

Inhaltsübersicht	Seite
Vertretungen / Distributoren	A 2 - A 3
Allgemeine technische Daten	A 4 - A 17
Kohleschicht-Trimmwiderstände	2 - 13
Cermet-Trimmwiderstände	14 - 42
SMD Cermet-Trimmwiderstände	43 - 52
Draht-Trimmwiderstände	53 - 57
Dämpfungssteller	58 - 64
Kohleschicht-Drehwiderstände	65 - 70
Cermet-Drehwiderstände	71 - 75
Leitplastik-Drehwiderstände	76 - 80
Draht-Drehwiderstände	81 - 87
Hochlast-Draht-Drehwiderstände	88 - 91

Dänemark:	J. D. Friderichsen A/S 46, Sydmarken 2860 Soborg Telefon: 07 02 / 72 327 Telefax: 07 02 / 72 337 Email: jdf@jdf.dk Website: www.jdf.dk	Norwegen:	EC partner AS Bjernerudveien 24, 1266 Oslo Telefon: 0 22 / 76 66 00 Telefax: 0 22 / 76 66 01 Email: component@ecpartner.no Website: www.ecpartner.no
Finnland:	Yleiselektronikka Oyi Box 73 - Luomanoitko 6 02201 Espoo Telefon: 09 / 45 26 21 Telefax: 09 / 45 26 22 02 Email: webmaster@yeoy.fi Website: www.yeoy.fi	Österreich:	Eltrona-RKT Rottenmanner Kabel-Technik GmbH Moßbachgasse 18 1140 Wien Telefon: 01 / 9 14 28 30 Telefax: 01 / 9 14 28 30-35 Email: webmaster@eltrona-rkt.at Website: www.eltrona-rkt.at
Frankreich:	TT electronics France 17 Rue de Kefir Senia 418 94567 Orly-Cedex Telefon: 01 / 45 12 38 80 Telefax: 01 / 46 87 67 86 Email: sales@ttelectronics.fr Website: www.ttelectronics.fr	Schweden:	TT Sweden Salchow Elektronik AB, Box 190 Krossgatan 30 b 16250 Vällingby Telefon: 08 / 38 01 20 Telefax: 08 / 7 39 97 84 Email: salchow@telia.com
Großbritannien:	AB Electronic Ltd. Spring Gardens Romford, Essex RM7 9LP Telefon: 0 17 08 / 76 22 22 Telefax: 0 17 08 / 76 29 81 Email: info@abelectronic.com Website: www.abelectronic.com	Schweiz:	Vibratec AG Industriestraße 21 5507 Mellingen Telefon: 0 56 / 4 91 01 81 Telefax: 0 56 / 4 91 01 88 Email: info@vibratec.ch Website: www.vibratec.ch
Griechenland:	V.O.P. Cables G. Parpanelas S.A. Special Cables Street Protomagias 57009 Kalohori, Thessaloniki Telefon: 0 31 / 0 75 49 19 Telefax: 0 31 / 0 75 24 11 Email: parg@otenet.gr Website: www.parpanelas.gr	Südafrika:	Pace Electronic Com. Ltd. Box 701 Isando 1600, Transvaal Telefon: 0 11 / 9 74 12 11/6 Telefax: 0 11 / 9 74 12 71
Italien:	Fast Elettronica Italiana S.p.A. Via Rovetta 35 20127 Milano Telefon: 02 / 2 61 01 41 Telefax: 02 / 2 82 22 87 Email: sales@fastelettronica.com Website: www.fastelettronica.com	Taiwan:	Sea Union Engineering Enterprise Ltd. 9F-1, No. 19-3 San-Chung Rd., Nan-Kang, Software Park Taipei, Taiwan Telefon: 02 / 26 55 39 89 Telefax: 02 / 26 55 39 18 Email: seaunion@ms2.hinet.net
Niederlande:	elincom electronics bv Klaverbaan 101-103 2908 KD Capelle aan den IJssel Telefon: 0 10 / 2 64 02 70 Telefax: 0 10 / 2 64 02 75 Email: info@elincom.nl Website: www.elincom.nl	Ukraine/ Rußland:	SEA Electronic Components Off. 809, 3 Solomenskaya St. Kyiv, 03110 Ukraine Telefon: 0 44 / 4 90 51 08 Telefax: 0 44 / 2 48 92 18 Email: info@sea.com.ua Website: www.sea.com.ua

Für Erweiterungen und Änderungen siehe unsere Website: [www.ab-sachsen.de](http://www.ab-sachsen.de)

## Distributoren Inland in alphabetischer Reihenfolge:

4D electronic GmbH  
Gewerbestraße 64/1  
75015 Bretten  
Telefon: 0 72 52 / 9 65 20  
Telefax: 0 72 52 / 96 52 49  
Email: [info@4d-electronic.de](mailto:info@4d-electronic.de)  
Website: [www.4d-electronic.de](http://www.4d-electronic.de)

AX electronic GmbH  
Treffurter Weg 27  
99974 Mühlhausen  
Telefon: 0 36 01 / 8 89 60  
Telefax: 0 36 01 / 88 96 66  
Email: [info@ax-electronic.de](mailto:info@ax-electronic.de)  
Website: [www.ax-electronic.de](http://www.ax-electronic.de)

Henskes Electronic Components GmbH  
Bremer Straße 7  
30880 Laatzen  
Telefon: 0 51 02 / 9 38 10  
Telefax: 0 51 02 / 93 81 99  
Email: [info@henskes.com](mailto:info@henskes.com)  
Website: [www.henskes.com](http://www.henskes.com)

Konfektronik GmbH  
Elektronische Bauteile  
Am Spielacker 2-4  
63571 Gelnhausen  
Telefon: 0 60 51 / 9 65 00  
Telefax: 0 60 51 / 96 50 50  
Email: [info@konfektronik.de](mailto:info@konfektronik.de)  
Website: [www.konfektronik.de](http://www.konfektronik.de)

Mütron  
Müller GmbH & Co. KG  
Theodor-Barth-Straße 30  
28832 Achim  
Telefon: 04 21 / 3 05 60  
Telefax: 04 21 / 3 05 61 17  
Email: [info@muetron.de](mailto:info@muetron.de)  
Website: [www.muetron.de](http://www.muetron.de)

Semtech GmbH  
Vertrieb elektronischer Bauelemente  
Schleifweg 7  
90518 Altdorf-Ludersheim  
Telefon: 0 91 87 / 9 73 80  
Telefax: 0 91 87 / 90 44 14  
Email: [zentrale@semtech.de](mailto:zentrale@semtech.de)  
Website: [www.semtech.de](http://www.semtech.de)

Werner GmbH  
Alte Straße 2  
01731 Kreischa  
Telefon: 03 52 06 / 24 50  
Telefax: 03 52 06 / 2 45 28  
Email: [werner@werner-electronic.de](mailto:werner@werner-electronic.de)  
Website: [www.werner-electronic.de](http://www.werner-electronic.de)

