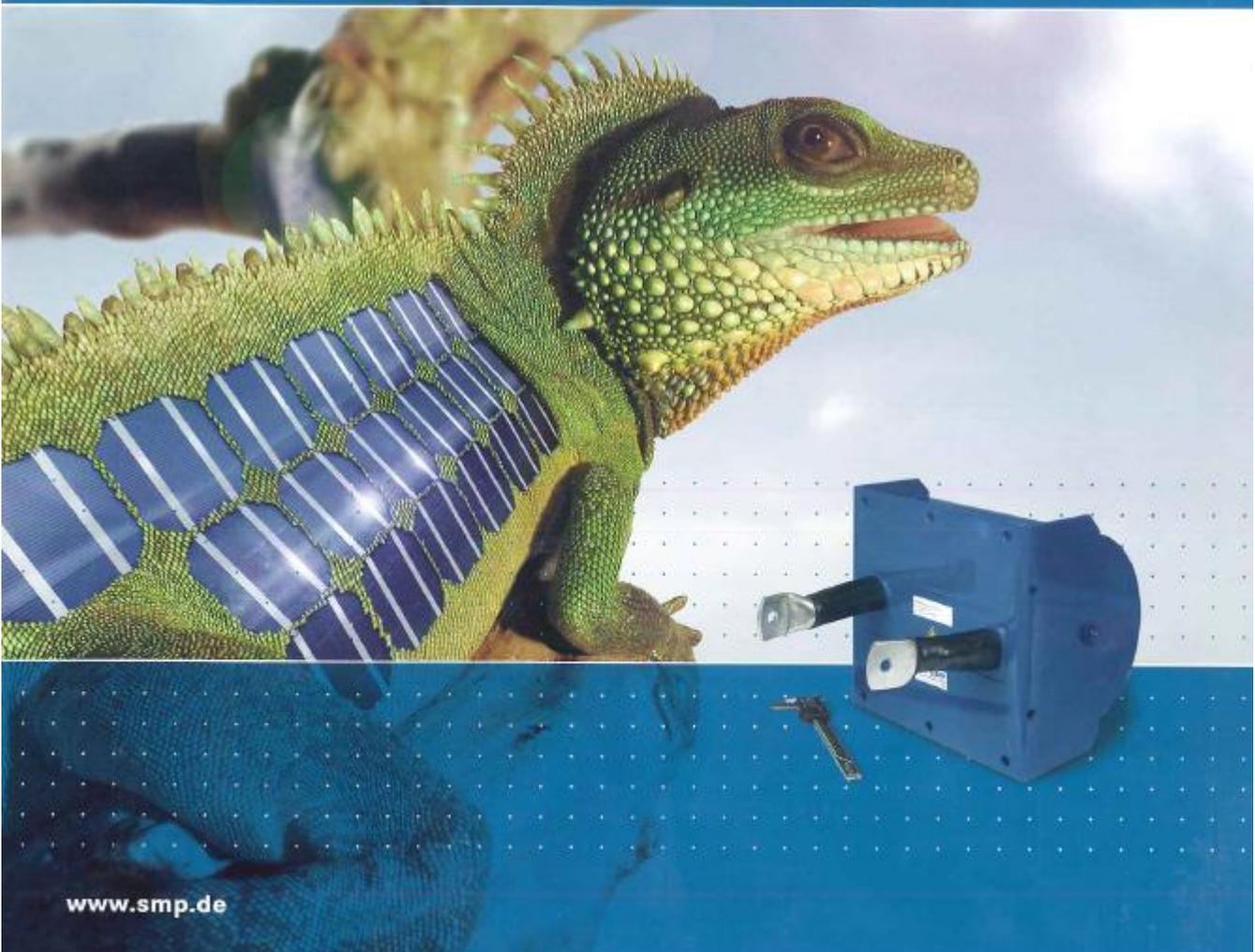


## Die Evolution der Technik – Vorsprung durch Effizienz

Verlustarme Werkstoffe: Pulververbundwerkstoffe • Induktive Bauelemente • Kerne & Formteile



