

*B*erufs*K*unde

Kapitel 4 WIDERSTANDSMATERIALIEN

4. Auflage
24. Februar 2007

Bearbeitet durch:

Niederberger Hans-Rudolf
dipl. Elektroingenieur FH/HTL/STV
dipl. Betriebsingenieur HTL/NDS
Vordergut 1
8772 Nidfurn

Telefon	055 654 12 87
	055 644 38 43
Telefax	055 654 12 88
E-Mail	hn@ibn.ch
Web	www.ibn.ch

© Copy ^{is} right

Die Autoren haften nicht für irgendwelche mittelbaren oder unmittelbaren Schäden, die in Zusammenhang mit dem in dieser Publikation Gedruckten zu bringen sind.

Die vorliegende Publikation ist nicht geschützt. Alle Rechte liegen beim Verwender. Kein Teil dieser Publikation darf verborgen bleiben. Der Autor wünscht, dass alles reproduziert wird. Vielen Dank für eine Rückmeldung, ihre Anregungen und Ergänzungen.

Änderungen

Pos.	Titel	Bemerkung	Auflage	Datum der Änderung
1	Fusszeile	geändert	2	20.02.07
1	Kopfzeile	geändert	2	20.02.07
3	Inhalt	Erweitert und verändert	3	23.02.07
4	Inhalt	Erweitert und verändert	4	24.02.07
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

4.1 Übersichtsbemerkungen

In diesem Bereich findet ein reiner Monolog statt, Dieser Bereich ist für den Lehrer reserviert.



Im Lehrervortrag sind die wichtigen Stellen, die der Lernende unbedingt wissen muss mit folgendem Symbol gekennzeichnet.



Im Zusammenhang mit diesem Lehrervortrag sind die Repetitionsfragen nach dem Plan in den Hausaufgabenblättern abzuarbeiten. Die Vertiefung der Fakten ist wichtiger Bestandteil dieses Lehrervortrages. Ist das nebenstehende Symbol zu sehen, bedeutet dies eine selbständige Arbeit muss ausgeführt werden. Ohne spezieller Hinweis ist dies als Einzelarbeit gedacht.



Wo sind notwendige Unterlagen abgelegt oder sind diese abzulegen.



Der Text ist selbständig zu lesen.



Gruppenarbeit



Wie viel Zeit ist für diese Sequenz vorgesehen?



Material beschaffen für die weitere Bearbeitung. Meist mit Hinweisen versehen, wo dieses Material gefunden wird.



Wichtige Information für die auszuführende oder ausgeführte Arbeit.



Pause



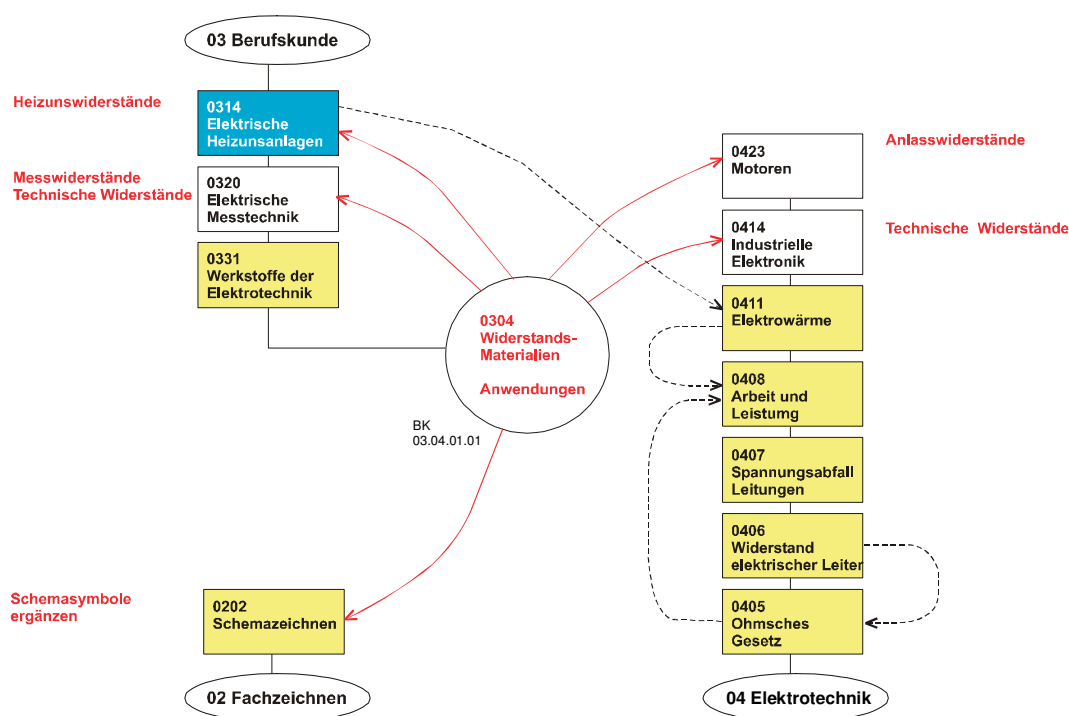
4.2 Advance organizer

Nachfolgend sind die Lerninhalte in einer Sachstruktur dargestellt und sollen das Verständnis vereinfachen. Das Gelernte ist gelb markiert.

