

Fablab Nürnberg Workshop

Elektronic-Lab: Grundlagen der Elektronik

Teil 1: Spannung und Strom, erste Schaltung

Vortragender:

Robert Weidenhöfer, Dipl.-Ing.

Hardware- und Software-Entwickler

Grundlagen Elektronik

- (1) Spannung und Strom
- (2) Widerstand
- (3) Elektrische Leistung
- (4) Sicherheit in der Elektronik
- (5) Schaltung & Schaltplan
- (6) Messen von Strom und Spannung
- (7) Parallel- und Serien-Schaltung
- (8) Kirchhoffsche Regeln
- (9) Weitere Informationsquellen

Grundlagen Elektronik

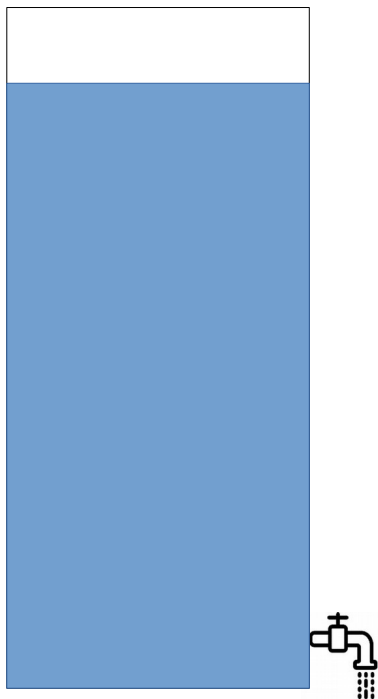
- ➔ (1) Spannung und Strom
- (2) Widerstand
- (3) Elektrische Leistung
- (4) Sicherheit in der Elektronik
- (5) Schaltung & Schaltplan
- (6) Messen von Strom und Spannung
- (7) Parallel- und Serien-Schaltung
- (8) Kirchhoffsche Regeln
- (9) Weitere Informationsquellen

(1.1) Spannung und Strom

- Physikalische Erläuterung:
 - Wenn in einem ausgeglichenem Zustand elektrische Ladungen getrennt werden, dann baut sich dadurch eine Spannung auf, welche durch einen Strom wieder abgebaut wird.

(1.2) Spannung und Strom

- Analogie zum elektrischen Strom: Wasser



Wasser	Elektrisch
Wasserdruck	Elektrische Spannung
Wassermenge je Zeit	Elektrischer Strom
Dicke bis zum Auslass (Schieber im Wasserhahn)	Widerstand

(1.3) Spannung und Strom

Symbole und Einheiten

Name	Symbol	Einheit
Spannung	U	V (Volt), auch mV, kV
Strom	I	A (Ampere), auch μ A, mA, kA
Widerstand	R	Ohm, auch kOhm, MOhm
Leistung	P	W (Watt), auch mW, kW, MW
Energie	E	Ws (Watt-Sekunde), kWh (Kilo-Watt-Stunde)
Zeit	T	s (Sekunde)

Einheit	Faktor		Einheit	Faktor
m (Milli)	0,001		k (Kilo)	1 000
μ (Mikro)	0,000 001		M (Mega)	1 000 000
n (Nano)	0,000 000 001		G (Giga)	1 000 000 000
p (Piko)	0,000 000 000 001		T (Tera)	1 000 000 000 000

(1.4) Spannung und Strom

- Spannungsquellen stellen eine „konstante“ Spannung zur Verfügung:
 - Batterie, Akku (z.B. 1,5 V; 3,6 V; 12 V)
 - Steckdose (z.B. 230 V / 50 Hz; 110 V / 60 Hz)
 - Kraftwerke (z.B. 380 kV)
 - Elektrische Schaltungen (alles :-))
- Stromquellen (gleichbleibender Strom):
 - Elektrische Schaltungen

Grundlagen Elektronik

- (1) Spannung und Strom
- (2) Widerstand
- (3) Elektrische Leistung
- (4) Sicherheit in der Elektronik
- (5) Schaltung & Schaltplan
- (6) Messen von Strom und Spannung
- (7) Parallel- und Serien-Schaltung
- (8) Kirchhoffsche Regeln
- (9) Weitere Informationsquellen

