

# **BEDIENUNGSANLEITUNG**

## **Präzisions-Hochlast- Messwiderstände Typ 1282**

© 2013 burster  
präzisionsmesstechnik gmbh & co kg  
Alle Rechte vorbehalten

Gültig ab: 04.03.2013

Hersteller:  
burster präzisionsmesstechnik gmbh & co kg  
Talstraße 1 - 5 Postfach 1432  
DE-76593 Gernsbach DE-76587 Gernsbach  
Germany Germany

Tel.: (049) 07224 / 6450  
Fax.: (049) 07224 / 64588  
E-Mail: [info@burster.de](mailto:info@burster.de)  
[www.burster.de](http://www.burster.de)

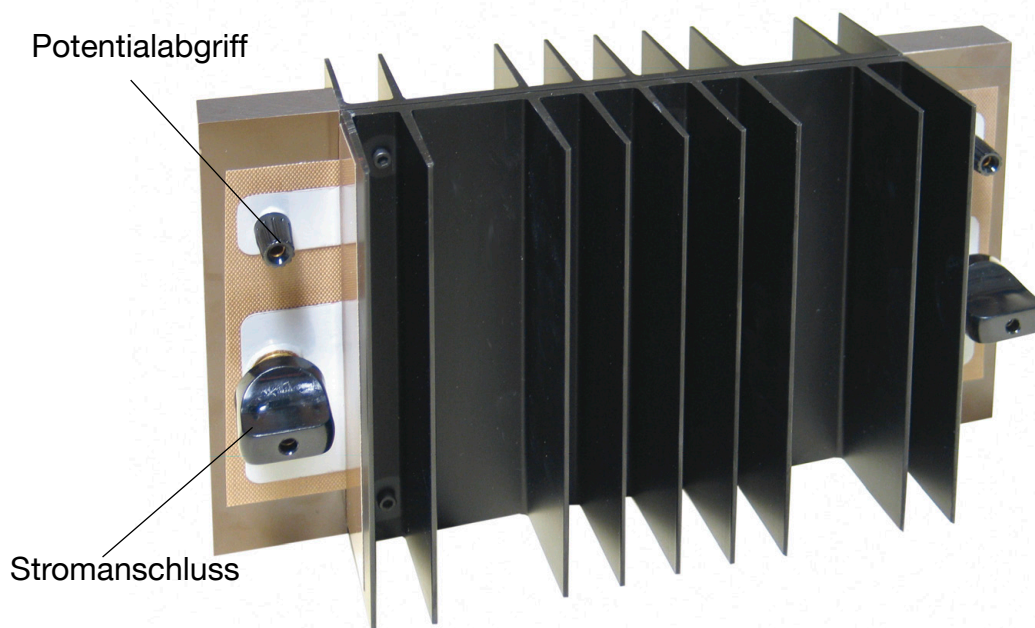
## Garantie-Haftungsausschluss für Bedienungsanleitungen

Alle Angaben in der vorliegenden Dokumentation wurden mit großer Sorgfalt erarbeitet, zusammengestellt und unter Einschaltung wirksamer Kontrollmaßnahmen reproduziert. Irrtümer und technische Änderungen sind vorbehalten. Die vorliegenden Informationen sowie die korrespondierenden technischen Daten können sich ohne vorherige Mitteilung ändern. Kein Teil dieser Dokumentation darf ohne vorherige Genehmigung durch den Hersteller reproduziert werden, oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet oder weiterverarbeitet werden.

Bauelemente, Geräte und Messwertsensoren von burster präzisionsmesstechnik (nachstehend „Produkt“ genannt) sind das Erzeugnis zielgerichteter Entwicklung und sorgfältiger Fertigung. Für die einwandfreie Beschaffenheit und Funktion dieser Produkte übernimmt burster ab dem Tag der Lieferung Garantie für Material- und Fabrikationsfehler entsprechend der in der Produktbegleitenden Garantie-Urkunde ausgewiesenen Frist. burster schließt jedoch Garantie- oder Gewährleistungsverpflichtungen sowie jegliche darüber hinausgehende Haftung aus für Folgeschäden, die durch den unsachgemäßen Gebrauch des Produkts verursacht werden, hier insbesondere die implizierte Gewährleistung der Marktgängigkeit sowie der Eignung des Produkts für einen bestimmten Zweck. burster übernimmt darüber hinaus keine Haftung für direkte, indirekte oder beiläufig entstandene Schäden sowie Folge- oder sonstige Schäden, die aus der Bereitstellung und dem Einsatz der vorliegenden Dokumentation entstehen.

## Präzisions-Hochlast-Messwiderstände

Mit dem Prüfprotokoll erhalten Sie eine Bestätigung, dass der gelieferte Widerstand in Wert und Toleranz Ihren Erfordernissen entspricht.