Für Erweiterungen und Änderungen siehe unsere Website: [www.ab-sachsen.de](http://www.ab-sachsen.de)

## Übersicht:

- 1.0 Verwendete Normen und Spezifikationen
- 2.0 Begriffe
- 3.0 Prüfungen
- 4.0 Wellenenden, Befestigungsmittel und Anschlüsse
- 5.0 Vorzugswerte für den Gesamtwiderstand
- 6.0 Kennzeichnung der Potentiometer
- 7.0 Bauartspezifikationen

### 1.0 Verwendete Normen und Spezifikationen

aufgeführt sind zum Stand 09/2004 gültige Normen

#### 1.1 Normen über Potentiometer

DIN EN 60062	Kennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren
DIN IEC 60063	Vorzugsreihen für die Nennwerte von Widerständen und Kondensatoren
DIN IEC 60393-1	Potentiometer zur Verwendung in Geräten der Elektronik Fachgrundspezifikation
DIN 41450-1	Trimpotentiometer mit Einstellung durch Gewindespindel oder direktes Drehen
DIN 41450-2	Begriffe, Anforderungen, Meß- und Prüfverfahren 1-Gang-Drehpotentiometer
DIN 41591	Begriffe, Anforderungen, Meß- und Prüfverfahren
DIN 45922-1	Wellenenden für elektrisch-mechanische Bauelemente
DIN 45922-11	Fachgrundspezifikation: Potentiometer (CECC 41000)
DIN 45922-12	Rahmenspezifikation: Trimpotentiometer (CECC 41100)
DIN 45922-13	Rahmenspezifikation: Hochbelastbare Potentiometer (CECC 41200)
DIN 45922-14	Rahmenspezifikation: Niedrig belastbare 1-Gang-Drehpotentiometer (CECC 41300)
DIN 45922-112	Rahmenspezifikation: Präzisionsdrehpotentiometer (CECC 41400)
DIN 45922-121	Vordruck für Bauartspezifikation: Trimpotentiometer (CECC 41102) (Gütebestätigungsstufe M)
DIN 45922-122	Vordruck für Bauartspezifikation: Hochbelastbare Potentiometer (Gütebestätigungsstufe S) (CECC 41201)
DIN 45922-131	Vordruck für Bauartspezifikation: Hochbelastbare Potentiometer (Gütebestätigungsstufe M) (CECC 41202)
DIN 45922-141	Vordruck für Bauartspezifikation: Niedrig belastbare 1-Gang- Drehpotentiometer (CECC 41301)
DIN 45922-141	Vordruck für Bauartspezifikation: Präzisions-Drehpotentiometer (CECC 41401)
DIN EN 141101	Vordruck für Bauartspezifikation: Trimpotentiometer

#### 1.2 Normen für Prüfverfahren und Stichprobenkontrollen

DIN EN 60068-1	Umweltprüfungen, Allgemeines und Leitfaden
DIN EN 60068-2-1	Prüfgruppe A: Kälte
DIN EN 60068-2-2	Prüfgruppe B: Trockene Wärme

DIN EN 60068-2-6	Prüfung Fc: Schwingen, sinusförmig
DIN EN 60068-2-13	Prüfgruppe M: Niedriger Luftdruck
DIN EN 60068-2-14	Prüfung N: Temperaturwechsel
DIN EN 60068-2-17	Prüfung Q: Dichtheit
DIN IEC 60068-2-20	Prüfgruppe T: Löten
DIN EN 60068-2-21	Prüfung U: Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse und integrierter Befestigungsmittel
DIN EN 60068-2-27	Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken
DIN EN 60068-2-30	Prüfung Db und Leitfaden: Feuchte Wärme, zyklisch
DIN EN 60068-2-45	Prüfung XA und Leitfaden: Tauchen in flüssige Reinigungsmittel
DIN EN 60068-2-78	Prüfung Cab: Feuchte Wärme, konstant
DIN ISO 2859-1	Annahmestichprobenprüfung (Attributprüfung, AQL)

## 1.3. Maßangaben

Maßangaben im Katalog sind unverbindlich. Muster und Einbauzeichnungen mit Toleranzangaben stellen wir auf Anforderung gerne zur Verfügung.  
Technische Änderungen und Verbesserungen an unseren Erzeugnissen behalten wir uns vor.

## 2.0 Begriffe nach DIN IEC 60 393-1 und DIN 45922-1

### 2.1 Potentiometer

Ein Potentiometer ist ein Bauelement mit drei Anschlüssen zur Verwendung als einstellbarer Spannungsteiler oder Widerstand. Zwei der Anschlüsse sind mit den Enden eines Widerstandselementes verbunden und sein dritter Anschluß führt zu einem beweglichen Kontakt, der mechanisch über das Widerstandselement geführt werden kann.

#### 2.1.1 Trimmwiderstand

Ein Trimmwiderstand ist ein Potentiometer mit zwei oder drei Anschlüssen, das seiner einfachen Bauart entsprechend nur gelegentlich und vorzugsweise mit einem Werkzeug auf einen Spannungs- oder Widerstandswert eingestellt wird, wobei die Anzahl der Bewegungen des Schleifkontaktes deutlich geringer ist als bei einem Potentiometer für allgemeine Verwendung.

#### 2.1.2 Drehpotentiometer (ein- oder mehrgängig)

Ein Drehpotentiometer ist ein Potentiometer mit einer Welle als Betätigungsvorrichtung, das die häufige Einstellung betriebsmäßig veränderbarer Spannungs- oder Widerstandswerte erlaubt.

#### 2.1.3 Hochbelastbare Potentiometer

Ein hochbelastbares Potentiometer ist ein Potentiometer mit zwei oder drei benutzten Anschlüssen und einer Belastbarkeit des Widerstandselementes vorzugsweise oberhalb 4 W, bei dessen Konstruktion und Bemessung die Eigenerwärmung eine wesentliche Rolle spielt.

#### 2.1.4 Präzisionspotentiometer

Ein Präzisionspotentiometer ist ein Potentiometer, bei dem der Spannungs- oder Widerstandswertverlauf zwischen einem Endanschluß und dem Schleiferanschluß in Abhängigkeit von der Stellung der Einstellvorrichtung hinreichend genau einem vorgegebenen Gesetz folgt, um es für Meß-, Steuer- und Regelaufgaben verwenden zu können. Einstellvorrichtung, Element und Schleifer sind für hohe Lebensdauer und Präzision ausgelegt und meist für Servobetätigung geeignet.

#### 2.1.5 Tandempotentiometer

Ein Tandempotentiometer besteht aus zwei oder mehr Teilpotentiometern, die durch eine gemeinsame Welle betätigt werden. Gleichlaufforderungen können berücksichtigt werden.

#### 2.1.6 Mehrfachpotentiometer (Doppelpotentiometer)

Ein Mehrfachpotentiometer besteht aus zwei oder mehr Teilpotentiometern, die unabhängig voneinander durch konzentrische Wellen betätigt werden.

