



Amateurfunk-Gruppe
der RWTH Aachen
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA
DBØSDA

Amateurfunkkurs Sommersemester 2023

Norbert Hansen	DF5KT	Christian Pohl	DL5CP
Dr. Jan G. Löschner	DB2KC	Philipp Thiel	DL6PT
Tim Kuhlbusch	DJ8TK	Max Pöpping	DJ4MP
Johannes Gierlach	DJ7LC	Florian Reher	DHØFR





7. Termin – Gesetze und Messtechnik

FT103, Melatener Straße 25, Aachen
16.05.2023

Amateurfunkgruppe an der RWTH Aachen
www.afu.rwth-aachen.de





Amateurfunk-Gruppe
der RWTH Aachen
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA
DBØSDA

Hausaufgaben erledigt?



RWTHAACHEN
UNIVERSITY



Fragen vom 23.05.2023

TA112: Ein Sender mit 1 Watt Ausgangsleistung ist an eine Endstufe mit einer Verstärkung von 10 dB angeschlossen. Wie groß ist der Ausgangspegel der Endstufe?

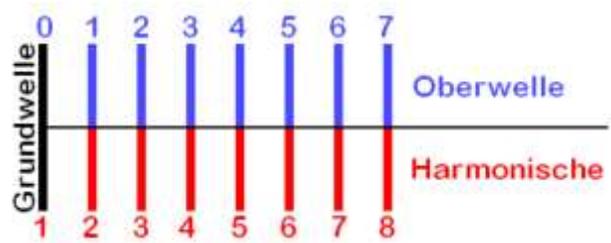
- a) 10 dBm
- b) 20 dBm
- c) 30 dBm
- d) 40 dBm

TA118: Die digitale Anzeige eines Senders hat eine Anzeigegenauigkeit von 10 ppm. Sie zeigt die Sendefrequenz von 14,25 MHz an. In welchen Grenzen kann sich die tatsächliche Frequenz bewegen?

- a) Zwischen 14,2498575 und 14,2501425 MHz
- b) Zwischen 14,24998575 und 14,25001425 MHz
- c) Zwischen 14,249998575 und 14,250001425 MHz
- d) Zwischen 14,248575 und 14,251425 MHz

TA116: Die zweite ungeradzahlige Harmonische der Frequenz 144,690 MHz ist

- a) 145,000 MHz
- b) 289,380 MHz
- c) 434,070 MHz
- d) 723,450 MHz





Fragen vom 23.05.2023

- TB901: **Die Ausgangsleistung eines Senders ist**
- a) die unmittelbar nach dem Senderausgang messbare Leistung, bevor sie Zusatzgeräte (z.B. Anpassgeräte) durchläuft.
 - b) die unmittelbar nach dem Senderausgang gemessene Differenz aus vorlaufender und rücklaufender Leistung.
 - c) die unmittelbar nach den erforderlichen Zusatzgeräten (z.B. Anpassgeräte) messbare Leistung.
 - d) die unmittelbar nach dem Senderausgang gemessene Summe aus vorlaufender und rücklaufender Leistung.

TB919: Ein HF-Verstärker ist an eine 12,5-V Gleichstrom-Versorgung angeschlossen. Wenn die HF-Ausgangsleistung des Verstärkers 90 W beträgt, zeigt das an die Stromversorgung angeschlossene Amperemeter 16 A an. Der Wirkungsgrad des Verstärkers beträgt

- a) 45%
- b) 55%
- c) 100%
- d) 222%

$12,5V \cdot 16A = 200W$

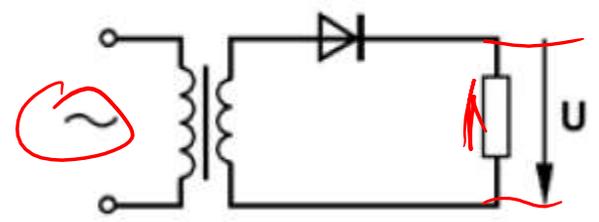
$$\frac{P_{aus}}{P_{ein}} = \frac{90W}{200W} = 45\%$$