Das nächste Thema ist „Elektrische Heizungsanlagen“. Wir wollen vor der genaueren Betrachtung dieses Themas die eingebauten Materialien genauer betrachten.



5 Minuten



03 BERUFSKUNDE

04 WIDERSTANDSMATERIALIEN

4.3 Begründungen für das gewählte Thema

Modell-Lehrplan

Gemäss Modell-Lehrplan für Elektromonteur „Ausgabe 2000“ soll folgendes behandelt werden:

{ XE "Lehrplanthema" }

312 Naturwissenschaftliche Grundlagen

312.3 Werkstoffkunde		Richtziel: Kenntnisse über Eigenschaften, Verwendung und Entsorgung von Werkstoffen erarbeiten.		
312.3	Sachgebiet	Informationsziel	K-Stufe	Lehrjahr
03	Metallische Werkstoffe	Eigenschaften und Verwendung von Metallen und deren Legierungen aufzählen und unterscheiden.	1	2

Hier werden nur jene Metalle betrachtet, welche für Widerstandsmaterialien in Frage kommen. Auf die Entsorgung und die Anwendung der weiteren Metalle wurde im 1. Lehrjahr eingegangen. Repe-titionen erfolgen gezieht beim Einsatz und Verwendung in der Elektrotechnik.

313 Elektrotechnik

313.1 Elektrotechnische Grundlagen		Richtziel: Die Grundlagen der Elektrotechnik mit ihren physikalischen und chemischen Zusammenhänge kennen lernen. Die Elektrotechnik mit Bezug auf die Praxis anwenden und interpretieren können.		
313.1	Sachgebiet	Informationsziel	K-Stufe	Lehrjahr
09	Elektrowärme	Das Prinzip der Umwandlung elektrischer Energie in Wärmeenergie erklären und Anwendungen aufzählen. Berechnungsaufgaben lösen.	1	2

03 BERUFSKUNDE**04 WIDERSTANDSMATERIALIEN**

313.4 Elektronik	Richtziel: Funktionen und Einsatz von elektronischen Bauteilen und Grundsaltungen nennen.
-------------------------	---

313.4	Sachgebiet	Informationsziel	K- Stufe	Lehr- jahr
01	Elektronische Bauteile	Arten von Widerständen unterscheiden und Anwendungen aufzählen.	1	3

In diesem Punkt wird nur der ohmsche Widerstand betrachtet.

4.4 Lernziele



20 Minuten



2 Personen

Eigenschaften von Widerstandsmaterialien

Die Lernenden kennen die Eigenschaften von Widerstandsmaterialien.



Widerstandstypen von Widerstandsmaterialien der Elektrotechnik

Die Lernenden können die Widerstandstypen der Widerstandsmaterialien aufzählen. Sie können weiter die Anwendungen den Widerstandstypen zuordnen.



Symbole für Widerstände

Die Lernenden kennen alle Symbole der verschiedenen Darstellungen von Widerständen.



Einsatzgebiete bzw. Anwendungen für Widerstandsmaterialien

Anwendungen der Widerstandsmaterialien können aufgezählt werden.



Farbenschlüssel für Festwiderstände

Ab einer Tabelle kann der Lernende einen Widerstands-Code bestimmen.



Inhaltsverzeichnis

4. WIEDERSTANDSMATERIAL

4.1	Übersichtsbemerkungen	3
4.2	Advance organizer	4
4.3	Begründungen für das gewählte Thema.....	5
4.4	Lernziele	7
4.5	Eigenschaften	9
4.6	Präzisionswiderstände	10
4.7	Belastungswiderstände.....	11
4.8	Heizwiderstände	12
4.9	Nichtmetall-Legierungen	13
4.10	Technische Widerstände	14
4.10.1	Festwiderstände	14
4.10.2	Regulierwiderstände.....	14
4.11	Aussehen von Widerstandsmaterial	15
4.11.1	Hochleistungswiderstände.....	15
4.11.2	Mittlerer Leistungsbereich	16
4.11.3	Kleinleistungswiderstände	17
4.11.4	Niederohm-Widerstände	18
4.11.5	Spezial Widerstände	19
4.12	Anwendungen Widerstandsmaterial	20
4.13	Anwendungen Leitungswiderstände	22
4.14	Symbole für Widerstände	23
4.15	Farbschlüssel für Festwiderstände	25
4.16	Quellenverzeichnis.....	26

4.5 Eigenschaften

Je nach Einsatz werden ganz verschiedene Anforderungen an Widerstandsmaterial gestellt. Bei den Widerständen von Leitermaterialien wünscht man sich einen kleinen Temperaturkoeffizienten.

