

Kennzeichnung von Widerständen

Wolfgang Kippels

9. Januar 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	2
2	Einleitung	3
3	Kennzeichnung von SMD-Widerständen	3
4	Farbcode für bedrahtete Widerstände	4
4.1	Die ersten drei Ringe	4
4.2	Der vierte Ring	6
4.3	Lage der Ringe	6
4.4	Zusammenfassung	7
5	Übungsaufgaben	8
5.1	Aufgabe 1	8
5.2	Aufgabe 2	9
5.3	Aufgabe 3	10
5.4	Aufgabe 4	11
5.5	Aufgabe 5	12
5.6	Aufgabe 6	13
5.7	Aufgabe 7 (Gemischte Aufgaben)	14
6	Lösungen der Übungsaufgaben	15
6.1	Aufgabe 1	15
6.2	Aufgabe 2	16
6.3	Aufgabe 3	17
6.4	Aufgabe 4	18
6.5	Aufgabe 5	19
6.6	Aufgabe 6	20
6.7	Aufgabe 7 (Gemischte Aufgaben)	21

1 Vorwort

Diese und ähnliche Anleitungen zu erstellen erfordert sehr viel Zeit und Mühe. Trotzdem stelle ich alles kostenfrei der Allgemeinheit zur Verfügung. Wenn Sie diese Datei hilfreich finden, dann bitte ich Sie um Erfüllung des nachfolgend beschriebenen „Generationenvertrages“:

Wenn Sie später einmal Ihre Ausbildungsphase beendet haben und im Beruf stehen (oder auch noch danach), geben Sie bitte Ihr Wissen in geeigneter Form an die nachfolgende Generation weiter.

Wenn Sie mir eine Freude machen wollen, dann schreiben Sie mir bitte eine kleine Email an die folgende Adresse: mail@dk4ek.de

Vielen Dank!

2 Einleitung

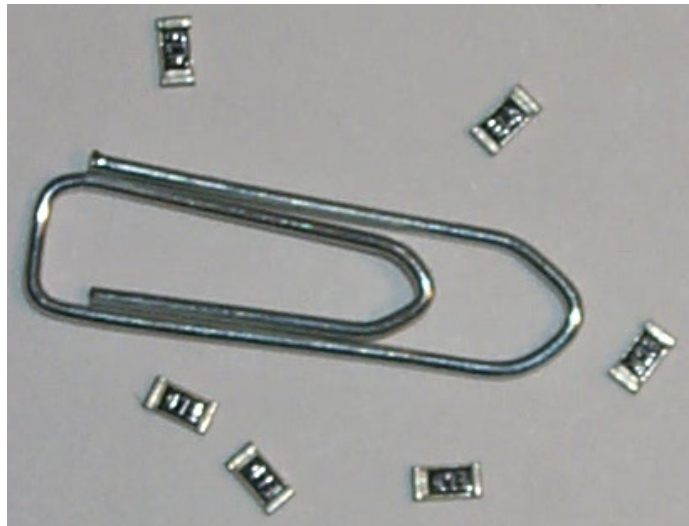
Widerstände sind oft sehr klein. Für eine Beschriftung ist darauf wenig Platz. Aus diesem Grund hat man sich für die Kennzeichnung für besonders platzsparende Kurzformen entschieden.

Es gibt nicht jeden Widerstand mit jedem beliebigen Wert zu kaufen. Da die Widerstände immer eine bestimmte Toleranz haben, kommt man mit bestimmten Normwerten aus. Je genauer die Widerstände hergestellt werden, desto mehr Normwerte benötigt man. Die wichtigsten sind die Werte der E12- und der E24-Reihe. Einzelheiten dazu sind hier zu finden:

<https://de.wikipedia.org/wiki/E-Reihe>

3 Kennzeichnung von SMD-Widerständen

Aktuelle Platinen werden in der Industrie heutzutage in der sogenannten SMD-Technik erstellt. Die Abkürzung „SMD“ steht für **S**urface **M**ounted **D**evice. Auf Deutsch heißt das „Oberflächenmontierte Bauelemente“, oder frei übersetzt: Bauteile, die so klein sind, dass man sie ab 40 nicht mehr sieht. Diese Bauelemente enthalten keine Anschlussdrähte, die vor dem Verlöten durch Löcher in der Platine gesteckt werden, sie werden direkt auf der Leiterbahnseite aufgelötet.



SMD-Widerstände

Nebenstehend sind einige SMD-Widerstände im Größenvergleich zu einer Büroklammer abgebildet. Mit etwas Mühe kann man erkennen, dass darauf eine Beschriftung mit genau **drei Ziffern** enthalten ist. Die Beschriftung mit beispielsweise 473 bedeutet aber nicht einfach $473\ \Omega$, sondern $47\ 000\ \Omega$ oder $47\ \text{k}\Omega$. Wie muss man den Code also lesen?

