 95 %	
An den anderen Tagen gelegentlich	95 ... 100 %	
Überspannungskategorie	OV3	
Verschmutzungsgrad		
P45***K2*** <sup>2)</sup> :	PD2	
P45***K2*1* <sup>2)</sup> :	PD2 (PD3A gemäß EN 50124-1 <sup>3)</sup> )	

## 8.10 Gerät

Gewicht		
P45***K2*0* <sup>2)</sup>	Ohne Trennwand	Ca. 370 g
	Mit Trennwand	Ca. 390 g
P45***K2*1* <sup>2)</sup>		Ca. 500 g
Schrauben-Anziehdrehmomente	Eingangsklemmen M5	1 ... 3 Nm
	Ausgangsschraubklemmen	0,6 Nm
	Stehend auf Montageplatte 2 x M6	5 Nm
	Liegend auf Montageplatte 3 x M6 (bei Stapel mit max. 3 Geräten)	3 Nm

<sup>1)</sup> Auf Anfrage

<sup>2)</sup> Der individuelle Produkttyp lässt sich anhand der Bestellbezeichnung, die auf der Schmalseite des Produktes (Gerätefront) angegeben ist, und dem Produktschlüssel ermitteln. → *Produktschlüssel*, S. 8

<sup>3)</sup> Beachten Sie auch die Anforderungen unter → *Vermeiden von Stromschlägen und Bränden*, S. 6.

## 8.11 Weitere Daten

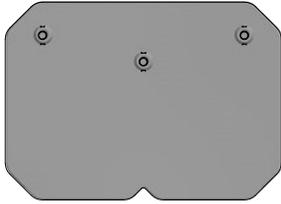
EMV		
Bahnanwendungen	EN 50121-1, EN 50121-3-2, EN 50121-5	
Industrieanwendungen	EN 61326-1, EN 61326-3-1	
Störaussendung	Klasse B (bis 110 V DC/bis 230 V AC)	
Störfestigkeit	Industriebereich	
Mechanische Belastung Schwingen und Schocken gemäß EN 61373, IEC 61373	Kategorie 1, Klasse B geprüft durch unabhängiges und akkreditiertes Prüflabor	
Brandschutz gemäß EN 45545-1, EN 45545-2, EN 45545-5	Für Anwendungen im Außenbereich (brennbare Masse < 400 g) bis HL3 <sup>1)</sup>  Für Anwendungen im Innenbereich: Montage in geschlossene und brandschutztechnisch abgesicherte Schaltschränke  Zertifiziert durch unabhängiges Prüflabor	
Brauchbarkeitsdauer	20 Jahre, L4 gemäß EN 50155	
Bauform	Anreihgehäuse, optional für Montage auf 35-mm-Tragschiene	
Berührschutz		
	Eingang	Ausgang/Hilfsenergie
P45***K2*0* <sup>2)</sup> :	IP00	IP20
P45***K2*1* <sup>2)</sup> :	IP54	IP20
Kapselung	Vollständige Kapselung der Elektronik durch silikonfreien Polyurethan-Gießharz-Ver- guss	
Gefährliche Stoffe	Es sind keine gefährlichen Stoffe gemäß REACH-Verordnung (EG 1907/2006, 1688/2016) enthalten. Die Begrenzung gefährlicher Stoffe gemäß RoHS-Richtlinie (2011/65/EU) wird einge- halten.	
Funktionale Sicherheit	→ <i>Technische Daten (Funktionale Sicherheit)</i> , S. 43	

<sup>1)</sup> Für weiterführende Informationen siehe → *Materialbewertung*, S. 39

<sup>2)</sup> Der individuelle Produkttyp lässt sich anhand der Bestellbezeichnung, die auf der Schmalseite des Produktes (Gerätefront) angegeben ist, und dem Produktschlüssel ermitteln. → *Produktschlüssel*, S. 8

## 9 Anhang

### 9.1 Zubehör



Trennwand, ZU1471

Zur Erhöhung der Luftstrecken. Wird im Bereich der Hochspannungskontakte des Eingangs montiert.



Brücke, ZU1474

Zur Verbindung (Parallelschalten) der Eingangsschraubklemmen von zwei Geräten. Wird an die Schraubkontakte montiert.



HV-Signalleitung, ZU1475

Die HV-Signalleitung ZU1475 verbindet Primärstromkreise (hohe Potentiale) mit dem Eingang eines Hochspannungs-Trennverstärkers der Produktreihen P29000, P40000, P44000, P45000, P50000.