1. Die elektrische Leitfähigkeit soll klein sein
2. Widerstände für Regler sollen einen hohen positiven oder negativen Temperaturkoeffizienten aufweisen
3. Metalle und ihre Legierungen weisen positive Temperaturkoeffizienten auf
4. Kohle, Halbleiter und Metalloxide weisen negative elektrische Temperaturkoeffizienten auf
5. Hoher Schmelzpunkt
6. Möglichst eine kleine Längenausdehnung



Man unterscheidet zwischen folgenden Widerstandsmaterialien:

Präzisionswiderstände
Belastungswiderstände
Heizwiderstände
Technische Widerstände



Obwohl die Leitung auch ein Widerstand besitzt gehört dieser nicht zu den Widerstandsmaterialien, denn dieser Widerstand ist zwar vorhanden aber nicht erwünscht.

Leitungswiderstand

4.6 Präzisionswiderstände

Präzisionswiderstände weisen eine Konstanz der elektrischen Eigenschaften über lange Zeit auf. Sie haben je nach Herstellerwerk Phantasienamen. Die Genauigkeit liegt im Bereich von 0.1 % bis 0,5 %



Tabelle von Präzisionswiderständen

Name	Zusammensetzung	γ $\left[\frac{Sm}{mm^2} \right]$	α $\left[\frac{1}{^\circ C} \right]$	Temperaturbereich [$^\circ C$]
Karma	NiCuAlSiMn	0,75	0,00002	20 - 100
Manganin	MnCu 12Ni	2	0,000015	15 - 60
Konstantan	CuNi 44	2	0,00004	20 - 600

Anwendungen

Präzisionswiderstände werden in

- Messbrücken und für
- Widerstandsnormale



verwendet.

03 BERUFSKUNDE

04 WIDERSTANDSMATERIALIEN

4.7 Belastungswiderstände



Belastungswiderstände sind:

Anlasswiderstände
Regulierwiderstände

Diese Widerstände sind für nicht zu hohe Ansprüche gebaut und werden aus den nachfolgenden Materialien hergestellt.

Anlasswiderstände
Anlasswiderstände werden u. a. eingesetzt für Drehstrommotoren mit Käfigläufer (Ständeranlasswiderstände), für Drehstrommotoren mit Schleifringläufer (Läuferanlasswiderstände) oder als Anlasswiderstände für Gleichstrommotoren.



Dateblatt¹

Tabelle von Belastungswiderstände

Name	Zusammensetzung	γ $\left[\frac{Sm}{mm^2} \right]$	α $\left[\frac{1}{^\circ C} \right]$	Temperaturbereich [°C]
Temperguss	FeC	7	0,004	20 - 150
Neusilber	CuNiZn	3 - 4,5	0,03	20 - 250
Hytemco	NiFe	5	0,0045	20 - 100
Nickelin	CuNi 30Mn	2,5	0,00015	- 500
Konstantan	CuNi 44	2	0,00004	20 - 600

Anwendungen

Belastungswiderstände werden für

- Ständeranlasswiderstände für Drehstrommotor mit Käfigläufer
- Läuferwiderstände
- Bremswiderstände für Frequenzumrichter motoren
- Anlasswiderstände für Gleichstrommotoren



verwendet.

4.8 Heizwiderstände



Heizwiderstände für Wärmeapparate müssen bei hohen Temperaturen oxidationsbeständig sein. Die Festigkeit soll keine zu grosse Einbusse erfahren. Von den Legierungen wird Kupfer-Nickel (Konstantan) bevorzugt.

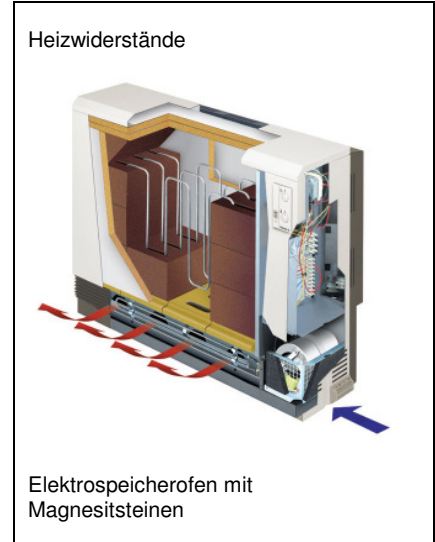


Tabelle von Heizwiderständen aus Metall-Legierungen

Name	Zusammensetzung	γ $\left[\frac{\text{Sm}}{\text{mm}^2} \right]$	α $\left[\frac{1}{^\circ\text{C}} \right]$	Höchstzul. Temperatur [°C]
Chronin	CrNi	0,9 - 1,1	0,0002	1150
Nichrome				
Ferrochronin	FeCrNi	0,9 - 1	0,00017	1050
Kanthal	FeCrCuAl	0,7	0,00006	1400
Konstantan	CuNi 44	2	0,00004	20 - 600

Anwendungen

Heizungswiderstände werden für

- Elektrospeicher
- Direktheizkörper
- Hartrockner (Föhn)
- Backofen



verwendet.

4.9 Nichtmetall-Legierungen



Neben den metallischen Legierungen werden Heizelemente auf Kohlenstoff-Siliziumbasis hergestellt. Sie eignen sich für Temperaturen bis 1400 °C.