Im Grunde ist die Erklärung sehr einfach. Die ersten beiden Ziffern bedeuten tatsächlich die ersten beiden Ziffern des Widerstandswertes. Die dritte Ziffer gibt an, wieviele Nullen noch angehängt werden müssen. Als Einheit gilt dabei immer das Ohm. Hier einige Beispiele:

470	⇔	47 Ω
471	⇔	470 Ω
472	⇔	4 700 Ω = 4,7 kΩ
473	⇔	47 000 Ω = 47 kΩ
395	⇔	3 900 000 Ω = 3,9 MΩ
100	⇔	10 Ω

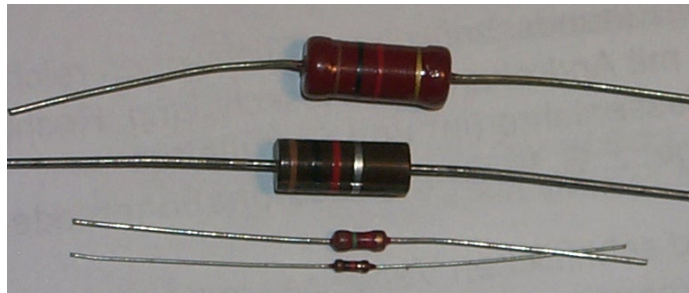
Wie relativ einfach zu erkennen ist, ist der niedrigste Widerstand, der auf diese Art zu beschreiben ist ein Widerstand mit 10 Ω. Weil es aber auch kleinere Werte gibt, hat man für solche Fälle anstelle der dritten Ziffer den Buchstaben **R** eingeführt. Dieser Buchstabe wird anstelle eines Kommas bei den beiden Ziffern eingefügt. Hier einige Beispiele zur Verdeutlichung:

4R7	⇔	4,7 Ω
1R0	⇔	1,0 Ω
R56	⇔	0,56 Ω
R10	⇔	0,10 Ω

Damit ist der kleinste bezeichnbare Widerstandswert 0,1 Ω. Das reicht in der Praxis meist aus.

4 Farbcode für bedrahtete Widerstände

Bedrahtete Widerstände werden gern mit farbigen Ringen gekennzeichnet. Das hat den Vorteil, dass man die Farben von jeder Seite lesen kann, gleichgültig, in welcher Lage der Widerstand eingelötet ist. Da die Widerstände (meist) rund sind, ist grundsätzlich jede Einbaulage möglich. Eine Beschriftung mit Ziffern könnte je nach Einbaulage verdeckt sein. Bei den nebenstehen abgebildeten Widerständen erkennt



Bedrahtete Widerstände

man vier Farbringe. Deren Bedeutung ist je nach Nummer des Ringes unterschiedlich. Wir wollen uns das im Detail genau ansehen.

4.1 Die ersten drei Ringe

Die ersten drei Ringe entsprechen der Bezeichnungsmethode bei SMD-Widerständen. (Um die Bedeutung des vierten Ringes – meist Silber oder Gold – kümmern wir uns

etwas später.) Man muss nur wissen, welche Farbe welche Ziffer bedeutet. Dazu kann nachfolgende Tabelle herangezogen werden:

Ziffer	Farbe
0	Schwarz
1	Braun
2	Rot
3	Orange
4	Gelb
5	Grün
6	Blau
7	Lila
8	Grau
9	Weiß

Die ersten beiden Ringe stellen die ersten beiden Ziffern dar, der dritte die Anzahl der Nullen, die angehängt werden müssen. Die Einheit ist immer Ohm. Hier ein paar Beispiele:

Gelb	Lila	Schwarz	\Leftrightarrow	47Ω
Gelb	Lila	Braun	\Leftrightarrow	470Ω
Gelb	Lila	Rot	\Leftrightarrow	$4700 \Omega = 4,7 \text{ k}\Omega$
Orange	Weiß	Grün	\Leftrightarrow	$3900000 \Omega = 3,9 \text{ M}\Omega$
Braun	Schwarz	Schwarz	\Leftrightarrow	10Ω

Wie auch schon bei den SMD-Widerständen ist damit der kleinste darstellbare Widerstand 10Ω . Für kleinere Widerstände gibt es daher auch hier eine Sonderlösung, die aber etwas anders aussieht, als bei SMD-Widerständen. Für den **dritten** Ring wurden zwei zusätzliche Farben eingeführt, die einen Faktor darstellen:

Faktor	Farbe
$\times 0,1$	Gold
$\times 0,01$	Silber

Eine Codierung beispielsweise mit den Farben Grün - Blau - Gold ist dann so zu lesen: Grün=5, Blau=6 ergibt 56, also zunächst einmal 56Ω . Der dritte Ring in Gold stellt den Faktor $\times 0,1$ dar. Damit erhalten wir für den darzustellenden Widerstand:

$$R = 56 \Omega \times 0,1 = 5,6 \Omega$$

Zur weiteren Verdeutlichung folgen hier noch ein paar Beispiele:

Gelb	Lila	Gold	\Leftrightarrow	$4,7 \Omega$
Braun	Schwarz	Gold	\Leftrightarrow	$1,0 \Omega$
Grau	Rot	Silber	\Leftrightarrow	$0,82 \Omega$
Braun	Schwarz	Silber	\Leftrightarrow	$0,10 \Omega$

4.2 Der vierte Ring

Der vierte Ring hat meist eine der Farben Silber oder Gold. Hiermit wird die Toleranz des Widerstandes bei der Fertigung angegeben. Hierbei gelten folgende Zuordnungen:

Toleranz	Farbe
$\pm 10\%$	Silber
$\pm 5\%$	Gold
$\pm 2\%$	Rot
$\pm 1\%$	Braun

Was bedeutet das nun?

