



## P45000

### Der platzsparendste Hochspannungsmessumformer für Schienenfahrzeuge

Die Messumformer der Reihe P45000 sind für die Messung hoher Gleich- und Wechselspannungen auf schweren Fahrzeugen, insbesondere Schienenfahrzeugen, konzipiert. Überwachung und Steuerung von Fahrmotoren, Überwachung der Zwischenkreisspannung im Traktionsstromrichter oder Bordnetzumrichter sind einige Anwendungsbeispiele.

Der Spannungsmesseingang ist gegen Ausgang und Hilfsenergie hoch isoliert. Der Stromausgang ist kompatibel zu marktüblichen Steuerungseingängen.

Das Gehäuse bietet flexible Montagemöglichkeiten: stehend oder liegend verschraubt oder aufgesteckt auf 35-mm-Tragschienen. Es ist sogar möglich, die Geräte in einem Stapel zu montieren. Der benötigte Platz ist so besonders gering.

Erstmals können Anwendungen mit Anforderungen an die funktionale Sicherheit sauber gelöst werden. Der Hochspannungsmessumformer ist zertifiziert für den Einsatz in SIL2-Systemen, redundant SIL3. So kann z.B. das Anliegen gefährlich hoher Spannungen sicher festgestellt werden.

#### Fakten

- Für alle gleich- und wechselstrombetriebenen Schienenfahrzeuge einschließlich dieselektrischer Fahrzeuge
- Messung bis 4500 V DC und 3000 V AC
- Prüfspannung: 20 kV AC
- Geeignet für Anwendungen mit funktionaler Sicherheit bis SIL 2 / SIL 3.
- Verstärkte Isolierung: bis 3700 V AC/ 4800 V DC
- Platzsparend, besonders bei gestapelter Montage
- Flexibel an die Platzverhältnisse anpassbar: stehende oder liegende Montage mit Schraubbefestigung, alternativ Hutschienenmontage
- Optionale Trennwand verlängert die Luftstrecken ohne zusätzlichen Raumbedarf und vermeidet „kritische“ Montage der Ringkabelschuhe
- Robust durch Vakuum-Vollguss.
- Zertifiziert für den Einsatz auf Schienenfahrzeugen gemäß EN 50155.



# P45000

## Typenprogramm

Hochspannungs-Messumformer		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <span>P</span> <span>4</span> <span>5</span> <span></span> <span></span> <span></span> <span></span> <span>K</span> <span>2</span> <span></span> <span></span> <span></span> <span>/</span> <span></span> <span></span> <span></span> </div>															
Typprüfspannung	10 kV	Nennspannung $U_{in,n}$ [V]: 500, 750, 1000, 1500	0														
	20 kV	Nennspannung $U_{in,n}$ [V]: 500, 750, 1000, 1500, 2000, 2800, 3000	1														
Stromausgang $I_{out}$		±50 mA; 3-Leiter-Anschluss, bipolar	0	0													
		10 ... 50 mA; 3-Leiter-Anschluss, unipolar	1	1													
		4 ... 20 mA; 4-Leiter-Anschluss, unipolar*)	3														
		±20 mA; 4-Leiter-Anschluss, bipolar*)	5	0													
		±10 V; 4-Leiter-Anschluss, bipolar*)	6	0													
SIL 2/3		Ohne	0														
		Mit	1														
Gehäuse		Typ						K	2								
		Nur Wandmontage								0							
		Wandmontage/35-mm-Tragschiene								1							
HV-Anschluss		Schraubkontakt/Ringkabelschuh								0							
		Festmontierte Leitung								1							
Ausgang/Hilfsenergie		Push-in-Klemmen									1						
		Schraubklemmen									2						
Eingang Nennspannung		$U_{in,n} = \text{xxxx V}$											X	X	X	X	

## Zubehör

Trennwand	Zur Erhöhung der Luftstrecken. Wird im Bereich der Hochspannungskontakte des Eingangs montiert.	ZU1471
Brücke	Zur Verbindung (Parallelschalten) der Eingangsschraubklemmen von zwei Geräten. Wird an die Schraubkontakte montiert.	ZU1474

