

# Lehrplan/Lernplan

Die Prüfung für das Amateurfunkzeugnis besteht aus drei Teilen: Technik, Betriebstechnik und Gesetzskunde (Vorschriften). Sie sollen für die Vorbereitung auf die Prüfung von Anfang an alle drei Fachgebiete gleichzeitig bearbeiten. Hier folgt ein Vorschlag für die Einteilung, wenn Sie in zwanzig Unterrichtseinheiten in knapp einem halben Jahr fertig sein wollen. Sie benötigen dafür außer diesem Lehrgang noch das Buch „Molrecht, Amateurfunklehrgang Betriebstechnik/Vorschriften“ vom VTH-Verlag (ISBN 978-3-88180-803-3) und dazu wiederum den offiziellen Fragenkatalog der Bundesnetzagentur, den Sie ebenfalls beim VTH-Verlag ([www.vth.de](http://www.vth.de)) bestellen können.

Im Internet finden Sie bei [www.amateurfunkpruefung.de](http://www.amateurfunkpruefung.de) einen kostenlosen E-Mail-Fernlehrgang, bei dem man Lernbriefe nach diesen Büchern durcharbeitet. Das Besondere an diesen Lernbriefen ist, dass man zu jeder Lektion die zugehörigen Prüfungsfragen zugeschiebt bekommt und den Lösungsbogen zur Korrektur an den Auswerter sendet.

Die Lernbriefe enthalten folgende Themen.

Nr.	Technik Klasse E	Betriebstechnik/Vorschriften
L.B01	Einheiten, Spannung, Strom	Thema: Was ist Amateurfunk?
L.B02	Wechselstrom, Frequenz	Gesetze: Was darf ein Funkamateur?
L.B03	Ohmsches Gesetz, Leistung, Arbeit	Internationales Buchstabenalphabet
L.B04	Widerstand	Thema: Q-Schlüssel
L.B05	Kondensator	Betriebliche Abkürzungen
L.B06	Spule, Trafo	Gesetze, Vorschriften, Regelungen
L.B07	Schwingkreis, Filter	Europäische Landeskennner
L.B08	Elektromagnetisches Feld	Außereuropäische Landeskennner
L.B09	Wellenausbreitung	Deutsche Rufzeichen
L.B10	Dezibel, Kabel	Funkbetrieb im Ausland
L.B11	Antennentechnik	Amateurfunkstellen
L.B12	Diode	Betriebsarten, Sendarten, Frequenzen
L.B13	Transistor, Verstärker	Bandplan, Nutzungsplan
L.B14	Modulation, Demodulation	Betriebsabwicklung Kurzwelle
L.B15	Sender-/Empfängertechnik	Betriebsabwicklung UKW
L.B16	Betriebsarten	Digitale und besondere Sendarten
L.B17	Messtechnik	RST, Logbuch, UTC, QSL-Karte, Diplome
L.B18	EMV, Sicherheit	Störungen, EMV, EMVU u. a.
L.B19	Transceivereigenschaften	Höflichkeit im Amateurfunk
Test	Prüfungssimulation	

## Lektion 1: Mathematische Grundkenntnisse und Einheiten

Die Prüfung zum Amateurfunkzeugnis Klasse E enthält einige Berechnungen aus dem Bereich der Elektrotechnik. Deshalb sollen hier die mathematischen Voraussetzungen zum besseren Verständnis der folgenden Lektionen geschaffen werden.

### Übersicht

- Größen und Einheiten
- Zehnerpotenzen
- Einfache Formel umstellen

### Größen und Einheiten

Die Einheiten von physikalischen Größen sind gesetzlich festgelegt. 1969 wurde in der Bundesrepublik Deutschland das *Gesetz über Einheiten im Messwesen* verabschiedet. Damit wurden die folgenden SI-Einheiten (System International) zu gesetzlichen Einheiten. In dem System sind sieben Basisgrößen (Länge, Masse, Zeit, Stromstärke, Temperatur, Stoffmenge, Lichtstärke) und die zugehörigen Basiseinheiten festgelegt.