(2.1) Elektrischer Widerstand

- Ohmsches Gesetz: $R = U / I$
- Bei vorgegebener Spannung begrenzt der Widerstand den Strom: $I = U / R$
- Bei vorgegebenem Strom fällt am Widerstand eine Spannung ab: $U = I * R$
- Beispiel: Wenn ich an einen 3,6V Lilon-Akku einen Widerstand von 100 Ohm anschlieÙe, wird er mit 36 mA entladen (siehe $I = U / R$)

Grundlagen Elektronik

- (1) Spannung und Strom
- (2) Widerstand
- (3) Elektrische Leistung
- (4) Sicherheit in der Elektronik
- (5) Schaltung & Schaltplan
- (6) Messen von Strom und Spannung
- (7) Parallel- und Serien-Schaltung
- (8) Kirchhoffsche Regeln
- (9) Weitere Informationsquellen

(3.1) Elektrische Leistung

- Elektrische Leistung: $P = U \cdot I$
- Beispiel 1: Eine alte Glühlampe mit 100 W hat bei 230 V einen Strom von 435 mA
- Beispiel 2: Ein Prozessor mit 1,1 V und 45 A hat eine Leistung von 49,5 W
- Beispiel 3: Maximale Leistung an einer 230 V Dose, die mit 16 A abgesichert ist, beträgt _____ kW

Grundlagen Elektronik

- (1) Spannung und Strom
- (2) Widerstand
- (3) Elektrische Leistung
- (4) Sicherheit in der Elektronik
- (5) Schaltung & Schaltplan
- (6) Messen von Strom und Spannung
- (7) Parallel- und Serien-Schaltung
- (8) Kirchhoffsche Regeln
- (9) Weitere Informationsquellen

(4.1) Sicherheit in der Elektronik

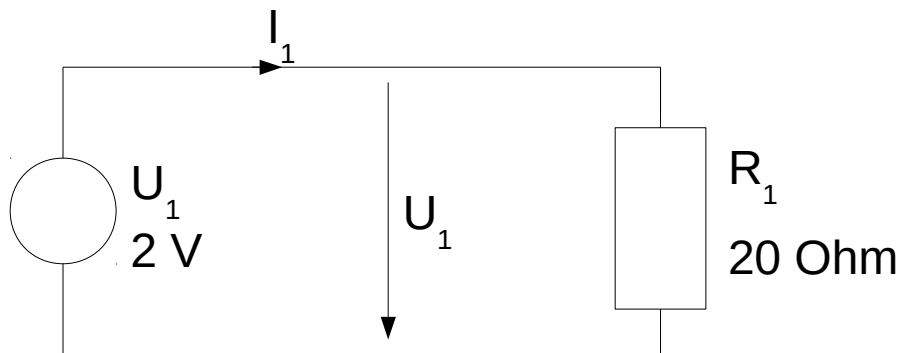
- **Elektrischer Strom kann töten** (Herzstillstand)!
- Kritisch sind Spannungen über **50 V**,
alles darunter ist unkritisch
- Spannungen über 50 V müssen gegen Berührung geschützt sein
- Wir arbeiten im Elab nur mit Spannungen, die nicht gefährlich sind (kleiner 50 V). Höhere Spannungen sind nur für Personen, die darin geschult sind!

Grundlagen Elektronik

- (1) Spannung und Strom
- (2) Widerstand
- (3) Elektrische Leistung
- (4) Sicherheit in der Elektronik
- (5) Schaltung & Schaltplan
- (6) Messen von Strom und Spannung
- (7) Parallel- und Serien-Schaltung
- (8) Kirchhoffsche Regeln
- (9) Weitere Informationsquellen

(5.1) Schaltung und Schaltplan

Schaltung 1: Spannungsquelle und Widerstand



Berechnungen:

- Strom durch Widerstand $I_1 =$ _____
- Verlustleistung am Widerstand: $P_1 =$ _____