#### 2.1.7 Dämpfungssteller

Dämpfungssteller sind hochfrequenztaugliche (bis etwa 1.000 MHz) Tandem-Trimmpotentiometer überwiegend mit Einstellung durch gemeinsame Gewindespindel, deren Teilpotentiometer in einem Gehäuse so angeordnet und bemessen sind, daß unabhängig von der eingestellten Dämpfung der vom Eingang und der vom Ausgang gesehene Widerstand gleich dem vorgegebenen Wert des Wellenwiderstandes bleibt.

### 2.2 Betätigung

#### 2.2.1 Einstellvorrichtung

Die Einstellvorrichtung betätigt den Schleifer des Potentiometers. Sie kann als Welle, als Schieber, als Gewindespindel, nur mit Werkzeug zugänglich oder als Servoanschluß ausgebildet sein.

#### 2.2.2 Anschläge

Anschläge begrenzen mechanisch die Bewegung des Schleifers. Sie dürfen höchstens mit einer vorgegebenen Kraft (Drehmoment) beansprucht werden.

#### 2.2.3 Rutschkupplungen

Eine Rutschkupplung ist eine Vorrichtung, die das Weiterdrehen der Einstellvorrichtung erlaubt, nachdem der Schleifer die Anschläge am Ende der Widerstandsbahn erreicht hat. Sie entkoppelt Schleifer und Einstellvorrichtung mechanisch, wenn eine vorgegebene Kraft in der Rutschkupplung überschritten wird. Damit verhindert sie mechanische Schäden an Schleifer, Anschlägen und Einstellvorrichtung an den Enden des mechanischen Stellbereich; gegebenenfalls sind dynamische Kräfte durch Begrenzen der Drehgeschwindigkeit klein zu halten.

#### 2.2.4 Bezeichnung der Anschlüsse

Die Anschlüsse des Potentiometers werden wie folgt gekennzeichnet:

a ist der Endanschluß, der dem Schleifer elektrisch am nächsten liegt, wenn die Welle ganz nach links gedreht ist.

b ist der Schleiferanschluß

c ist der andere Endanschluß.

Statt der Bezeichnung a, b und c werden auch die Ziffern 1, 2 und 3 oder A, S und E verwendet. Die Bezeichnung kann insbesondere bei linearen Potentiometern fehlen. Die Bezeichnung weiterer Anschlüsse ist erforderlichenfalls in der Beschreibung des Potentiometers angegeben.

## 2.2.5 Drehrichtung

Die Drehrichtung wird bezeichnet als "im Uhrzeigersinn" oder "gegen den Uhrzeigersinn", wobei eine Draufsicht auf die Seite des Potentiometers zugrunde gelegt wird, die das Einstellelement enthält. Wo diese Stelle nicht einwandfrei erkennbar ist, ist sie, wie in der Bauartspezifikation angegeben, zu kennzeichnen.

## 2.3 Klimatische Prüfklasse (siehe DIN EN 60068-1)

Die klimatische Prüfklasse gibt in Kurzform an, welchen Schärfegraden der hauptsächlichen Umweltprüfungen das Potentiometer im Rahmen der angegebenen Stabilität standhält. Sie kann unter Berücksichtigung des Potentiometers herangezogen werden. Die Prüfklasse wird in folgender Form genannt:

ab/cde/fg

Darin bedeuten: ab = Schärfegrad der Prüfung „Kälte“, angegeben durch die untere Kategorietemperatur.

cde = Schärfegrad der Prüfung „Trockene Wärme“, angegeben durch die obere Kategorietemperatur.

fg = Schärfegrad der Prüfung „Feuchte Wärme, konstant“, angegeben durch deren Dauer in Tagen.

Beispiel: Prüfklasse 25/125/21 gibt an, daß die untere Kategorietemperatur -25 °C, die obere Kategorietemperatur 125 °C und die Dauer der Feuchteprüfung 21 Tage beträgt.

Die Dauer der Prüfung „Feuchte Wärme, zyklisch“ ist fest mit der Prüfklasse verknüpft. Die Schärfegrade der weiteren Umgebungsprüfungen werden in der Beschreibung des Potentiometers (wenn zutreffend in der Bauartspezifikation) angegeben.

### 2.3.1 Untere Kategorietemperatur

Die untere Kategorietemperatur ist die niedrigste Umgebungstemperatur, bei der ein Potentiometer für dauernden Betrieb vorgesehen ist.

### 2.3.2 Obere Kategorietemperatur

Die obere Kategorietemperatur ist die höchste Umgebungstemperatur, bei der ein Potentiometer für dauernden Betrieb vorgesehen ist, während es mit dem Teil seiner Nennbelastbarkeit belastet ist, die als Kategoriebelastbarkeit bezeichnet wird.

### 2.3.3 Kategorietemperaturbereich

Der Kategorietemperaturbereich ist der Temperaturbereich zwischen der unteren und der oberen Kategorietemperatur. In ihm ist das Potentiometer für dauernden Betrieb vorgesehen.

### 2.3.4 Oberflächentemperatur

Die Oberflächentemperatur ist die unter vorgegebenen Bedingungen gemessene Temperatur an einer festgestellten Stelle der Oberfläche des Potentiometers. Dies kann die wärmste Stelle der Oberfläche (nur bei einfachen Konstruktionen) oder die wärmste Stelle des (offenen) Widerstandselementes oder eine Stelle an der Lagerung der Betätigungsvorrichtung oder an der Befestigungsvorrichtung sein. Sie wird üblicherweise nur bei hochbelastbaren Potentiometern verwendet.

### 2.3.5 Stabilität

Die Stabilität gibt an, welche Änderung des Gesamtwiderstandswertes bei den Langzeitprüfungen höchstens auftreten darf. Ihr sind die zulässigen Änderungen bei den anderen Prüfungen und anderer Kennwerte zugeordnet.

## 2.4 Nennwerte und Eigenschaften

Alle Nennwerte und Eigenschaften außer der Belastbarkeit werden für das Bezugsklima nach DIN EN 60068-1 genannt:

Temperatur 20 °C, Luftdruck 101,3 kPa.

Sie gelten im wesentlichen unverändert im Bereich der klimatischen Normalbedingungen für Prüfungen nach DIN EN 60068-1:

Temperatur	15 °C	bis	35 °C
relative Feuchte	25 %	bis	75 %
Luftdruck	86 kPa	bis	106 kPa (860 - 1060 mbar)

Außerhalb dieses Bereiches sind die Angaben in der Beschreibung des Potentiometers (Bauartspezifikation) zu berücksichtigen.