### Anwendung

In Verbindung mit hochwertigen Digitalvoltmetern werden Messwiderstände des Typs 1282 zur hochgenauen Erfassung von Gleich- und Wechselströmen bis 200 A eingesetzt.

Die kompakte Bauweise und die guten technischen Daten, insbesondere die außergewöhnlich gute Temperatur- und Langzeitstabilität, lassen einen universellen Einsatz dieser Widerstände zu.

Ein typisches Einsatzgebiet ist, neben vielen anderen Anwendungsmöglichkeiten, das breite Spektrum der Zuverlässigkeitsprüfungen. Immer wieder vorgenommene Messungen geben Auskunft über das Qualitätsniveau von Bauteilen, Geräten und Anlagen.

#### Typische Eigenschaften

- ▶ Nennlast 20 W
- ▶ Fertigungsbereich 1 m $\Omega$  ... 100m $\Omega$
- ▶ Standardwerte 1m $\Omega$ , 10 m $\Omega$ , 100 m $\Omega$
- ▶ Aufbau in 4-Leitertechnik
- ▶ Fehlertoleranz 0,02 %
- ▶ Für technische Frequenz 50 Hz geeignet

## Beschreibung

Schon bei unseren Präzisions- und Kalibrierwiderständen bewährte Technologien - die insbesondere die heikle Ableitung der Wärmeenergie sicherstellen - wurden auf die Präzisions-Hochlast-Messwiderstände übertragen.

Sie sind in 4-Leitertechnik aufgebaut. Der Spannungspfad ist auf den kundenspezifischen Nennwert und die Toleranzklasse abgeglichen (0,02 % bei der Bezugstemperatur = 23 °C).

Bei Belastung erfährt der Messwiderstand eine Temperaturerhöhung. Großflächige Kühlkörper sorgen für eine gute Wärmeableitung.

Beim Typ 1282 beträgt der Wärmewiderstand 1 K/W, d.h. die Temperatur des Widerstandes erhöht sich um 1 K pro Watt zugeführter Leistung. Alle Leistungs- und Grenzwerte - siehe umseitige Diagramme - beziehen sich auf den eingesetzten Widerstandswerkstoff MANGANIN®.

Ungünstiger Einbau mit unzureichender Lüftungs- und Abkühlungsmöglichkeit ist bei der Belastung entsprechend zu berücksichtigen.

## Schädigende bzw. zerstörende Einflüsse

Als Messnormal eingesetzt, stellt der Widerstand ein wichtiges Glied in der Messkette dar.

Seine Verlässlichkeit ist bedingt durch seine Anwendung.

Sorgsame Behandlung sowie Vermeidung aller Einflüsse, die den Widerstand zerstören können, müssen vorausgesetzt werden.

Zur irreparablen Zerstörung führen

a) Messströme > 200 A (Der elektromechanische Aufbau, z.B. die Stromanschlüsse, sind für 200 A ausgelegt).

b) Oberflächentemperaturen unter 0°C bzw. über 85°C

Die Oberflächentemperatur (der Kühlrippen) ist weitgehend identisch mit der Temperatur des Widerstandsmaterials. Eine Überschreitung des angegebenen Bereichs führt zu Schädigung (Veränderung) des Widerstandsmaterials und zur bleibenden Veränderung des Nennwertes.

Die Oberflächentemperatur bildet sich aus Umgebungstemperatur und Lastbeanspruchung.

- c) Weitere ungünstige Beeinflussungen stellen Temperaturschocks dar. Selbst innerhalb der o.g. Temperaturgrenzen müssen schnelle Abkühlungen oder Erwärmungen vermieden werden. Eine Veränderung des Widerstandsmaterials durch schnelles Zusammenziehen bzw. Ausdehnen wäre die Folge.
- d) In der Auswirkung dazu gleichgestellt sind mechanische Schocks wie Stöße bzw. Vibrationen. Sorgsame Behandlung schließt solche Fehler aus.