## 9.2 Normen und Richtlinien

Die Geräte wurden unter Berücksichtigung der folgenden Normen und Richtlinien entwickelt:

### Richtlinien

Richtlinie 2014/30/EU (EMV)

Richtlinie 2014/35/EU (Niederspannung)

Richtlinie 2011/65/EU (RoHS)

Richtlinie 2012/19/EU (WEEE)

Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH)

Die aktuellen Normen und Richtlinien können von den hier angegebenen abweichen. Die angewandten Normen sind in der Konformitätserklärung und den entsprechenden Zertifikaten dokumentiert. Sie finden diese auf → [www.knick-international.com](http://www.knick-international.com) unter dem entsprechenden Produkt.

### Normen

<b>Bahnanwendungen</b>	EN 50155, EN 50153, EN 50123-7-1, EN 50123-7-3
Beständigkeit gegen Schwingen und Schocken	EN 61373, IEC 61373
Brandschutz	EN 45545-1, EN 45545-2, EN 45545-5
EMV	EN 50121-1, EN 50121-3-2, EN 50121-5
Isolationsanforderungen	EN 50124-1, UL 347A
Klima	EN 50125-1, EN 50125-3
<b>Industrieanwendungen</b>	EN 61010-1
EMV	EN IEC 61326-1, EN 61326-3-1
Funktionale Sicherheit (nur P45**1K2***)	EN IEC 61508
Isolationsanforderungen	EN 50178, UL 347A, EN 61010-1, EN IEC 60664-1
Beschränkung gefährlicher Stoffe/RoHS	EN IEC 63000

### 9.3 Materialbewertung

Die Messumformer P45000 mit ihren brennbaren Materialien erfüllen die Materialanforderungen gemäß EN 45545-2 bei der Installation im Außenbereich von Bahnfahrzeugen. Dazu zählen Unterflurkästen und Dachboxen. Im Innenbereich von Bahnfahrzeugen müssen die Messumformer in geschlossene und brandschutztechnisch abgesicherte Schaltschränke montiert werden.

Die brennbaren Materialien sind in der folgenden Liste aufgeführt. Gelistete Komponenten wurden entsprechend ihrer Brandeigenschaften bewertet und erfüllen die Gefährdungsstufe HL 3. Nicht gelistete Komponenten wurden nach Gruppierungsregel 1 bewertet und zusammengefasst.

Die für die Funktion notwendigen Komponenten auf der Leiterplatte erfüllen die grundlegenden Anforderungen aus Abschnitt 4.1 der EN 45545-2 (siehe Abschnitt 4.7).

Bauteilbezeichnung	Masse in g (ca.)	Regel/Anforderung	Ergebnis	Gefährdungsstufe
<b>Variante P45***K2*0*1)</b>				
Leiterplatte	26	EL9/R24	erfüllt	HL 3
Gehäuse	109	EL10/R26	erfüllt	HL 3
Trennwand	22	EL10/R26	erfüllt	HL 3
Vergussmasse	175	GR1/keine	Außenbereich	n/a
Fußriegel	5	GR1/keine	Außenbereich	n/a
<b>Variante P45***K2*1*1)</b>				
Leiterplatte	26	EL9/R24	erfüllt	HL 3
Gehäuse	109	EL10/R26	erfüllt	HL 3
Trennwand	22	EL10/R26	erfüllt	HL 3
Kabel	150	EL1A/R15 EL1B/R16	erfüllt erfüllt	HL 3 HL 3
Vergussmasse	175	GR1/keine	Außenbereich	n/a
Fußriegel	5	GR1/keine	Außenbereich	n/a
Kabeltüllen	4	GR1/keine	Außenbereich	n/a
<b>Legende zur Liste der entflammaren Materialien nach Norm EN 45545-2</b>				
EL9	Gelistete Komponente: Leiterplatte			
EL10	Gelistete Komponenten: Elektrotechnische und elektronische Niederleistungskomponenten			
GR1	Gruppierungsregel 1			
HL	Hazardous Level = Gefährdungsstufe			
n/a	Nicht anwendbar			
R24, R26	Anforderungssätze gem. Tabelle 5 Werkstoffanforderungen			

<sup>1)</sup> Der individuelle Produkttyp lässt sich anhand der Bestellbezeichnung, die auf der Schmalseite des Produktes (Gerätefront) angegeben ist, und dem Produktschlüssel ermitteln. → *Produktschlüssel*, S. 8

## 10 SIL-Handbuch (P45\*\*1K2\*\*\*)

### 10.1 Allgemeine Beschreibung

Hochspannungs-Messumformer der Reihe P45000 wurden für den Einsatz in SIL-2- bzw. SIL-3-Kreisen entwickelt. Die Hochspannungs-Messumformer erkennen bestimmte interne Fehler z. B. Unterspannung, Übertragungsausfall und setzen den Ausgang als Fehlerreaktion auf einen definierten Wert. (→ *Sicherheitsteilfunktion*, S. 42).