## Inhalt

### Verlustarme Werkstoffe von SMP

- 04 | Einführung
- 06 | Anwendungsbereiche

### Pulververbundwerkstoffe

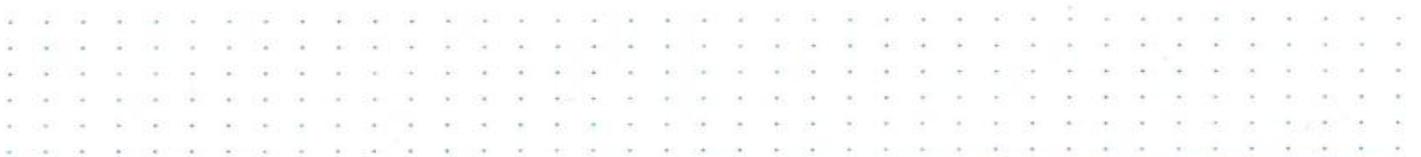
- 10 | Einführung
- 11 | Übersicht

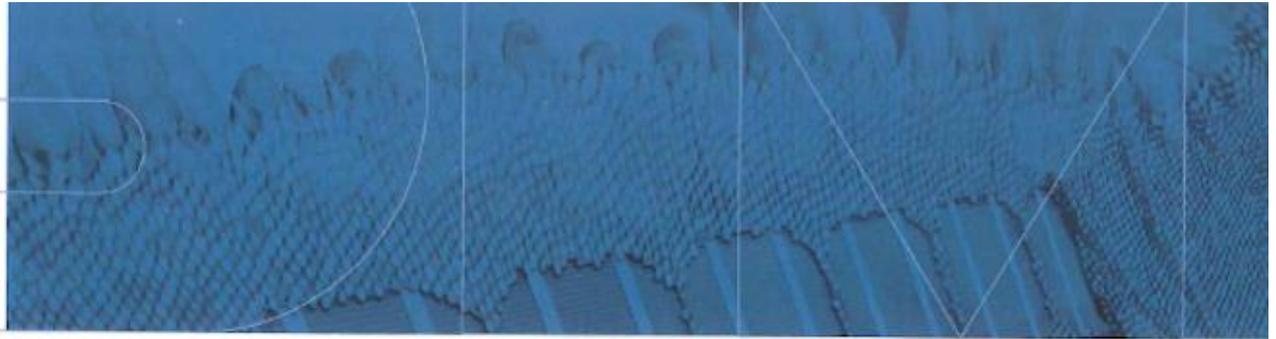
### Induktive Bauelemente

- 14 | Einführung
- 15 | Applikationen
- 16 | Datenblätter

### Kerne und Formteile

- 22 | Einführung





Verlustarme Werkstoffe | Einführung

## Das Unternehmen Sintermetalle Prometheus

SMP Sintermetalle Prometheus GmbH & Co. KG mit Sitz in Graben-Neudorf bei Karlsruhe entwickelt und produziert weichmagnetische Werkstoffe, Kerne und Formteile sowie induktive Bauelemente.

SMP wurde 1982 von Dr.-Ing. Vasilios Gemenetzi gegründet und beschäftigt heute ca. 200 Mitarbeiter. Seit der Gründung ist Forschung und Entwicklung ein Schwerpunkt der Unternehmensphilosophie. SMP hat sich auf dem Weltmarkt zu einem der bedeutendsten Anbieter für weichmagnetische Werkstoffe in industriellen Anwendungen entwickelt. Die Produkte werden weltweit vertrieben. Zur optimalen Unterstützung mit lokalem Service bietet SMP ein weltweites, feinmaschiges Netz von Repräsentanten.

### Wissen Sie, dass SMP Ihnen vorbildliche technische Beratung bietet:

Kompetenz in Konstruktion und Fertigung. Vom Entwurf bis zur kompletten Systemmontage unterstützt Sie unser Team mit einem maßgeschneiderten Projektmanagement.

### Wissen Sie, dass SMP Forschung & Entwicklung als kontinuierlichen Prozess integriert hat:

Der hohe Wissensstand wird ständig verbessert, um Ihnen bei der Produktentwicklung und Optimierung Ihrer Erzeugnisse zur Seite zu stehen.

### Wissen Sie, dass SMP Ihnen einen hohen Qualitätsanspruch garantiert:

Qualifizierte und motivierte Mitarbeiter und der Einsatz modernster Technik liefern die Basis für eine durchgehende Qualitätssicherung. Eigens entwickelte Prüfsysteme decken geringste Abweichungen auf. Selbstverständlich sind wir nach DIN ISO 9001:2008 zertifiziert.



## Verlustarme Werkstoffe von SMP

Überwiegend finden unsere Produkte Verwendung in der Antriebstechnik, aber auch in der Leistungselektronik, Stromerzeugung, Mess- und Regeltechnik. Aufgrund der gezeigten Möglichkeiten ist eine gezielte Auslegung der Bauelemente für eine optimierte Bauform unumgänglich. Anhand Ihrer Daten dimensionieren wir gerne ein entsprechendes Bauelement.