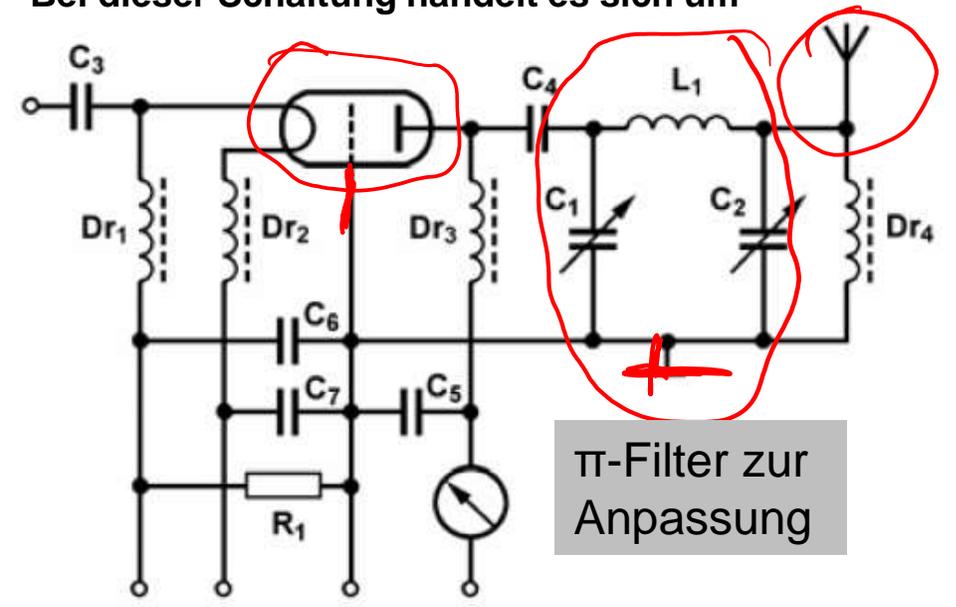
Fragen vom 23.05.2023

TD311: Welchen Verlauf hat die Spannung U ?



- a)
- b)
- c)
- d)

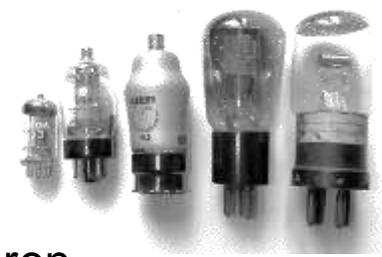
TG313: Bei dieser Schaltung handelt es sich um



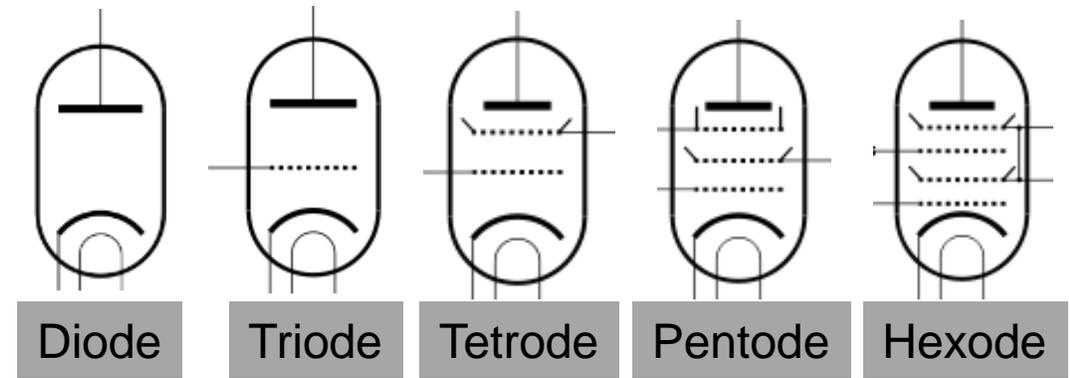
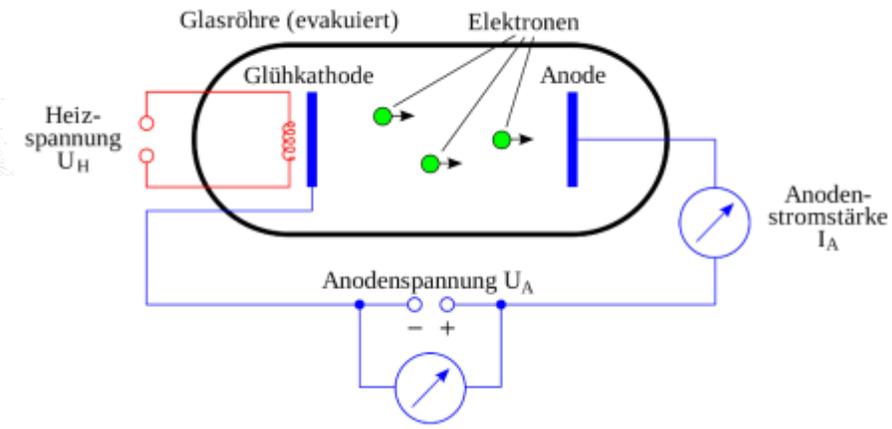
- a) eine HF-Endstufe mit einer Triode in Gitterbasisschaltung.
- b) einen HF-Oszillator mit Katodenmodulation.
- c) eine UKW-Vorstufe mit einer Triode in Katodenbasisschaltung.
- d) ein Pendelaudion mit Selbstüberlagerung.