### 10.2 Ermittelte sicherheitstechnische Kennwerte

Berechnung der sicherheitstechnischen Kennwerte gemäß IEC 61508-6. Ausfallratenprognose gemäß EN/IEC 61709 (SN 29500) für den ortsfesten Dauerbetrieb (Ground Benign) bei 45 °C mittlerer Umgebungstemperatur entsprechend den Umweltbedingungen einer durchschnittlichen industriellen Umgebung.

Bei erhöhten Umgebungstemperaturen verschlechtern sich die angegebenen Werte.

#### Einzelbetrieb

Kenngröße	Kennwert	Erläuterung
Demand Mode	High/Continuous	Betriebsart mit hoher/kontinuierlicher Anforderungsrate
Gerätetyp	Typ A	
Betriebsart	10 ... 50 mA oder 4 ... 20 mA	Gültig für: P45*11K2*** Gültig für: P45*21K2***
$\lambda_{\text{Gesamt}}$	486 FIT <sup>1)</sup>	Ausfallrate gesamt
$\lambda_{\text{S}}$	222 FIT <sup>1)</sup>	Rate ungefährlicher Ausfälle
$\lambda_{\text{D}}$	264 FIT <sup>1)</sup>	Rate gefährlicher Ausfälle
$\lambda_{\text{DU}}$	163 FIT <sup>1)</sup>	Rate unerkannter gefährlicher Ausfälle
$\lambda_{\text{SD}}$	222 FIT <sup>1)</sup>	Rate erkannter ungefährlicher Ausfälle
$\lambda_{\text{DD}}$	103 FIT <sup>1)</sup>	Rate erkannter gefährlicher Ausfälle
SFF	66,63 %	Anteil ungefährlicher Ausfälle
DC	38,65 %	Diagnosedeckungsgrad <sup>2)</sup>
MTTF <sub>D</sub>	235 Jahre <sup>3)</sup>	Mittlere Betriebsdauer bis zum gefährlichen Ausfall bei einer durchschnittlichen Betriebstemperatur von 45 °C (113 °F)
SC für SIL	2 (1oo1), 3 (1oo2)	Systematische Eignung für Sicherheits-Integritäts-Level gemäß EN 61508
MTTR	72 h	Mean Time To Restore, Mittlere Wiederherstellungszeit
MRT	72 h	Mean Repair Time, Mittlere Reparaturzeit
PFH <sub>1oo1</sub>	1,62 × 10 <sup>-7</sup> 1/h 16,2 % <sup>4)</sup> (SIL 2)	Probability Of Failure, Mittlere Häufigkeit eines gefahrbringenden Ausfalls
PFH <sub>1oo2</sub>	1,62 × 10 <sup>-8</sup> 1/h 16,2 % <sup>4)</sup> (SIL 3)	Probability Of Failure, Mittlere Häufigkeit eines gefahrbringenden Ausfalls

<sup>1)</sup> FIT = Failures In Time, Ausfall pro 10<sup>9</sup> Stunden

<sup>2)</sup> Diagnosedeckungsgrad:  $DC = \lambda_{\text{DD}} / (\lambda_{\text{DU}} + \lambda_{\text{DD}})$

<sup>3)</sup> Berechnung für den ungünstigsten Fall bei hoher bzw. kontinuierlicher Anforderungsrate. Die Ausfallraten der elektronischen Bauelemente vergrößern sich nach einer Betriebsdauer von 8 bis 12 Jahren, wodurch sich die daraus abgeleiteten PFD- und PFH-Werte verschlechtern (IEC 61508-2, Edition 2.0, 7.4.9.5, Anmerkung 3).