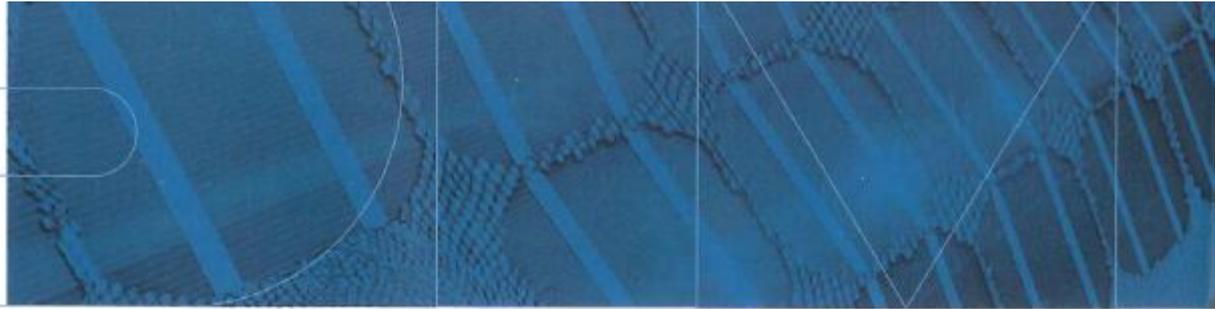
Welche Daten für eine zielgerichtete Dimensionierung erforderlich sind, entnehmen Sie bitte dem Online-Anfrageformular »Checkliste Drossel & Module« bzw. der »Checkliste LC-Filter« auf unserer Homepage:

[www.smp.de/anfrage](http://www.smp.de/anfrage)

Die Online-Formulare sind als PDF-Dateien zum Download bereitgestellt.



**Gerne würden wir Sie überzeugen,  
dass es unser Anspruch ist, Ihr Partner  
für induktive Bauelemente zu sein.**



Verlustarme Werkstoffe | Anwendungsbereiche



## Anwendungsbereich Windkraft

**Nun auch Offshore – Induktive Bauelemente für Umrichter in Windturbinen**

SMP liefert für Windturbinen-Umrichter verlustarme Bauelemente. Die energieeffizienten und hochleistungsfähigen Drosseln sind sehr kompakt und platzsparend. Sie zeichnen sich durch Wartungsfreiheit und lange Lebensdauer aus, was bei der kostspieligen Wartung von Offshore-Windkraftanlagen von Vorteil ist. Windkraftanlagen auf dem offenen Meer sind durch die salzhaltige Meeresluft stark korrosionsgefährdet. Zum Schutz der Anlage und deren Bauelemente sind meerwasserbeständige Werkstoffe, erhöhter Korrosionsschutz und die vollständige Kapselung bestimmter Baugruppen notwendig. Die induktiven Bauelemente von SMP sind jetzt nach der Schutzart IP66 zertifiziert und für den Einsatz in Offshore-Anlagen freigegeben. IP66 erlaubt es den Drosseln, außerhalb der Umrichter angebracht zu werden. „Eine solche Einbauweise hat den Vorteil, dass die von der Drossel erzeugte Wärme nicht innerhalb, sondern außerhalb des Umrichters entsteht. Die niedrigere Innentemperatur des Umrichters macht eine Wärmeabfuhr durch Ventilatoren überflüssig und spart somit Energie“, erklärt Stefan Schauer, technischer Vertriebsleiter bei SMP. „Der externe Aufbau hat den weiteren Vorteil, dass der Umrichter in wesentlich kleineren Abmaßen konzipiert werden kann. Die platzsparende Bauweise verbraucht ebenfalls weniger Energie.“ Um die Montage außerhalb der Umrichter zu erleichtern, bietet SMP die Drosseln mit speziellen Montagehalterungen an.



## Anwenderbereich Solaranlagen

**Induktive Bauelemente für Solarwechselrichter**

SMP hat hoch leistungsfähige und verlustarme Drosseln entwickelt, die der Anforderung nach immer höheren Wirkungsgraden der Solarwechselrichter gerecht werden. Die von SMP eigens entwickelten magnetostruktionsarmen Werkstoffe weisen sehr geringe Wirbelstrom- und Hystereseverluste auf. Die Verlustarmut der Bauelemente ermöglicht einen sehr hohen Wirkungsgrad der Wechselrichter. Neben der Verlustarmut ist eine weitere Anforderung an die Bauelemente, ein geringes Streufeld zu haben, was durch die geschlossene Bauweise der Drosseln bewirkt wird. Dies hat den Vorteil, dass um die Drossel herum andere Bauteile platziert werden können, ohne von der Drossel magnetisch beeinflusst zu werden. Durch eine kompakte Bauweise konnte das Volumen der Drosseln um etwa 25 Prozent reduziert werden. Hinzu kommt, dass Drosseln von SMP äußerst geräuscharm sind, was die Montage der Wechselrichter auch in Wohnbereichen ermöglicht.



