



**Amateurfunk-Gruppe**  
*der RWTH Aachen*  
*am Institut für Hochfrequenztechnik*

DLØUA  
DBØSDA

## Amateurfunkkurs Sommersemester 2023

Norbert Hansen DF5KT  
Dr. Jan G. Löschner DB2KC  
Tim Kuhlbusch DJ8TK  
Johannes Gierlach DJ7LC

Christian Pohl  
Philipp Thiel  
Max Pöpping  
Florian Reher

DL5CP  
DL6PT  
DJ4MP  
DHØFR





# 1. Termin - Elektrotechnische Grundlagen

FT103, Melatener Straße 25, Aachen  
18.04.2023

Amateurfunkgruppe an der RWTH Aachen  
[www.afu.rwth-aachen.de](http://www.afu.rwth-aachen.de)





# Inhalt

- Einheiten und physikalische Größen
- Ohmsches Gesetz
- Grundlagen zu elektromagnetischen Feldern
- Wellenlängen
- Leistung, Energie, Effektivwerte
- Widerstände, Dioden, Transistoren





# Einheiten

Symbol	Name	Wert	Exponent (Basis 10)
T	Tera	1.000.000.000.000	12
G	Giga	1.000.000.000	9
M	Mega	1.000.000	6
k	Kilo	1.000	3
-	-	-	-
m	Mili	0,001	-3
μ	Mikro	0,000 001	-6
n	Nano	0,000 000 001	-9
p	Pico	0,000 000 000 001	-12





# Einheiten - Beispielaufgabe

- **TA 103:** 100 mW entspricht

- A 0,001 W
- **B  $10^{-1}$  W**
- C 0,01 W
- D  $10^{-2}$  W

- **TA 206:** 0,22  $\mu$ F sind

- A 220 pF
- **B 220 nF**
- C 22 nF
- D 22 pF





# SI Einheiten

- Système international d'unités

Länge $l$	Meter (m)
Masse $m$	Kilogramm (kg)
Zeit $t$	Sekunde (s)
Stromstärke $I$	Ampere (A)
Temperatur $T$	Kelvin (K)
Stoffmenge $n$	Mol (mol)
Lichtstärke $I_v$	Candela (cd)





# Abgeleitete Größen

Spannung	Volt (V)	$V = \frac{W}{A} = \frac{J}{C} = \frac{kg \cdot m^2}{A \cdot s^2}$
Ladung	Amperesekunde (As)	$C = A \cdot s$
Leistung	Watt (W)	$W = V \cdot A = \frac{J}{s} = \frac{kg \cdot m^2}{s^3}$
Widerstand	Ohm ( $\Omega$ )	$\Omega = \frac{V}{A} = \frac{kg \cdot m^2}{A^2 \cdot s^3}$
Kapazität	Farad (F)	$F = \frac{C}{V} = \frac{A \cdot s}{V} = \frac{s}{\Omega} = \frac{A^2 \cdot s^4}{kg \cdot m^2}$
Induktivität	Henry (H)	$H = \frac{Wb}{A} = \frac{V \cdot s}{A} = \frac{\Omega}{s} = \frac{kg \cdot m^2}{A^2 \cdot s^2}$
Frequenz	Hertz (Hz)	$Hz = \frac{1}{s}$

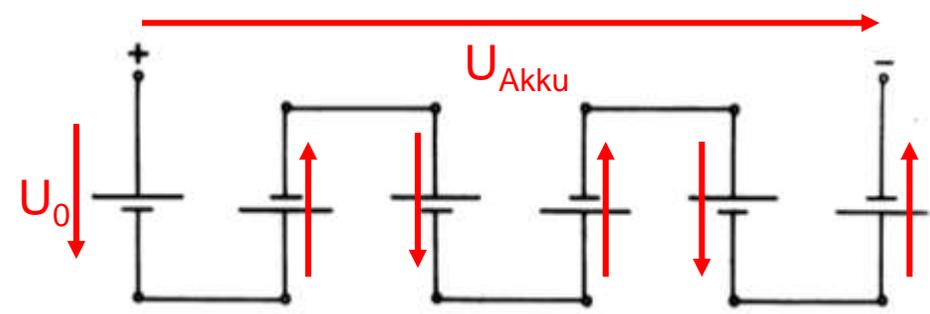




# Ohmsches Gesetz

- $U = R \cdot I$
- Maschen- und Knotenregel

TB202 Folgende Schaltung eines Akkus besteht aus Zellen von je 2 V. Jede Zelle kann 10 Ah Ladung liefern. Welche Daten hat der Akku?