<sup>4)</sup> Relativer Anteil an dem zulässigen PFH/PFD der Sicherheitsfunktion

Kenngröße	Kennwert	Erläuterung
PFD <sub>1001</sub>	1 Jahr <sup>1)</sup> : $7,36 \times 10^{-4}$ 2 Jahre: $1,46 \times 10^{-3}$ 3 Jahre: $2,21 \times 10^{-3}$	Probability of dangerous failure on demand, Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung
PFD <sub>1002</sub>	1 Jahr <sup>1)</sup> : $7,36 \times 10^{-5}$ 2 Jahre: $1,46 \times 10^{-4}$ 3 Jahre: $2,21 \times 10^{-4}$	Probability of dangerous failure on demand, Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung

### Angereicherter Betrieb

Kenngröße	Kennwert	Erläuterung
Demand Mode	High/Continuous	Betriebsart mit hoher/kontinuierlicher Anforderungsrate
Gerätetyp	Typ A	
Betriebsart	10 ... 50 mA oder 4 ... 20 mA	Gültig für: P45*11K2*** Gültig für: P45*21K2***
$\lambda_{\text{Gesamt}}$	747 FIT <sup>2)</sup>	Ausfallrate gesamt
$\lambda_{\text{S}}$	339 FIT <sup>2)</sup>	Rate ungefährlicher Ausfälle
$\lambda_{\text{D}}$	409 FIT <sup>2)</sup>	Rate gefährlicher Ausfälle
$\lambda_{\text{DU}}$	248 FIT <sup>2)</sup>	Rate unerkannter gefährlicher Ausfälle
$\lambda_{\text{SD}}$	339 FIT <sup>2)</sup>	Rate erkannter ungefährlicher Ausfälle
$\lambda_{\text{DD}}$	161 FIT <sup>2)</sup>	Rate erkannter gefährlicher Ausfälle
SFF	67 %	Anteil ungefährlicher Ausfälle
DC	39 %	Diagnosedeckungsgrad <sup>3)</sup>
MTTF <sub>D</sub>	153 Jahre <sup>4)</sup>	Mittlere Betriebsdauer bis zum gefährlichen Ausfall bei einer durchschnittlichen Betriebstemperatur von 45 °C (113 °F)
SC für SIL	2 (1001), 3 (1002)	Systematische Eignung für Sicherheits-Integritäts-Level gemäß EN 61508
MTTR	72 h	Mean Time To Restore, Mittlere Wiederherstellungszeit
MRT	72 h	Mean Repair Time, Mittlere Reparaturzeit
PFH <sub>1001</sub>	$2,48 \times 10^{-7}$ 1/h 24,8 % <sup>5)</sup> (SIL 2)	Probability Of Failure, Mittlere Häufigkeit eines gefahrbringenden Ausfalls
PFH <sub>1002</sub>	$2,48 \times 10^{-8}$ 1/h 24,8 % <sup>5)</sup> (SIL 3)	Probability Of Failure, Mittlere Häufigkeit eines gefahrbringenden Ausfalls
PFD <sub>1001</sub>	1 Jahr <sup>1)</sup> : $1,13 \times 10^{-3}$ 2 Jahre: $2,25 \times 10^{-3}$ 3 Jahre: $3,39 \times 10^{-3}$	Probability of dangerous failure on demand, Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung
PFD <sub>1002</sub>	1 Jahr <sup>1)</sup> : $1,13 \times 10^{-4}$ 2 Jahre: $2,25 \times 10^{-4}$ 3 Jahre: $3,4 \times 10^{-4}$	Probability of dangerous failure on demand, Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung

<sup>1)</sup> Proof Test Interval, wiederkehrende Prüfung zur Aufdeckung von versteckten gefahrbringenden Ausfällen in einem sicherheitsbezogenen System, so dass nötigenfalls eine Reparatur das System in einen „Wie-Neu“-Zustand bringen oder so nah wie unter praktischen Gesichtspunkten möglich an diesen Zustand heranbringen kann

<sup>2)</sup> FIT = Failures In Time, Ausfall pro  $10^9$  Stunden

<sup>3)</sup> Diagnosedeckungsgrad:  $DC = \lambda_{\text{DD}} / (\lambda_{\text{DU}} + \lambda_{\text{DD}})$

<sup>4)</sup> Berechnung für den ungünstigsten Fall bei hoher bzw. kontinuierlicher Anforderungsrate. Die Ausfallraten der elektronischen Bauelemente vergrößern sich nach einer Betriebsdauer von 8 bis 12 Jahren, wodurch sich die daraus abgeleiteten PFD- und PFH-Werte verschlechtern (IEC 61508-2, Edition 2.0, 7.4.9.5, Anmerkung 3).

