

# Afu-Kurs

## Technik Klasse E 17: Messtechnik

Einleitung

Analog

Digital

Oszilloskop

Dipmeter

SWR-Meter

Dummy Load

Referenzen

DL0XK

AmateurfunkForschungsGruppe der TU Kaiserslautern

<https://www.amateurfunk.uni-kl.de/home/>

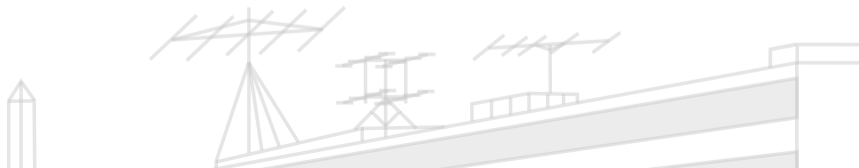


This work is licensed under the *Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 License*.

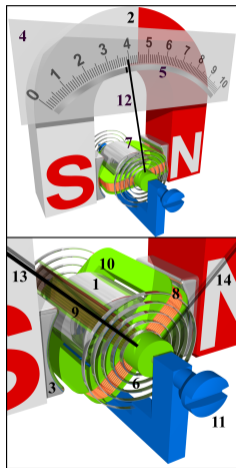
Amateurfunkgruppe der Technische Universität Kaiserslautern, DL0XK, Stand: Thu Feb 7 15:50:43 2019 +0100  
basierend auf dem Kurs der Amateurfunkgruppe der Technische Universität Berlin (AfuTUB), DKØTU

# Messgeräte


- Was kann alles beim Funken gemessen werden?



# Drehspulenmessgerät (Antik)



- ① Weicheisenkern der Drehspule
- ② Permanentmagnet
- ③ Polschuh zur Bündelung des Magnetfeldes
- ④ Skala
- ⑤ Hilfsspiegel zur genauen Ablesung
- ⑥ Rückstellfeder
- ⑦ Drehspule
- ⑧ Drehspule in Nulllage
- ⑨ Drehspule bei Maximalausschlag
- ⑩ Joch der Spule
- ⑪ Stellschraube für Nullpunkteinstellung
- ⑫ Zeiger
- ⑬ Zeiger in Nulllage
- ⑭ Zeiger bei Maximalausschlag

Abb. 1: Technische Ausführung eines Drehspulinstruments (von Søren Peo Pedersen )

Einleitung

Analog

Digital

Oszilloskop

Dipmeter

SWR-Meter

Dummy Load

Referenzen

# Digitales Multimeter

Einleitung

Analog

Digital

Oszilloskop

Dipmeter

SWR-Meter

Dummy Load

Referenzen



Abb. 2: Digitales Multimeter (von MichaelHaeckel ☺ ©)

# Was wo anschließen?



Abb. 3: Digitales Multimeter (von MichaelHaeckel [↗](#) [©](#) [©](#))

- Was kann alles gemessen werden?
- Wo anschließen zum Strom messen?
- Wo anschließen zum Spannung messen?
- Welcher Messbereich?

# Wie sollte gemessen werden?

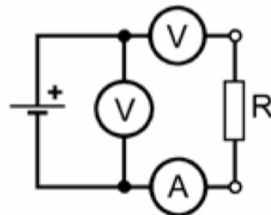
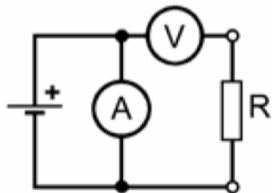
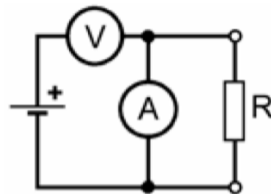
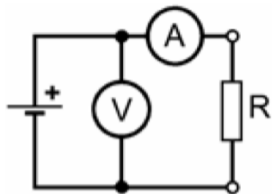