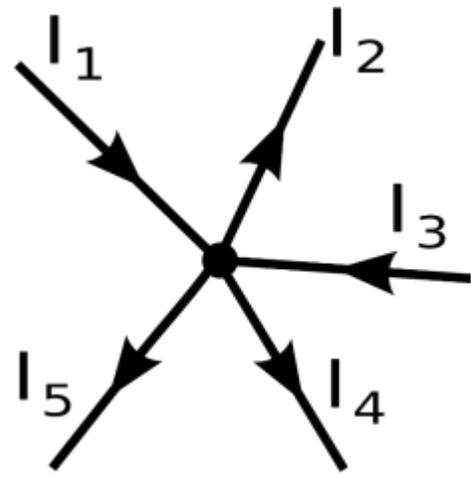
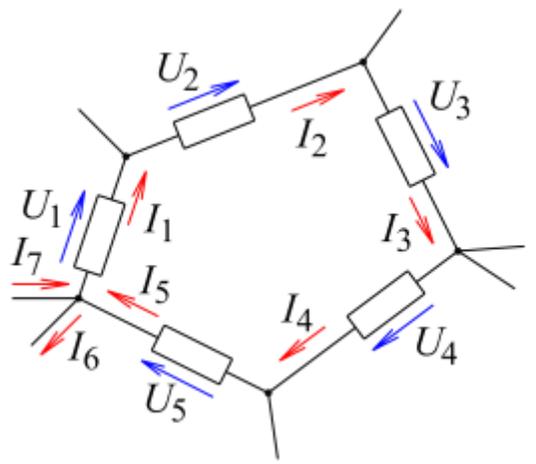
12 V / 10 Ah





# Kirchhoffsche Maschen- und Knotenregel

- Die Umlaufsumme aller Spannungen in einer Masche ist Null.
- Die Summe aller Ströme, die in einem Knoten und aus einem Knoten fließen, ist Null.





## Weitere Beispiele

**TB205** Wie lange könnte man mit einem voll geladenen Akku mit 55 Ah einen Amateurfunkempfänger betreiben, der einen Strom von 0,8 A aufnimmt?

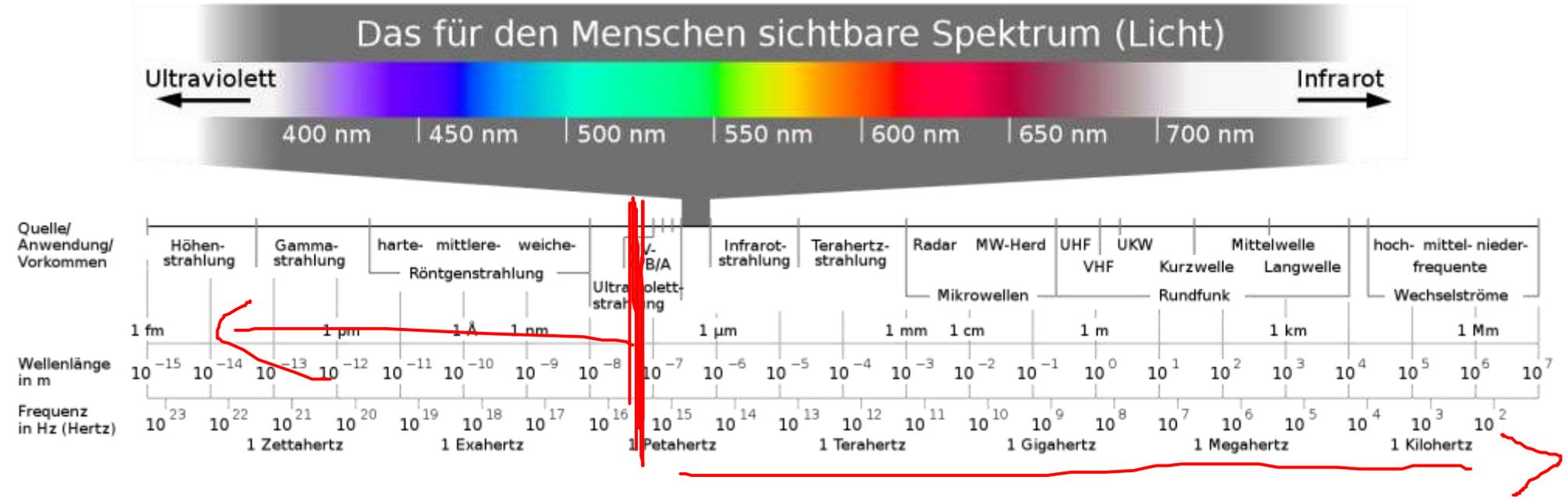
$$Q = I * t \rightarrow t = \frac{Q}{I} = \frac{55 \text{ Ah}}{0,8 \text{ A}} = 68,75 \text{ h}$$