<sup>5)</sup> Relativer Anteil an dem zulässigen PFH/PFD der Sicherheitsfunktion

### 10.3 Geltungsbereich

Dieses Kapitel gilt für Hochspannungs-Messumformer der Reihe P45000, die mit der Option „mit SIL-Eignung“ bestellt wurden. Ob ein Gerät mit SIL-Eignung vorliegt, ist dem Produktschlüssel zu entnehmen. Die Hochspannungs-Messumformer der Reihe P45000 der Knick Elektronische Messgeräte GmbH & Co. KG sind von der TÜV Rheinland Industrie Service GmbH zertifiziert.

→ Produktschlüssel, S. 8

### 10.4 Relevante Normen

Der Hochspannungs-Messumformer kann in sicherheitsbezogenen Anwendungen bis SIL 2, bei redundantem Betrieb bis SIL 3 eingesetzt werden (systematische Eignung). Die für den Einsatzzweck relevanten Normen wie z. B. EN 61508 sind anzuwenden.

### 10.5 Sicherheitsteilfunktion

Der Hochspannungs-Messumformer dient der Messung einer Spannung unter Berücksichtigung der Kriterien der funktionalen Sicherheit.

Das am Eingang anliegende Spannungssignal wird galvanisch getrennt in ein 10 ... 50 mA-Ausgangssignal (P45\*11K2\*\*\*) oder ein 4 ... 20-mA-Ausgangssignal (P45\*21K2\*\*\*) gewandelt. Die Übertragung der Eingangssignale erfolgt dabei linear mit den spezifizierten Eigenschaften. Das Fehlersignal ist für den Bereich von < 9 mA (P45\*11K2\*\*\*) oder < 3,6 mA (P45\*21K2\*\*\*) definiert. Damit lässt sich eine Sicherheitsfunktion, z. B. Abschaltung bei Überschreitung eines Schwellwerts, realisieren. Hierzu ist das analoge Ausgangssignal zu filtern und auszuwerten. Die Tiefpass-Filterung mit  $f_{-3dB} \leq 200$  Hz kann analog oder digital erfolgen. Bei zweikanaligem, redundantem Einsatz (1oo2) ist ein Wertevergleich durchzuführen und beim Überschreiten einer Toleranz ein sicherer Zustand herzustellen.

### 10.6 Signalpegel für Messsignal und Ausfallinformation

#### 10.6.1 Signalpegel für Messsignal und Ausfallinformation P45\*11K2\*\*\*

Information	Signalpegel
Messsignal	10 ... 50 mA
Ausfallinformation (Fehler)	< 9 mA

#### 10.6.2 Signalpegel für Messsignal und Ausfallinformation P45\*21K2\*\*\*

Information	Signalpegel
Messsignal	4 ... 20 mA
Ausfallinformation (Fehler)	< 3,6 mA

### 10.7 Wartung und Reparatur

Die Geräte sind wartungsfrei. Auf Kundenanfrage können die Geräte im Werk erneut kalibriert bzw. justiert werden. Eine Instandsetzung der Elektronik ist ausgeschlossen, da die Geräte vergossen sind.

## 10.8 Wiederholungsprüfung

Die Wiederholungsprüfung dient zur Aufdeckung von Ausfällen in einem sicherheitsbezogenen System. Die Funktionsfähigkeit der Hochspannungs-Messumformer ist deshalb in angemessenen Zeitabständen zu prüfen. Die Testintervalle werden u. a. bei der Berechnung jedes einzelnen Sicherheitskreises einer Anlage (PFD-Werte) bestimmt. Die Prüfung ist so durchzuführen, dass die einwandfreie Funktion der Sicherheitsteilfunktion im Zusammenwirken aller Komponenten nachgewiesen wird.

### Überprüfen der Funktion

1. Sollwerte für Messbereichsanfang, -ende und eines Mittelwertes (z. B. 50 %-Wert) vorgeben.
2. Prüfen, ob die Messabweichung innerhalb der spezifizierten Toleranzen liegt.

Verläuft der Funktionstest negativ, muss der Hochspannungs-Messumformer außer Betrieb genommen werden und der Prozess durch andere Maßnahmen im sicheren Zustand gehalten werden.