Basisgrößen	Einheiten	Zeichen
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
Stromstärke	Ampere	A
Temperatur	Kelvin	K
Stoffmenge	Mol	mol
Lichtstärke	Candela	cd

Tabelle: MKSA-KMC-System

Man nennt dieses System in der Reihenfolge der Einheiten auch MKSA-KMC-System oder kurz MKSA-System, weil die vier ersten Einheiten die wichtigsten sind. Alle anderen Einheiten können aus diesen sieben abgeleitet werden.

#### Prüfungsaufgabe TA205

Welche der nachfolgenden Antworten enthält nur Basiseinheiten nach dem internationalen Einheitensystem?

- A** Meter, Volt, Watt, Sekunde  
**B** Ampere, Meter, Kelvin, Sekunde  
**C** Farad, Henry, Ohm, Sekunde  
**D** Grad, Hertz, Ohm, Tesla



Aus diesen *Basiseinheiten* ergeben sich alle abgeleiteten gesetzlichen Einheiten, wie zum Beispiel Fläche, Frequenz, Leistung, Spannung, Widerstand und so weiter.

Größe	Formelbuchstabe	Maßeinheit	Abk. der Einheit
Spannung	U	Volt	V
Widerstand	R	Ohm	$\Omega = V/A$
Impedanz			
Leistung	P	Watt	$W = V \cdot A$
Leitwert	G	Siemens	$S = 1/\Omega$
Kapazität	C	Farad	$F = As/V$
Induktivität	L	Henry	$H = Vs/A$
Frequenz	f	Hertz	$Hz = 1/s$
Ladung	Q	Coulomb	$C = As$
Energie, Arbeit	W	Wattsekunde	Ws
Elektrische Feldstärke	E	Volt pro Meter	V/m
Magnetische Feldstärke	H	Ampere pro Meter	A/m

Tabelle: Einige abgeleitete Einheiten

Bereits in dieser Tabelle einiger Einheiten kann man erkennen, dass es die gleichen Buchstaben als Formelbuchstabe und als Abkürzung der Einheit gibt. Beispielsweise bedeutet A als Größe: Fläche und als Einheit: Ampere. W als Größe bedeutet Arbeit (work) oder Energie und als Einheit Watt, also die Einheit der Leistung P (power).

**Prüfungsaufgabe TA203**  
Welche Einheit wird für die elektrische Leistung verwendet?  
A Wattsekunde (Ws)  
B Kilowattstunden (kWh)  
C Watt (W)  
D Amperestunden (Ah)

**Lösungshinweise:** Wenn Sie sich bei diesem Lehrgang nicht sicher sind, welche Lösung einer Prüfungsaufgabe die Richtige ist, können Sie die Aufgabe mit Lösung im Anhang dieses Buches finden.

**Prüfungsaufgabe TA201**  
Welche Einheit wird für die elektrische Spannung verwendet?  
A Watt (W)  
B Ampere (A)  
C Ohm ( $\Omega$ )  
D Volt (V)

**Prüfungsaufgabe TA208**  
Welche Einheit wird für die Kapazität verwendet?  
A Farad (F)  
B Ohm ( $\Omega$ )  
C Siemens (S)  
D Henry (H)

**Prüfungsaufgabe TA204**  
Welche Einheit wird für die Impedanz angegeben?  
A Siemens  
B Farad  
C Ohm  
D Henry

**Lösung:** Impedanz ist ein Wechselstromwiderstand. Auch ein Wechselstromwiderstand wird in Ohm angegeben.

**Prüfungsaufgabe TA202**  
Welche Einheit wird für die elektrische Ladung verwendet?  
A Kilowatt (kW)  
B Amperesekunden (As)  
C Joule (J)  
D Ampere (A)

**Tip:** Schauen Sie in der Tabelle nach!

## Zehnerpotenzen

Das Messergebnis kann ein Vielfaches oder ein Teil einer Einheit sein. Es werden meist dezimale Vielfache oder Teile von Einheiten benutzt, zum Beispiel *kilo* für tausendfach oder *milli* für ein Tausendstel.