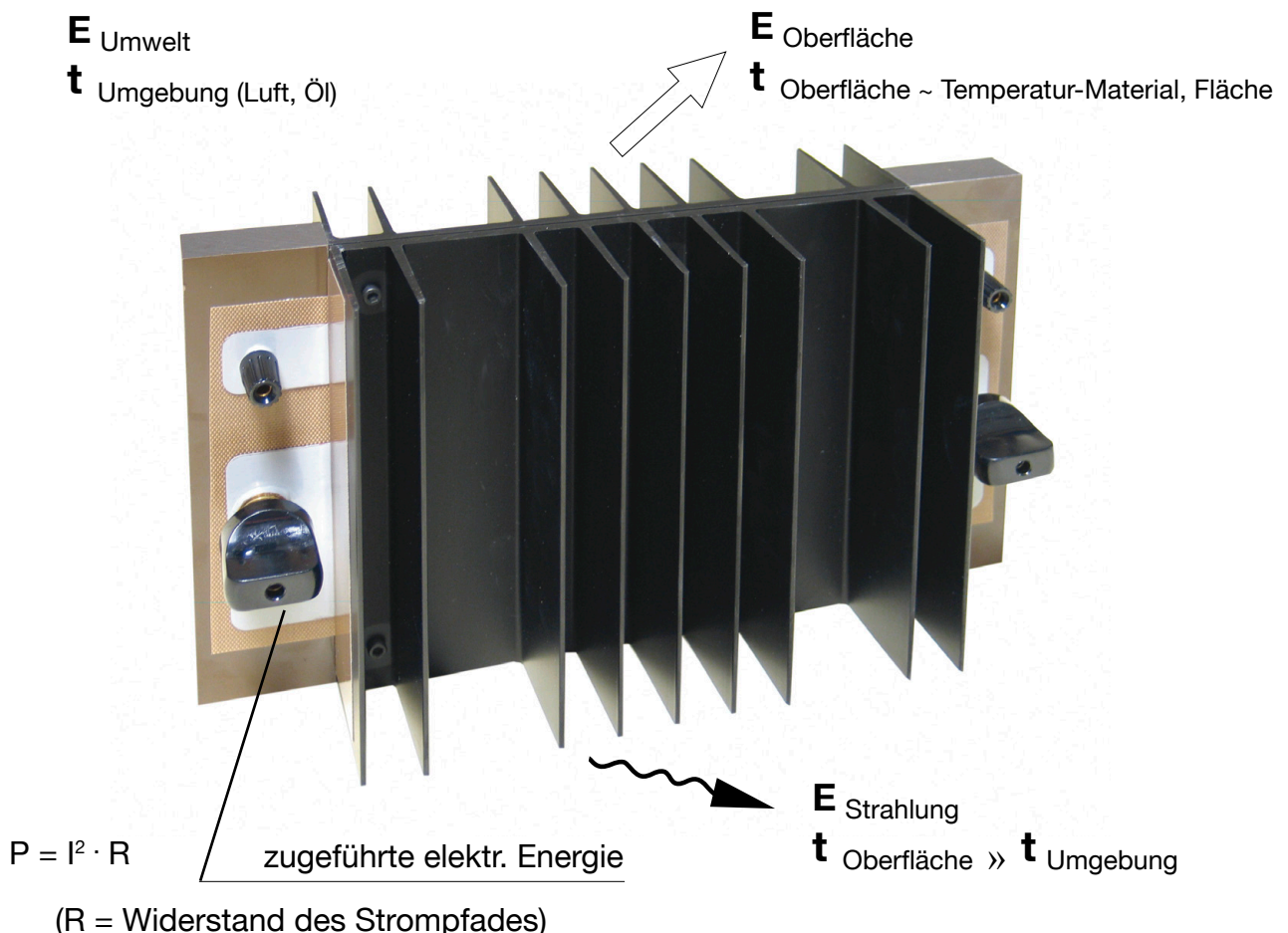
## Betriebsbedingungen

Der bescheinigte Wert mit den entsprechenden Angaben der Messunsicherheit bezieht sich auf die angegebenen Umwelteinflüsse (Referenzbedingungen), die während der Messungen vorherrschten.

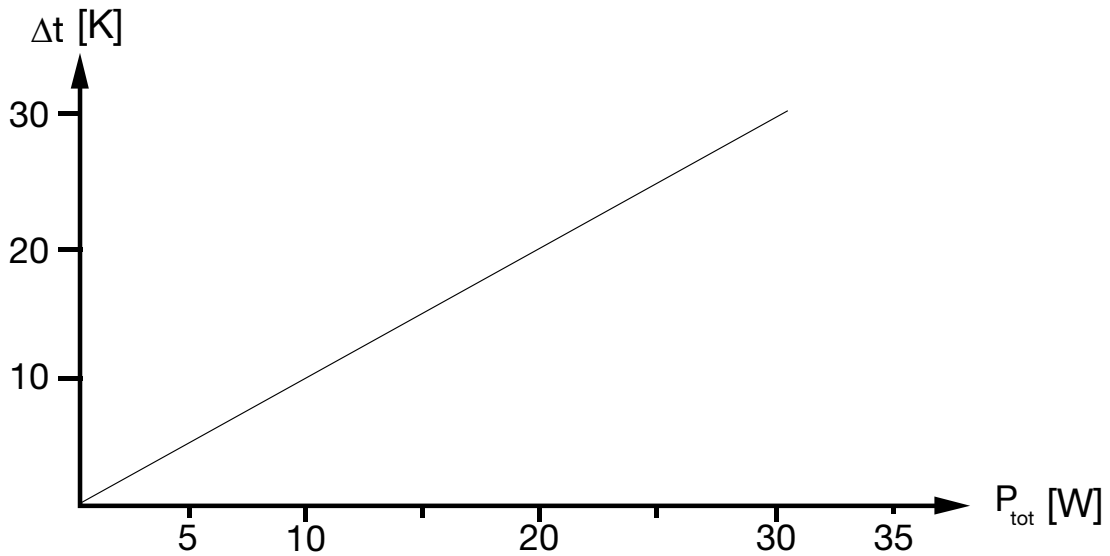
Als hauptsächliche Einflussgrößen zählen Energie und Zeit.