### 2.4.1 Nennwiderstandswert $R_N$

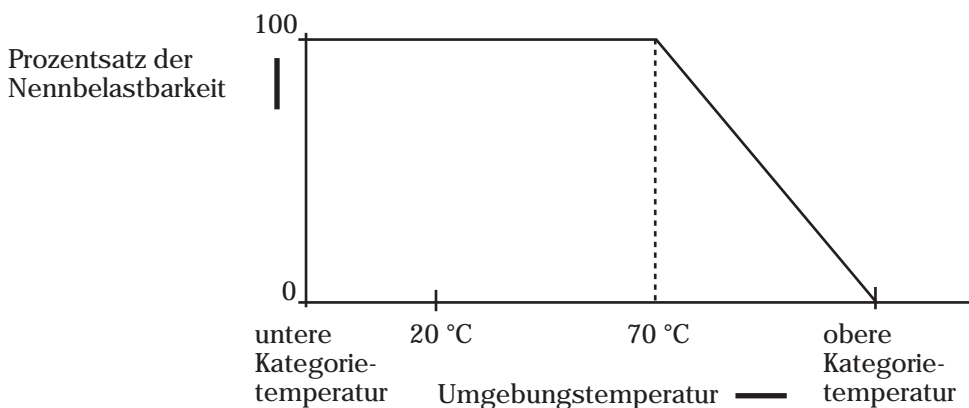
Der Nennwiderstandswert dient der Bezeichnung des Potentiometers. Er entspricht in der Regel dem Gesamtwiderstandswert des Widerstandselementes gemessen zwischen den Anschlüssen a und c.

### 2.4.2 Nennbelastbarkeit $P_N$

Die Nennbelastbarkeit ist die höchste elektrische Belastung in W des Widerstandselementes des Potentiometers zwischen den Anschlüssen a und c bei einer Umgebungstemperatur von 70 °C unter den Bedingungen der elektrischen Dauerprüfung bei 70 °C, wobei die sich ergebende Änderung des Widerstandswertes nicht größer sein darf als nach der angegebenen Stabilität zulässig ist.

### 2.4.3 Belastbarkeit bei von 70 °C abweichenden Temperaturen (Lastminderung)

Bei Umgebungstemperaturen unterhalb 70 °C darf das Potentiometer mindestens entsprechend seiner Nennbelastbarkeit belastet werden. Bei Umgebungstemperaturen oberhalb 70 °C ist die Belastung entsprechend der nachstehenden Kurve zu mindern. Abweichende Festlegungen sind in der Beschreibung der Bauarten angegeben.



Hinweis: Die tatsächliche Belastbarkeit kann wie folgt abweichen:

- Bei hohen Widerstandswerten kann die höchste zulässige Dauerspannung verhindern, daß die Nennbelastung ausgenutzt wird.
- Wenn Anschluß b nur mit Anschluß a oder c verwendet wird und das Potentiometer nicht auf 100 % des elektrischen Nutzbereiches eingestellt ist, kann der höchste zulässige Schleiferstrom die Belastbarkeit begrenzen.
- Wenn für eine Stelle des Potentiometers eine höchste zulässige Oberflächentemperatur angegeben ist, darf diese nicht überschritten werden.

#### 2.4.4 Kategoriebelastbarkeit $P_K$

Die Kategoriebelastbarkeit ist die höchste dauernd zulässige Belastung in W bei einer Umgebungstemperatur gleich der oberen Kategorietemperatur. Sie wird üblicherweise als Prozentsatz der Nennbelastbarkeit angegeben. Sie kann auch null sein.

#### 2.4.5 Nennspannung $U_N$

Die Nennspannung ist die Gleichspannung oder der Effektivwert der Wechselspannung, die sich rechnerisch als die Quadratwurzel aus dem Produkt von Nennwiderstandswert und Nennbelastbarkeit ergibt:

$$U_N = \sqrt{R_N \cdot P_N}$$

Hinweis: Bei hohen Nennwiderstandswerten kann die berechnete Nennspannung höher sein als die höchste zulässige Dauerspannung. Sie darf dann nicht angelegt werden.

#### 2.4.6 Höchste zulässige Dauerspannung $U_G$

Höchste zulässige Dauerspannung ist die höchste Gleichspannung oder effektive Wechselspannung, die an das Widerstandselement eines Potentiometers angelegt werden darf. Diese Grenze ist niedriger anzusetzen, wenn bei der verwendeten Wechselspannung der Scheitelwert höher ist als das 1,42fache des Effektivwertes.

Hinweis: Die höchste zulässige Dauerspannung ist nur bei Potentiometern zu berücksichtigen, deren Nennwiderstandswert gleich oder höher ist als der kritische Widerstandswert.

#### 2.4.7 Kritischer Widerstandswert $R_K$

Der kritische Widerstandswert ist der Widerstandswert, für den die Nennspannung gleich der höchsten zulässigen Dauerspannung ist:

$$R_K = U_G^2 / P_N$$

Bei kleinerem Widerstandswert darf zwischen den Anschlüssen a und c des Potentiometers höchstens die Nennspannung, bei größerem Widerstandswert höchstens die höchste zulässige Dauerspannung anliegen.

#### 2.4.8 Höchster zulässiger Schleiferstrom $I_S$

Der höchste zulässige Schleiferstrom ist der höchste Strom, der zwischen dem Widerstandselement und dem Schleiferanschluß b fließen darf. Er ergibt sich aus  $I_S = \sqrt{\frac{P_N}{R_N}}$  unter Berücksichtigung der höchstzulässigen Dauerspannung und ist unabhängig von der Schleiferstellung.

#### 2.4.9 Isolationsspannung $U_I$

Die Isolationsspannung ist die höchste Scheitelspannung, die unter für Dauerbetrieb zulässigen Bedingungen zwischen den Anschlüssen des Potentiometers und dessen äußeren miteinander verbundenen leitenden Teilen wie Gehäuse, Einstellvorrichtung und Befestigungsmittel anliegen darf. Der Wert der Isolationsspannung soll nicht niedriger sein als das 1,42fache der höchsten zulässigen Dauerspannung der Bauart bei normalen Luftdruck. Bei niedrigerem Luftdruck sind die in der Beschreibung des Potentiometers angegebenen niedrigeren Werte zu beachten.

#### 2.4.10 Isolationswiderstand

Der Isolationswiderstand ist der mit Gleichspannung zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen des Potentiometers und den von außen zugänglichen anderen metallischen Teilen des Potentiometers (leitendes Gehäuse, leitende Einstellvorrichtung, leitende Befestigungsteile) gemessene Widerstandswert.

## 2.4.11 Temperaturabhängigkeit des Widerstandswertes

Die Temperaturabhängigkeit des Widerstandswertes bezieht sich auf den zwischen a und c gemessenen Gesamtwiderstandswert des Widerstandselementes. Sie kann als Temperaturcharakteristik oder als Temperaturkoeffizient angegeben werden.

Die Temperaturcharakteristik gibt an, welche größte relative Widerstandswert-Änderung gegen den Wert bei der Bezugstemperatur reversibel im Kategorietemperaturbereich durch Temperatureinfluß hervorgerufen wird.

Der Temperaturkoeffizient gibt den Größtwert der mittleren Steigung der Kurve der relativen reversiblen Temperaturabhängigkeit des Widerstandswertes im Kategorietemperaturbereich an. Bezugsweise ist der Gesamtwiderstandswert bei der Bezugstemperatur.