Ein Beispiel dazu: Ein Widerstand hat die Codierung Rot - Lila - Braun - Silber. Wir wissen schon, dass die ersten drei Ringe für $270\ \Omega$ stehen. Durch die Farbe Silber des vierten Ringes garantiert der Hersteller dafür, dass der tatsächliche Widerstandswert weniger als 10% kleiner und weniger als 10% größer als $270\ \Omega$ ist. 10% von $270\ \Omega$ sind $27\ \Omega$. Der wahre Widerstandswert liegt also zwischen $270\ \Omega - 27\ \Omega = 243\ \Omega$ und $270\ \Omega + 27\ \Omega = 297\ \Omega$.

$$243\ \Omega < R < 297\ \Omega$$

Wäre die Farbe des vierten Ringes Gold, dann müssten wir mit einer Toleranz von

$$\pm 5\% \hat{=} \pm 14\ \Omega$$

rechnen. Damit erhielten wir:

$$256\ \Omega < R < 284\ \Omega$$

Anmerkung: Widerstände mit einer Toleranz von besser als $\pm 5\%$ haben in der Regel **5** Ringe! Hierbei geben die ersten 3 Ringe die ersten 3 Ziffern an, der 4. Ring die Anzahl der Nullen oder eines Faktors und der 5. Ring dann die Toleranz an. Zur Beruhigung sei aber gesagt, dass solche genauen Widerstände aus Kostengründen selten zum Einsatz kommen.

Auch dazu ein Beispiel: Ein Widerstand hat die Codierung Grün - Braun - Schwarz - Orange - Rot. Die ersten drei Ringe (Grün - Braun - Schwarz) geben die ersten drei Ziffern an, also 510. Der vierte Ring mit Orange bedeutet 3. Es folgen also 3 Nullen. Wir erhalten damit $510\ 000\ \Omega = 510\ \text{k}\Omega$. Der letzte Ring zeigt eine Toleranz von $\pm 2\%$ an. Damit liegt der tatsächliche Widerstandswert zwischen $499,8\ \text{k}\Omega$ und $520,2\ \text{k}\Omega$.

4.3 Lage der Ringe

Etwas problematisch kann die Frage sein, wo denn der erste Ring liegt, in welcher Richtung also abgelesen wird. Leider handhaben die Hersteller das nicht einheitlich. Drei Verfahren sind üblich.

1. Der erste Ring ist der, der näher an einem Anschlussdraht ist.
2. Es gibt eine Lücke zwischen dem 3. und 4. Ring.
3. Die Farbe Gold oder Silber ist nicht gültig für den ersten Ring.

Bei den abgebildeten Widerständen ist beim obersten Widerstand Verfahren 2 erkennbar, beim zweitobersten Widerstand Verfahren 1. Bei den untersten kleineren Widerständen hilft nur Verfahren 3 weiter.

4.4 Zusammenfassung

Wenn man die verschiedenen Tabellen zu einer zusammenfasst, erhält man für Widerstände mit 4 Ringen folgende Tabelle.

Farbe	1. Ring	2. Ring	3. Ring	4. Ring
Schwarz	–	0		–
Braun	1	1	0	±1%
Rot	2	2	00	±2%
Orange	3	3	000	–
Gelb	4	4	0 000	–
Grün	5	5	00 000	–
Blau	6	6	000 000	–
Lila	7	7	0 000 000	–
Grau	8	8	00 000 000	–
Weiß	9	9	000 000 000	–
Gold	–	–	×0,1	±5%
Silber	–	–	×0,01	±10%

Für Widerstände mit 5 Ringen gilt entsprechend:

Farbe	1. Ring	2. Ring	3. Ring	4. Ring	5. Ring
Schwarz	–	0	0		–
Braun	1	1	1	0	±1%
Rot	2	2	2	00	±2%
Orange	3	3	3	000	–
Gelb	4	4	4	0 000	–
Grün	5	5	5	00 000	–
Blau	6	6	6	000 000	–
Lila	7	7	7	0 000 000	–
Grau	8	8	8	00 000 000	–
Weiß	9	9	9	000 000 000	–
Gold	–	–	–	×0,1	±5%
Silber	–	–	–	×0,01	±10%

5 Übungsaufgaben

5.1 Aufgabe 1

Geben Sie die Widerstandswerte für die SMD-Widerstände an, die die nachfolgenden Codierungen tragen. Verwenden Sie dabei geeignete Vorsatzeinheiten, also beispielsweise $2,2\text{ k}\Omega$ anstelle von $2\,200\ \Omega$ oder $15\ \text{M}\Omega$ anstelle von $15\,000\,000\ \Omega$.

a) 272 \rightarrow

b) 391 \rightarrow

c) 473 \rightarrow

d) 680 \rightarrow

e) 155 \rightarrow

f) 184 \rightarrow

g) 333 \rightarrow

h) 222 \rightarrow

i) 126 \rightarrow

j) 820 \rightarrow

k) 915 \rightarrow

l) 361 \rightarrow

m) 563 \rightarrow

n) 180 \rightarrow

o) 754 \rightarrow

p) 913 \rightarrow

q) 156 \rightarrow

5.2 Aufgabe 2

Geben Sie den dreistelligen Code an, der auf einem SMD-Widerstand mit dem angegebenen Widerstandswert steht.