\*) in Vorbereitung

## Richtlinien und Normen

Die Geräte wurden unter Einhaltung der folgenden Richtlinien und Normen entwickelt

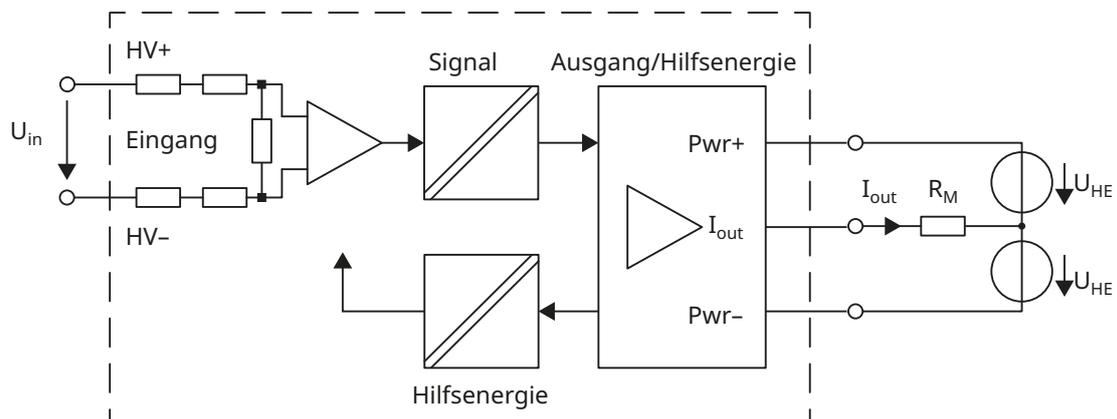
### Richtlinien

- 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)

### Normen

Bahnanwendungen	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
Klima	EN 50125-1, EN 50125-3
Industrieanwendungen	EN 61010-1
EMV	EN IEC 61326-1
Funktionale Sicherheit	EN IEC 61508
Isolationsanforderungen	EN 50178, UL 347, EN 61010-1, EN IEC 60664-1
Beschränkung gefährlicher Stoffe/RoHS	EN IEC 63000