Beide Darstellungsweisen enthalten im Sinne der Internationalen Normen keine Aussage über die Linearität der Temperaturabhängigkeit. Wir bevorzugen die Angabe des Temperaturkoeffizienten und verstehen diesen so, daß er einen glatten Verlauf der Temperaturabhängigkeit mit nur der werkstoffbedingten Abweichung vom linearen Verlauf beinhaltet.

Hinweis: Ein hoher Temperaturkoeffizient des Gesamtwiderstandes bedingt nicht notwendigerweise einen hohen Temperaturkoeffizienten des Teilverhältnisses.

## 2.4.12 Temperaturabhängigkeit des Spannungsteilerverhältnisses

Der Temperaturkoeffizient des Teilverhältnisses  $U_{ab}/U_{ac}$  kann insbesondere bei nichtlinearen Potentiometern vom eingestellten Wert abhängen. Er hängt dagegen nicht vom Temperaturkoeffizienten des Gesamtwiderstandswertes ab, sondern nur von dessen längs der Bahn auftretenden Unterschieden.

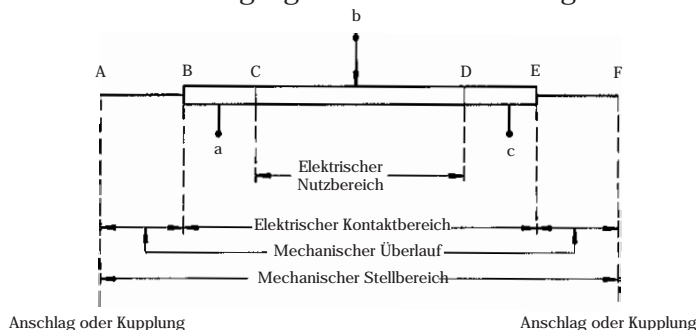
## 2.4.13 Dichtungen an Potentiometern

Ein Potentiometer kann Dichtungen unterschiedlicher Art aufweisen. Die internationale Norm unterscheidet Potentiometer mit Wellendichtung, mit Frontplattendichtung und mit dichtem Gehäuse gegen Eindringen von Staub und Flüssigkeiten. Die Art der Dichtung geben wir zusätzlich zur Klimakategorie in der Beschreibung der Bauarten an. Sie wird durch die jeweils zutreffende Prüfung nach DIN EN 60068-2-17 Prüfung Q, Dichtheit, nachgewiesen.

## 2.5 Zusammenhang zwischen Widerstandswert und Einstellbewegung

### 2.5.1 Mechanischer Stellbereich

Der mechanische Stellbereich ist der an der Einstellvorrichtung gemessene gesamte Bereich, in dem eine Bewegung der Einstellvorrichtung eine Bewegung des Schleifers bewirkt. Er kann in Winkelgraden oder in mm angegeben werden. Der mechanische Stellbereich kann unbegrenzt sein (durchdrehbare Potentiometer, übliche Angabe: Drehbereich 360°) oder er kann durch Anschläge bzw. Rutschkupplungen begrenzt sein. Bei 2-Gang-Drehpotentiometern ist er regelmäßig kleiner als 360°, bei Potentiometern mit Einstellung durch Gewindespindel und anderen Mehrgang-Potentiometern beträgt er ein Mehrfaches von 360°.



## 2.5.2 Schalterdrehbereich

Der Schalterdrehbereich ist derjenige Teil des gesamten verfügbaren Drehbereiches außerhalb des elektronischen Nutzbereiches, der zum Betätigen eines angebauten Drehschalters benötigt wird. Er beginnt in der Stellung der Welle des Potentiometers, in der bei Bewegung aus dem Nutzbereich heraus die Betätigungsvorrichtung des Schalters zuerst beeinflusst.

## 2.5.3 Elektrischer Kontaktbereich

Der elektrische Kontaktbereich ist der Bereich zwischen zwei Endstellungen des Schleifers, in dem der elektrische Kontakt zwischen Schleifer und Bahn regelmäßig nicht unterbrochen wird. Bei unseren Potentiometern mit Anschlägen oder Rutschkupplung deckt er sich mit dem mechanischen Stellbereich. Bei durchdrehbaren Potentiometern ist er stets kleiner als  $360^\circ$ .

## 2.5.4 Elektrischer Nutzbereich

Als elektrischer Nutzbereich wird der Weg der Stellvorrichtung bezeichnet, über den sich der Widerstandswert oder das Teilverhältnis zwischen Anschluß b und einem der anderen Anschlüsse in der durch den Widerstandswertverlauf oder Funktionsverlauf beschriebenen Weise ändert. Der elektrische Nutzbereich kann sich mit dem elektrischen Kontaktbereich decken.

## 2.5.5 Wirksamer Widerstandswert

Der wirksame Widerstandswert ist der Widerstandswert des Teiles des Widerstandselementes, der dem elektrischen Nutzbereich entspricht, in dem also die Änderung des Widerstandswertes zu dem vorgesehenen Funktionsverlauf führt.

## 2.5.6 Schleiferkontaktwiderstand

Der Schleiferkontaktwiderstand ist der Mittelwert des im elektrischen Nutzbereich gemessenen Widerstandswertes zwischen Schleiferanschluß und Widerstandsbahn. Er kann den Wert eines inneren Schutzwiderstandes enthalten, der Stromüberlastung des Schleifers verhindert. Gegebenenfalls sind besondere Umweltbeanspruchungen zu berücksichtigen.

## 2.5.7 Anschlagwert

Der Anschlagwert ist der zwischen einem der Endanschlüsse a oder c und dem Schleiferanschluß b auftretende Widerstandswert, wenn der Schleifer an dem jeweils zugehörigen Endanschlag anliegt oder die Rutschkupplung gerade noch nicht einsetzt.

## 2.5.8 Springwerte

Die Springwerte sind die Widerstandswerte zwischen den Enden des elektrischen Nutzbereiches und dem jeweils näherliegenden Anschluß, gemessen zwischen Anschluß b und Anschluß a bzw. c.

Hinweis: Restwiderstand, Anschlußwiderstand und zugehöriger Springwert können bei stetiger Bahn demgleichen Widerstand entsprechen. Wenn der Schleifer durch einen inneren Schutzwiderstand gegen Stromüberlastung geschützt ist, geht dessen Wert in die Werte nach 2.5.6 bis 2.5.8 ein.

## 2.6 Spannungsverhältnisse

### 2.6.1 Speisespannung (gesamte anliegende Spannung) $U_{ac}$

Die Speisespannung ist die zwischen den Eingangsanschlüssen a und c angelegte Spannung. Sie darf nicht höher sein als die Nennspannung bzw. die höchste zulässige Dauerspannung.

### 2.6.2 Ausgangsspannung

Die Ausgangsspannung ist die zwischen den Ausgangsanschlüssen b und a bzw. c auftretende Teilspannung, deren Größe von der Stellung der Betätigungsvorrichtung bestimmt wird.