(5.2) Schaltung und Schaltplan

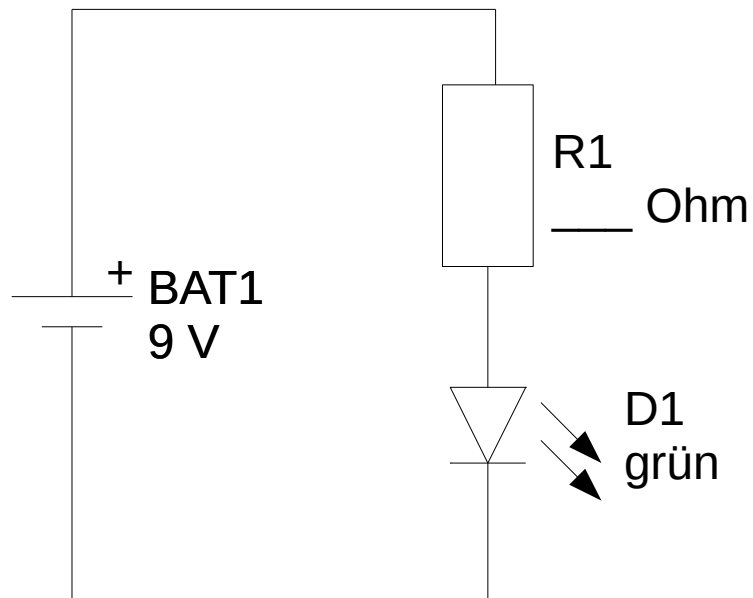
Schaltung 1: Spannungsquelle und Widerstand

$$\begin{aligned} I_1 &= U_1 / R_1 \\ &= 2 \text{ V} / 20 \text{ Ohm} \\ &= 0,1 \text{ A} = 100 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_1 &= U_1 * I_1 = U_1 * U_1 / R_1 = U_1^2 / R_1 \\ &= (2 \text{ V})^2 * 20 \text{ Ohm} \\ &= 0,2 \text{ W} = 200 \text{ mW} \end{aligned}$$

(5.3) Schaltung und Schaltplan

- Schaltung 2: Batterie+LED+Widerstand

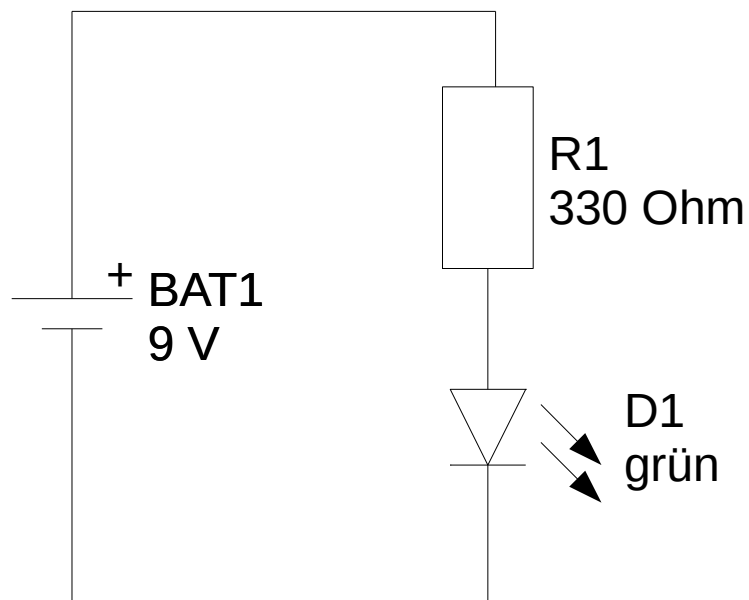


Aufgabe: Berechne R1

Daten zu D1:
Durchlassspannung: 2,2V
Nennstrom: 20 mA

(5.4) Schaltung und Schaltplan

- Schaltung 2: Batterie+LED+Widerstand



Berechnung R1:

Spannung: $9\text{V} - U_{D1} = 9\text{V} - 2,2\text{V} = 6,8\text{V}$

Strom: $I_{D1} = 20\text{mA} = 0,02\text{A}$

$R1 = 6,8\text{V} / 0,02\text{A} = 340\text{ Ohm}$

Nächster Widerstand E12: 330 Ohm

Grundlagen Elektronik

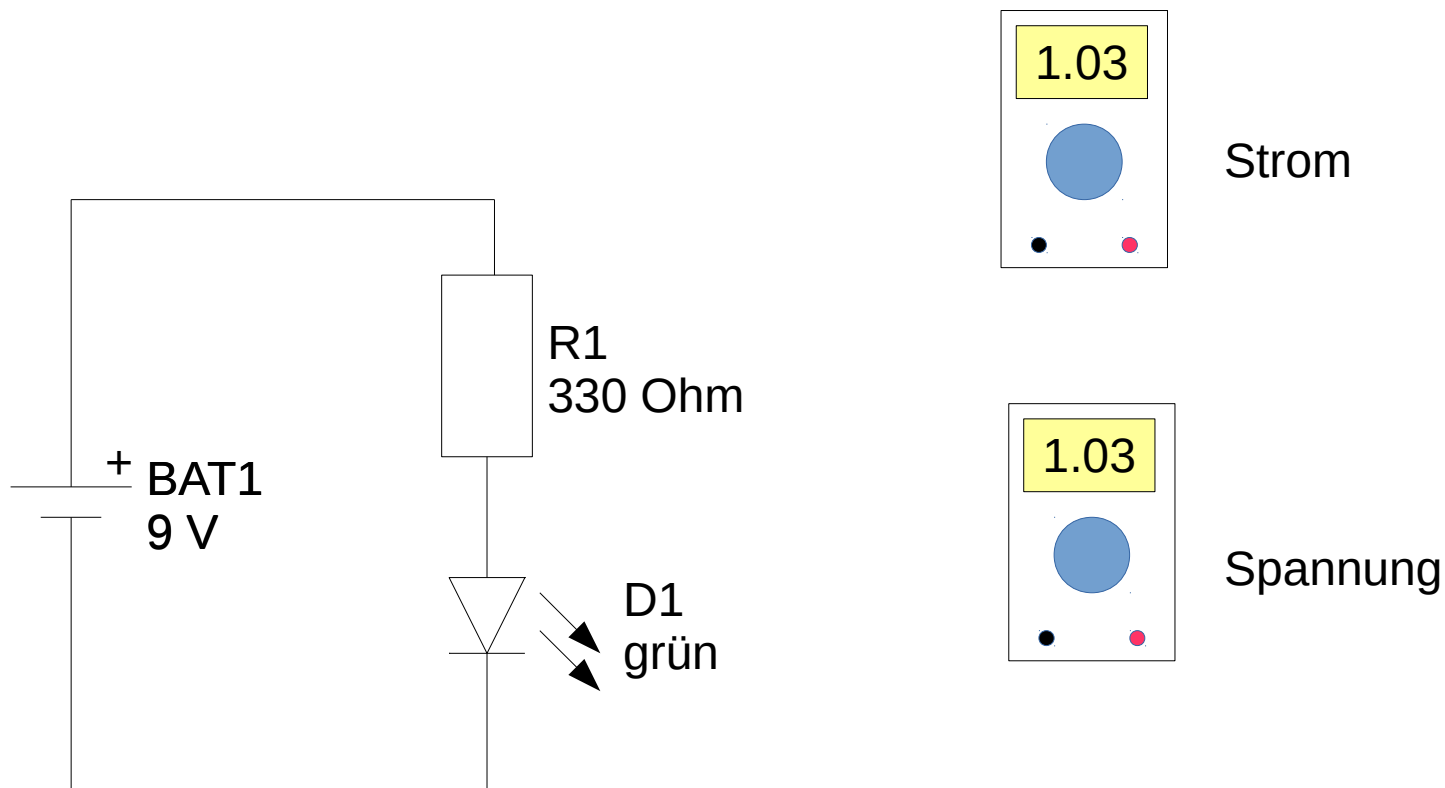
- (1) Spannung und Strom
- (2) Widerstand
- (3) Elektrische Leistung
- (4) Sicherheit in der Elektronik
- (5) Schaltung & Schaltplan
- (6) Messen von Strom und Spannung
- (7) Parallel- und Serien-Schaltung
- (8) Kirchhoffsche Regeln
- (9) Weitere Informationsquellen

(6.1) Messen von Strom und Spannung

- Meßgeräte:
 - Für zeitunabhängige Messungen von U, I und R: Digitales Multimeter
 - Für Spannungssignalverläufe: Oszilloskop
 - Und viele weitere Meßgeräte für Spezialaufgaben, z.B. Digitaltechnik, Hochfrequenztechnik / Funk