68 Stunden und 45 Minuten





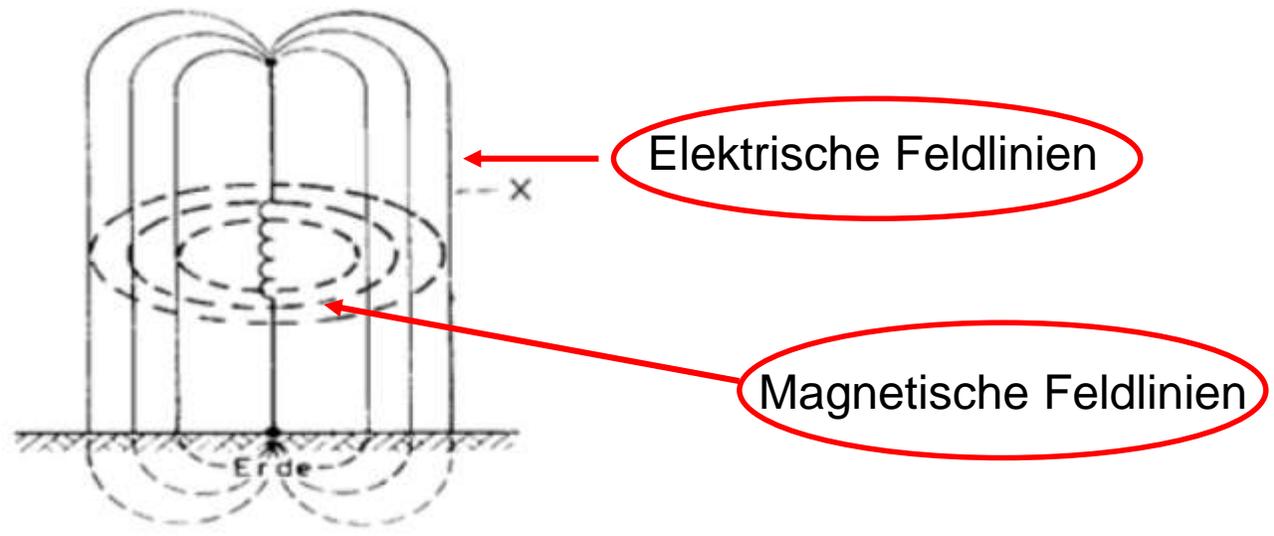
# Elektromagnetische Felder





# Elektromagnetische Felder

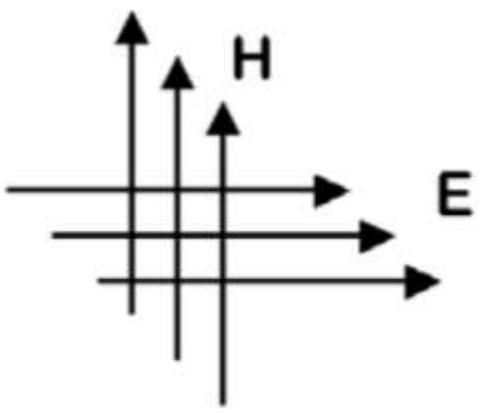
TB303 Wie werden die mit X gekennzeichneten Feldlinien einer Vertikalantenne bezeichnet?





# Elektromagnetische Felder

TB503 Das folgende Bild zeigt die Feldlinien eines elektromagnetischen Feldes. Welche Polarisation hat die skizzierte Wellenfront?