### 2.6.3 Teilverhältnis und Dämpfung

Das Teilverhältnis der Ausgangsspannung  $U_{ab}$  bzw.  $U_{bc}$  zur anliegenden Speisespannung  $U_{ac}$ . Es wird üblicherweise in % der Speisespannung angegeben. Der Kehrwert des Teilverhältnisses wird als Dämpfung bezeichnet und üblicherweise in dB angegeben.

### 2.6.4 Kleinstes Teilverhältnis

Das kleinste Teilverhältnis ist das Verhältnis der niedrigsten Spannung, die am Schleiferanschluß gegen einen der Endanschlüsse eingestellt werden kann, zu der festen Spannung zwischen den Endanschlüssen.

### 2.6.5 Lastwiderstand

Der Lastwiderstand ist der äußere Widerstand, den die Ausgangsspannung sieht (zwischen dem Schleiferanschluß b und dem jeweils zutreffenden Anschluß a oder c).

### 2.6.6 Belastungseinfluß

Als Belastungseinfluß wird der Unterschied zwischen dem Teilverhältnis bei unendlich hohem Lastwiderstand und dem Teilverhältnis mit vorgeschriebenem endlichem Lastwiderstand bei beliebiger in beiden Messungen gleicher Stellung der Einstellvorrichtung bezeichnet.

Hinweis: Bei Präzisionspotentiometern mit vorgegebenem Funktionsverlauf kann durch entsprechende Kompensation des Widerstandselementes für einen bestimmten Lastwiderstand ein „Lastausgleich“ erzielt werden.

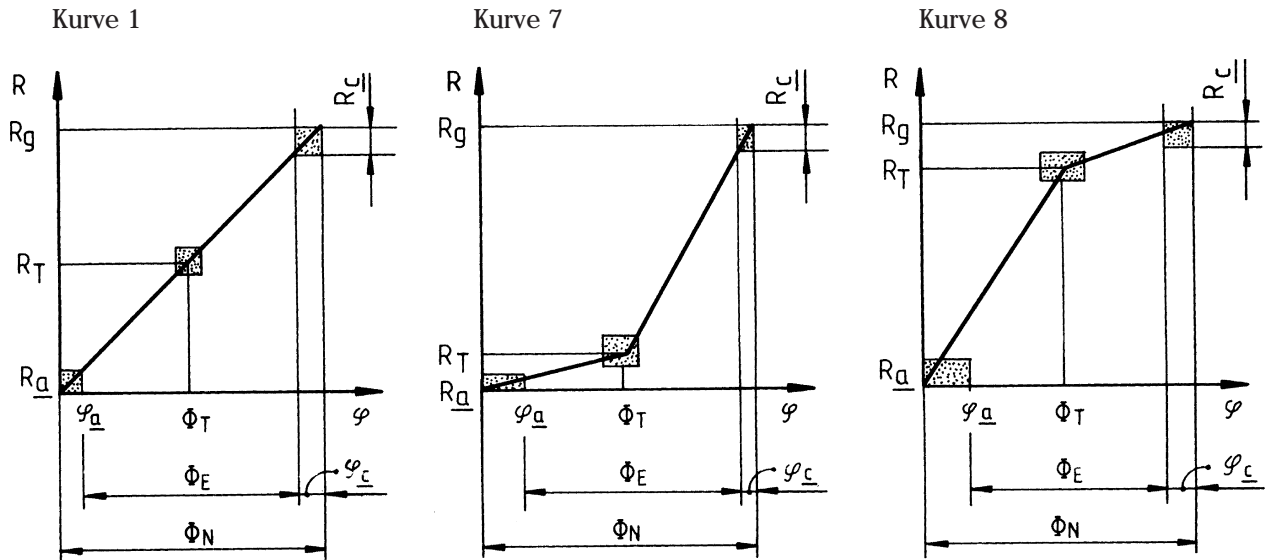
## 2.7 Funktionsverlauf (Widerstandswertverlauf)

Der Funktionsverlauf gibt an, in welcher Weise das Teilverhältnis oder der Widerstandswert zwischen Anschluß b und dem jeweils zugehörigen Endanschluß a oder c von der Stellung der Einstellvorrichtung (des Schleifers) abhängt. Grundsätzlich wird zwischen linearem, steigend (positiv) nichtlinearem und fallend (negativ) nichtlinearem Verlauf unterschieden. Bei fallend nichtlinearem Verlauf ist Anschluß a der Bezugspunkt für die Einstellbewegung (siehe 2.2.4) und Anschluß c der Bezugspunkt für die Spannungs- oder Widerstandsmessung.

Hinweis: Einfache nichtlineare Potentiometer sind als „logarithmische“ Potentiometer bekannt und werden so gekennzeichnet, auch wenn der Funktionsverlauf erheblich von einem wirklich logarithmischen Gesetz abweicht.

### 2.7.1 Widerstandswertverlauf bei Trimpotentiometern

Bei Trimpotentiometern wird der Widerstandswertverlauf durch je ein „Fenster“ für den oberen und den unteren Springwert und einen Wert in der Mitte des elektrischen Nutzbereiches beschrieben. Soweit bei der Beschreibung der Potentiometer keine abweichenden Angaben gemacht werden, haben die Fenster die aus den nachstehenden Skizzen ersichtliche Lage und Größe. Ein nichtlinearer Verlauf wird in der Regel durch zwei lineare Teilstrecken verwirklicht.