- a) $470 \Omega \rightarrow$
- b) $3,9 \text{ k}\Omega \rightarrow$
- c) $18 \text{ k}\Omega \rightarrow$
- d) $12 \text{ M}\Omega \rightarrow$
- e) $680 \text{ k}\Omega \rightarrow$
- f) $15 \Omega \rightarrow$
- g) $1,8 \text{ M}\Omega \rightarrow$
- h) $27 \Omega \rightarrow$
- i) $560 \Omega \rightarrow$
- j) $1 \text{ k}\Omega \rightarrow$
- k) $10 \text{ M}\Omega \rightarrow$
- l) $390 \Omega \rightarrow$
- m) $10 \Omega \rightarrow$
- n) $2,2 \text{ k}\Omega \rightarrow$
- o) $100 \text{ k}\Omega \rightarrow$
- p) $1,8 \text{ k}\Omega \rightarrow$
- q) $150 \text{ k}\Omega \rightarrow$

5.3 Aufgabe 3

Geben Sie die Widerstandswerte für die nachfolgenden Codierungen an! Verwenden Sie dabei geeignete Vorsatzeinheiten, also beispielsweise $2,2\text{ k}\Omega$ anstelle von $2\,200\ \Omega$ oder $15\text{ M}\Omega$ anstelle von $15\,000\,000\ \Omega$.

- a) Braun – Grün – Braun – Silber \longrightarrow
- b) Gelb – Lila – Schwarz – Gold \longrightarrow
- c) Rot – Rot – Rot – Silber \longrightarrow
- d) Braun – Schwarz – Schwarz – Gold \longrightarrow
- e) Orange – Orange – Orange – Silber \longrightarrow
- f) Blau – Grau – Grün – Gold \longrightarrow
- g) Orange – Weiß – Rot – Gold \longrightarrow
- h) Rot – Gelb – Silber – Silber \longrightarrow
- i) Grün – Blau – Gold – Gold \longrightarrow
- j) Weiß – Braun – Schwarz – Gold \longrightarrow
- k) Lila – Grün – Gold – Gold \longrightarrow
- l) Braun – Braun – Grün – Braun – Braun \longrightarrow
- m) Rot – Orange – Lila – Silber – Rot \longrightarrow
- n) Lila – Braun – Grün – Schwarz – Braun \longrightarrow
- o) Braun – Schwarz – Grün – Rot – Rot \longrightarrow
- p) Rot – Rot – Braun – Rot – Braun \longrightarrow
- q) Orange – Schwarz – Braun – Orange – Rot \longrightarrow

5.4 Aufgabe 4

Zwischen welchen vom Hersteller garantierten Werten liegt der tatsächliche Widerstand mit dem angegebenen Farbcode? Verwenden Sie dabei geeignete Vorsatzeinheiten, also beispielsweise $2,2\text{ k}\Omega$ anstelle von $2\,200\ \Omega$ oder $15\text{ M}\Omega$ anstelle von $15\,000\,000\ \Omega$.

- a) Blau – Grau – Braun – Silber \longrightarrow zwischen und
- b) Gelb – Lila – Orange – Gold \longrightarrow zwischen und
- c) Weiß – Braun – Rot – Rot \longrightarrow zwischen und
- d) Orange – Blau – Schwarz – Gold \longrightarrow zwischen und
- e) Grün – Braun – Orange – Gold \longrightarrow zwischen und
- f) Braun – Rot – Braun – Silber \longrightarrow zwischen und
- g) Rot – Lila – Grün – Gold \longrightarrow zwischen und
- h) Grau – Rot – Gold – Gold \longrightarrow zwischen und
- i) Gelb – Orange – Schwarz – Gold \longrightarrow zwischen und
- j) Rot – Schwarz – Schwarz – Rot \longrightarrow zwischen und
- k) Rot – Schwarz – Grün – Braun – Braun \longrightarrow zwischen und
- l) Grün – Braun – Schwarz – Orange – Rot \longrightarrow zwischen und
- m) Braun – Schwarz – Schwarz – Schwarz – Braun \longrightarrow zwischen und
- n) Rot – Lila – Gelb – Gelb – Rot \longrightarrow zwischen und
- o) Gelb – Rot – Rot – Rot – Rot \longrightarrow zwischen und
- p) Blau – Gelb – Weiß – Braun – Braun \longrightarrow zwischen und
- q) Lila – Braun – Grün – Gold – Rot \longrightarrow zwischen und

5.5 Aufgabe 5

Ein Widerstand mit den angegebenen Spezifikationen wird gesucht. Geben die die zugehörige Codierung **mit 4 Ringen** an!

a) $180 \Omega \pm 10\%$ \longrightarrow

b) $4,7 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ \longrightarrow

c) $1,5 \Omega \pm 10\%$ \longrightarrow

d) $4,7 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ \longrightarrow

e) $820 \text{ k}\Omega \pm 10\%$ \longrightarrow

f) $2,2 \Omega \pm 10\%$ \longrightarrow

g) $0,75 \Omega \pm 5\%$ \longrightarrow

h) $6,8 \text{ M}\Omega \pm 5\%$ \longrightarrow

i) $39 \text{ k}\Omega \pm 10\%$ \longrightarrow

j) $12 \text{ M}\Omega \pm 10\%$ \longrightarrow

k) $560 \Omega \pm 5\%$ \longrightarrow

l) $3,3 \text{ k}\Omega \pm 10\%$ \longrightarrow

m) $750 \Omega \pm 5\%$ \longrightarrow

n) $5,1 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ \longrightarrow

o) $1,2 \Omega \pm 10\%$ \longrightarrow

p) $100 \Omega \pm 10\%$ \longrightarrow

q) $1 \Omega \pm 5\%$ \longrightarrow

5.6 Aufgabe 6

Ein Widerstand mit den angegebenen Spezifikationen wird gesucht. Geben die die zugehörige Codierung **mit 5 Ringen** an!