Exkurs - Röhren



- Vor der Erfindung des Bipolar Transistors waren Röhren elementare Bauelemente zur Signalverstärkung/-mischung
- Glühkathode – „Emitter“ - „Source“
 - Beheizt auf bis zu 2200°C, emittiert unter angelegter Anodenspannung Elektronen
- Anode – „Kollektor“ - „Drain“
 - Nimmt gesteuerten Strom auf
- Gitter – „Basis“ - „Gate“
 - Beliebige Anzahl Gitter mit Steuerspannung beaufschlagt





Amateurfunk-Gruppe
der RWTH Aachen
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA
DBØSDA

Gesetze im Amateurfunk





Warum Vorschriften?

VD511: Welcher Fall ist als störungsfreier Betrieb einer Relaisfunkstelle im Sinne des § 13 Abs. 4 AFuV anzusehen?

- a) Mutwillige Störungen oder unberechtigte Aussendungen.
- b) Die Verbreitung von Inhalten, die gegen AFuG, AFuV oder gegen allgemeines Recht verstoßen.
- c) ~~Die Benutzung einer Relaisfunkstelle mit falscher Rufzeichenklasse.~~
- d) Lang andauernder Funkverkehr.

§ 13 Fernbediente oder automatisch arbeitende Amateurfunkstellen

(4) Der Funkbetrieb über fernbediente Amateurfunkstellen nach Absatz 1 ist Funkamateuren mit zugeteiltem Rufzeichen zu gestatten. Aussendungen und Funkverkehr der Amateurfunkstellen nach Absatz 1 haben Vorrang vor dem übrigen Amateurfunkverkehr und dürfen nicht beeinträchtigt werden. Zur Sicherstellung eines störungsfreien Betriebs kann der Inhaber des Rufzeichens einer fernbedienten Amateurfunkstelle nach Absatz 1 andere Funkamateure von der Nutzung der Amateurfunkstelle ausschließen. Die Regulierungsbehörde ist hiervon zu unterrichten.





Gesetze und Regularien im Amateurfunk

- Allgemein
 - VO-Funk
 - Elektromagnetische Verträglichkeit (EMVG)
 - Verordnung über die Begrenzung Elektromagnetischer Felder (BEMFV)
 - Telekommunikationsgesetz
 - Bauvorschriften
 - Landesbauordnungen
 - VDE/Blitzschutz-Vorschriften
- Auf Amateurfunk bezogen
 - Amateurfunkgesetz 1997 (AFuG)
 - Amateurfunkverordnung 2007 (AFuV)





Gesetze und Regularien im Amateurfunk

VC138: Die Bundesnetzagentur kann bei Verstößen gegen AFuG oder AFuV

- a) einen sofortigen Abbau der Amateurfunkstelle noch vor Ort anordnen.
- b) ein Unbrauchbarmachen der Amateurfunkstelle durch Entnahme wichtiger Teile aus dem Sender anordnen.
- c) eine Einschränkung des Betriebes oder die Außerbetriebnahme der Amateurfunkstelle anordnen.
- d) eine kostenpflichtige fachliche Nachprüfung anordnen.





Vollzugsordnung-Funk (VO-Funk)

- Auch Radio Regulations (RR)
- Von der ITU herausgegeben
- Kein Gesetz sondern sog. Völkerrechtlicher Vertrag
 - → Umsetzung durch nationale Gesetze nötig
- Definiert
 1. Zuweisung der Frequenzbänder
 2. Verbindliche technische Parameter
 3. Verfahren zur Koordinierung und Notifizierung
 4. weiteres





Begriffe: Funkamateure

- Ordnungsgemäß ermächtigt → Prüfung und Zulassung
- Nicht aus geldlichem Interesse → keine kommerzielle Nutzung erlaubt

„Funkamateure sind ordnungsgemäß ermächtigte Personen, die sich mit der Funktechnik aus rein persönlicher Neigung und nicht aus geldlichem Interesse befassen.“





Begriffe: Amateurfunkstelle

- Funkstelle: Ein oder mehrere Sender oder Empfänger oder eine Zusammenschaltung von Sendern und Empfängern einschließlich der Zusatzeinrichtungen, die zum Ausüben eines Funkdienstes an einem Ort erforderlich sind.
- Eine Amateurfunkstelle ist eine Funkstelle des Amateurfunkdienstes.