### Blockschaltbild



# P45000

## Montage



Tragschienenmontage mit Schraubklemmen



Tragschienenmontage mit Trennwänden ZU1471



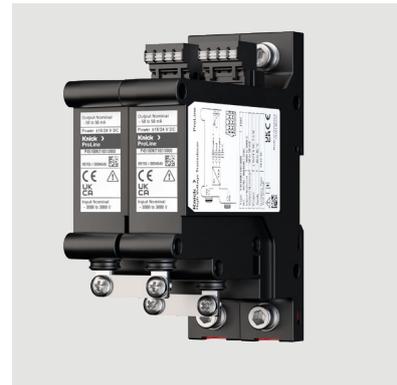
Schraubmontage senkrecht mit Festkabel



Schraubmontage liegend auf nichtleitender Montagefläche



Schraubmontage stehend auf Montagefläche



Schraubmontage mit Eingangsbrücke ZU1474

**Technische Daten**

<b>Eingang</b>	<b>Messbereiche/Ausgangsbereiche</b>			
	Produktvariante	Nennspannung	Nennmessbereich	Nennausgangsbereich
<b>Produkte ohne SIL</b>				
P45000K2***/0500	500 V	±500 V	±50 mA	10 kV
P45000K2***/0750	750 V	±750 V	±50 mA	10 kV
P45000K2***/1000	1000 V	±1000 V	±50 mA	10 kV
P45000K2***/1500	1500 V	±1500 V	±50 mA	10 kV
P45100K2***/0500	500 V	±500 V	±50 mA	20 kV
P45100K2***/0750	750 V	±750 V	±50 mA	20 kV
P45100K2***/1000	1000 V	±1000 V	±50 mA	20 kV
P45100K2***/1500	1500 V	±1500 V	±50 mA	20 kV
P45100K2***/2000	2000 V	±2000 V	±50 mA	20 kV
P45100K2***/2800	2800 V	±2800 V	±50 mA	20 kV
P45100K2***/3000	3000 V	±3000 V	±50 mA	20 kV
<b>Produkte mit SIL/EN 61508</b>				
P45011K2***/0500	500 V	0 ... 500 V	10 ... 50 mA	10 kV
P45011K2***/0750	750 V	0 ... 750 V	10 ... 50 mA	10 kV
P45011K2***/1000	1000 V	0 ... 1000 V	10 ... 50 mA	10 kV
P45011K2***/1500	1500 V	0 ... 1500 V	10 ... 50 mA	10 kV
P45111K2***/0500	500 V	0 ... 500 V	10 ... 50 mA	20 kV
P45111K2***/0750	750 V	0 ... 750 V	10 ... 50 mA	20 kV
P45111K2***/1000	1000 V	0 ... 1000 V	10 ... 50 mA	20 kV
P45111K2***/1500	1500 V	0 ... 1500 V	10 ... 50 mA	20 kV
P45111K2***/2000	2000 V	0 ... 2000 V	10 ... 50 mA	20 kV
P45111K2***/2800	2800 V	0 ... 2800 V	10 ... 50 mA	20 kV
P45111K2***/3000	3000 V	0 ... 3000 V	10 ... 50 mA	20 kV
Nennspannung nach EN 50163	$U_n = 600 \text{ V DC bis } 3000 \text{ V DC}$			
Maximaler Messbereich	150 % des Nennmessbereichs			
Maximal zulässiger Scheitelfaktor	1,5 bezogen auf Nennmessbereich			

# P45000

## Technische Daten

Thermische Überlastbarkeit	Eingang Nennspannung	Dauerhafte Überspannung	Kurzzeitige Überspannung (max. 1 s, Peak-Wert)	Eingangswiderstand $R_{in}$
	±500 V	±750 V	±1500 V	2,7 MΩ
	±750 V	±1500 V	±3000 V	5,4 MΩ
	±1000 V	±1500 V	±3000 V	5,4 MΩ
	±1500 V	±3000 V	±6000 V	10 MΩ
	±2000 V	±3000 V	±6000 V	10 MΩ
	±2800 V	±4500 V	±9000 V	16,8 MΩ
	±3000 V	±4500 V	±9000 V	16,8 MΩ
Eingangskapazität	< 10 pF			
<b>Ausgang</b>				
Ausgangsstrom im Nennmessbereich	P45*0*K2***	$I_{out} = \pm 50 \text{ mA}$		
	P45*1*K2***	$I_{out} = 10 \dots 50 \text{ mA}$		
Maximaler Ausgangsstrom	P45*0*K2***	$I_{out,max} = \pm 75 \text{ mA}$		
	P45*1*K2***	$I_{out,max} = 70 \text{ mA}$		
Bürde	0 ... 200 Ω bei $I_{out} = -50 \dots 50 \text{ mA}$			
	0 ... 133 Ω bei $I_{out} = -75 \dots 75 \text{ mA}$			
<b>Gerätefehlererkennung und -signalisierung</b>				
Ausgangsstrom (Fehlerfall)	P45*0*K2***	keine Fehlersignalisierung		
	P45*1*K2***	$I_{out, failure} < 9 \text{ mA}$		
<b>Übertragungsverhalten</b>				
Verstärkungsfehler		< 0,2 % vom Messwert bei 23 °C (73,4 °F)		
Offset-Fehler		< 100 μA bei 23 °C (73,4 °F)		
Temperatureinfluss		< 100 ppm/K v. E.		
Gesamtfehler im kompletten Temperaturbereich		< 1 % v. E.		
Restwelligkeit		$\leq 10 \text{ mV}_{eff}$		
Grenzfrequenz (-3 dB)		$\geq 10 \text{ kHz}$		
Einstellzeit $T_{90resp}$		< 70 μs		
Betriebsbereitschaft (nach Einschalten der Hilfsenergie)		< 100 ms		