Widerstände mit negativem Temperaturkoeffizient sind

Thermistoren oder NTC-Widerstände

Sie bestehen aus

Kohle

Halbleitern

Metalloxiden

Tabelle von NTC-Belastungswiderständen:

Name	Zusammensetzung	γ $\left[\frac{\text{Sm}}{\text{mm}^2} \right]$	α $\left[\frac{1}{^\circ\text{C}} \right]$	Höchstzul. Temperatur [°C]
Kohle	C		-0,0003	
Metalloxid	Fe ₃ O ₄			
Metalloxid	MgTi			
Metalloxid	TiNiCr			

Anwendungen

Thermistoren findet man in

- Aussenfühlern



Infolge vermehrt frei werdender Elektronen im warmen Zustand nimmt mit steigender Temperatur der Widerstand ab. Der Name NTC = „Negativer Temperatur- Coeffizient“ lässt auf diese Eigenschaft schliessen. Für temperaturabhängige Steuerungen und für Kompensationschaltungen werden heute Thermistoren in grosser Zahl gebraucht.

4.10 Technische Widerstände

Diese finden zahlreiche Anwendung in elektrischen Schaltungen, als

Vorschaltwiderstände
Spannungsteiler
Strombegrenzungen

Man unterscheidet bei den technischen Widerständen zwischen:

4.10.1 Festwiderstände

Festwiderstände haben einen abgeglichenen, festen Widerstandswert. Sind sie drahtgewickelt, so verwendet man Konstantan oder für Präzisionswiderstände Manganin. Für hohe Widerstandswerte bei kleinen Leistungen erfolgt die Ausführung als Masse- oder auch als Schichtwiderstand.

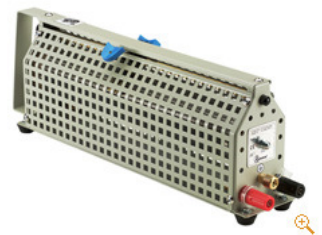
4.10.2 Regulierwiderstände

Regulierwiderstände ermöglichen eine Widerstandsänderung, zum Beispiel durch Änderung der wirksamen Drahtlänge (b,c) oder durch Zu- bzw. Abschaltung von einzelnen Widerstandsstufen (d). Man braucht sie, um in einem Stromkreis den Strom zu regulieren. Wird der vom Strom durchflossene Widerstandsteil grösser gemacht, ergibt sich eine Abnahme der Stromstärke.



Laborwiderstände [3]

Für Schule-Einrichtungen entwickelt. Ob als Fest-, Schiebe- oder Stellwiderstand – alle Laborwiderstände sind komplett mit Bodenplatte und Gummifüßen, berührungssicheren RUHSTRAT-Klemmen und Erdungsklemme, sowie einer Schutzabdeckung ausgestattet.



Datenblatt 6

Kleinleistungswiderstand [1]
 Metallschichtwiderstand (Tantal/Wolfram)
 0,3 Ω - 3,32 M Ω
 0,5 W und 0,7 W
 (Datenblatt 2)



Metallglasur-Gehäuse radial

Potentiometer [3]
 Stufenlos verstellbar da ringförmig, bieten diese Widerstände Flexibilität auf kleinem Raum.



[4]

Dateblatt¹

03 BERUFSKUNDE

04 WIDERSTANDSMATERIALIEN

4.11 Aussehen von Widerstandsmaterial

4.11.1 Hochleistungswiderstände

<p>Hochleistungswiderstand [1] Drahtwiderstand (auch induktionsarme Ayrton-Perry-Wicklungen verfügbar) 0,1 Ω - 35,7 kΩ 7,5 W – 250 W (Datenblatt 1)</p>  <p>Aluminiumgehäuse</p>	<p>Hochleistungswiderstand [3] Chromlegierten, hitzebeständigen Stahl- blech-Widerstände</p> 	<p>Hochleistungswiderstand [3] Drahtwiderstand oder Band Isotan CuNi44, Konstantan</p>  <p>Siehe Anwendung Grossanlage Lastwi- derstand</p>
--	--	---

03 BERUFSKUNDE

04 WIDERSTANDSMATERIALIEN

4.11.2 Mittlerer Leistungsbereich








<p>Leistungswiderstand [1] Drahtwiderstand (*) 0,056 Ω - 82 kΩ 4,0 W - 17 W (Datenblatt ¹⁾)</p>  <p>Gehäuse Keramik axial</p>	<p>Leistungswiderstand [1] Drahtwiderstand (*) 0,2 Ω - 100 kΩ 3,0 W - 20 W (Datenblatt ¹⁾)</p>  <p>Gehäuse Keramik (Metox)</p>	<p>Leistungswiderstand [1] Drahtwiderstand (*) 0,51 Ω - 10 kΩ 15 W - 40 W (Datenblatt ¹⁾)</p>  <p>Gehäuse Keramik AMP-Anschlüsse</p>
<p>Leistungswiderstand [1] Drahtwiderstand (*) 0,056 Ω - 30 kΩ 1,0 W - 3 W (Datenblatt ¹⁾)</p>  <p>Gehäuse Speziallack Silikonbasis axial</p>	<p>Leistungswiderstand [1] Drahtwiderstand (*) 0,1 Ω - 36 kΩ 2,0 W - 8 W (Datenblatt ¹⁾)</p>  <p>Gehäuse Speziallack Silikonbasis radial</p>	<p>Leistungswiderstand [1] Drahtwiderstand (*) 0,1 Ω - 2 kΩ 1 W - 7,2 W (Datenblatt ¹⁾)</p>  <p>Gehäuse Speziallack Silikonbasis axial, schwer entflammbar</p>