a) $100 \Omega \pm 2\%$ \longrightarrow

b) $1,8 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ \longrightarrow

c) $220 \Omega \pm 2\%$ \longrightarrow

d) $15,8 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ \longrightarrow

e) $787 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ \longrightarrow

f) $11 \text{ M}\Omega \pm 2\%$ \longrightarrow

g) $2,4 \text{ k}\Omega \pm 2\%$ \longrightarrow

h) $95,3 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ \longrightarrow

i) $82 \Omega \pm 2\%$ \longrightarrow

j) $402 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ \longrightarrow

k) $51 \text{ k}\Omega \pm 2\%$ \longrightarrow

l) $750 \Omega \pm 2\%$ \longrightarrow

m) $33 \text{ M}\Omega \pm 1\%$ \longrightarrow

n) $649 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ \longrightarrow

o) $91 \Omega \pm 2\%$ \longrightarrow

p) $1 \text{ k}\Omega \pm 2\%$ \longrightarrow

q) $169 \Omega \pm 1\%$ \longrightarrow

5.7 Aufgabe 7 (Gemischte Aufgaben)

- a) Ein SMD-Widerstand mit $4,7\text{ k}\Omega$ wird benötigt. Was ist auf dem Widerstand aufgedruckt?
- b) Auf einem SMD-Widerstand steht: 334. Wieviel Kiloohm hat er?
- c) Auf einem Widerstand sind die Farbringe Braun – Grün – Braun – Gold erkennbar. Welchen Nennwert hat der Widerstand?
- d) Auf einem Widerstand sind die Farbringe Grau – Rot – Schwarz – Grün – Rot erkennbar. Welchen Nennwert hat der Widerstand? Verwenden Sie eine sinnvolle Einheit!
- e) Auf einem Widerstand sind die Farbringe Gold – Braun – Lila – Rot erkennbar. Welchen Nennwert hat der Widerstand?
- f) Ein Widerstand mit $12\text{ M}\Omega$ und einer Toleranz von $\pm 5\%$ wird benötigt. Welche Farbringe muss er haben?
- g) Ein Widerstand hat die Farbringe Blau – Grau – Rot – Gold. Beim Nachmessen wird ein Wert von $7,1\text{ k}\Omega$ angezeigt. Liegt er im zulässigen Toleranzbereich?
- h) Auf einem Widerstand sind die Farbringe Silber – Orange – Grün – Braun erkennbar. Welchen Nennwert hat der Widerstand? Verwenden Sie eine sinnvolle Einheit!
- i) Auf einem Widerstand sind die Farbringe Lila – Grün – Schwarz – Orange – Rot erkennbar. Welchen Nennwert hat der Widerstand? Verwenden Sie eine sinnvolle Einheit!
- j) Wieviel $\text{M}\Omega$ hat ein Widerstand mit den Farbringen Braun – Braun – Grün – Grün – Rot?
- k) Ein Widerstand mit einem Widerstandswert von $12,4\text{ k}\Omega$ und einer Toleranz von $\pm 1\%$ wird benötigt. Mit welchen Farben wird er codiert?
- l) Ein Widerstand soll einen Nennwert von $560\text{ k}\Omega$ erhalten. Der Widerstand muss mindestens $520\text{ k}\Omega$ und darf höchstens $590\text{ k}\Omega$ haben. Wählen Sie eine geeignete Toleranzklasse aus und geben Sie die zugehörige Farb-Codierung mit vier Ringen an!
- m) Auf einem Widerstand sind die Ringe Silber – Gelb – Lila – Gelb erkennbar. Wie groß ist der Nennwert? Zwischen welchen Werten liegt der vom Hersteller garantierte tatsächliche Wert?

6 Lösungen der Übungsaufgaben

6.1 Aufgabe 1

Geben Sie die Widerstandswerte für die SMD-Widerstände an, die die nachfolgenden Codierungen tragen. Verwenden Sie dabei geeignete Vorsatzeinheiten, also beispielsweise 2,2 k Ω anstelle von 2 200 Ω oder 15 M Ω anstelle von 15 000 000 Ω .

- a) 272 \rightarrow 2,7 k Ω
- b) 391 \rightarrow 390 Ω
- c) 473 \rightarrow 47 k Ω
- d) 680 \rightarrow 68 Ω
- e) 155 \rightarrow 1,5 M Ω
- f) 184 \rightarrow 180 k Ω
- g) 333 \rightarrow 33 k Ω
- h) 222 \rightarrow 2,2 k Ω
- i) 126 \rightarrow 12 M Ω
- j) 820 \rightarrow 82 Ω
- k) 915 \rightarrow 9,1 M Ω
- l) 361 \rightarrow 360 Ω
- m) 563 \rightarrow 56 k Ω
- n) 180 \rightarrow 18 Ω
- o) 754 \rightarrow 750 k Ω
- p) 913 \rightarrow 91 k Ω
- q) 156 \rightarrow 15 M Ω

6.2 Aufgabe 2

Geben Sie den dreistelligen Code an, der auf einem SMD-Widerstand mit dem angegebenen Widerstandswert steht.