Faktor	Potenz	Vorsatz	Abk.
Billionenfach	$10^{12}$	Tera	T
Milliardenfach	$10^9$	Giga	G
Millionenfach	$10^6$	Mega	M
Tausendfach	$10^3$	kilo	k
Hundertfach	$10^2$	hekto	h
Zehnfach	$10^1$	deka	da
Zehntel	$10^{-1}$	dezi	d
Hundertstel	$10^{-2}$	zenti	c
Tausendstel	$10^{-3}$	milli	m
Millionstel	$10^{-6}$	mikro	$\mu$
Milliardenstel	$10^{-9}$	nano	n
Billionstel	$10^{-12}$	piko	p

Tabelle: Teile der Einheiten

Achten Sie darauf, dass die Abkürzungen für Tera, Giga und Mega mit großen Buchstaben und alle anderen mit kleinen Buchstaben geschrieben werden. Besonders wichtig ist es bei m oder M (milli oder Mega) und bei k für kilo, denn das große K wird in der Digitaltechnik auch für Kilo verwendet, wobei dort 1 K = 1024 bedeutet.

$$1 \cdot 10^{-6} \text{ ist gleichbedeutend mit } \frac{1}{10^{-6}} = \frac{1}{0,000001} = 1.000.000$$

**Tip zur Umwandlung:** Zählen Sie bei Zahlen kleiner als 1 wie oft Sie das Komma nach rechts setzen müssen, um eine Zahl größer 1 zu erreichen. Diese Anzahl entspricht der negativen Zehnerpotenz, z.B.

$$\begin{aligned} 0,42 &= 42 \cdot 10^{-2} \text{ oder } 4,2 \cdot 10^{-1} \\ 0,042 &= 42 \cdot 10^{-3} \text{ oder } 4,2 \cdot 10^{-2} \\ 0,00042 &= 42 \cdot 10^{-5} \end{aligned}$$

**Prüfungsaufgabe TA101**  
Für den Wert 0,042 A kann man auch schreiben  
A  $42 \cdot 10^3$  A  
B  $42 \cdot 10^{-2}$  A  
C  $42 \cdot 10^{-1}$  A  
D  $42 \cdot 10^{-3}$  A

Für die Umwandlung in kilo, milli, mikro und so weiter ist es zweckmäßig, wenn die Hochzahlen die Werte 3 (kilo), 6 (Mega), 9 (Giga) oder -3 (milli), -6 (mikro), -9 (nano) oder -12 (piko) haben.

Wenn die letzte Stelle nicht bei einem dieser Werte endet, kann man einfach eine Null anhängen. Für 0,00042 kann man auch 0,000420 schreiben, ohne dass sich der Wert ändert. Nun zähle ich bis zur Null sechs Stellen, also  $10^6$  und setze dann 420 davor, also  $420 \cdot 10^{-6}$ .

**Prüfungsaufgabe TA102**  
Für den Wert 0,00042 A kann man auch schreiben  
A  $420 \cdot 10^{-6}$  A  
B  $420 \cdot 10^6$  A  
C  $420 \cdot 10^{-5}$  A  
D  $42 \cdot 10^{-6}$  A

Bei Zahlen größer als eins versetzen Sie gedanklich das Komma so weit nach links, bis eine einstellige Zahl dabei herauskommt. Die Anzahl der Stellen, um die Sie das Komma nach links geschoben haben, entspricht der Hochzahl der Zehnerpotenz.

**Beispiele**

$$\begin{aligned} 420 &= 420,0 = 4,200 \cdot 10^2 = 4,2 \cdot 10^2 \\ 4200 &= 4,2 \cdot 10^3 \\ 42000 &= 4,2 \cdot 10^4 \end{aligned}$$

In der Elektrotechnik verwendet man normalerweise Zehnerpotenzen mit 3, 6, 9, 12 oder -3, -6, -9, -12.