(*) Material momentan unbekannt ¹⁾ Datenblatt nicht auf rechner gespeichert, ab Internet verfügbar

03 BERUFSKUNDE

04 WIDERSTANDSMATERIALIEN

4.11.3 Kleinleistungswiderstände

<p>Kleinleistungswiderstand [1] Metallschichtwiderstand (Tantal/Wolfram) 0,3 Ω - 3,32 MΩ 0,5 W und 0,7 W (Datenblatt 2)</p>  <p>Metallglasur-Gehäuse radial</p>	<p>Kleinleistungswiderstand [1] Drahtwiderstand (*) 0,1 Ω - 2,4 kΩ 0,75 W und 1,5 W (Datenblatt ¹⁾)</p>  <p>Gehäuse Glasfaserträger isoliert</p>	<p>Kleinleistungswiderstand [1] Metalloxidwiderstand (Zinkoxid) 0,22 Ω - 10 MΩ 1,0 W - 4,0 W (Datenblatt 3)</p>  <p>radial</p>
<p>Kleinleistungswiderstand [1] Metallschichtwiderstand (Tantal/Wolfram) 0,3 Ω - 3,32 MΩ 0,5 W und 0,7 W (Datenblatt 2)</p>  <p>Metallglasur-Gehäuse vertikal</p>	<p>Kleinleistungswiderstand [1] Drahtwiderstand (*) 0,1 Ω - 1,0 kΩ 0,75 W und 1,5 W (Datenblatt ¹⁾)</p>  <p>Gehäuse Glasfaserträger</p>	
<p>Kleinleistungswiderstand [1] Metallschichtwiderstand (mit Dünnschichtwiderstand Nickel/Chrom) 1,0 Ω - 1,0 MΩ 1,0 W - 3,0 W (Datenblatt 4)</p>  <p>Gehäuse radial</p>	<p>Kleinleistungs-Widerstände [1] SMD-Widerstand (*) 0,16 Ω - 10 MΩ 0,25 W und 1 W (Datenblatt ¹⁾)</p>  <p>Gehäuse unbekannt</p>	

(*) Material momentan unbekannt ¹⁾ Datenblatt nicht auf rechner gespeichert, ab Internet verfügbar
SMD = SMD steht für Surface Mounted Device [2]

03 BERUFSKUNDE

04 WIDERSTANDSMATERIALIEN

4.11.4 Niederohm-Widerstände


In zahlreichen Anwendungsfällen der Elektrotechnik (Schaltregler, Schaltnetzteile, Frequenzumrichter) werden Leistungswiderstände mit sehr niedrigen Widerstandswerten benötigt.

<p>Niederohmwiderstand [1] Drahtbrücke (*) 0,003 Ω - 0,1 Ω 0,5 W – 9 W (Datenblatt ¹⁾)</p>  <p>Mit oder ohne Keramikgehäuse</p>	<p>Niederohmwiderstand [1] Stromsensor (*) 0,0005 Ω - 0,068 Ω 01,0 W – 7 W (Datenblatt ¹⁾)</p>  <p>ohne Gehäuse</p>	<p>Niederohmwiderstand [1] (*) 0,005 Ω - 0,62 Ω 1,5 W (Datenblatt ¹⁾)</p>  <p>Gehäuse axial, gegurtet</p>
<p>Niederohmwiderstand [1] Metallband (*) 0,05 Ω - 3,3 Ω 2,0 W – 10 W (Datenblatt ¹⁾)</p>  <p>Gehäuse unbekannt</p>	<p>Leistungswiderstand [1] Drahtwiderstand (*) 0,056 Ω - 82 kΩ 4,0 W – 17 W (Datenblatt ¹⁾)</p>  <p>Gehäuse Keramik axial</p>	<p>Leistungswiderstand [1] Drahtwiderstand (*) 0,056 Ω - 30 kΩ 1,0 W – 3 W (Datenblatt ¹⁾)</p>  <p>Gehäuse Speziallack Silikonbasis axial</p>
<p>Niederohmwiderstand [1] Leistungs SMD-Widerstand (*)²⁾ 0,003 Ω - 0,05 Ω 2,0 W – 10 W (Datenblatt ¹⁾)</p>  <p>Gehäuse unbekannt</p>		