- a) $470\ \Omega \longrightarrow 471$
- b) $3,9\ \text{k}\Omega \longrightarrow 392$
- c) $18\ \text{k}\Omega \longrightarrow 183$
- d) $12\ \text{M}\Omega \longrightarrow 126$
- e) $680\ \text{k}\Omega \longrightarrow 684$
- f) $15\ \Omega \longrightarrow 150$
- g) $1,8\ \text{M}\Omega \longrightarrow 185$
- h) $27\ \Omega \longrightarrow 270$
- i) $560\ \Omega \longrightarrow 561$
- j) $1\ \text{k}\Omega \longrightarrow 102$
- k) $10\ \text{M}\Omega \longrightarrow 106$
- l) $390\ \Omega \longrightarrow 391$
- m) $10\ \Omega \longrightarrow 100$
- n) $2,2\ \text{k}\Omega \longrightarrow 222$
- o) $100\ \text{k}\Omega \longrightarrow 104$
- p) $1,8\ \text{k}\Omega \longrightarrow 182$
- q) $150\ \text{k}\Omega \longrightarrow 154$

6.3 Aufgabe 3

Geben Sie die Widerstandswerte für die nachfolgenden Codierungen an! Verwenden Sie dabei geeignete Vorsatzeinheiten, also beispielsweise $2,2\text{ k}\Omega$ anstelle von $2\,200\ \Omega$ oder $15\text{ M}\Omega$ anstelle von $15\,000\,000\ \Omega$.

- a) Braun – Grün – Braun – Silber $\rightarrow 150\ \Omega$
- b) Gelb – Lila – Schwarz – Gold $\rightarrow 47\ \Omega$
- c) Rot – Rot – Rot – Silber $\rightarrow 2,2\text{ k}\Omega$
- d) Braun – Schwarz – Schwarz – Gold $\rightarrow 10\ \Omega$
- e) Orange – Orange – Orange – Silber $\rightarrow 33\text{ k}\Omega$
- f) Blau – Grau – Grün – Gold $\rightarrow 6,8\text{ M}\Omega$
- g) Orange – Weiß – Rot – Gold $\rightarrow 3,9\text{ k}\Omega$
- h) Rot – Gelb – Silber – Silber $\rightarrow 0,27\ \Omega$
- i) Grün – Blau – Gold – Gold $\rightarrow 5,6\ \Omega$
- j) Weiß – Braun – Schwarz – Gold $\rightarrow 91\ \Omega$
- k) Lila – Grün – Gold – Gold $\rightarrow 7,5\ \Omega$
- l) Braun – Braun – Grün – Braun – Braun $\rightarrow 1,15\text{ k}\Omega$
- m) Rot – Orange – Lila – Silber – Rot $\rightarrow 2,37\ \Omega$
- n) Lila – Braun – Grün – Schwarz – Braun $\rightarrow 715\text{ k}\Omega$
- o) Braun – Schwarz – Grün – Rot – Rot $\rightarrow 10,5\text{ k}\Omega$
- p) Rot – Rot – Braun – Rot – Braun $\rightarrow 22,1\text{ k}\Omega$
- q) Orange – Schwarz – Braun – Orange – Rot $\rightarrow 301\text{ k}\Omega$

6.4 Aufgabe 4

Zwischen welchen vom Hersteller garantierten Werten liegt der tatsächliche Widerstand mit dem angegebenen Farbcode? Verwenden Sie dabei geeignete Vorsatzeinheiten, also beispielsweise $2,2\text{ k}\Omega$ anstelle von $2\,200\ \Omega$ oder $15\text{ M}\Omega$ anstelle von $15\,000\,000\ \Omega$.

- a) Blau – Grau – Braun – Silber \longrightarrow zwischen $522\ \Omega$ und $638\ \Omega$
- b) Gelb – Lila – Orange – Gold \longrightarrow zwischen $44,65\text{ k}\Omega$ und $49,35\text{ k}\Omega$
- c) Weiß – Braun – Rot – Rot \longrightarrow zwischen $8,918\text{ k}\Omega$ und $9,282\text{ k}\Omega$
- d) Orange – Blau – Schwarz – Gold \longrightarrow zwischen $34,2\ \Omega$ und $37,8\ \Omega$
- e) Grün – Braun – Orange – Gold \longrightarrow zwischen $48,45\text{ k}\Omega$ und $53,55\text{ k}\Omega$
- f) Braun – Rot – Braun – Silber \longrightarrow zwischen $108\ \Omega$ und $132\ \Omega$
- g) Rot – Lila – Grün – Gold \longrightarrow zwischen $2,565\text{ M}\Omega$ und $2,835\text{ M}\Omega$
- h) Grau – Rot – Gold – Gold \longrightarrow zwischen $7,79\ \Omega$ und $8,61\ \Omega$
- i) Gelb – Orange – Schwarz – Gold \longrightarrow zwischen $40,85\ \Omega$ und $45,15\ \Omega$
- j) Rot – Schwarz – Schwarz – Rot \longrightarrow zwischen $19,6\ \Omega$ und $20,4\ \Omega$
- k) Rot – Schwarz – Grün – Braun – Braun \longrightarrow zwischen $2,0295\text{ k}\Omega$ und $2,0705\text{ k}\Omega$
- l) Grün – Braun – Schwarz – Orange – Rot \longrightarrow zwischen $499,8\text{ k}\Omega$ und $520,2\text{ k}\Omega$
- m) Braun – Schwarz – Schwarz – Schwarz – Braun \longrightarrow zwischen $99\ \Omega$ und $101\ \Omega$
- n) Rot – Lila – Gelb – Gelb – Rot \longrightarrow zwischen $2,6852\text{ M}\Omega$ und $2,7948\text{ M}\Omega$
- o) Gelb – Rot – Rot – Rot – Rot \longrightarrow zwischen $41,365\text{ k}\Omega$ und $43,044\text{ k}\Omega$
- p) Blau – Gelb – Weiß – Braun – Braun \longrightarrow zwischen $6,4251\ \Omega$ und $6,5549\ \Omega$
- q) Lila – Braun – Grün – Gold – Rot \longrightarrow zwischen $70,07\ \Omega$ und $72,93\ \Omega$