Lässt sich der Einfluss "Energie" mit entsprechenden Mitteln (z.B. Klimaregelte Einsatzorte, Wahl des gleichen Messstromes ect.) jederzeit reproduzieren, so ist dies bei der Einflussgröße "Zeit" nicht möglich. Zeit lässt sich nicht zurückdrehen" - doch dazu später.

### Umwelteinfluss Energie

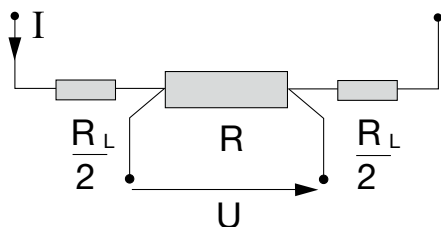


## Kennlinie der Temperaturüberhöhung



Kühlkörpertemperatur = Umgebungstemperatur + Temperaturüberhöhung

$P_{\text{tot}}$  = Verlustleistung  
 $t_u$  = Umgebungstemperatur  
 $\Delta t$  = Temperaturüberhöhung über Verlustleistung



bei  $R = 1 \text{ m}\Omega \rightarrow R_L \leq 6 \text{ m}\Omega$

bei  $R = 10 \text{ m}\Omega \rightarrow R_L \leq 8 \text{ m}\Omega$

bei  $R = 100 \text{ m}\Omega \rightarrow R_L \leq 12 \text{ m}\Omega$

( $R_L$  = Widerstand des Strompfades)

Der Messwiderstand befindet sich im "System Umwelt" und wird von seiner Umgebungstemperatur beeinflusst, d.h. seine Oberflächentemperatur folgt, je nach Zeitkonstante, schnell oder langsam einem Wechsel der Umgebungstemperatur bzw. nimmt bei temperatur geregelter Umwelt, z.B. im Ölbad, diese Temperatur an.

Wird nun diesem Widerstand elektrische Energie (Leistung) zugeführt, stört dies das Temperaturgleichgewicht. Die elektrische Leistung wird in Wärme umgesetzt und führt zu einer Temperaturüberhöhung der Oberfläche gegenüber der Umgebungstemperatur.

Es erfolgt eine Wärmeübertragung entsprechend dem umgebenden Medium, der Oberfläche und der Temperatur.

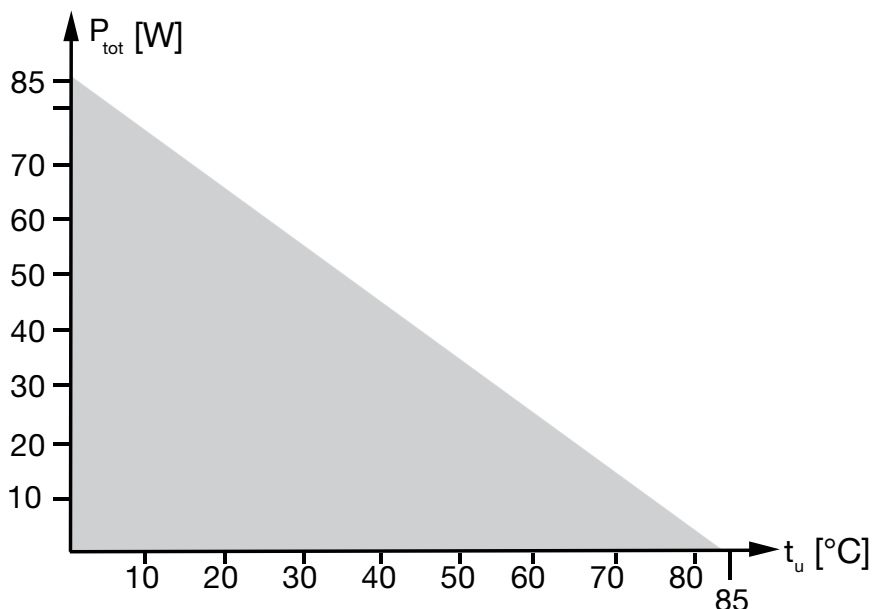
Bei sehr hohen Oberflächentemperaturen fügt sich die Energieabgabe durch Strahlung dazu.