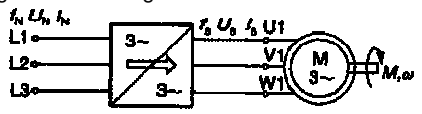

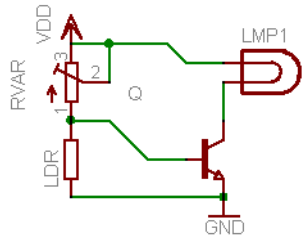
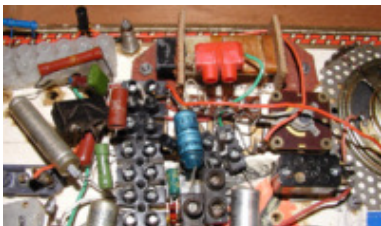
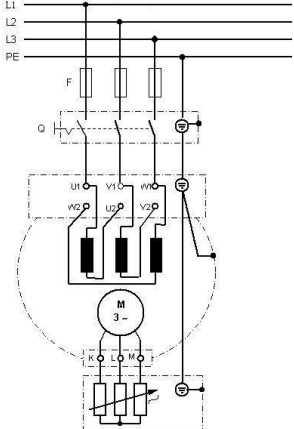



(*) Material momentan unbekannt ¹⁾ Datenblatt nicht auf rechner gespeichert, ab Internet verfügbar

²⁾ Leistungs SMD-Widerstände in Metallband-, Draht- und Schichttechnologie für Strommess-Anwendungen, reine Leistungs- sowie Präzisionsapplikationen.

03 BERUFSKUNDE**04 WIDERSTANDSMATERIALIEN****4.11.5 Spezial Widerstände**

<p>Umpresste Drahtbrücke [1] Maximale Belastbarkeit 10 A Null Ohm (Datenblatt 5)</p>  <p>Gehäuse radial</p>		
--	--	--

4.12 Anwendungen Widerstandsmaterial

<p>Schaltregler</p>  <p>[5]</p>	<p>Schaltnetzteile [6] Ein Schaltnetzteil oder Schaltnetzgerät ist eine elektronische Schaltung, die eine elektrische Spannung wandelt. Es kann damit z.B. aus der Netzspannung (Wechselspannung) eine Gleichspannung erzeugt werden (AC/DC-Wandler). Das Schaltungsprinzip funktioniert auch mit einer Gleichspannung am Eingang, wenn eine kleinere oder größere Ausgangsspannung gewünscht ist (DC/DC-Wandler).</p> 	<p>Frequenzumrichter [7] Die Frequenzumrichtertechnik hat sich auf dem Antriebsmarkt durchgesetzt. Die Anschaffungskosten sind circa fünfmal grösser als die entsprechenden mechanischen Schalter. Die Mehrkosten lassen sich jedoch in vielen Applikationen durch Energieeinsparungen in vernünftiger Zeit amortisieren.</p>   <p>[8]</p>
<p>Dämmerungsschalter [9] Als Dämmerungsschalter bezeichnet man ein elektrisches Betriebsmittel, das die Aufgabe hat einen Schaltkontakt zu betätigen, wenn ein einstellbarer Helligkeitswert unter- oder überschritten wird.</p>  <p>Stark vereinfachte Darstellung.</p>	<p>Elektronische Schaltungen</p> 	<p>Anlasswiderstände [10]</p> 
<p>Grossanlage mit Lastwiderstand [3]</p>  <p>Datenblatt¹⁾</p>	<p>Kombinierte Last [3] Auf Wunsch wird den Lastwiderständen auch eine induktive und/oder kapazitive Komponente beigelegt um verschiedene Lasten mit unterschiedlichen Phasenverschiebungswinkeln oder um bestimmte Blindleistungen bei Generatoren, Schalt-, Schütz- und Kontrollbelastungen, zu simulieren.</p>  <p>Datenblatt¹⁾</p>	<p>Prüfwiderstände [3]</p>  <p>Individuell einstellbarer Widerstand. Datenblatt¹⁾</p>