## Anwendungsbereich Mobile Antriebstechnik

Leise, schockfest und temperaturbeständig – Umrichter im aktuellen ICE 3

SMP hat eine Reihe von Drosseln für Umrichter in der Bahntechnik entwickelt. An diese Bauelemente werden hohe Anforderungen gestellt: Sie müssen rüttel- und schockfest in alle Richtungen sein, hohen Temperaturen standhalten, in kleine Einbauträume passen, gegen Eindringen von Staub, Schmutz und Wasser geschützt sowie bei Verwendung in Personenzugwaggons geräuscharm sein. Drosseln für Umrichter haben die Aufgabe, den primärseitigen Eingangsstrom zu begrenzen. Um möglichst verlustarme Drosseln zu produzieren, verwendet SMP Kernmaterial aus eigens entwickelten Pulververbundwerkstoffen. Im aktuellen ICE 3 sind unsere Drosseln in den Umrichtern für die Drehstromasynchronmotoren und Bordaggregate enthalten. „Für den Passagierbereich müssen die Drosseln sehr leise sein, da laute Geräusche die Fahrgäste stören würden. Dank unseres eigens entwickelten magnetostruktionsfreien Materials sind wir in der Lage, sehr leise Drosseln für diese Anwendungen herzustellen“, erklärt Stefan Schauer, technischer Vertriebsleiter bei SMP. Des Weiteren müssen sie über eine sehr hohe Spannungsanstiegsgeschwindigkeit bis zu  $10 \text{ kV}/\mu\text{s}$  verfügen. Eine hohe Temperaturbeständigkeit der Drosseln wird durch ein UL-gelistetes Isolationssystem der Klasse H ( $180^\circ\text{C}$ ) gewährleistet, das heißt die Drosseln sind bis  $180^\circ\text{C}$  temperaturbeständig. Eine weitere Anforderung ist ein Schutzanstrich, der vor Staub und Wasser schützt. Die Schutzart IP66 erlaubt es den Drosseln sogar, außerhalb der Umrichter angebracht zu werden.



## Anwendungsbereich Medizin

Geräuscharme und energieeffiziente Drosseln für MRT-Scanner

Die Drosseln, die SMP für einen namhaften deutschen Hersteller von MRT-Scannern entwickelt hat, befinden sich in dem so genannten Gradientenverstärker. Die Verstärker liefern Ausgangsspannungen und Ströme und steuern die Gradientenspulen, welche die Resonanzsignale für die spätere Bildrekonstruktion enkodieren. Aufgabe der Filter- und Netzdrosseln ist, sowohl für einen sauberen Sinus zu sorgen als auch für eine verlustarme Rückspeisung der nicht benötigten Energie. Dabei zeichnen sich die Drosseln durch die eigens für diese Anwendung von SMP entwickelten magnetostruktionsfreien Pulververbundwerkstoffe aus. Diese Werkstoffe erlauben die Konstruktion von sehr geräuscharmen Drosseln, damit die Patienten nicht durch lautes Brummen gestört werden und mit dem medizinischen Personal akustisch in Kontakt bleiben können. Um die Strahlenbelastung gering und die Zeit in der engen, ungewohnten Situation möglichst kurz zu halten, muss das MRT-Gerät schnell und leistungsfähig sein – Drosseln von SMP erfüllen diese hohen Anforderungen.



**Pulververbundwerkstoffe von SMP ...**

*» Vorsprung durch stetige Weiterentwicklung*

## Pulververbundwerkstoffe

In der Elektronik und Elektrotechnik haben weichmagnetische Werkstoffe ihren festen Platz eingenommen. Neben den klassischen, schmelz-metallurgisch hergestellten Legierungen haben Pulververbundwerkstoffe mit ihren herausragenden Eigenschaften die Möglichkeit moderner Designs in der Welt der Elektronik geebnet. An der Entwicklung dieser Werkstoffgruppe war SMP wesentlich beteiligt.

Die Fähigkeit, pulvermetallurgische Prozesse zu beherrschen und gleichzeitig die Anforderungen für die entsprechende Applikation als Bauelementeproduzent im eigenen Hause zu haben, lässt einen kontinuierlichen Fortschritt in der Weiterentwicklung der Werkstoffe zu.

So können sowohl standardisierte Teile in einem großen Spektrum zur Verfügung gestellt werden, als auch gezielt auf geforderte Leistungsdaten hin Anpassungen oder Entwicklungen vorgenommen werden.



### Pulververbundwerkstoffe

Pulververbundwerkstoffe bilden eine neue Gruppe weichmagnetischer Werkstoffe. Pulver auf Basis von Eisen- und Eisenpulverlegierungen werden mittels eines Binders zu Formteilen oder Kernen verpresst. Diese Formteile weisen einen hohen und isotropen spezifischen Widerstand auf, wodurch die Voraussetzungen für ein hervorragendes Frequenzverhalten auch in stark gescherten Magnetkreisen mit großen Streufeldern gegeben ist.