**Technische Daten**

<b>Gleichtaktunterdrückung</b>	CMRR <sup>1)</sup>	> 150 dB (DC) > 90 dB (AC 16,7 Hz/50 Hz/60 Hz)
	T-CMRR <sup>2)</sup>	> 70 dB Rechtecksprung Eingang: T <sub>r</sub> = 1 µs

**Hilfsenergie**

Netzteil	Nennspannungs- ±15 V DC, ± 10 % ... ±24 V DC, ± 10 % bereich	
	Gleichspannungs-Welligkeit vorgeschaltetes Netzteil	≤ 100 mV <sub>p-p</sub>
Kurzzeitige Unterbrechung/ Unterversorgung	Unterbrechungsklasse der Stromversorgung nach EN 50155	S1
	Umschaltklasse der Stromversorgung nach EN 50155	gemäß vorgeschaltetem Netzteil
Leistungsaufnahme	0,8 W bei Versorgung mit ±15 V und I <sub>out</sub> = 0 mA 2,5 W bei Versorgung mit ±24 V und I <sub>out</sub> = ±50 mA 3,3 W bei Versorgung mit ±26,4 V und I <sub>out</sub> = ±75 mA	
Einschaltstrom pro Versorgungsanschluss	0,0001 A <sup>2</sup> s = 100 µA <sup>2</sup> s	
Verpolschutz	verpolsicher	

**Isolation**

Galvanische Trennung	Eingang gegen Ausgang/Hilfsenergie 2-Port-Trennung		
Typprüfung	Prüfspannung	P450**K2***	10 kV AC für 1 min
		P451**K2***	20 kV AC für 1 min
	Stoßspannung	P450**K2***	30 kV
		P451**K2***	50 kV
Stückprüfung	Prüfspannung	P450**K2***	10 kV AC für 10 s
		P451**K2***	16 kV AC für 10 s
Teilentladungsfreiheit	Aussetzspannung (< 10 pC) ≥ 10 kV AC (50 Hz)		
Überspannungskategorie	OV3		
Verschmutzungsgrad	P45***K2***	PD2	
	P45***K2*1*	PD3A (nur EN 50124-1)	

# P45000

## Technische Daten

Isolation der Variante mit Schraubkontakten P45\*\*\*K2\*0\*

Bemessungsisolationsspannung  $U_{Nm}$

Verstärkte Isolierung	P 450**K2*0*	
Eingang gegen Ausgang/ Hilfsenergie	EN 50124-1 (Schienenfahrzeuge)	2300 V AC/DC
	EN 50124-1 (Ortsfeste Anlagen)	2300 V AC/DC
	EN 50178	2300 V AC/DC
	UL 347 <sup>3)</sup>	2300 V AC/DC
	EN IEC 60664-1	1000 V AC/1500 V DC
	EN 61010-1	1000 V AC/DC
	P451**K2*0*	
	EN 50124-1 (Schienenfahrzeuge)	3700 V AC/DC
	EN 50124-1 (Ortsfeste Anlagen)	3600 V AC/DC
	EN 50178	3600 V AC/DC
	UL 347 <sup>3)</sup>	2500 V AC/DC
	EN IEC 60664-1	1000 V AC/1500 V DC
	EN 61010-1	1000 V AC/DC

Isolation der Variante mit festmontierter Leitung P45\*\*\*K2\*1\*

Bemessungsisolationsspannung  $U_{Nm}$

Verstärkte Isolierung	P450**K2*0*	
Eingang gegen Ausgang/ Hilfsenergie	EN 50124-1 (Schienenfahrzeuge)	2300 V AC/DC
	EN 50124-1 (Ortsfeste Anlagen)	2300 V AC/DC
	EN 50178	2300 V AC/DC
	UL 347 <sup>3)</sup>	2300 V AC/DC
	EN IEC 60664-1	1000 V AC/1500 V DC
	EN 61010-1	1000 V AC/DC
	P451**K2*0*	
	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 347 <sup>3)</sup>	3600 V AC/4800 V DC
	EN IEC 60664-1	1000 V AC/1500 V DC
	EN 61010-1	1000 V AC/DC