¹⁾ Datenblatt nicht auf rechner gespeichert, ab Internet verfügbar

03 BERUFSKUNDE

04 WIDERSTANDSMATERIALIEN

<p>Laborwiderstände [3] Für Schule-Einrichtungen entwickelt. Ob als Fest-, Schiebe- oder Stellwiderstand – alle Laborwiderstände sind komplett mit Bodenplatte und Gummifüßen, berührungssicheren RUHSTRAT-Klemmen und Erdungsklemme, sowie einer Schutzabdeckung ausgestattet.</p>  <p>Datenblatt 6</p>	<p>Entladewiderstände [3] Mit Entladewiderständen werden induktive und kapazitive Bauelemente bzw. Batterien entladen. Bei Batterien werden sie dazu verwendet festzustellen, welche Restkapazität eine vorher voll aufgeladene Akkumulatorenbatterie noch hat.</p>  <p>Datenblatt¹⁾</p>	<p>Dämpfungswiderstände [3] Dämpfungswiderstände sind Bestandteil von Einschaltstromdämpfungen. Besonders im Transformatorbau werden Dämpfungswiderstände zur Begrenzung des Einschaltstromes eingesetzt. Mit Einschaltstromdämpfungen werden Einschaltströme standardmäßig auf den 3,5fachen Nennstrom begrenzt.</p>  <p>Dateblatt¹⁾</p>
<p>Bremswiderstände [3] Bremswiderstände sind in der Lage, sowohl kurzzeitige Laststöße, als auch die gewünschte Dauerleistung aufzunehmen (z. B. Bremswiderstände für Frequenzumrichterantriebe). Für kleinere Antriebe werden häufig Widerstandselemente und für größere Antriebe Stahlgitterwiderstände eingesetzt.</p>  <p>Dateblatt¹⁾</p>	<p>Anlasswiderstände Anlasswiderstände werden u. a. eingesetzt für Drehstrommotoren mit Käfigläufer (Ständeranlasswiderstände) , für Drehstrommotoren mit Schleifringläufer (Läuferanlasswiderstände) oder als Anlasswiderstände für Gleichstrommotoren.</p>  <p>Dateblatt¹⁾</p>	<p>Erdungswiderstand [3] In Mittelspannungsnetzen mit niederohmiger Sternpunktterdung (Nospe) begrenzen unsere Erdungswiderstände einen auftretenden Erdschlussstrom auf einen maximal zulässigen Wert, bis die zugehörigen Schutzrelais den fehlerbehafteten Stromkreis abgeschaltet haben. Erdungswiderstände werden komplett gemäß den Anforderungen des Kunden ausgeliefert, mit einem Stromwandler, Nulllast- oder Lastschalter usw..</p>
<p>Potentiometer [3] Stufenlos verstellbar da ringförmig, bieten diese Widerstände Flexibilität auf kleinem Raum.</p>  <p>[4]</p> <p>Datenblatt¹⁾</p>	<p>Heizwiderstände Elektrospeicherofen mit Magnesitsteinen</p> 	 <p>Datenblatt¹⁾</p>

¹⁾ Datenblatt nicht auf rechner gespeichert, ab Internet verfügbar

03 BERUFSKUNDE

04 WIDERSTANDSMATERIALIEN

4.13 Anwendungen Leitungswiderstände

Die Leitungswiderstände sind zwar auch widerstandsmaterial, müssen aber gegenüber dem Widerstandsmaterial möglichst eine gute Leitfähigkeit aufweisen.

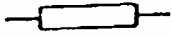
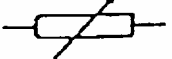
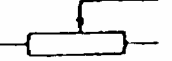
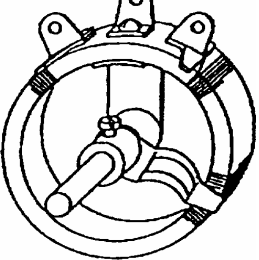
<p>Motorenwicklungen bzw. Stator- und Rotorstäbe sind meist aus Kupfer</p> 	<p>Klein-Transformatoren bzw. deren Wicklungsdrähte sind meist aus Kupfermaterial</p> 	<p>Kabel bzw. deren Leitungsmaterial für Verlängerungen und Apparateanschlüsse sind meist aus Kupfer</p> 
<p>Netzkabel bzw. deren Leiter sind aus Kupfer oder Aluminium</p> 	<p>Gross-Transformatoren bzw. deren Primär- und Sekundärwicklungen sind meist aus Kupfer. Auch die Verbindungsleitungen sind aus Kupfer.</p> 	<p>Leitungsverbindungen in Schaltern und Steckdosen</p> 
<p>Installationskabel für grössere Leistungen müssen richtig dimensioniert werden, dass der Leitungswiderstand und damit der Spannungsabfall möglichst klein gehalten werden.</p> 	<p>Leitungsdrähte Kleinverteiler in Wohnung</p> 	

¹⁾ Datenblatt nicht auf rechner gespeichert, ab Internet verfügbar

03 BERUFSKUNDE

04 WIDERSTANDSMATERIALIEN

4.14 Symbole für Widerstände

BK 4-11	Frage Wie heisst der nachfolgend dargestellte Widerstand?	Vorschrift Literatur	Antwort Widerstand allgemein
			
BK 4-12	Frage Wie heisst der nachfolgend dargestellte Widerstand?	Vorschrift Literatur	Antwort Widerstand verstellbar
			
BK 4-13	Frage Wie heisst der nachfolgend dargestellte Widerstand?	Vorschrift Literatur	Antwort Potentiometer
			
BK 4-14	Frage Wie heisst der nachfolgend dargestellte Widerstand?	Vorschrift Literatur	Antwort Drehwiderstand geeignet als Potentiometer
			

03 BERUFSKUNDE**04 WIDERSTANDSMATERIALIEN**

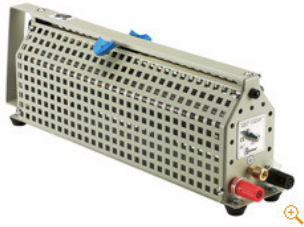
BK Frage
4-15 Wie heisst der nachfolgend dargestellte Widerstand?



Vorschrift
Literatur

Antwort
Festwiderstand oder
Massewiderstand

BK Frage
4-16 Wie heisst der nachfolgend dargestellte Widerstand?