Abb. 4: Fragenkatalog BundesNetzAgentur Klasse E

Einleitung

Analog

Digital

Oszilloskop

Dipmeter

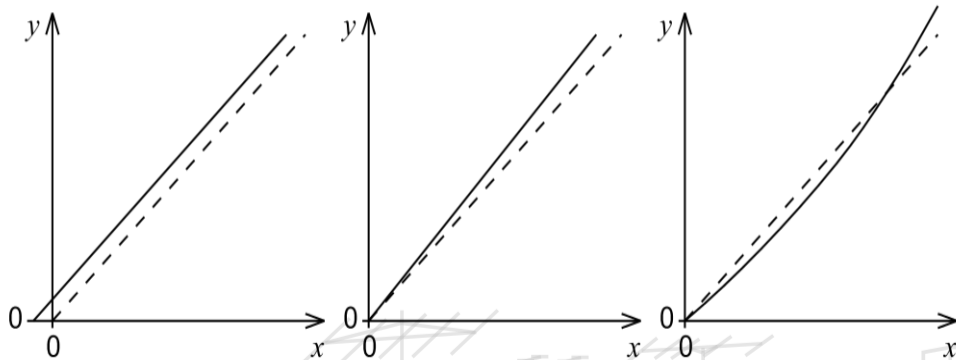
SWR-Meter

Dummy Load

Referenzen

# Messfehler

Nullpunktabweichung    Empfindlichkeitsabweichung    Linearitätsabweichung



Einleitung

Analog

Digital

Oszilloskop

Dipmeter

SWR-Meter

Dummy Load

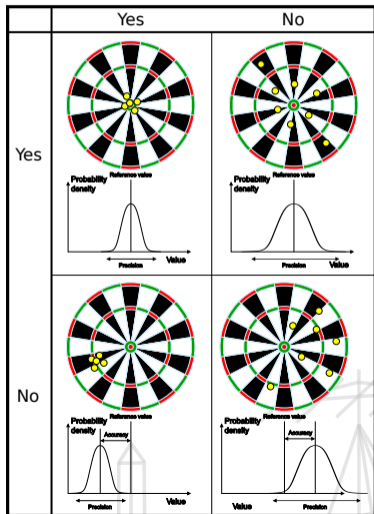
Referenzen

Abb. 5: Nullpunktabweichung, Empfindlichkeitsabweichung, Linearitätsabweichung (von Saure )

# Auflösung und Genauigkeit

## Precision

Accuracy



- **Auflösung (Precision):** Wie feine Unterschiede kann das Instrument unterscheiden?
- **Genauigkeit (Accuracy):** Wie genau stimmt der angezeigte Wert mit dem wirklichen Wert überein?



# Oszilloskop

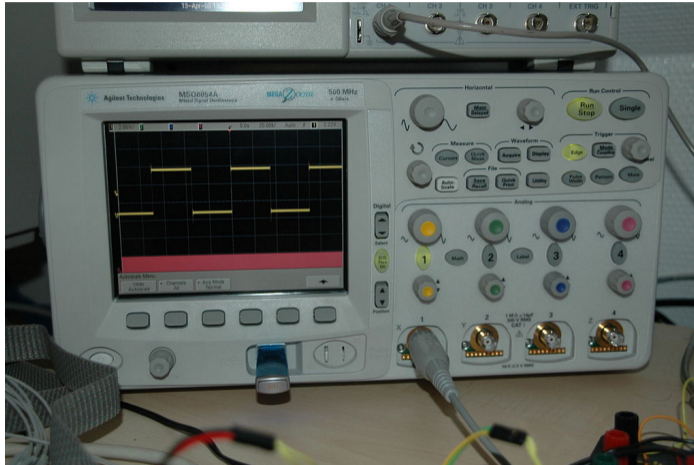


Abb. 6: Modernes Speicheroszilloskop (von Björn Heller [CC](#) [BY](#) [NC](#) [ND](#))

Afu-Kurs

Technik E 17

Einleitung

Analog

Digital

Oszilloskop

Dipmeter

SWR-Meter

Dummy Load

Referenzen

# Oszilloskop

Einleitung

Analog

Digital

Oszilloskop

Dipmeter

SWR-Meter

Dummy Load

Referenzen

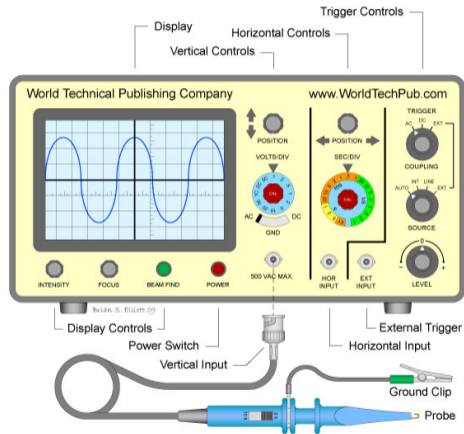


Abb. 7: Bedienungselemente eines Oszilloskops (von Brian S. Elliott © (i) (d))

# Oszilloskop – Ablesen

$100\text{mV}/\text{Div}$  und  $0.1\text{ms}/\text{Div}$

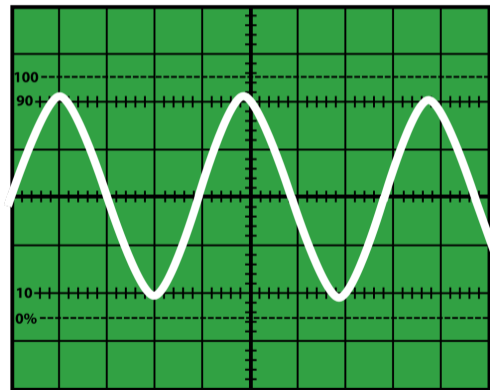


Abb. 8: Schematisches Oszilloskopbild eines Tons (von Klaus-Dieter Keller [↗](#) [©](#) [↓](#) [Ⓞ](#))