6.5 Aufgabe 5

Ein Widerstand mit den angegebenen Spezifikationen wird gesucht. Geben die die zugehörige Codierung **mit 4 Ringen** an!

- a) $180 \Omega \pm 10\%$ → Braun – Grau – Braun – Silber
- b) $4,7 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ → Gelb – Lila – Rot – Gold
- c) $1,5 \Omega \pm 10\%$ → Braun – Grün – Gold – Silber
- d) $4,7 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ → Gelb – Lila – Rot – Gold
- e) $820 \text{ k}\Omega \pm 10\%$ → Grau – Rot – Gelb – Silber
- f) $2,2 \Omega \pm 10\%$ → Rot – Rot – Gold – Silber
- g) $0,75 \Omega \pm 5\%$ → Lila – Grün – Silber – Gold
- h) $6,8 \text{ M}\Omega \pm 5\%$ → Blau – Grau – Grün – Gold
- i) $39 \text{ k}\Omega \pm 10\%$ → Orange – Weiß – Orange – Silber
- j) $12 \text{ M}\Omega \pm 10\%$ → Braun – Rot – Blau – Silber
- k) $560 \Omega \pm 5\%$ → Grün – Blau – Braun – Gold
- l) $3,3 \text{ k}\Omega \pm 10\%$ → Orange – Orange – Rot – Silber
- m) $750 \Omega \pm 5\%$ → Lila – Grün – Braun – Gold
- n) $5,1 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ → Grün – Braun – Rot – Gold
- o) $1,2 \Omega \pm 10\%$ → Braun – Rot – Gold – Silber
- p) $100 \Omega \pm 10\%$ → Braun – Schwarz – Braun – Silber
- q) $1 \Omega \pm 5\%$ → Braun – Schwarz – Gold – Gold

6.6 Aufgabe 6

Ein Widerstand mit den angegebenen Spezifikationen wird gesucht. Geben die die zugehörige Codierung **mit 5 Ringen** an!

- a) $100 \Omega \pm 2\%$ \longrightarrow Braun – Schwarz – Schwarz – Schwarz – Rot
- b) $1,8 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ \longrightarrow Braun – Grau – Schwarz – Braun – Braun
- c) $220 \Omega \pm 2\%$ \longrightarrow Rot – Rot – Schwarz – Schwarz – Rot
- d) $15,8 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ \longrightarrow Braun – Grün – Grau – Rot – Braun
- e) $787 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ \longrightarrow Lila – Grau – Lila – Orange – Braun
- f) $11 \text{ M}\Omega \pm 2\%$ \longrightarrow Braun – Braun – Schwarz – Grün – Rot
- g) $2,4 \text{ k}\Omega \pm 2\%$ \longrightarrow Rot – Gelb – Schwarz – Braun – Rot
- h) $95,3 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ \longrightarrow Weiß – Grün – Orange – Rot – Braun
- i) $82 \Omega \pm 2\%$ \longrightarrow Grau – Rot – Schwarz – Gold – Silber
- j) $402 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ \longrightarrow Gelb – Schwarz – Rot – Orange – Rot
- k) $51 \text{ k}\Omega \pm 2\%$ \longrightarrow Grün – Braun – Schwarz – Rot – Rot
- l) $750 \Omega \pm 2\%$ \longrightarrow Lila – Grün – Schwarz – Schwarz – Rot
- m) $33 \text{ M}\Omega \pm 1\%$ \longrightarrow Orange – Orange – Schwarz – Grün – Braun
- n) $649 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ \longrightarrow Blau – Gelb – Weiß – Orange – Braun
- o) $91 \Omega \pm 2\%$ \longrightarrow Weiß – Braun – Schwarz – Gold – Rot
- p) $1 \text{ k}\Omega \pm 2\%$ \longrightarrow Braun – Schwarz – Schwarz – Braun – Rot
- q) $169 \Omega \pm 1\%$ \longrightarrow Braun – Blau – Weiß – Schwarz – Braun