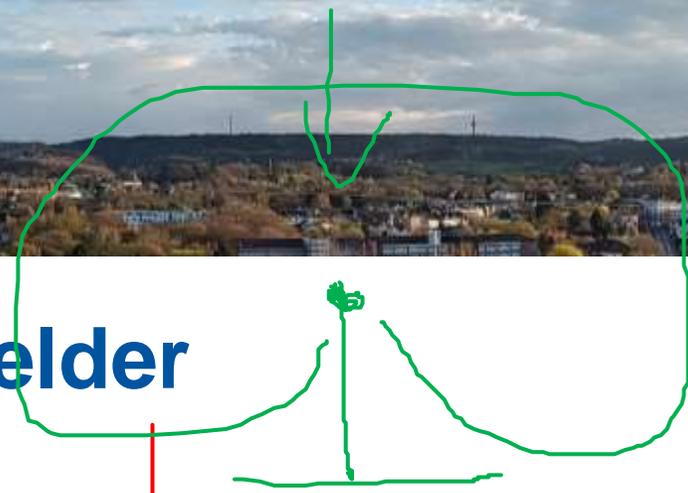


Entscheidend ist der E-Feld-Vektor, also horizontale Polarisation

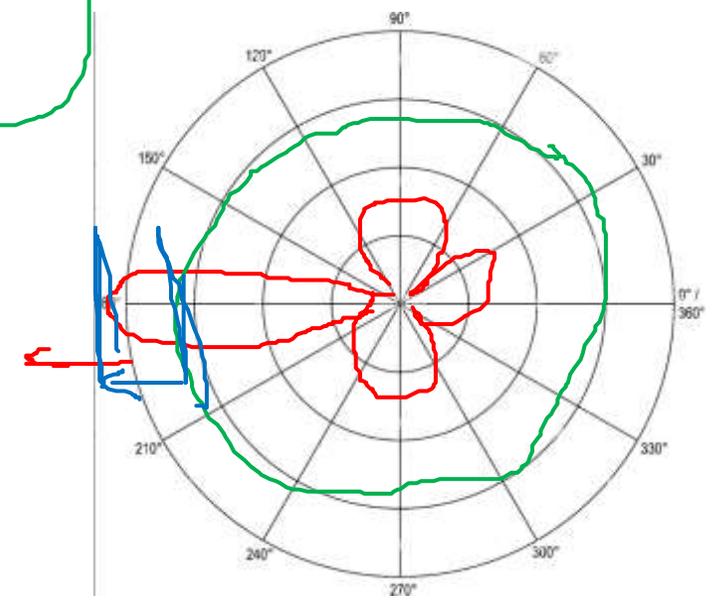
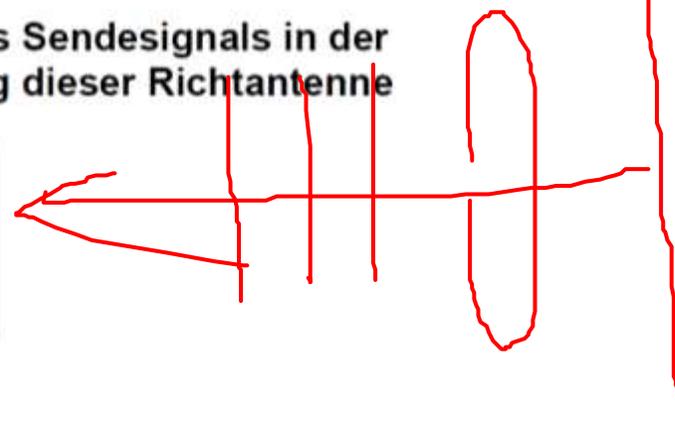
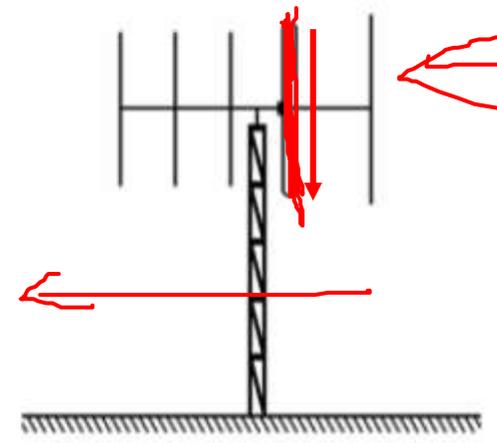




# Elektromagnetische Felder



TB505 Die Polarisation des Sendesignals in der Hauptstrahlrichtung dieser Richtantenne



Entscheidend ist der E-Feld-Vektor, der hier vom erregenden Element bestimmt wird, also vertikale Polarisation

ist





# Wellenlänge und Frequenz

•  $f = \frac{1}{T}$  wobei  $T$  die Periodendauer ist

•  $c = f * \lambda$

•  $c = 3 * 10^8 \frac{m}{s}$

Handwritten blue text:  $145000000 \frac{1}{s}$  with a bracket above it and a small '1' above the bracket.

**TB606** Welche Bezeichnung ist für eine Schwingung von 145 000 000 Perioden pro Sekunde richtig?

- A 145 MHz
- B 145  $\mu$ s
- C 145 kHz
- D 145 km/s

**TB607** Die Periodendauer von 50  $\mu$ s entspricht einer Frequenz von

- A 20 kHz
- B 2 MHz
- C 200 kHz
- D 20 MHz

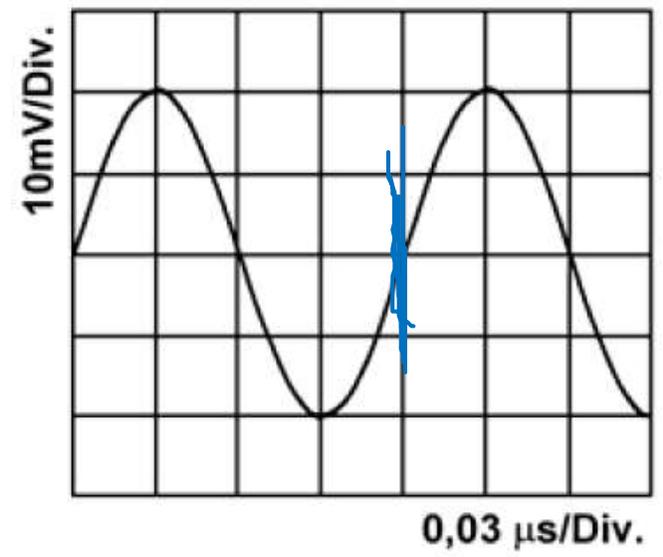




# Wellenlänge und Frequenz

- 4 Kästchen \*  $\frac{30 \text{ ns}}{\text{Kästchen}} = 120 \text{ ns}$
- $\frac{1}{120 \text{ ns}} = 8,33 \text{ MHz}$