Die Wärmeableitung gegen Luft- der Wärmewiderstand  $R_{\text{th}}$  - beträgt beim Typ 1282 1 K/W, d.h. je W zugeführter Leistung erhöht sich die Oberflächentemperatur um 1 K gegenüber der Umgebungstemperatur.

## Grenzlastkurve

Aus dieser Beziehung lässt sich ebenfalls die eingänglich erwähnte Forderung auf Einhaltung der Grenztemperatur darstellen.

Die Grenzlastkurve gibt die Abhängigkeit der maximal zulässig zugeführten elektrischen Leistung von der Umgebungstemperatur wieder.



Bei 85 °C Umgebungstemperatur dürfen (theoretisch) nicht mehr als "0 W" zugeführt werden

Bei 0 °C Umgebungstemperatur können 85 W zugeführt werden.

$$P_{tot} \cdot R_{th} \leq 85 \text{ °C}$$

$$85 \text{ W} \cdot 1 \text{ K/W} = 85 \text{ °C}$$

Um den Leistungsbereich voll auszuschöpfen, empfiehlt sich also, den Widerstand bei möglichst niedrigen Umgebungstemperaturen einzusetzen. Der Anbringungsort sollte sorgfältig ausgewählt werden, z.B. nicht in die Nähe von Wärmeerzeugern bringen.

Eine freie Luftzirkulation, z.B. durch natürliche Wärmekonvektion darf nicht behindert sein. Als sicherstes Einsatzmedium empfiehlt sich Luft bei entsprechender Belastung und konstanter Umgebungstemperatur.

Der Betrieb im Ölbad ist jedoch auch möglich. Die nichtmetallischen Teile (verstärkte Hartfaser) sind für diesen Einsatz geeignet.

Die Möglichkeit, den Widerstand in Wasser einzusetzen, besteht ebenfalls. Jedoch sollte das Wasser weniger aggressiv sein. Eine Langzeiteinwirkung auf die Metallteile (Cu-Klemmen/Al-Kühlkörper) kann dabei jedoch nicht ausgeschlossen werden. Eine Veränderung des Nennwertes durch Reaktion mit dem Medium (Wasser/Öl) ist ebenfalls nicht ausgeschlossen.