6.7 Aufgabe 7 (Gemischte Aufgaben)

a) Ein SMD-Widerstand mit $4,7\text{ k}\Omega$ wird benötigt. Was ist auf dem Widerstand aufgedruckt? $\rightarrow 472$

b) Auf einem SMD-Widerstand steht: 334. Wieviel Kiloohm hat er?
 $\rightarrow 330\,000\ \Omega = 330\text{ k}\Omega$

c) Auf einem Widerstand sind die Farbringe Braun – Grün – Braun – Gold erkennbar. Welchen Nennwert hat der Widerstand? $\rightarrow 150\ \Omega$

d) Auf einem Widerstand sind die Farbringe Grau – Rot – Schwarz – Grün – Rot erkennbar. Welchen Nennwert hat der Widerstand? Verwenden Sie eine sinnvolle Einheit!
 $\rightarrow 82\,000\,000\ \Omega = 82\text{ M}\Omega$

e) Auf einem Widerstand sind die Farbringe Gold – Braun – Lila – Rot erkennbar. Welchen Nennwert hat der Widerstand? \rightarrow Offenbar liegt der Widerstand falsch herum auf dem Tisch. Gold als ersten Ring gibt es nicht. Die richtige Reihenfolge der Ringe muss daher laute: Rot – Lila – Braun – Gold. Das bedeutet: $270\ \Omega$

f) Ein Widerstand mit $12\text{ M}\Omega$ und einer Toleranz von $\pm 5\%$ wird benötigt. Welche Farbringe muss er haben? \rightarrow Braun – Rot – Blau – Gold

g) Ein Widerstand hat die Farbringe Blau – Grau – Rot – Gold. Beim Nachmessen wird ein Wert von $7,1\text{ k}\Omega$ angezeigt. Liegt er im zulässigen Toleranzbereich? \rightarrow Der Nennwert beträgt $6,8\text{ k}\Omega$. Die Abweichung vom Nennwert beträgt:

$$\Delta R = R - R_N = 7,1\text{ k}\Omega - 6,8\text{ k}\Omega = 0,3\text{ k}\Omega$$

$$P_{\%} = \frac{\Delta R}{R_N} \cdot 100\% = \frac{0,3\text{ k}\Omega}{6,8\text{ k}\Omega} \cdot 100\% = 4,41\%$$

Zulässig sind 5% . Der tatsächliche Widerstand liegt also im zulässigen Bereich.

h) Auf einem Widerstand sind die Farbringe Silber – Orange – Grün – Braun erkennbar. Welchen Nennwert hat der Widerstand? Verwenden Sie eine sinnvolle Einheit! \rightarrow Offenbar liegt der Widerstand falsch herum auf dem Tisch. Silber als ersten Ring gibt es nicht. Die richtige Reihenfolge der Ringe muss daher laute: Braun – Grün – Orange – Silber. Das bedeutet: $15\text{ k}\Omega$

i) Auf einem Widerstand sind die Farbringe Lila – Grün – Schwarz – Orange – Rot erkennbar. Welchen Nennwert hat der Widerstand? Verwenden Sie eine sinnvolle Einheit!
 $\rightarrow 750\,000\ \Omega = 750\text{ k}\Omega$

j) Wieviel $M\Omega$ hat ein Widerstand mit den Farbringen Braun – Braun – Grün – Grün – Rot? $\rightarrow 11\,500\,000\,\Omega = 11,5\,M\Omega$

k) Ein Widerstand mit einem Widerstandswert von $12,4\,k\Omega$ und einer Toleranz von $\pm 1\%$ wird benötigt. Mit welchen Farben wird er codiert? \rightarrow Braun – Rot – Gelb – Rot – Braun

l) Ein Widerstand soll einen Nennwert von $560\,k\Omega$ erhalten. Der Widerstand muss mindestens $520\,k\Omega$ und darf höchstens $590\,k\Omega$ haben. Wählen Sie eine geeignete Toleranzklasse aus und geben Sie die zugehörige Farb-Codierung mit vier Ringen an! \rightarrow Abstand nach unten:

$$\Delta R = R_N - R = 560\,\Omega - 520\,k\Omega = 40\,\Omega$$

$$P_{\%} = \frac{\Delta R}{R_N} \cdot 100\% = \frac{40\,\Omega}{560\,k\Omega} \cdot 100\% = 7,14\%$$

Abstand nach oben:

$$\Delta R = R - R_N = 590\,k\Omega - 560\,k\Omega = 30\,k\Omega$$

$$P_{\%} = \frac{\Delta R}{R_N} \cdot 100\% = \frac{30\,k\Omega}{560\,k\Omega} \cdot 100\% = 5,36\%$$

Nach oben ist die Toleranz kleiner, als nach unten. Dieser Wert ist also der kritischere. Es muss daher eine Toleranzklasse besser als $5,36\%$ gewählt werden. Dies ist mit der Toleranzklasse 5% gegeben. Die Codierung lautet damit: Grün – Blau – Gelb – Gold

m) Auf einem Widerstand sind die Ringe Silber – Gelb – Lila – Gelb erkennbar. Wie groß ist der Nennwert? Zwischen welchen Werten liegt der vom Hersteller garantierte tatsächliche Wert? \rightarrow Offenbar liegt der Widerstand falsch herum auf dem Tisch. Silber als ersten Ring gibt es nicht. Die richtige Reihenfolge der Ringe muss daher laute: Gelb – Lila – Gelb – Silber. Das bedeutet: $470\,k\Omega \pm 10\%$ Der garantierte Widerstandswert liegt zwischen $423\,k\Omega$ und $517\,k\Omega$.