**TB611** Welche Frequenz hat das in diesem Schirmbild dargestellte Signal?

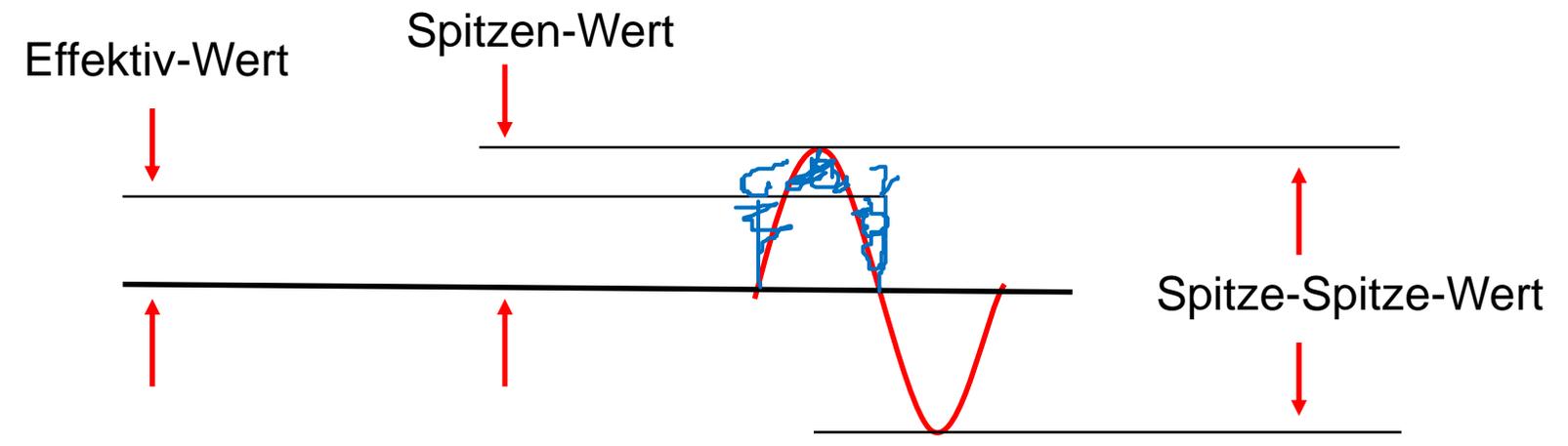




# Effektivwerte

$$U_{eff} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}};$$

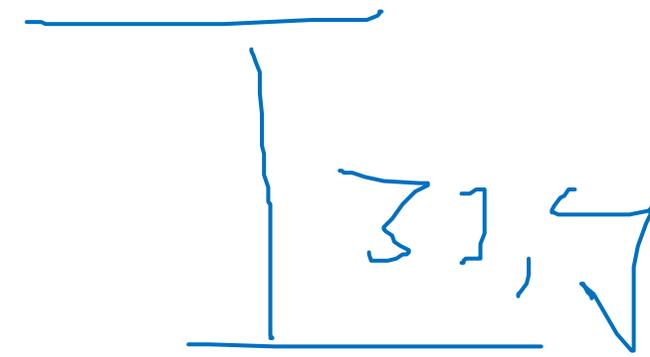
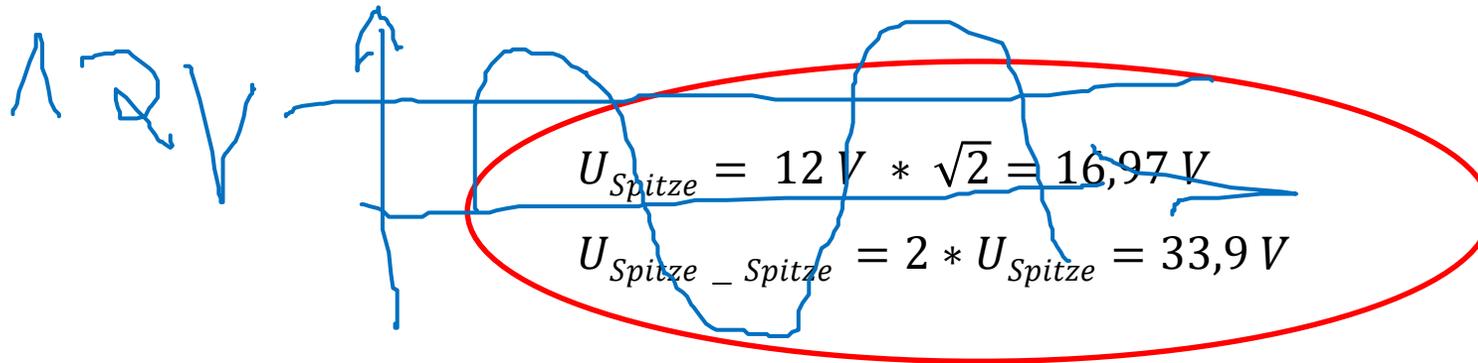
$$U_{Spitze-Spitze} = 2 \cdot \hat{U}$$





# Effektivwerte

**TB613 Ein sinusförmiges Signal hat einen Effektivwert von 12 V. Wie groß ist der Spitzen-Spitzen-Wert?**





# Leistung und Energie

- $P = U * I = \frac{W}{t}$
- $Q = I * t$

**TB905** Eine Stromversorgung nimmt bei 230 V einen Strom von 0,63 A auf. Welche elektrische Arbeit (Energie) wird bei einer Betriebsdauer von 7 Stunden verbraucht?