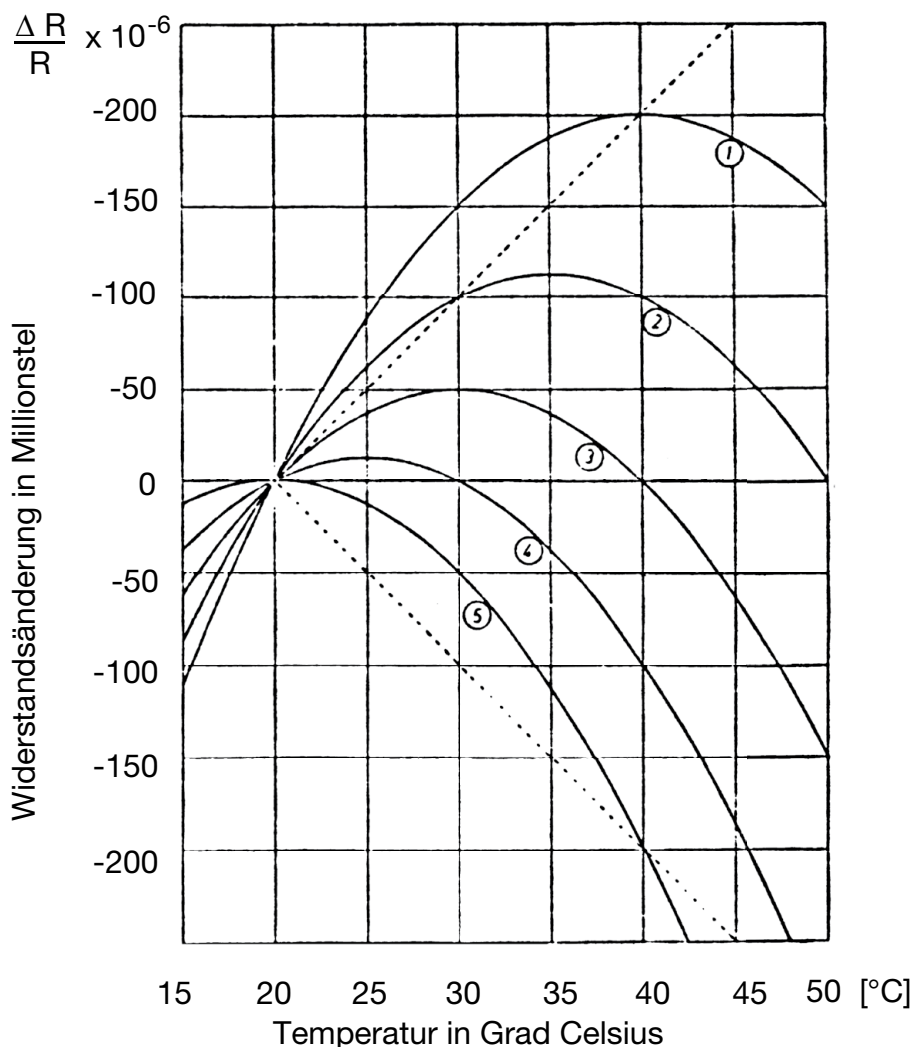
## Toleranz

Die Grenzlastkurve gibt die maximal mögliche Leistung wieder, der ein Widerstand bei bekannter Umgebungstemperatur ausgesetzt werden darf [ $P_{\text{tot}} = f(t_u)$ ]. Eine Aussage; inwieweit die Widerstandstoleranz durch die Temperatur beeinflusst wird, ist nicht enthalten.

Die Abhängigkeit des Widerstandswertes von der Temperatur ist durch die Wahl des Materials, MANGANIN<sup>®</sup>, günstig beeinflusst.

MANGANIN<sup>®</sup> stellt eine Legierung dar, die sich durch geringe Temperaturabhängigkeit und gute Langzeitstabilität auszeichnet.

Die Widerstandsänderung in Abhängigkeit von der Temperatur dargestellt, ergibt folgende Kurven:



Die Abweichungen 1 ... 5 im Diagramm sind durch verschiedene Chargen (kleine Änderungen in der Legierungszusammensetzung bzw. in der Verarbeitung, wie z.B. verschiedene Abkühlgeschwindigkeiten) in der Materialherstellung bedingt.



Der Kurvenverlauf (Parabel)  $R_{(t)} = f(t)$  lässt sich ausdrücken als

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha_{20} (t - 20) + \beta (t - 20)^2]$$

wobei

$R_t$  = Widerstandswert bei Temperatur  $t$

$R_{20}$  = Widerstandswert bei 20 °C

$$\alpha_{20} = 0 \dots 20 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}; \beta = - 0,59 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}^2$$

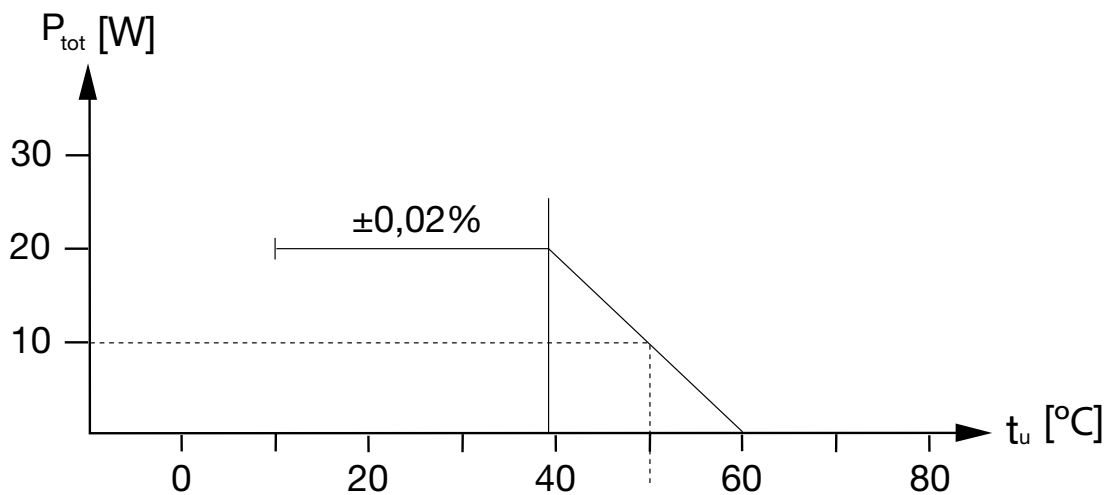
entsprechend den verschiedenen Kurvenformen.

Durch die Angabe der Klassengenauigkeit und der (wenn auch geringen) Temperaturabhängigkeit wird der Anwendungsbereich (siehe Grenzlastkurve) weiter eingengt.

Jede Abweichung von den Referenzbedingungen ( $t$  umgeb.,  $I$  mess) des Prüfprotokolls hat eine veränderte Widerstandstemperatur und somit ein vom Messwert abweichendes Ergebnis zur Folge.