**Technische Daten**

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
	UL 347 <sup>3)</sup>	3600 V AC/4800 V DC
	EN IEC 60664-1	1000 V AC/1500 V DC
	EN 61010-1	1000 V AC/DC

## Luft- und Kriechstrecken

Luftstrecken	P45***K2*0*	Zwischen den Eingängen	Min. 36 mm (1,42")		
		Zwischen Eingängen und Ausgang/ Hilfsenergie	Min. 102 mm (4,02")		
		Zwischen Eingängen und Befestigungsschraube für Montage	Min. 35 mm (1,38")		
		Zwischen Eingängen und Tragschiene	Min. 62 mm (2,44")		
		Zwischen angereichten Geräten ohne Trennwand	Min. 14 mm (0,55")		
		Zwischen angereichten Geräten mit Trennwand	Min. 33 mm (1,29")		
		Zwischen Eingängen und Montageplatte mit Trennwand, liegend auf Montageplatte	Min. 18 mm (0,71")		
		P45***K2*1*	Abhängig von verbliebener Kabellänge. Kabel ist im Gerät vergossen.		
		Kriechstrecken	P45***K2*0*	Zwischen den Eingängen	Min. 56 mm (2,20")
				Zwischen Eingängen und Ausgang/ Hilfsenergie	Min. 104 mm (4,09")
Zwischen Eingängen und Befestigungsschraube für Montage	Min. 57 mm (2,24")				
Zwischen Eingängen und Tragschiene	Min. 64 mm (2,52")				
Zwischen angereichten Geräten ohne Trennwand	Min. 64 mm (2,52")				
Zwischen angereichten Geräten mit Trennwand	Min. 64 mm (2,52")				
P45***K2*1*	Keine berührbaren, spannungsführenden/leitenden Teile am Gerät vorhanden. Kabel ist im Gerät vergossen.			Abhängig von verbliebener Kabellänge.	

# P45000

## Technische Daten

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

**Technische Daten****Gerät**

Gewicht	P45***K2*0*	Ohne Trennwand	Ca. 370 g
		Mit Trennwand	Ca. 390 g
	P45***K2*1*		Ca. 500 g
Schrauben-Anziehdrehmomente	Eingangsklemmen M5		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

**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	
	Störfestigkeit	Industriebereich	
Mechanische Belastung Schwingen und Schocken	Gemäß EN 61373, IEC 61373	Kategorie 1, Klasse B geprüft durch unabhängiges Prüflabor	
Brandschutz	EN 45545-1, EN 45545-2, EN 45545-5		
	Für Anwendungen im Außenbereich (brennbare Masse < 400 g) bis HL3 Für Anwendungen im Innenbereich: Montage in geschlossene und brandschutztechnisch abgesicherte Schaltschränke Zertifiziert durch unabhängiges Prüflabor		
Funktionale Sicherheit	Typ A-Gerät gemäß EN 61508		
	Störfestigkeitsanforderungen für sicherheitsbezogene Systeme EN 61326-3-1:2017		
	Verstärkte Isolierung zwischen Eingang und Ausgang		
	Testintervall (Proof Test Interval)	≤ 20 Jahre	
	Brauchbarkeitsdauer	20 Jahre, L4 gemäß EN 50155	
	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	