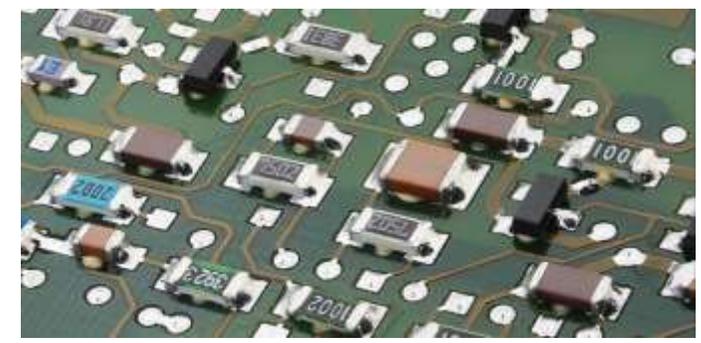
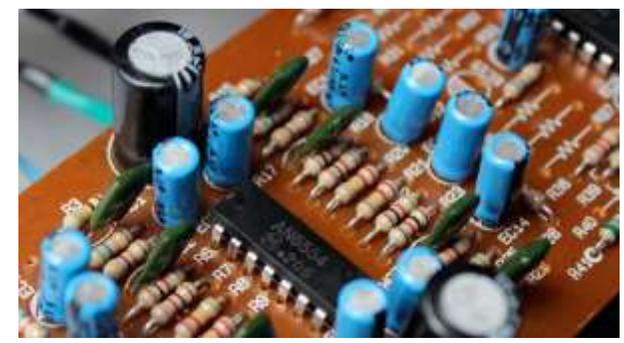
$$P = U * I = 230 V * 0,63 A = 144,9 W$$
$$W = P * t = 144,9 W * 7 h = 1014,3 Wh = 1,0143 kWh$$





# Typische Bauteile

- Widerstände
  - Kondensatoren
  - Transistoren
  - Spulen/Drosseln
  - Transformatoren/Übertrager
  - ICs (integrated Circuits)
  - ...
- THT – through hole technology
  - SMD – surface mount device

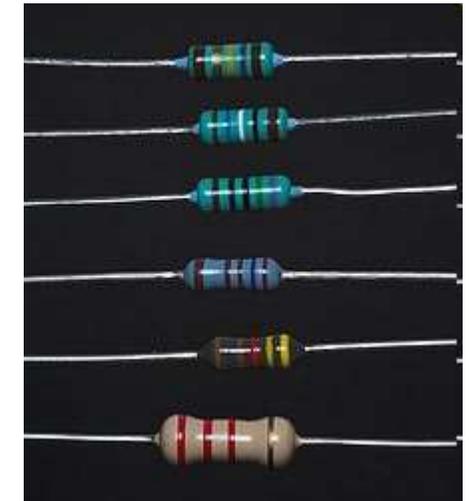
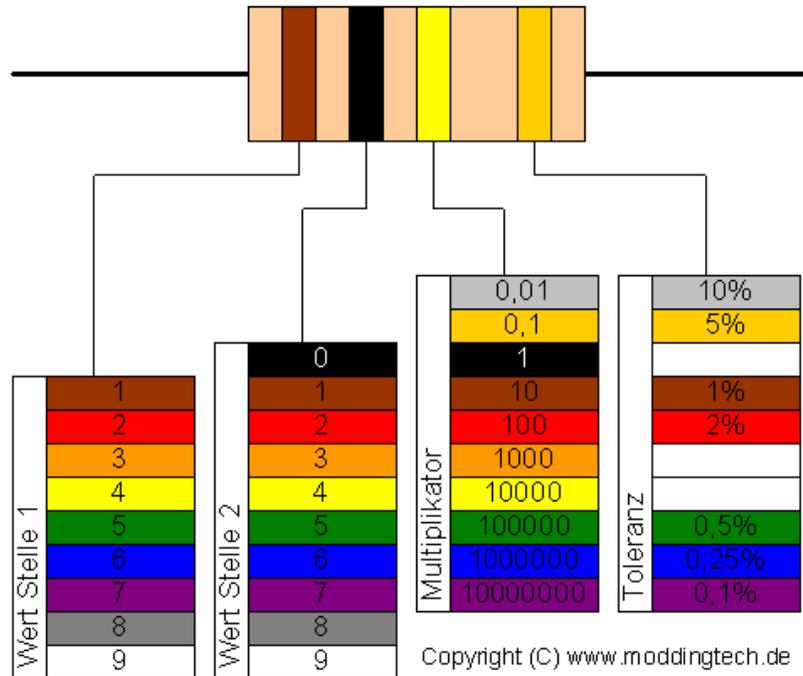




# Widerstände

- rot violett orange braun?