**Prüfungsaufgabe TA104**  
Für den Wert 4 200 000 Hz kann man auch schreiben  
A  $42 \cdot 10^{-5}$  Hz  
B  $4,2 \cdot 10^5$  Hz  
C  $42 \cdot 10^6$  Hz  
D  $4,2 \cdot 10^6$  Hz



Umgekehrt geht man vor, wenn eine Zahl mit Angabe durch Zehnerpotenz in eine Dezimalzahl gewandelt werden soll. Wenn die Zehnerpotenz positiv ist, verschieben Sie das Komma so weit nach rechts, wie die Hochzahl lautet.

**Beispiele**  
 $5,1 \cdot 10^2 = 510$ ,  
 also 2 Stellen nach rechts  
 $51 \cdot 10^5 = 5100000$ ,  
 also fünfmal nach rechts

**Übungsaufgabe ÜB101**  
 Der Zahlenwert  $510 \cdot 10^2$  ist  
**A** 5100      **B** 51000  
**C** 0,0051      **D** 0,051

Die Lösungen der Übungsaufgaben finden Sie im Anhang dieser Lektion. Die Lösung der Prüfungsaufgaben finden Sie im Anhang dieses Buches.

**Übungsaufgabe ÜB102**  
 Der Zahlenwert  $51 \cdot 10^4$  ist  
**A** 510000      **B** 51000  
**C** 0,00051      **D** 0,000051

Vergleichen Sie Ihre Lösungen mit denen in der Tabelle im Anhang dieser Lektion!

**Prüfungsaufgabe TA206**  
 $0,22 \mu\text{F}$  sind  
**A** 220 nF      **B** 22 nF  
**C** 220 pF      **D** 22 pF

**Lösungsweg mit Zehnerpotenzen:** Schreiben Sie für  $\mu$  die Zehnerpotenz  $10^{-6}$ , versetzen das Komma um sechs Stellen nach links, also hier

$0,22 \mu\text{F} = 0,000000220 \text{ F}$

füllen dann nach rechts mit Nullen auf und versetzen das Komma für „nano“ beispielsweise um 9 Stellen nach rechts. Sie erhalten  $220 \text{ nF}$ . Von  $\mu\text{F}$  nach nF geht es auch einfacher, nämlich direkt drei Stellen nach rechts.

**Übungsaufgabe ÜB103**  
 $0,047 \text{ k}\Omega$  sind  
**A** 47 M $\Omega$       **B** 470  $\Omega$   
**C** 47  $\Omega$       **D** 470 m $\Omega$

**Übungsaufgabe ÜB104**  
 $144 \text{ 250 kHz}$  sind  
**A** 0,14425 MHz      **B** 14,425 MHz  
**C** 1,4425 MHz      **D** 144,25 MHz

**Prüfungsaufgabe TA207**  
 $3,75 \text{ MHz}$  sind  
**A** 375 kHz      **B** 3750 kHz  
**C** 0,0375 GHz      **D** 0,375 GHz

**Tipp:** 1 MHz sind 1000 kHz.

**Prüfungsaufgabe TA103**  
 $100 \text{ mW}$  entspricht  
**A** 0,01 W      **B** 0,001 W  
**C**  $10^{-1} \text{ W}$       **D**  $10^{-2} \text{ W}$

**Tipp:**  $10^{-1}$  ist gleichbedeutend mit 0,1.

## Übung

Wandeln Sie folgende Zahlenwerte einiger Messgrößen unter Verwendung der Kurzzeichen von Einheiten um und tragen Sie die Lösungen in die Tabelle ein.