## 10.9 Technische Daten (Funktionale Sicherheit)

### Technische Daten (Funktionale Sicherheit)

Störfestigkeitsanforderungen für sicherheitsbezogene Systeme EN 61326-3-1:2017

Verstärkte Isolierung zwischen Eingang und Ausgang. Das Gerät so betreiben, dass die verstärkte Isolierung gewährleistet ist. → *Isolation*, S. 30

Signalübertragung innerhalb der Spezifikation

Einzelbetrieb	SIL 2 (SC 2) (HFT = 0)
Redundanter Betrieb (1oo2-Konfiguration)	SIL 2 (SC 2), SIL 3 (SC 3) (HFT = 1)
Grenzfrequenz des vorzusehenden Tiefpass-Filters	$f_{-3dB} \leq 200$ Hz

## 11 Abkürzungen

1oo1	1 out of 1
1oo2	1 out of 2
A1/AX	Altitude Class (Höhenklasse)
CMRR	Common Mode Rejection Ratio (Gleichtaktunterdrückungsverhältnis)
DC	Diagnostic Coverage of Dangerous Failures (Diagnosedeckungsgrad gefahrbringender Ausfälle)
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EN	Europäische Norm
FIT	Failures In Time (Fehler in 10 <sup>9</sup> Stunden)
H1	Klasse schneller Temperaturänderungen
HFT	Hardware Fault Tolerance (Hardware-Fehlertoleranz)
HL3	Brandschutzklasse gemäß EN 45545-2
HV <sub>+</sub>	Positives Potential der Hochspannung
HV <sub>-</sub>	Negatives Potential der Hochspannung
I <sub>out</sub>	Ausgangsstrom
I <sub>out,failure</sub>	Ausgangsstrom bei Fehlersignalisierung (Fail-Safe-Zustand)
I <sub>out,max</sub>	Maximal zulässiger Ausgangsstrom
IPxx	Ingress Protection (Schutzklasse gegen Berühren und Eindringen von Fremdkörpern und Flüssigkeit)
MRT	Mean Repair Time (mittlere Reparaturzeit)
MTBF	Mean Time Between Failures (mittlere Betriebszeit zwischen Ausfällen)
MTTF	Mean Time To Failure (mittlere Zeit bis zum Ausfall)
MTTR	Mean Time To Restoration (Mittlere Wiederherstellungszeit)
n.c.	Not connected (Klemme nicht beschalten)
NHN	Normalhöhennull
OT	Operating Temperature Class (Temperaturklasse)
OV	Overvoltage Category (Überspannungskategorie gegenüber einer Stoßspannung)
PD	Pollution Degree (Verschmutzungsgrad)
PFD	Probability of Failure on Demand (Wahrscheinlichkeit eines Versagens bei Anforderung)
PFH	Probability of Failure per Hour (Ausfallwahrscheinlichkeit pro Stunde)
Pwr <sub>+</sub>	Power+, positive Versorgungsspannung
Pwr <sub>-</sub>	Power-, negative Versorgungsspannung
R <sub>in</sub>	Eingangswiderstand
R <sub>M</sub>	Bürdenwiderstand
SC	Systematic Capability (Systematische Eignung)
SFF	Safe Failure Fraction (Anteil sicherer Ausfälle)
SIL	Safety Integrity Level (Sicherheitsintegritätslevel)
ST	Switch-on Extended Operating Temperature (erhöhte Betriebstemperatur beim Einschalten)
T <sub>amb</sub>	Zulässige Umgebungstemperatur
T-CMRR	Transient Common Mode Rejection Ratio (Transiente Gleichtaktunterdrückung)
T <sub>r</sub>	Rise Time (Anstiegszeit)
UL	Underwriters Laboratories (anerkannte Prüfstelle und Zertifizierungsorganisation)
U <sub>HE</sub>	Versorgungsspannung des Geräts (Hilfsenergie)
U <sub>in</sub>	Nomineller Eingangsspannungsbereich
U <sub>out</sub>	Ausgangsspannung
WEEE	Waste from Electrical and Electronic Equipment (Elektro- und Elektronikgeräte-Abfall)





**Knick**  
**Elektronische Messgeräte**  
**GmbH & Co. KG**

Beuckestraße 22  
14163 Berlin  
Deutschland  
Tel.: +49 30 80191-0  
Fax: +49 30 80191-200  
info@knick.de  
www.knick-international.com

Originalbetriebsanleitung  
Copyright 2025 • Änderungen vorbehalten  
Version 5 • Dieses Dokument wurde veröffentlicht am 29.01.2025.  
Aktuelle Dokumente finden Sie zum Herunterladen auf unserer  
Website unter dem entsprechenden Produkt.

TA-257.500-KNDE05



104066