2 7 000 = 27 kOhm 1%



Quelle: Wikipedia



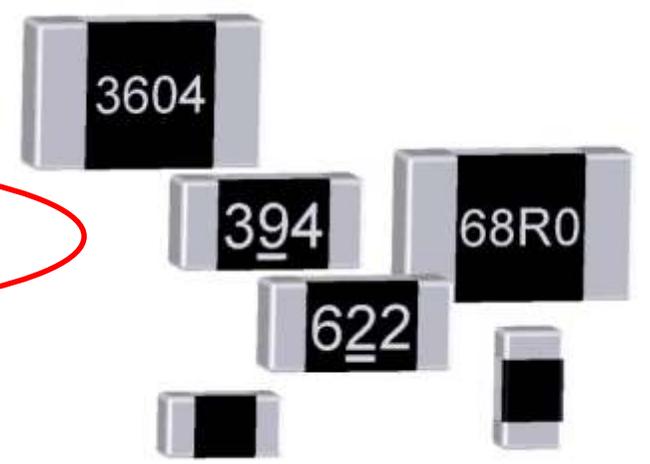


# Widerstände SMD

- Zweizeichen Code
  - {1} Buchstabe (Wert)
  - {2} Ziffer (Multiplikator)
- Dreizeichen Code
  - V1: drei Ziffern
  - V2: zwei Ziffern, ein Buchstabe
- Vierzeichen Code
  - {1,2} Wert, {3} Multiplikator
  - {4} Toleranz

- Aufdruck „223“ ?

$22 * 10^3 \text{ Ohm} = 22 \text{ kOhm}$





# Kondensatoren



$$10^{-3} * 0,33 = 330 \mu\text{F}$$



$$10^{-9} * 0,47 = 470 \text{ pF}$$



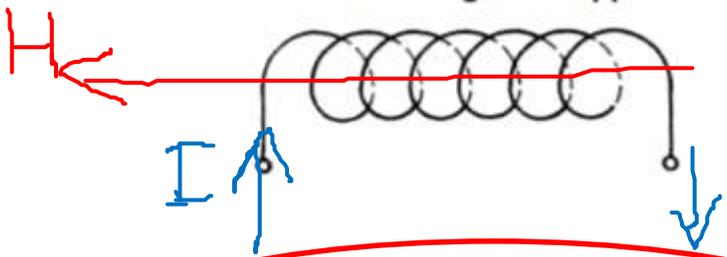
$$10^{-12} * 8,2 = 8,2 \text{ pF}$$





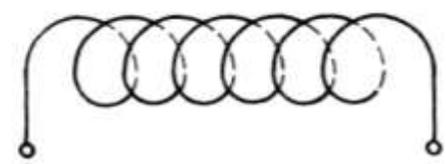
# Spulen

TC301 Wie ändert sich die Induktivität einer Spule von  $12 \mu\text{H}$ , wenn die Windungszahl bei gleicher Wickellänge verdoppelt wird?



Die Induktivität steigt auf  $48 \mu\text{H}$   
→ Windungszahl geht quadratisch ein

TC302 Wie ändert sich die Induktivität einer Spule von  $12 \mu\text{H}$ , wenn die Wicklung auf dem Wickelkörper bei gleicher Windungszahl auf die doppelte Länge auseinander gezogen wird?



Die Induktivität sinkt auf  $6 \mu\text{H}$   
→ Länge geht linear und reziprok ein





# Dioden

- Merke: Diode hat/braucht im leitenden Fall 0,6 V bis 0,8 V Spannungsdifferenz
- Das negativere Potential muss an der Kathode anliegen (wo der Pfeil hinzeigt)



TC505

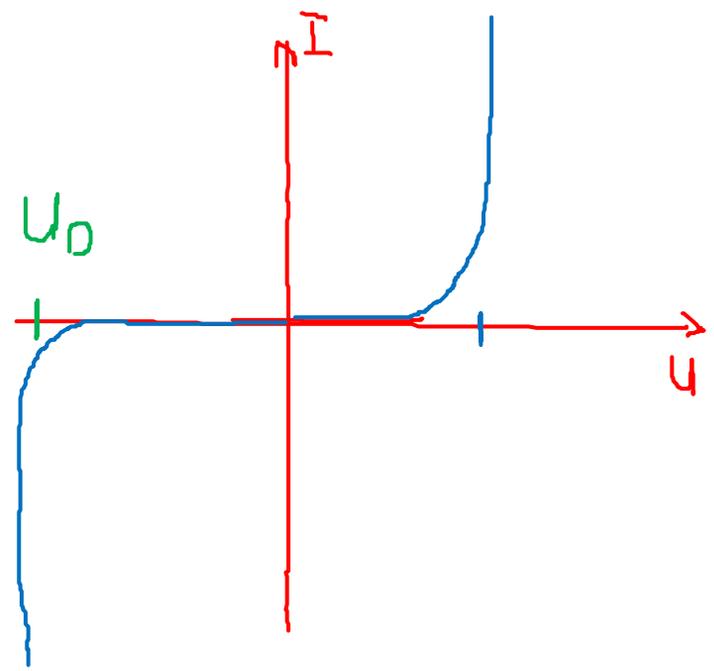
Die Auswahlantworten enthalten Silizium-Dioden mit unterschiedlichen Arbeitspunkten. Bei welcher Antwort befindet sich die Diode in leitendem Zustand?