Begriffe: Amateurfunkstelle

VD502: Welche der folgenden Begriffsbestimmungen

ist gemäß AFuV richtig wiedergegeben?

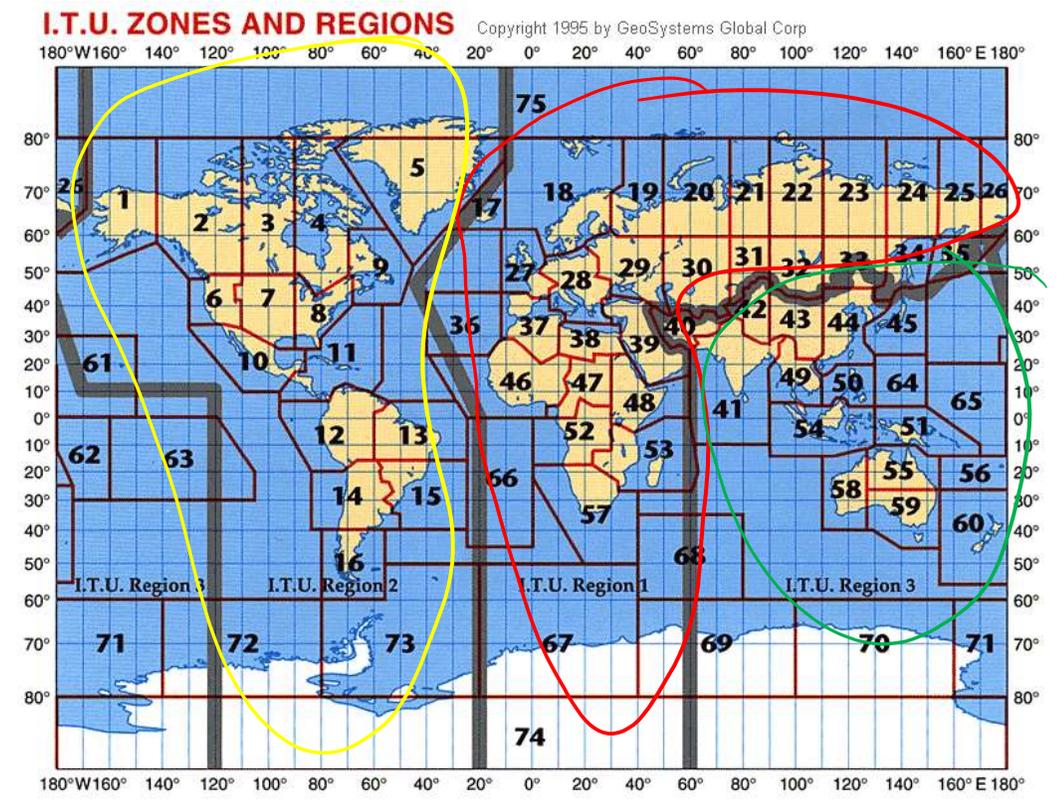
- a) Eine „Relaisfunkstelle“ ist eine fernbediente Amateurfunkstelle (auch in Satelliten), die empfangene Amateurfunkausstrahlungen, Teile davon oder sonstige eingespeiste oder eingespeicherte Signale fern ausgelöst aussendet und dabei zur Erhöhung der Erreichbarkeit von Amateurfunkstellen dient.
- b) Eine „fernbediente oder automatisch arbeitende Amateurfunkstelle“ ist eine besetzt betriebene Amateurfunkstelle, die fernbedient oder selbsttätig Aussendungen erzeugt (z.B. Amateurfunkstellen mit digitalen Betriebsarten).
- c) Eine „Relaisfunkstelle“ ist eine automatisch arbeitende Amateurfunk-Sendeanlage (auch in Satelliten), die Amateurfunkausstrahlungen, Teile davon oder sonstige eingespeiste oder eingespeicherte Signale automatisch aussendet.
- d) Eine „Funkbake“ ist eine fernbediente Amateurfunkstelle (auch in Satelliten), die ferngesteuert Aussendungen zur Feldstärkebeobachtung oder zu Empfangsversuchen erzeugt.