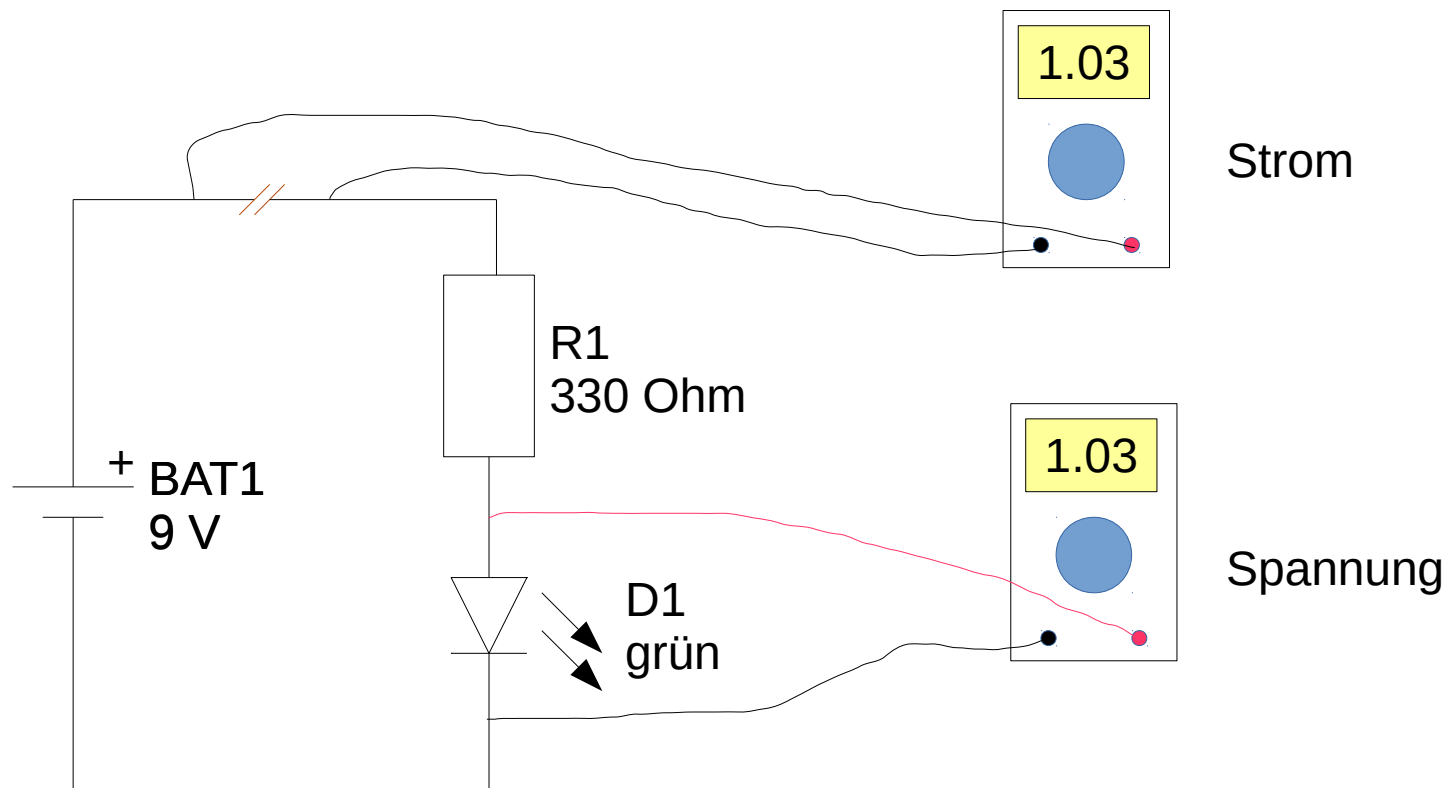
(6.1) Messen von Strom und Spannung

- Beispiel LED-Schaltung:



(6.2) Messen von Strom und Spannung

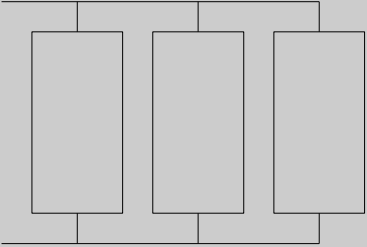
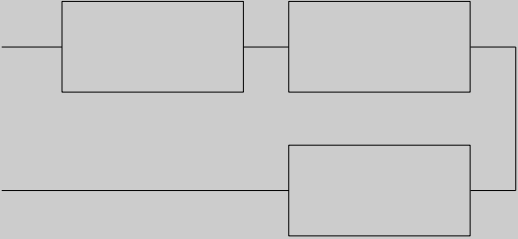
- Beispiel LED-Schaltung:



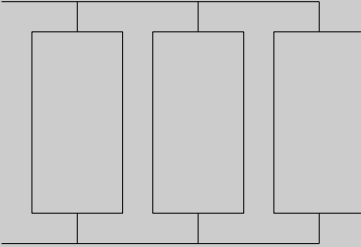
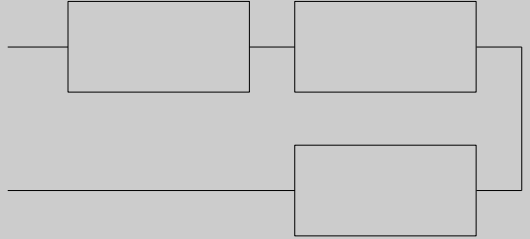
Grundlagen Elektronik

- (1) Spannung und Strom
- (2) Widerstand
- (3) Elektrische Leistung
- (4) Sicherheit in der Elektronik
- (5) Schaltung & Schaltplan
- (6) Messen von Strom und Spannung
- (7) Parallel- und Serien-Schaltung
- (8) Kirchhoffsche Regeln
- (9) Weitere Informationsquellen

(7.1) Parallel und Serienschaltung

Schaltung	Parallel	Seriell
Schaltplan		
Spannung	$U_{\text{ges}} = \underline{\hspace{2cm}}$	$U_{\text{ges}} = \underline{\hspace{2cm}}$
Strom	$I_{\text{ges}} = \underline{\hspace{2cm}}$	$I_{\text{ges}} = \underline{\hspace{2cm}}$
Widerstand	$R_{\text{ges}} = \underline{\hspace{2cm}}$	$R_{\text{ges}} = \underline{\hspace{2cm}}$
Leistung	$P_{\text{ges}} = \underline{\hspace{2cm}}$	$P_{\text{ges}} = \underline{\hspace{2cm}}$

(7.2) Parallel und Serienschaltung

Schaltung	Parallel	Seriell
Schaltplan		
Spannung	$U_{\text{ges}} = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3} = \dots$	$U_{\text{ges}} = U_{R1} + U_{R2} + U_{R3} + \dots$
Strom	$I_{\text{ges}} = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} + \dots$	$I_{\text{ges}} = I_{R1} = I_{R2} = I_{R3} = \dots$
Widerstand	$1 / R_{\text{ges}} = 1 / R1 + 1 / R2 + 1 / R3 + \dots$	$R_{\text{ges}} = R1 + R2 + R3 + \dots$
Leistung	$P_{\text{ges}} = P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + \dots$	$P_{\text{ges}} = P_{R1} + P_{R2} + P_{R3} + \dots$

Grundlagen Elektronik

- (1) Spannung und Strom
- (2) Widerstand
- (3) Elektrische Leistung
- (4) Sicherheit in der Elektronik
- (5) Schaltung & Schaltplan
- (6) Messen von Strom und Spannung
- (7) Parallel- und Serien-Schaltung
- (8) Kirchhoffsche Regeln
- (9) Weitere Informationsquellen

(8.1) Kirchhoffsche Regeln

- Strom (Knotenregel):
Die Summe der Ströme in einen Knoten ist immer 0
- Spannung (Maschenregel):
Die Summe der Spannungen in einer Masche ist immer 0

Grundlagen Elektronik

- (1) Spannung und Strom
- (2) Widerstand
- (3) Elektrische Leistung
- (4) Sicherheit in der Elektronik
- (5) Schaltung & Schaltplan
- (6) Messen von Strom und Spannung
- (7) Parallel- und Serien-Schaltung
- (8) Kirchhoffsche Regeln
- ➔ (9) Weitere Informationsquellen

(9.1) Weitere Informationen

- Einsteigerwissen mit vielen weiterführenden Links:
 - <https://www.mikrocontroller.net>
 - [.../articles/Absolute_Beginner](https://www.mikrocontroller.net/articles/Absolute_Beginner)
- Auch viele Artikel zur Elektrotechnik, meist auf höherem Niveau:
 - <http://wikipedia.de>
- Bauteilinformationen, wenn man weiss, was man braucht:
 - <http://digikey.de>
 - <http://conrad.de>
- Datenblätter von Bauteil-Herstellern (v.a. bei ICs)