Um innerhalb der angegebenen Toleranzen zu bleiben, muss die Energie, die zur Erwärmung führt ( $P_{\text{tot}}$ ,  $t$  umgeb.), innerhalb festgelegter Grenzen bleiben.

Dies führt zur **Lastminderungskurve**.



Der Lastminderungskurve ist die max. Belastbarkeit bei verschiedenen Umgebungstemperaturen in Abhängigkeit des Erwärmungsfehlers durch die Belastung zu entnehmen.

Beispiel:  $t_u$  max. 50 °C, akzeptiertes  $\Delta R$  durch Temperatureinfluss 0,02 % ergibt max. zulässige Belastung von 10 W.

Diese Kurve ergibt sich aus der Beziehung:

$$\text{Gl 1: } R_t = R_{20} [1 + \alpha_{20} (t_x - 20) + \beta (t_x - 20)^2]$$

Kennlinie für MANGANIN®

$$\text{Gl 2: } \frac{KI}{100} = \frac{R_t}{R_{20}} - 1$$

$R_t$  = Widerstandswert bei Temperatur  $t$

$R_{20}$  = Widerstandswert bei Temperatur 20 °C

$KI$  =  $\pm 0,02$

$\alpha_{20}$  =  $0 \dots 20 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$

$\beta$  =  $-0,59 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}^2$

Gl 1 mit Gl 2 umgeformt und nach Temperatur  $t$  aufgelöst, ergibt die Gl 3:

$$t \text{ 1/2} = \frac{1}{\beta} \left[ \frac{\alpha_{20}}{-2} \pm \sqrt{\left(\frac{\alpha_{20}}{2}\right)^2 + \beta \underbrace{\left(\frac{R_t - 1}{R_{20}}\right)}_{\pm KI}} \right] + 2$$

Der Widerstand der Genauigkeitsklasse 0,02 % hat folgende Temperaturgrenzen:

$$t1 = + 11,9 \text{ °C}; \quad t2 = + 61,9 \text{ °C}$$

Die Lastminderungskurve berücksichtigt den Zusammenhang zwischen Temperatur und Genauigkeitsklasse, wobei die Temperatur als Funktion der zugeführten Leistung (y-Koordinate) und Umgebungstemperatur (x-Koordinate) ausgedrückt wird.

## Einflussgröße Zeit

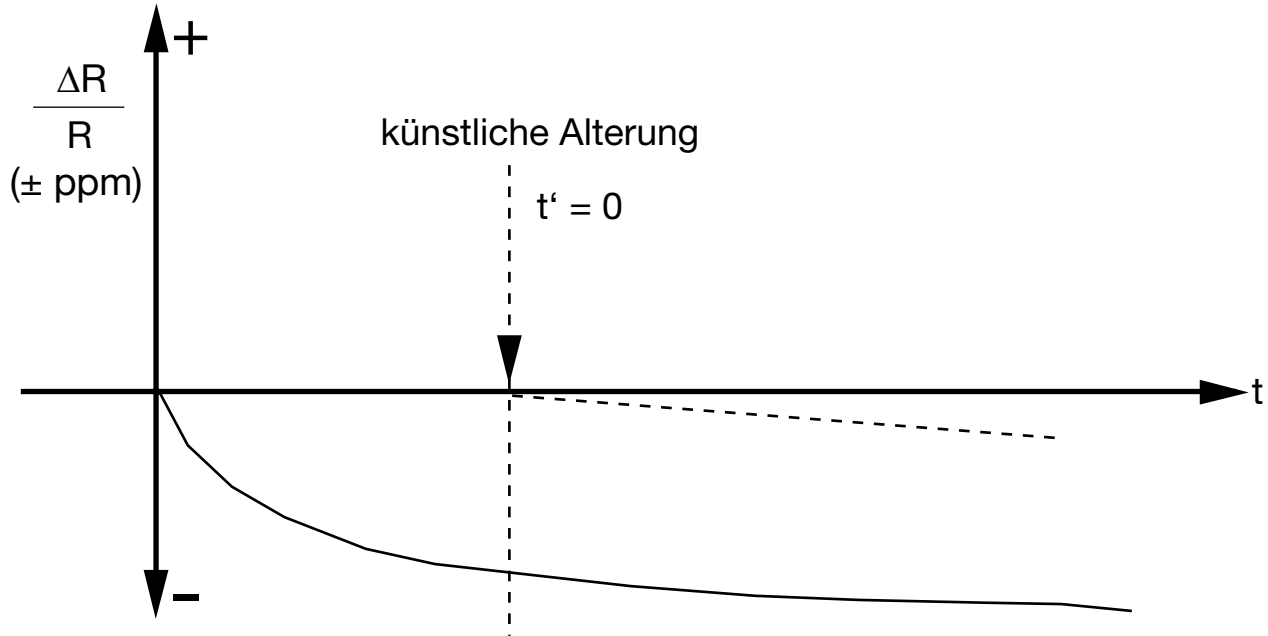
Von verschiedenen Faktoren abhängig, verändert ein zu einem bestehenden Zeitpunkt angeglichener Widerstand seinen ursprünglichen Wert (Langzeitstabilität).