Vorschrift
Literatur

Antwort
Schiebewiderstand
Verstellwiderstand

4.15 Farbschlüssel für Festwiderstände

Die Zahl nach dem Kennbuchstaben E bedeutet die Anzahl der Werte für eine Dekade.

Als Faktor, um einen Wert zu berechnen, ergibt sich bei der Reihe E12 aus:

$$\sqrt[12]{10}$$

Für Widerstände kleiner Leistung werden die nebenstehenden Reihen verwendet.

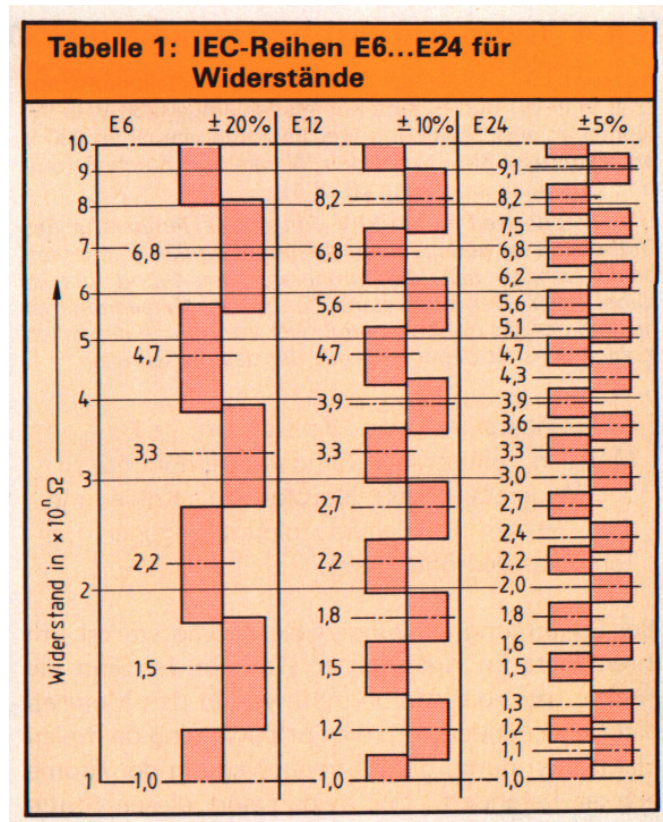


Tabelle 2: Farbschlüssel für Widerstände

Kennfarbe	1. Ziffer	2. Ziffer	Multiplikator	Toleranz in %
	Widerstandswert in Ω			
keine	—	—	—	± 20
silber	—	—	10^{-2}	± 10
gold	—	—	10^{-1}	± 5
schwarz	—	0	1	—
braun	1	1	10	± 1
rot	2	2	10^2	± 2
orange	3	3	10^3	—
gelb	4	4	10^4	—
grün	5	5	10^5	$\pm 0,5$
blau	6	6	10^6	$\pm 0,25$
violett	7	7	10^7	$\pm 0,1$
grau	8	8	10^8	—
weiß	9	9	10^9	—

Beispiel:

Von einem Festwiderstand mit 470Ω und einer Toleranz von $\pm 10\%$ soll der Farbschlüssel bestimmt werden!

Gelb

Violett

Braun

Silber

4.16 Quellenverzeichnis

Quelle	Inhaltsangabe	Ersteller	Datum / Seite
[1]	Metallglasur-Metallschichtwiderstände Metalloxid-Metallschichtwiderstände	WITROHM http://www.vitrohm.com/de/produkte/pg/metallglasur-metalloxid-metallschichtwiderstaende/	23.02.07
[2]	SMD-Technik	http://www.hifi-regler.de/lexikon/s/smd.php?SID=38e2c8bb6039287f4096f89fdee59480	23.02.07
[3]	Leistungswiderstände	Ruhstrat http://www.ruhstrat.com/de/transformatoren/stahlgitterwiderstaende.cfm	23.02.07
[4]	Potentiometer	Metalux http://www.metallux.de/html_de/sensorik/weg_winkelsensoren/potentiometer/01_pol120.php?navid=20	23.02.07
[5]	Lichtregler	Fabotech http://www.fabotech.ch/aw_dimmer_tci.htm	23.02.07
[6]	Schaltnetzteil	Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Schaltnetzteil	23.02.06
[7]	Frequenzumrichter	http://www.energie.ch/themen/industrie/fr/	23.02.07
[8]	Frequenzumrichter	http://www.mitsubishi-automation.de/products/inverters_fr_a_700.htm	23.02.07
[9]	Dämmerungsschalter	http://de.wikipedia.org/wiki/D%C3%A4mmerungsschalter	23.02.07
[10]	Schaltungen von Drehstrommotoren	http://ueba-bzl.elkonet.de/elkonet/efeg5/drehstrommotoren.htm#Wendeschtaltung	23.02.07
[11]	Elektrospeicher	http://www.olsberg.com/wDeutsch/elektroheizsysteme/dyn_waermespeicher/allgemeine_informationen.php?navid=40	24.02.07

¹⁾ Seite aus dem Lerntagebuch von Hans-Rudolf Niederberger