Gleichmäßig, fein verteilte Luftspalten erzeugen stark gescherte Magnetisierungskennlinien bei gleichzeitig niedrigen Permeabilitäten im Bereich von ca. 10 bis einige 100. Dem gegenüber stehen Sättigungsinduktionen bis 2,0 Tesla. Diese Eigenschaften geben die Möglichkeit auch bei hohen Betriebsströmen Sättigungserscheinungen zu verhindern.

Der gleichmäßige Aufbau mit allseitig isolierten Pulverteilen führt zu isotropen elektrischen und weichmagnetischen Eigenschaften, wodurch Formteile und Kerne aus Pulververbund, im Besonderen für Magnetkreise mit großen Streufeldern, wechselnden Flussrichtungen und hohen Betriebsfrequenzen geeignet sind. Magnetostruktionsfreie Legierungen geben die Möglichkeit, geräuschfreie oder geräuscharme Varianten zu produzieren.

Die folgende Übersicht soll Ihnen als Anwender Hilfestellung bei Ihren Problemlösungen geben. Unseren Kunden wollen wir Einblick in unser Verständnis zur Werkstoffbasis vermitteln und zu Fragen und Anregungen Anlass geben.

Gerne senden wir Ihnen auf Wunsch Datenblätter zu.

### Anwendungsbeispiele:

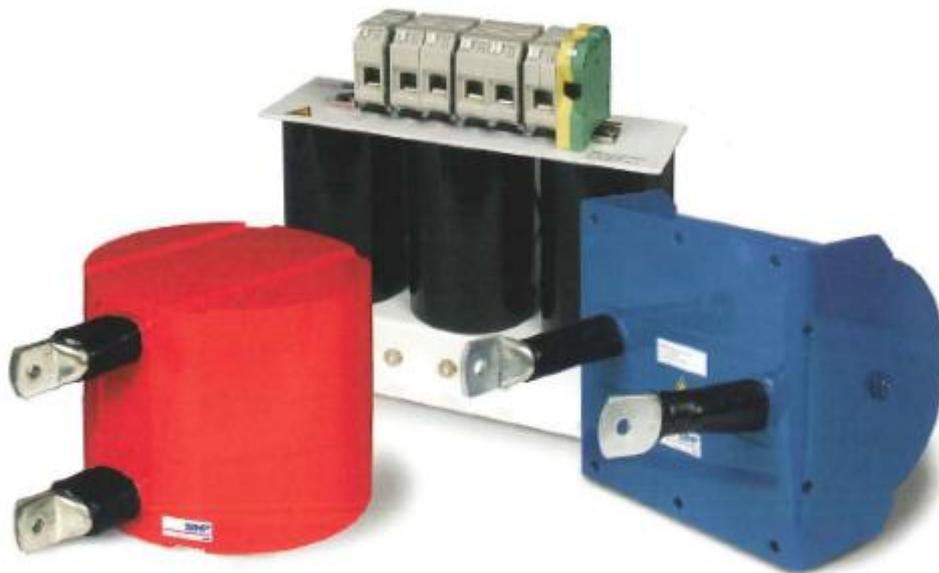
- » Statore, Rotore und Flussleitstücke in Motoren und Antrieben
- » Feldgekoppelte Übertrager
- » Glättungs- und Speicherdrosseln
- » Filter- und Funkentstördrosseln
- »  $di/dt$ -Drosseln
- »  $dU/dt$ -Drosseln
- » Umschwing- und Kommutierungsdrosseln
- » Magnetfeldfeste Näherungsschalter



## **Induktive Bauelemente von SMP ...**

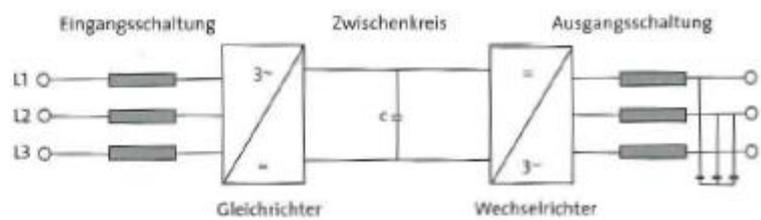
» *optimieren die Effizienz Ihrer Wechselrichter  
und Umrichter*

## Induktive Bauelemente



Applikationsbedingt werden unsere Bauelemente aufgebaut als:

- » Einleiterdrossel (für Hochstromanwendungen)
- » Einzeldrossel
- » Drosselmodul
- » LC-Filter



Die ständig steigenden Anforderungen in der Leistungselektronik hat bei SMP zur Entwicklung hoch leistungsfähiger Drosseln und Filter geführt.