Die wichtigsten Faktoren hierzu ergeben sich aus Material, Mechanik, Alterung und Beeinflussung (Betrieb).

MANGANIN® als Ausgangsmaterial weist eine sehr gute Langzeitstabilität auf. Durch eine günstige mechanische Konstruktion werden die Widerstandsbleche im Innern spannungsfrei befestigt. Dies bewirkt eine weitere günstige Beeinflussung. Eine künstliche Alterung schließt sich dem Erstabgleich an und bewirkt ein Überspringen der steilen Kurve der Widerstandsveränderung in Abhängigkeit von der Zeit. Der Endwert (Prüfprotokoll) wird erst nach dieser Alterung ermittelt. Die Kurve befindet sich hier bereits in einem Bereich geringerer Steigung. Die Langzeitstabilität beträgt  $< 0,01 \text{ %}$  über Jahre.

Durch periodische Messungen lässt sich das Langzeitverhalten durch den gleichmäßigen Verlauf in Grenzen vorbestimmen.

Dazu empfehlen sich periodische Messungen mit DKD/DAkKS-Kalibrierschein in unserem Kalibrierlabor.



## DKD/DAkKS-Kalibrierschein

Das Kalibrierlaboratorium D-K-15141-01-00 von burster präzisionsmesstechnik gmbh & co kg ist durch die DAkKS (Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH) nach ISO 17025 akkreditiert und überwacht.

Es kann seinen Status durch eine Akkreditierungsurkunde nachweisen und ist berechtigt, Kalibrierscheine mit dem Logo DAkKS und dem Logo DKD (Deutscher Kalibrierdienst) auszustellen.

Der Inhalt der Kalibrierscheine entspricht den Vorgaben der DAkKS. Diese Kalibrierscheine sind durch multilaterale Verträge international anerkannt.

Die Präzisions-Hochlast-Messwiderstände vom Typ 1282 können mit einem DKD/DAkKS-Kalibrierschein geliefert werden.

Die Messunsicherheit beträgt dabei im günstigsten Fall  $\pm 1 \cdot 10^{-5}$  vom Messwert.

## Werkskalibrierschein

Für die Kalibrierwiderstände kann auch ein Werkskalibrierschein erstellt werden. Dieser beinhaltet die Nachweisbestätigung für die Rückführbarkeit auf nationale Normale sowie eine Protokollierung aller gemessenen Werte und deren Abweichungen.

## Technische Daten

Widerstands-Fertigungsbereich:	1 mΩ - 100 mΩ, jeder beliebige Widerstandswert in diesem Bereich ist lieferbar.
Fehlertoleranz:	0,02 %
Abgleichtemperatur:	23 °C
Widerstandsmaterial:	MANGANIN®
Temperaturkoeffizient:	< 10 ppm/K
Temperaturabhängigkeit:	$R_t = R_{20} [(1 + \alpha_{20} (t - 20) + \beta (t - 20)^2)]$ $\alpha_{20} = 0 \dots 20 \cdot 10^{-6}$ $\beta = - 0,59 \cdot 10^{-6}$
Langzeitstabilität:	< 0,01 % über Jahre
Dauerbelastung:	20 W
Kurzzeitüberlastung:	ca. 90 W < 1 min
Grenzlast:	60 W bei 25 °C Umgebungstemperatur
Grenzstrom (bei 1 mΩ):	200 A
Oberflächentemperatur:	max. 85 °C, resultiert aus Wärmewiderstand + Umgebungstemperatur
Wärmewiderstand:	1 K/W
Aufbau:	Widerstandskörper aus Manganinblech in 4-Leitertechnik, mechanisch spannungsfrei montiert zwischen 2 Kühlkörper, Stromanschluss über entsprechend dimensionierte Schraubklemmen, Potentialabgriff über Cu-Klemmen.
Kapazität C <sub>R</sub> :	< 4 nF, Widerstandskörper gegen Kühlkörper
Spannungsfestigkeit:	Prüfspannung 1950 V <sub>DC</sub>
Zul. Potential:	42 V gegen Kühlkörper, bei höheren Spannungen ist isolierte Montage erforderlich
Isolationswiderstand R <sub>IS</sub> :	> 100 MΩ, Kühlkörper gegen Widerstandselement
Spezifikationen:	nach DIN EN 60477
Maße (B x H x T):	265 x 100 x 150 [mm]
Gewicht:	ca. 2,3 kg