A	0,7 V		1,3 V
B	-2,6 V		-2,0 V
C	15 V		9 V
D	3,4 V		4,0 V





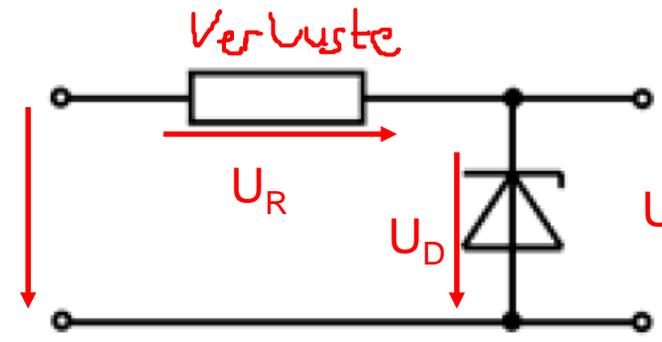
# Zener-Dioden



TC508

Wozu dient folgende Schaltung?

$U_{IN} = 10\text{ V} - 20\text{ V}$



$U_{OUT} = 8,2\text{ V}$

kleine  
Last

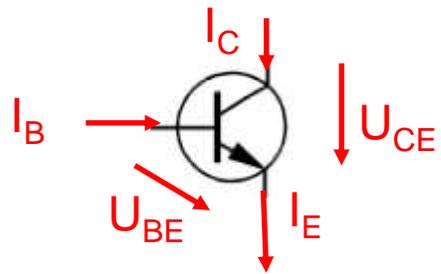
Sie dient zur Spannungsstabilisierung.



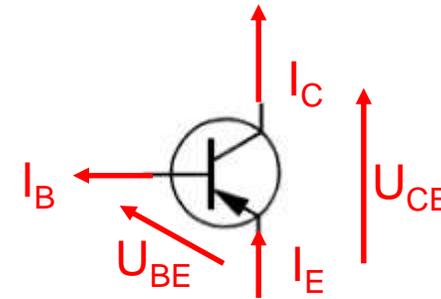


# Stromgesteuerte Transistoren - bipolar

- NPN Transistor



- PNP Transistor – „Pfeil Nach Platte“



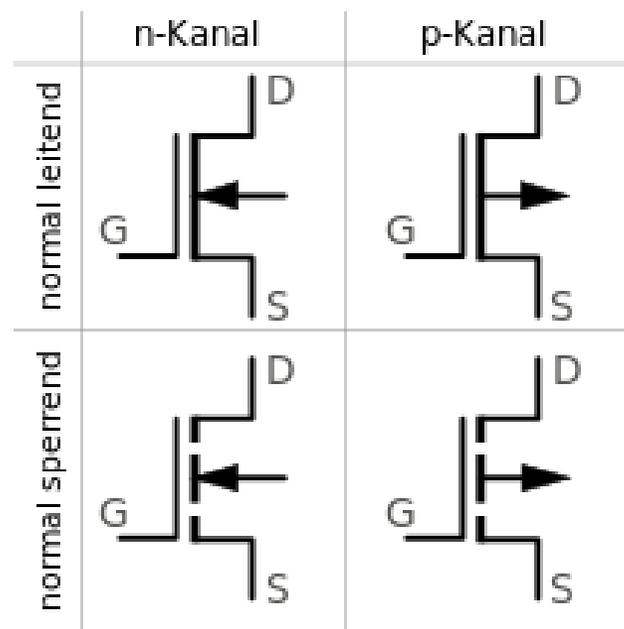
Anschlüsse: Emitter, Basis, Kollektor





# Spannungsgesteuerte Transistoren - FET

- Grundlage für integrierte Schaltkreise CMOS
- Geringe Ansteuerungsleistung benötigt
- Anschlüsse
  - Source
  - Gate
  - Drain





# Weitere Infos

- Folien herunterladbar auf [www.afu.rwth-aachen.de](http://www.afu.rwth-aachen.de) → Amateurfunkkurs
- Nächster Termin:
  - Schwingkreise
  - Modulationsarten
- Treffen Afu-Gruppe
  - Donnerstags 18 Uhr
  - Raum 528 – Heaviside Labor

The screenshot shows the website 'Amateurfunk-Gruppe der RWTH Aachen'. The navigation menu includes 'Home', 'News', 'Über uns', 'Stellen', 'Foto', 'AFU-Kurs', and 'Downloads'. A red arrow points to the 'AFU-Kurs' link. The main content area features a news article titled 'Ausbildungskurs Amateurfunk ab April' and three other articles: 'Interview von der HAMRADIO 2022 zu HAMNET', 'Slot-Umstellung bei DB0WA DMR', and 'Neuer Relaisverantwortlicher DB0WA'. A sidebar on the right contains a Twitter feed and a 'Werbung' section.



**Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit**



*„Faulheit kann qualvoll sein, da man nie weiß, wann man damit fertig ist.“ - Leslie Nielsen*

55!