Für Anwendungen in der Solar- und Windtechnik, Bahntechnik, Antriebstechnik, der Leistungselektronik, Stromerzeugung oder der Mess- und Regeltechnik bietet SMP induktive Bauelemente für Frequenzen bis 200 kHz und Ströme bis 1.000 Ampere an. Applikationsbedingt werden die Bauelemente als Eir-leiterdrosseln für Hochstromanwendungen, Einzeldrosseln, Drosselmodule oder LC-Filter aufgebaut.

Die optimierten Bauformen sollen vor allem den Marktforderungen entsprechen, den Anforderungen nach großen Speicherenergien bei kleinem Volumen, reduzierten Verlusten, günstigem EMV-Verhalten und kostenorientiertem Aufbau genügen. Entsprechend den vielfältigen Anforderungen können die Bauelemente den Einsatzbedingungen angepasst konstruiert werden. Alle gängigen Normen sind realisierbar bis hin zu Schutzarten wie IP 20 und IP 66.

Alle verwendeten Materialien sind UL-gelistet, auf Wunsch erhalten Sie auch UL-Approbatoren für Einzelprodukte.

Für kleinere Mengen, Muster und Versuche bieten wir Ihnen eine kleine Auswahl an Standardteilen.

Produkt-Nr.	L	$I_{eff}$	$F_{switch}$	$TU_{amb}$	Gewicht	Abmessungen
	mH	A	kHz	C	kg	mm
7200.01	1500	4	12	50	0,42	45 x 50
7300.01	1000	14	10	40	0,86	60 x 50
7400.01	1000	22	10	40	2,35	80 x 80
7500.01	1000	35	10	40	4,35	100 x 100

Für weitere Details beachten Sie bitte die auf den nächsten Seiten folgenden Datenblätter.

Für diese Applikationen bietet SMP Lösungen im Bereich von:

- » Frequenzen bis 200 kHz
- » Ströme bis 1.000 A
- » L/I bis 100 W/s
- » Baugrößen von 36 mm bis 300 mm
- » Gewichte von 50 g bis 130 kg
- » TI bis 180° C

Von Mini bis Maxi

- » Die Montagefreundlichkeit unserer Bauelemente lässt vielfältige Aufbauten zu, welche den jeweiligen Platzverhältnissen angepasst werden können.



Maße in [mm]

Freimaßtoleranzen DIN ISO 2768-c

Rostschutzbeschichtung Fix 102

Betriebsdaten/

Charakteristische Daten (Richtwerte):

$$L = 1500 \mu\text{H}$$

$$I_{\text{eff}} = 4 \text{ A}_{\text{max}}$$

$$\hat{I} = 10 \text{ A}_{\text{max}}$$

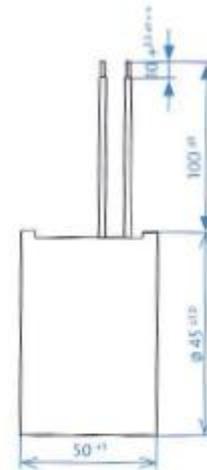
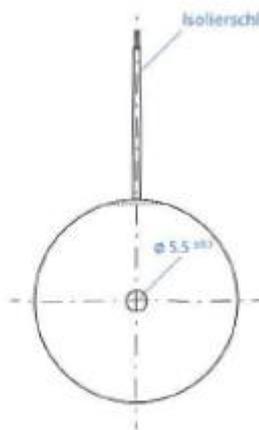
$$f_s = 12 \text{ kHz}_{\text{max}}$$

$$\Delta I = 2,4 \text{ A}_{\text{max}}$$

$$T_{\text{U}_{\text{amb}}} = +50 \text{ }^\circ\text{C}_{\text{max}}$$

Gewicht ca. 0,420 Kg.

Anschlusschema:



Endprüfung:

1.0  $U_{\text{eff}} = 2,5 \text{ kV}$ , 5 s, Wicklung gegen Kern,

2.0  $R_{\text{Cu}} < 110 \text{ m}\Omega$

3.0  $L = 1500 \mu\text{H} \pm 10\%$   $I_{\text{DC}} = 4 \text{ A}$ ,

$f = \pm 10 \text{ kHz}$ ,  $I_{\text{AC,eff}} = 10 \text{ mA}$

Messungen nach Temperaturgleich der Prüflinge  
an Raumtemperatur.