$U = 1280 \text{ Volt}$	$U = 1,28 \text{ kV}$
$I = 0,038 \text{ Ampere}$	$I = \text{ } \text{mA}$
$f = 3580 \text{ Kilohertz}$	$f = \text{ } \text{MHz}$
$P = \text{ } \text{Watt}$	$P = 450 \text{ mW}$
$R = 27000 \text{ Ohm}$	$R = \text{ } \text{k}\Omega$
$U = 0,00001 \text{ Volt}$	$U = \text{ } \mu\text{V}$
$I = 0,00025 \text{ Ampere}$	$I = \text{ } \text{mA}$
$R = 0,047 \text{ Megaohm}$	$R = \text{ } \text{k}\Omega$
$t = 0,00005 \text{ Sekunden}$	$t = \text{ } \mu\text{s}$

Die richtigen Lösungen finden Sie am Ende dieser Lektion auf der nächsten Seite.

## Einfache Formel umstellen

Die Elektrotechnik „lebt“ durch Formeln. Mit einfachen klaren Formeln lassen sich häufig komplizierte elektrotechnische Zusammenhänge leicht erklären. Sie sollten also ein wenig mit Formeln umgehen können. Weil das Umstellen von Formeln praktisch Grundvoraussetzung für die Lösung vieler Prüfungsaufgaben ist, soll es in dieser Lektion geübt werden.

Eine typische Formel ist die mit einem Produkt, beispielsweise das Ohmsche Gesetz.

$$U = R \cdot I$$

oder die einfache Leistungsformel

$$P = U \cdot I$$

Wenn in einer Aufgabe nicht die links stehende Größe  $U$  (Ohmsches Gesetz) oder  $P$  (Leistungsformel) gesucht ist, muss nach der gesuchten Größe umgestellt werden. Mathematisch funktioniert es so, dass man einfach auf beiden Seiten durch diejenige Größe teilt, die man entfernen möchte.

**Beispiel**  
 $U = R \cdot I$   
 soll nach  $I$  umgestellt werden.

**Lösungsweg:** Man dividiert durch  $R$ .

$$\frac{U}{R} = \frac{R \cdot I}{R}$$

$R$  kürzt sich auf der rechten Seite heraus und  $I$  bleibt allein übrig. Dann werden die Seiten getauscht und man erhält

$$I = \frac{U}{R}$$

Wer damit noch Probleme hat, kann folgenden Hilfsmittel benutzen. Man schreibt die Formel in folgender Weise in ein Dreieck.

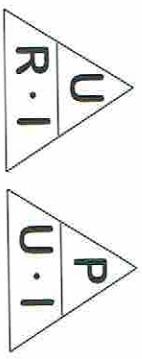


Bild 1-1: U-R- und P-U-Dreieck

Die Anwendung dieses Dreiecks funktioniert folgendermaßen. Wenn man beispielsweise beim Ohmschen Gesetz (linkes Dreieck in Bild 1-1) nach dem Strom  $I$  umstellen will, hält man den Buchstaben  $I$  zu und schaut, was übrig bleibt. Der waagerechte Strich ersetzt den Bruchstrich. Also in diesem Fall ist

$$I = \frac{U}{R}$$

## Anhang Lektion 1

### Lösungen der Übungs- und Prüfungsaufgaben

TA101	D	TA203	C	ÜB101	B
TA102	A	TA204	C	ÜB102	A
TA103	C	TA205	B	ÜB103	C
TA104	D	TA206	A	ÜB104	D
TA201	D	TA207	B		
TA202	B	TA208	A		

### Lösung der Übung

$U = 1280 \text{ Volt}$	$U = 1,28 \text{ kV}$
$I = 0,038 \text{ Ampere}$	$I = 38 \text{ mA}$
$f = 3580 \text{ Kilohertz}$	$f = 3,58 \text{ MHz}$
$P = 0,45 \text{ Watt}$	$P = 450 \text{ mW}$
$R = 27000 \text{ Ohm}$	$R = 27,0 \text{ k}\Omega$
$U = 0,00001 \text{ Volt}$	$U = 10 \mu\text{V}$
$I = 0,00025 \text{ Ampere}$	$I = 0,25 \text{ mA}$
$R = 0,047 \text{ Megaohm}$	$R = 47,0 \text{ k}\Omega$
$t = 0,00005 \text{ Sekunden}$	$t = 50 \mu\text{s}$