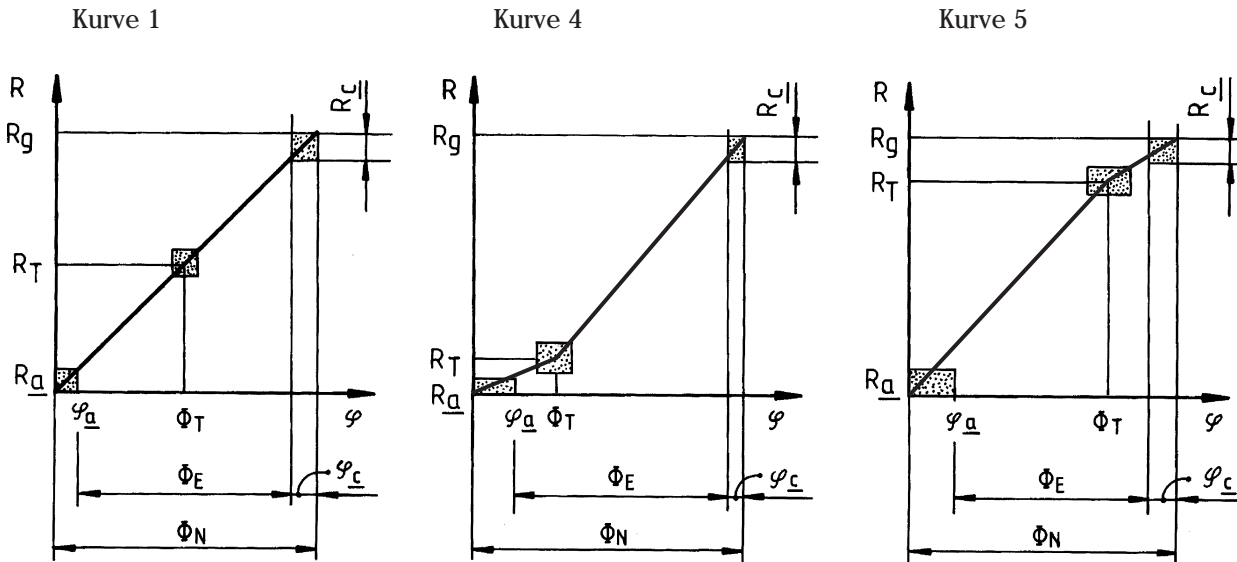


Kurve		1 (lin)	7 (pos. log)	8 (neg. log)
Anschlagwert (gleich kleinster einstellbarer Widerstandswert nach DIN 45 922 Teil 1 und Teil 11)	$R_a$	$\cong 5 \times 10^{-3} R_N^{1)}$	$\cong 2 \times 10^{-3} R_N^{1)}$	$\cong 2 \times 10^{-2} R_N^{1)}$
	$R_c$	$\cong 5 \times 10^{-3} R_N^{1)}$	$\cong 2 \times 10^{-2} R_N^{1)}$	$\cong 2 \times 10^{-3} R_N^{1)}$
Kurveneranz gültig im Bereich $\mathcal{I}_a \sim \mathcal{I}_c$	$\Phi_E$	Werte siehe Bauartspezifikation		
		$\leq 20^\circ$		
Teilwinkel	$\mathcal{I}_T$	$0,5 \cdot \Phi_N \pm 5^\circ$	$0,5 \cdot \Phi_N \pm 15^\circ$	
Teilwiderstand	$R_T$	$(0,4 \text{ bis } 0,6) \cdot R_g$	$(0,05 \text{ bis } 0,15) \cdot R_g$	$(0,85 \text{ bis } 0,95) \cdot R_g$

1) Es darf kein kleinerer Wert als 2 Ohm gefordert werden.

### 2.7.2 Widerstandswertverlauf bei 1-Gang Drehpotentiometern

Bei 1-Gang Drehpotentiometern wird der Widerstandswertverlauf durch drei Fenster wie bei Trimpotentiometern oder wenn erforderlich durch vier Fenster beschrieben, von denen die beiden mittleren bei etwa 1/3 bzw. 2/3 des elektrischen Nutzbereiches liegen. Soweit bei der Beschreibung der Potentiometer nicht abweichende Angaben gemacht werden, haben die Fenster die aus den nachstehenden Skizzen ersichtliche Lage und Größe. Ein nichtlinearer Verlauf wird in der Regel durch zwei oder drei lineare Teilstrecken verwirklicht.



Kurve		1 (lin)	4 (pos. log)	5 (neg. log)
Anschlagwert (gleich kleinster einstellbarer Widerstandswert nach DIN 45 922 Teil 1 und Teil 11)	$R_a$	$\leq 1 \times 10^{-3} R_N^{1)}$	$\leq 1 \times 10^{-3} R_N^{1)}$	$\leq 2 \times 10^{-2} R_N^{1)}$
	$R_c$	$\leq 1 \times 10^{-3} R_N$	$\leq 2 \times 10^{-2} R_N$	$\leq 1 \times 10^{-3} R_N$
Springwerte	$R_A$	$\leq 2 \times 10^{-2} R_N$	$\leq 1 \times 10^{-2} R_N$	$\leq 2 \times 10^{-2} R_N$
	$R_E$	$\leq 2 \times 10^{-2} R_N$	$\leq 2 \times 10^{-2} R_N$	$\leq 1 \times 10^{-2} R_N$
Kurvntoleranz gültig im Bereich	$\Phi_E$	Werte siehe Bauartspezifikation		
	$\mathcal{I}_a \sim \mathcal{I}_c$	$\leq 20^\circ$		
Teilwinkel	$\mathcal{I}_T$	$0,5 \cdot \Phi_N \pm 5^\circ$	$0,2 \cdot \Phi_N \pm 15^\circ$	$0,8 \cdot \Phi_N \pm 15^\circ$
Teilwiderstand	$R_T$	$(0,4 \text{ bis } 0,6) \cdot R_g$	$(0,05 \text{ bis } 0,15) \cdot R_g$	$(0,85 \text{ bis } 0,95) \cdot R_g$

<sup>1)</sup> Es darf kein kleinerer Wert als 2 Ohm gefordert werden.

### 2.7.3 Widerstandswertverlauf bei hochbelastbaren Potentiometern

Der Widerstandswertverlauf wird wie bei Trimpotentiometern beschrieben. Wenn nichtlineare ("logarithmische") Ausführungen mit mehr als zwei linearen Teilstrecken benötigt werden, wird der Übergang zwischen den Teilstrecken durch weitere Fenster festgelegt. Die Lage dieser Fenster ist in jedem Falle besonders zu vereinbaren.

## 2.7.4 Funktionsverlauf bei Präzisionspotentiometern

Bei linearen Präzisionspotentiometern wird die Linearität nach DIN IEC 60393-1 bestimmt. Soweit nicht anders vereinbart, liefern wir die unabhängige Linearität. Bei nichtlinearen Präzisionspotentiometern müssen in jedem Falle Beschreibung, Toleranz und Messung des Funktionsverlaufs vereinbart werden.

## 2.7.5 Anzapfungen

Bei Potentiometern außer Trimpotentiometern können Anzapfungen an die Widerstandsbahn angebracht werden. Die Lage der Anzapfung wird wie die Zwischenwerte beim Widerstandswertverlauf durch ein zu vereinbarendes Fenster aus Stellung der Einstellvorrichtung und Widerstandswert oder Teilverhältnis beschrieben. Im Fenster darf der Widerstandswert oder das Teilverhältnis konstant sein, jedoch nicht rückläufig werden.

## 2.7.6 Kurventreue

Die Kurventreue begrenzt die größte Abweichung, die zwischen dem wirklichen Funktionsverlauf und dem vorgeschriebenen Funktionsverlauf auftreten darf. Sie wird angegeben als Prozentsatz der Speisespannung oder des Gesamtwiderstandswertes. Im Sinne der bestehenden Normen sind im übrigen unterschiedliche Darstellungsarten möglich, die sich vorwiegend auf Präzisionspotentiometer beziehen. Für die unter 2.7.1 bis 2.7.3 genannten Potentiometerarten sollte über die Festlegung der Toleranzfenster hinaus die Kurventreue nur in besonderen Fällen spezifiziert werden.

## 2.7.7 Justiermarken

Bei Potentiometern, die für Mehrfachanordnungen auf gemeinsamer Welle (Tandemanordnung) vorgesehen sind, kann die Lage des Schleifers für eine bestimmte Stelle im Funktionsverlauf durch eine Justiermarke gekennzeichnet werden. Diese Marken dienen zur Voreinstellung des Gleichlaufes der Teilpotentiometer der Tandemanordnung.