Maße in [mm]

Freimaßtoleranzen DIN ISO 2768-c

Rostschutzbeschichtung Fix 102

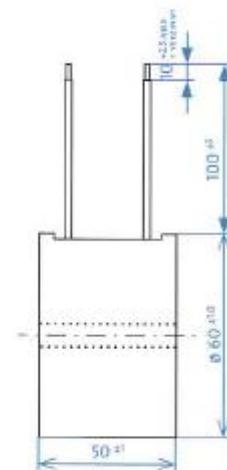
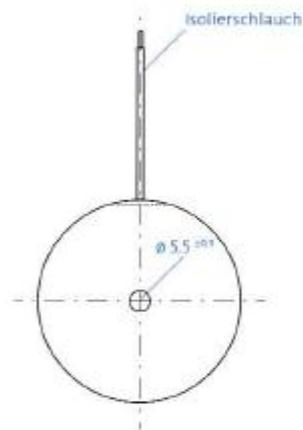
Betriebsdaten/

Charakteristische Daten (Richtwerte):

 $L = 1000 \mu\text{H}$  $I_{\text{eff}} = 14 \text{ A}_{\text{max}}$  $\hat{I} = 22 \text{ A}_{\text{max}}$  $f_p = 10 \text{ kHz}_{\text{max}}$  $\Delta I = 4 \text{ A}_{\text{max}}$  $T_{\text{u,amb}} = +40 \text{ }^\circ\text{C}_{\text{max}}$ 

Gewicht ca. 0,86 Kg.

Anschlussschema:

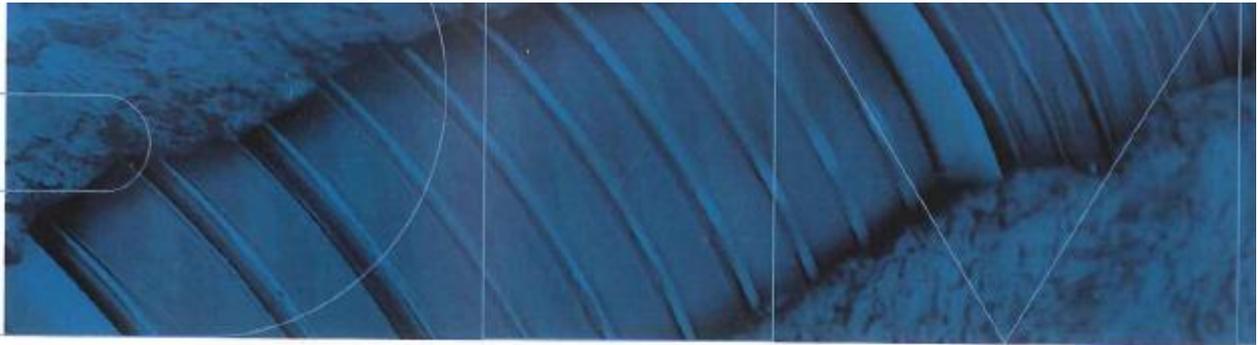


Endprüfung:

1.0  $U_{\text{eff}} = 2,5 \text{ kV}, 5 \text{ s}, \text{Wicklung gegen Kern}$ 2.0  $R_{\text{cu}} < 35 \text{ m}\Omega$ 3.0  $L = 1000 \mu\text{H} \pm 10\% I_{\text{DC}} = 14 \text{ A}$  $f = \pm 10 \text{ kHz}, I_{\text{AC,eff}} = 10 \text{ mA}$ 

Messungen nach Temperaturangleich der Prüflinge an Raumtemperatur.





Maße in [mm]

Freimaßtoleranzen DIN ISO 2768-c

Rostschutzbeschichtung Fix 102

Betriebsdaten/

Charakteristische Daten (Richtwerte):

$L = 1000 \mu\text{H}$

$I_{\text{eff}} = 22 \text{ A}_{\text{max}}$

$\hat{I} = 35 \text{ A}_{\text{max}}$

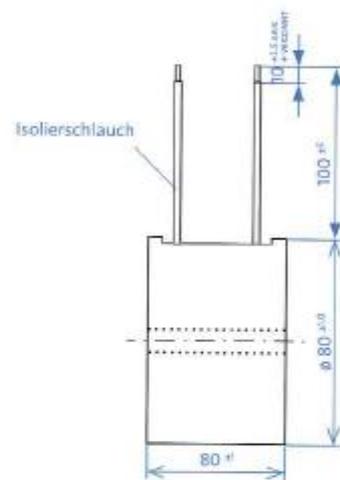
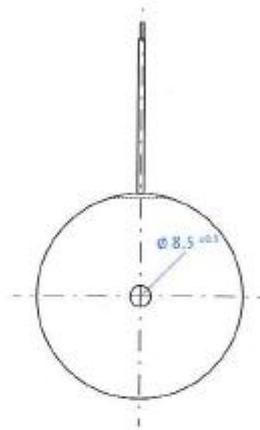
$f_p = 10 \text{ kHz}_{\text{max}}$

$\Delta I = 4 \text{ A}_{\text{max}}$

$T_{\text{U,amb}} = +40 \text{ }^\circ\text{C}_{\text{max}}$

Gewicht ca. 2,35 Kg.