ITU Zonen

- Die VO-Funk teilt die Welt in drei Zonen ein:
 1. Europa, Afrika, Russland, Vorderasien
 2. Amerika, Karibik
 3. Australien, Ozeanien, restliches Asien
- Weitere Unterteilung durch die ITU nicht prüfungsrelevant





ITU Zonen

VA404: Weshalb wird in den Radio Regulations (VO Funk) die Erde in verschiedene Funkregionen eingeteilt?

- a) Weil der Amateurfunkverkehr nur innerhalb einer Region zulässig ist.
- b) Um in den Regionen unterschiedliche Frequenzbereichszuweisungen für die Funkdienste vornehmen zu können.
- c) Um für die einzelnen Funkregionen regional gültige Regelungen für Gastlizenzen einführen zu können.
- d) Weil die Ausbreitungsbedingungen in den verschiedenen Regionen der Erde unterschiedlich sind und dadurch unterschiedliche Senderleistungen zugestanden werden müssen.





Weitere Regelungen aus der VO Funk

- Q-Schlüssel
- Amateurfunkrufzeichen
- Sendarten (A1A, J3E, F3E, ...)
- Dringlichkeits- und Notzeichen





Dringlichkeits- und Notzeichen

- Sécurité (TTT) → Sicherheitsmeldungen
 - Nautische Warnung, Wetterwarnung
- Pan-Pan (XXX) → Dringlichkeitsmeldungen,
 - Dringliche Meldung eines See- oder Luftfahrzeugs oder einer Person, z.B. medizinische Notfälle
- Mayday (SOS) → Notruf
 - Wasser-, Luft- oder anderes Fahrzeug erbittet sofortige Hilfe
- MAYDAY RELAY (DDD SOS) → Weiterleitung eines Notrufs
 - Bei Empfang eines Notrufs Polizei/Feuerwehr verständigen und Informationen weitergeben
- Niemals selber Notrufe absetzen → Kosten





Amateurfunkgesetz

- Umsetzung der VO-Funk in nationales Recht
- Leicht abgeänderte Definitionen der vorgenannten Begriffe
 - Vorsicht! Prüfungsfälle
- Regelt Prüfung/Zulassung in Deutschland
- Enthält den einzig verbindlichen Bandnutzungsplan
- Verbiendet jede kommerzielle Nutzung
- Gibt die Möglichkeit vor, Funkamateure zur Hilfeleistung zu verpflichten





Amateurfunkgesetz

VE103: Darf ein Funkamateur in Deutschland alle in der VO Funk für den Amateurfunkdienst zugewiesenen Frequenzbereiche benutzen?

- a) Ja, weil die internationalen Regelungen der VO Funk auch in Deutschland gelten.
- b) Ja, wenn der Betrieb bei der Bundesnetzagentur vorher angemeldet wurde.
- c) Nein, es dürfen nur Frequenzen genutzt werden, die durch nationale Regelungen umgesetzt wurden.
- d) Nein. Die in Deutschland zulässigen Frequenzbereiche ergeben sich aus der Frequenznutzungsplanaufstellungsverordnung.



Telekommunikationsgesetz

- Fernmeldegeheimnis
- Enthält das Verbot, andere abzuhören.
- Gehört werden darf nur das, was für einen bestimmt ist (Rundfunk, PMR, CB und Amateurfunk)
- Alles andere ist verboten!
- Insbesondere auch „Wanzen“
- Falls man aus Versehen doch was hört, was man nicht hören sollte, dann schnell vergessen



CB	citizen band	11m Band
PMR	personal mobile radio	70 cm Band





Telekommunikationsgesetz

VF101: Enthält das TKG für den Funkamateur anwendbare Regelungen?

- a) Nein, dafür gibt es das eigenständige Amateurfunkgesetz mit Amateurfunkverordnung.
- b) Nein, der Amateurfunkdienst ist im TKG ausdrücklich ausgeschlossen.
- c) Nein, es enthält keine auf den Amateurfunkdienst anwendbaren Regelungen.
- d) Ja, einige Regelungen sind auch auf den Amateurfunkdienst anwendbar.

VF106: Welcher der nachfolgend genannten Tatbestände ist eine Ordnungswidrigkeit gemäß TKG?