## 2.8 Weitere Eigenschaften

### 2.8.1 Drehrauschen

Als Drehrauschen werden bei drahtgewickelten Bauarten störende Schwankungen der Ausgangsspannung bezeichnet, die beim Betätigen des Schleifers auftreten und durch Schwankungen des Schleiferkontaktwiderstandes oder der Bahnwiderstandes verursacht werden. Er wird als äquivalenter Rauschwiderstand angegeben.

### 2.8.2 Auflösung (Einstellbarkeit)

Die Auflösung bezeichnet die Genauigkeit, mit der das Teilverhältnis oder der Widerstandswert eines Potentiometers auf einen vorgegebenen Wert eingestellt werden kann. Sie wird üblicherweise in Prozent der Speisespannung oder des Gesamtwiderstandswertes angegeben. Bei drahtgewickelten Potentiometern ist die theoretische Auflösung gleich dem Kehrwert der Windungszahl der Widerstandswicklung innerhalb des elektrischen Nutzbereiches angegeben in Prozent.

### 2.8.3 Anfangs- und Betätigungs Drehmoment

Das Anfangsdrehmoment ist das Drehmoment, das benötigt wird, um den Schleifer aus einer Ruhestellung an beliebiger Stelle des mechanischen Stellbereiches (ausgenommen Raststellungen) in Bewegung zu setzen. Es ist stets höher als das Betätigungsdrehmoment, das nach Überwinden des Anfangsdrehmomentes benötigt wird, um den Schleifer über den Drehbereich zu bewegen.

### 2.8.4 Schaltdrehmoment

Das Schaltdrehmoment ist das Drehmoment, das benötigt wird, um einen angebauten Drehschalter zu betätigen. Es ist stets höher als das Anfangsdrehmoment und wird als Größtwert angegeben.

### 2.8.5 Anschlagdrehmoment

Das Anschlagdrehmoment ist das höchste Drehmoment, das bei am Anschlag anliegender Einstellvorrichtung auf die Welle des Potentiometers ausgeübt werden darf, ohne daß die mechanischen oder elektrischen Werte sich mehr als zulässig verändern oder mechanische Schäden auftreten. Die Dauer der Beanspruchung ist bei manchen Bauarten zu begrenzen.

### 2.8.6 Toter Gang (Winkelspiel)

Der tote Gang ist der größte Unterschied in der Stellung der Einstellvorrichtung, wenn diese aus entgegengesetzten Richtungen auf das gleiche vorgegebene Teilverhältnis an beliebiger Stelle im elektrischen Nutzbereich eingestellt wird.

### 2.8.7 Radialspiel der Welle

Als Radialspiel der Welle wird die Abweichung der Bewegung eines Punktes auf dem Umfang der Welle bei Betätigung gegen die zur Lage der Welle senkrecht zur Befestigungsfläche gehörende Bewegung bezeichnet. Es kann durch die Toleranz der Lagerung und durch die Elastizität der Welle (insbesondere bei Kunststoffwellen) verursacht sein. Seine Größe hängt von der Länge der Welle ab. Es wird gemessen nach DIN IEC 60393-1, jedoch mit einer Einspannlänge und Längs- und Querkräften auf die Lagerung der Welle, die die Beschreibung des Potentiometers angibt.

## 3.0 Prüfungen und Kontrollen

Alle Potentiometer unterliegen regelmäßigen Fertigungs- und Endkontrollen. Diesen liegen die Prüfpläne der CECC-Spezifikationen für unsere Erzeugnisse zugrunde. Wie im CECC- und IECQ-System üblich, sind darin nur Endprüfungen aufgeführt. Unsere Fertigungsprüfungen können, wenn technisch und organisatorisch notwendig, auch anders durchgeführt werden, müssen aber die durch den Prüfplan und die Kennwerten beschriebene Qualität und Verwendbarkeit gewährleisten.

Wir verwenden grundsätzlich die Meß- und Prüfverfahren nach CECC 41000 bzw. DIN IEC 60393-1 sowie DIN EN 60068-1 und -2 sofern nicht ausdrücklich eine andere Prüfung vereinbart ist.

## 4.0 Wellenenden, Befestigungsmittel und Anschlüsse

### 4.1 Wellen und Buchsen

Potentiometer mit Einstellwelle werden bevorzugt wie folgt ausgerüstet (siehe CECC 41000/Anhang G):

Welle 6 mm Durchmesser, Grundlänge 50 mm; mit Gewindebuchse für Einlochbefestigung M 10 x 0,75, Länge ab Auflageebene bevorzugt 8 mm, 10 mm oder 12 mm.

Welle 4 mm Durchmesser, Länge ab Auflageebene 50 mm; mit Gewindebuchse für Einlochbefestigung M 7 x 0,75, Länge ab Befestigungsfläche bevorzugt 8 mm.

Einzelheiten und abweichende Ausrüstung sind in der Beschreibung der Bauart angegeben.

### 4.2 Anschlüsse und Befestigungsmittel für gedruckte Schaltungen

Anschlüsse und Befestigungsmittel für gedruckte Schaltungen können für eine Lage der Achse der Einstellvorrichtung parallel zur Leiterplatte oder senkrecht zur Leiterplatte angeordnet sein. Bei Trimpotentiometern sind die Anschlüsse zugleich Befestigungsmittel. Die Lage der Anschluß- und Befestigungslöcher in der gedruckten Schaltung, die Bezugsebene und die Einzelmaße sind der Beschreibung der Bauarten zu entnehmen.

Anschlüsse für gedruckte Schaltung werden üblicherweise als gestanzte Flachanschlüsse 1,1 mm breit ausgeführt. Als Sonderausführung sind bei einigen Bauarten einrastende Anschlüsse ("snap in") verfügbar. Einzelheiten sind in der Beschreibung der Bauarten enthalten.

## 5.0 Vorzugswerte für den Gesamtwiderstand

Im Rahmen der für die Bauarten angegebenen Widerstandswerte-Bereiche sind die Werte der Reihe E 3 lieferbar. Weitere Werte sind auf Anfrage lieferbar.

Bevorzugt lieferbar ist Reihe E 3: 10 - 22 - 47 - 100 und deren dezimale Vielfache und Teile.

## 6.0 Kennzeichnung der Potentiometer

Jedes Potentiometer wird im Normalfall mit seinem Nennwiderstandswert, gegebenenfalls in Kurzform und wenn nichtlinear dem Widerstandswertverlauf auf dem Erzeugnis und/oder auf der Verpackung gekennzeichnet. Die zulässige Abweichung des Gesamtwiderstandes vom Nennwert kann zusätzlich erscheinen. Die Kennzeichnung der Anschlüsse nach 2.2.4 wird nur angebracht, wenn deren Zuordnung nicht klar aus ihrer Lage hervorgeht.

Wenn Teile der Kennzeichnung in Kurzform oder Code sind, verwenden wir für den Widerstandswert und zulässige Abweichung bevorzugt die Kennzeichnung mit Buchstaben und Zahlen nach DIN EN 60062 Nichtlinearer Verlauf wird als "lg" oder "-lg" angegeben. Für Präzisionspotentiometer gelten erweiterte Kennzeichnungsregeln.