Anschlusschema:



Endprüfung:

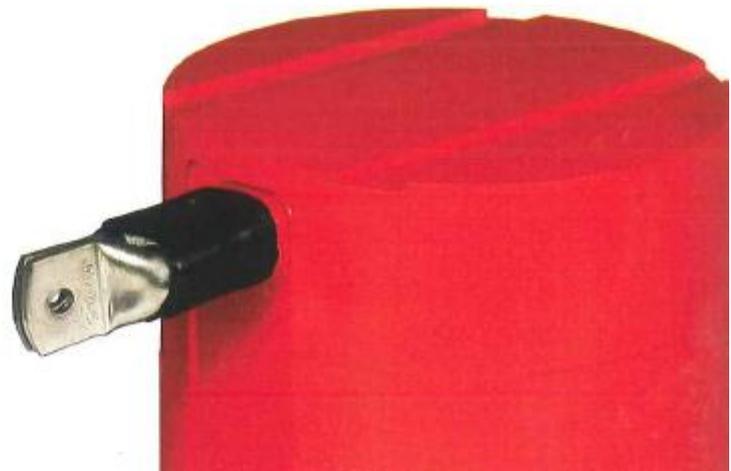
1.0  $U_{\text{eff}} = 2,5 \text{ kV}, 5 \text{ s},$  Wicklung gegen Kern

2.0  $R_{\text{Cu}} < 24 \text{ m}\Omega$

3.0  $L = 1000 \mu\text{H} \pm 10\% I_{\text{DC}} = 22 \text{ A},$

$f = 10 \text{ kHz}, I_{\text{AC,eff}} = 10 \text{ mA}$

Messungen nach Temperaturangleich  
der Prüflinge an Raumtemperatur.



Maße in [mm]

Freimaßtoleranzen DIN ISO 2768-c

Rostschutzbeschichtung Fix.102

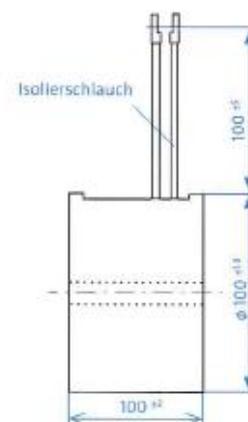
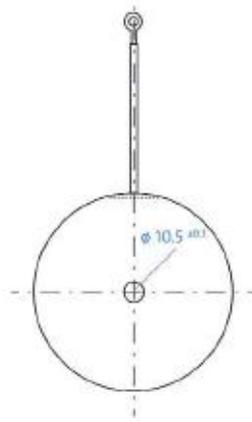
Betriebsdaten/

Charakteristische Daten (Richtwerte):

 $L = 1000 \mu\text{H}$  $I_{\text{eff}} = 25 \text{ A}_{\text{max}}$  $\hat{I} = 50 \text{ A}_{\text{max}}$  $f_p = 10 \text{ kHz}_{\text{max}}$  $\Delta I = 7 \text{ A}_{\text{max}}$  $T_{\text{u,amb}} = +40 \text{ }^\circ\text{C}_{\text{max}}$ 

Gewicht ca. 4,35 Kg.

Anschlusschema:



Endprüfung:

1.0  $U_{\text{eff}} = 2,5 \text{ kV}, 5 \text{ s}$ , Wicklung gegen Kern2.0  $R_{\text{Cu}} < 17 \text{ m}\Omega$ 3.0  $L = 1000 \mu\text{H} \pm 10\%$   $I_{\text{DC}} = 35 \text{ A}$  $f = 10 \text{ kHz}$ ,  $I_{\text{AC,eff}} = 10 \text{ mA}$ Messungen nach Temperaturangleich  
der Prüflinge an Raumtemperatur.



**Kerne und Formteile von SMP ...**

*» genügen auch den höchsten EMV-Ansprüchen.*

## Kerne und Formteile

Die Entwicklung von Pulververbundwerkstoffen hat neue Dimensionen in der Welt der weichmagnetischen Werkstoffe erschlossen.

Die Vorteile dieser Materialgruppe geben vielen Anwendungen völlig neue Lösungsmöglichkeiten. Selbstverständlich sind Ihren Bedürfnissen entsprechende Designs realisierbar.

Die entscheidenden Vorteile:

- » geringe Ummagnetisierungsverluste
- » dreidimensionale Isotropie
- » hohe Sättigungsinduktion
- » große thermische Stabilität
- » geräusch- und vibrationsarm

### Formteile:

Ronden / Rechtecke / Blöcke



### Kerne:

E-Kerne / U-Kerne / Ringkerne / Ringkernhälften





Sintermetalle Prometheus GmbH & Co. KG  
Ottostraße 4  
D-76676 Graben-Neudorf

Tel.: +49 (0) 7255 7160  
Fax: +49 (0) 7255 716-160  
E-Mail: info@smp.de

[www.smp.de](http://www.smp.de)