- a) Nutzung von Frequenzen ohne Frequenzzuteilung.
- b) Das schuldhaft ~~Verursachen~~ von elektromagnetischen Störungen, entgegen den Weisungen der Bundesnetzagentur.
- c) Die Übermittlung von Amateurfunknachrichten von oder an Dritte durch einen Funkamateur.
- d) Der Betrieb einer Amateurfunkstelle zu gewerblich-wirtschaftlichen Zwecken.





Amateurfunk-Gruppe
der RWTH Aachen
am Institut für Hochfrequenztechnik

DLØUA
DBØSDA

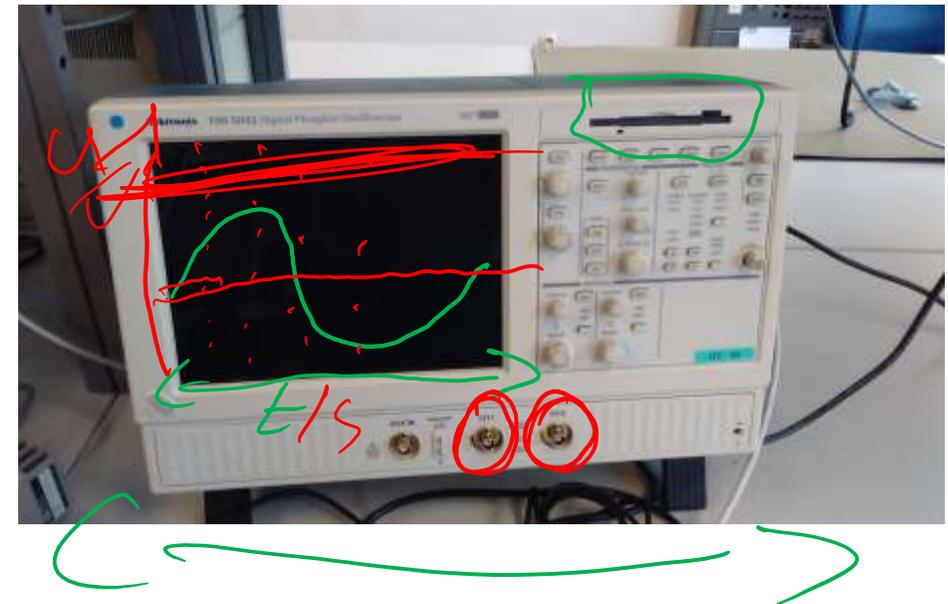
Messtechnik





Oszilloskop

- Spannung über der Zeit aufgetragen
- Wichtige Einstellwerte
 - Zeitauflösung
 - Spannungsauflösung
 - AC/DC Kopplung
 - Triggerlevel





Spektrumanalysator

- Spannung über Frequenz aufgetragen
- Wichtige Einstellwerte:
 - Frequenzbereich (Start/Stop, Center/Span)
 - Filterbandbreite
 - Videobandbreite
 - Sweep-Time
 - Referenzlevel



Rohde & Schwarz – FSW85





SWR-Meter

- Enthält einen Richtkoppler
- Misst vor- und zurücklaufende Welle
- Wichtig für Überprüfung der Anpassung





Wiederholung - Leistungsanpassung

- Möglichst viel Leistung vom Sender in die Antenne bringen
- Maximale Leistungsabgabe, wenn Innenwiderstand und Last gleichen Widerstand haben
- „Amateurfunkstandard“ ist 50 Ohm
- Antennen haben (meistens) nicht 50 Ohm
- Bei falscher Anpassung wird Leistung reflektiert
- Anpassung nötig

	Ziel
Impedanz	50 Ω
VSWR	1
S_{11}	$\ll -10$ dB
Reflektionsfaktor	$\ll 0.1$





Netzwerkanalysator

- Reflektion/Transmission über Frequenz aufgetragen
- Wichtige Einstellwerte:
 - Frequenzbereich (Start/Stop, Center/Span)
 - Portauswahl
 - Anzeigart (Amplitude, Phase, VSWR, Smith-Chart, Impedanz...)
 - Externe Frequenzerweiterung





Weitere Infos

- Folien herunterladbar auf www.afu.rwth-aachen.de → Amateurfunkkurs
- Nächster Termin:
 - Wellenausbreitung
- Treffen Afu-Gruppe
 - Donnerstags 18 Uhr
 - Raum 528 – Heaviside Labor

The screenshot shows the website 'Amateurfunk-Gruppe der RWTH Aachen' with a navigation bar containing links for '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' with details about the course starting on April 18, 2023. Below the article are three smaller news items: '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 with links to various radio-related resources.



**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit**



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

55!