# Spannungen

- PEP – Peak to Peak
- RMS – Effektivwert
- $u_{Spitze} = \sqrt{2} \cdot U_{eff}$

## Aufgabe

Berechnet Spitzen-Spitzen Spannung vom Netzstrom

## Dipmeter



Abb. 9: Dipmeter (von (Japanische Zeichen nicht darstellbar) © (i) ©)

Einleitung

Analog

Digital

Oszilloskop

Dipmeter

SWR-Meter

Dummy Load

Referenzen

# Stehwellenmessgerät



Abb. 10: SWR-Meter (von HBD20 ♂ © 1 1 1)

# Interner Aufbau

## Stehwellenverhältnis VSWR Berechnung

$$s = \frac{U_{max}}{U_{min}} = \frac{U_v + U_r}{U_v - U_r}$$

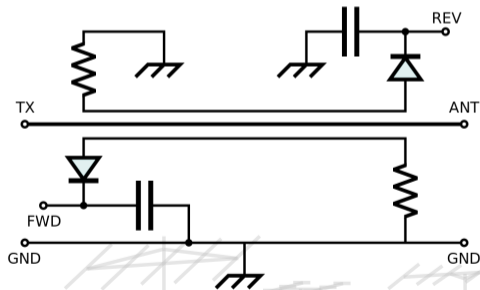


Abb. 11: Interner Aufbau SWR-Meter (von Inductiveload Ⓜ ©©)

# Wo das SWR-Meter einschleifen?

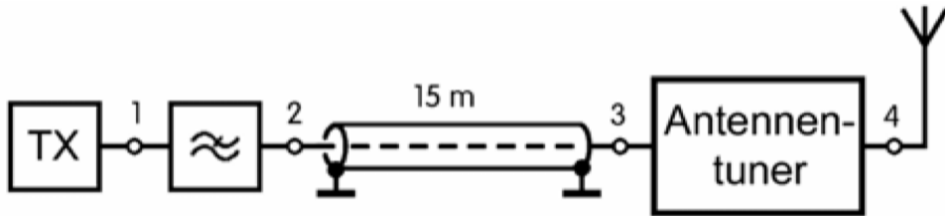


Abb. 12: Fragenkatalog BundesNetzAgentur Klasse E



# Frequenzzähler

- sehr genaue Frequenzmessung
- Zählung der Anzahl der Schwingungen
- Frequenzänderungen werden nicht erkannt

Afu-Kurs

Technik E 17

Einleitung

Analog

Digital

Oszilloskop

Dipmeter

SWR-Meter

Dummy Load

Referenzen

Einleitung

Analog

Digital

Oszilloskop

Dipmeter

SWR-Meter

Dummy Load

Referenzen



Abb. 13: Dummy Load (von Karl-Martin Skontorp ♂ ©)

# Zu Beachten

- Aufbau als Widerstandsdekade
- Genau  $50\Omega$  realer Widerstand
- “real” heißt: Einbau von Kondensatoren oder Spulen vermeiden.
- Lastwiderstände
- Keinesfalls nehmen: Drahtwiderstände (ungeeignet für HF da Spulen)
- Am besten Metalloxid-Widerstände (ungewendelt)
- Auch ok: Kohleschichtwiderstände
- Selbstbau für QRP trivial
- Große Kühlkörper je nach Leistung
- Selbstbau für QRO: <http://der-bastelbunker.blogspot.de/2011/04/qro-dummy-load-von-kw-bis-vhf-fur-1.html>

# Dummy Load in der Sendeanlage Nauen

Delta T [°C]	P [kW]
14,25	673,65
14,30	676,04
14,35	678,43
14,40	680,82
14,45	683,21
14,50	685,60
14,55	687,99
14,60	690,38
14,65	692,77
14,70	695,16
14,75	697,55
14,80	699,94
14,85	702,33
14,90	704,72
14,95	707,11
15,00	709,50
15,05	711,89
15,10	714,28
15,15	716,67
15,20	719,06
15,25	721,45
15,30	723,84
15,35	726,23
15,40	728,62
15,45	731,01
15,50	733,40
15,55	735,80

- Dummyload in Nauen
- Auch als Wattmeter nutzbar
- Temperaturanstieg pro Zeiteinheit

Abb. 14: Dummy Load in Nauen (von DB4UM ☺ )

Einleitung

Analog

Digital

Oszilloskop

Dipmeter

SWR-Meter

Dummy Load

Referenzen

# Referenzen/Links

- Moltrecht E 17:  
<https://www.darc.de/der-club/referate/ajw/lehrgang-te/e17/>
- SWR-Meter Selbstbau  
<http://www.nogaqrp.org/projects/NOGAwatt/nogawattwithnewschematic2.pdf>
- Dummy Selbstbau  
<http://der-bastelbunker.blogspot.de/2011/04/qro-dummy-load-von-kw-bis-vhf-fur-1.html>