# P45000

## Technische Daten

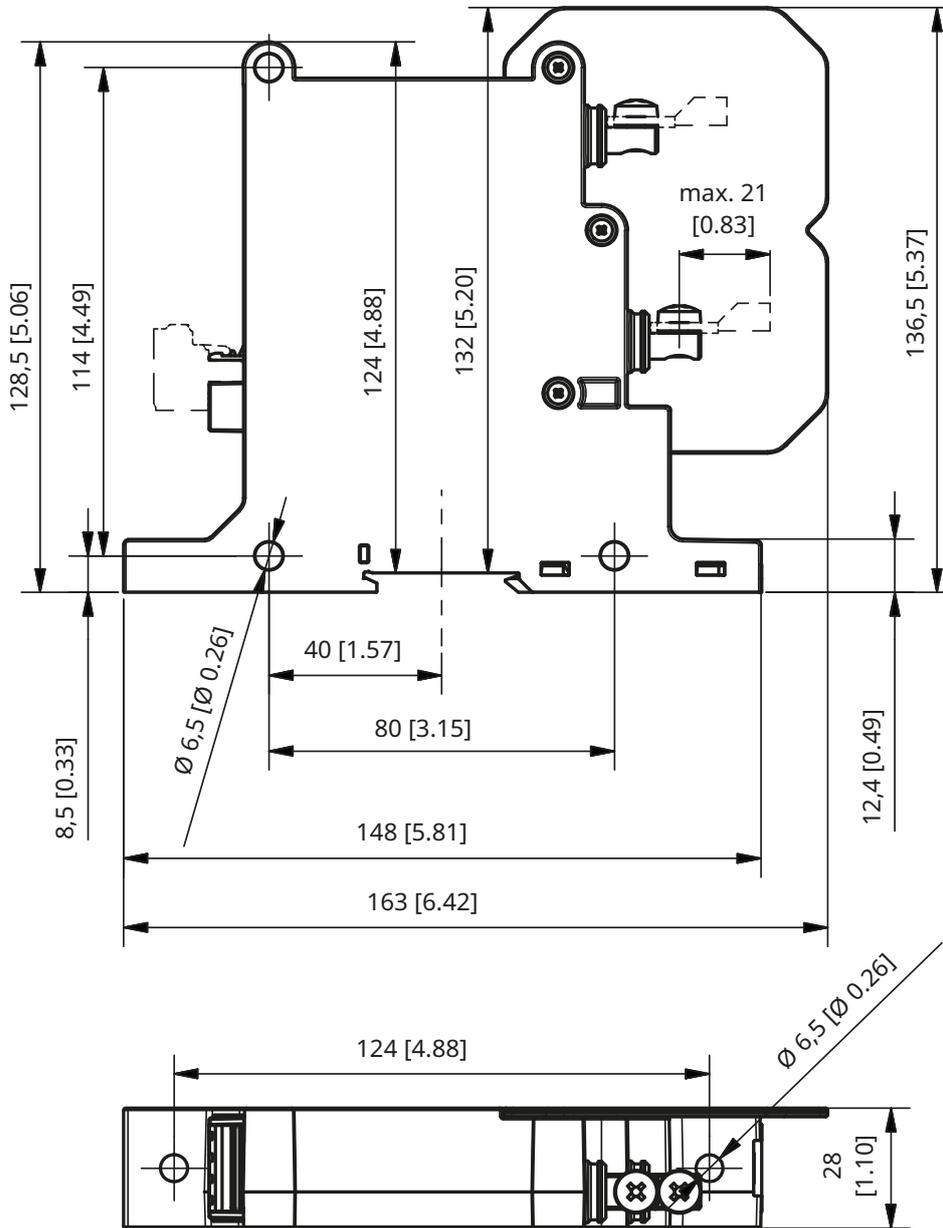
MTBF/MTTF gemäß EN 61709	Einzelbetrieb	209 Jahre	
	Angereicherter Betrieb (Verbund aus 3 Geräten)	68 Jahre	
	Voraussetzungen	Ortsfester Betrieb in gepflegten Räumen Keine Belüftung Dauerbetrieb 45 °C mittlere Umgebungstemperatur	
Bauform	Aufbaugehäuse, optional mit Montage auf 35-mm-Tragschiene		
Berührschutz		Eingang	
		Ausgang/Hilfsenergie	
	P45***K2*0*	IP00	IP20
	P45***K2*1*	IP54	IP20
Kapselung	vollständige Kapselung der Elektronik durch silikonfreien Polyurethan-Gießharz-Verguss		
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 eingehalten.		

1) Common-Mode Rejection Ratio = Differenzspannungsverstärkung / Gleichtaktspannungsverstärkung

2) Transient Common-Mode Rejection Ratio = Differenz-Gleichspannungsverstärkung / Gleichtakttransienten-Scheitelwertverstärkung

3) In Zulassung

Maßzeichnung



Alle Maße in mm [Zoll]

# P45000

## Anschlussbelegung

---

