

Technik Klasse E 18 & Betriebstechnik/Vorschriften 14: EMV, EMVG, EMVU, Sicherheit & Störungen

DK0TU

Amateurfunkgruppe der TU Berlin

<https://dk0tu.de>

WiSe 2017/18 – SoSe 2018



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

Amateurfunkgruppe der Technische Universität Berlin (AfuTUB), DKØTU, Stand: Mon Apr 9 14:02:14 2018 +0200

Einleitung

EMVG

EMV & EMVU

Störungen

Personenschutz
(EMVU)

Sicherheit
elektrische Sicherheit
mechanische Sicherheit

Referenzen

Einleitung / Umleitung

Aufgrund sehr großer inhaltlicher Überschneidungen der beiden *Moltrecht*-Lektionen, ist die Lektion BV14^[1] in diesen Foliensatz der Lektion Technik E18^[2] integriert.

AfuTUB-Kurs

DK0TU

Einleitung

EMVG

EMV & EMVU

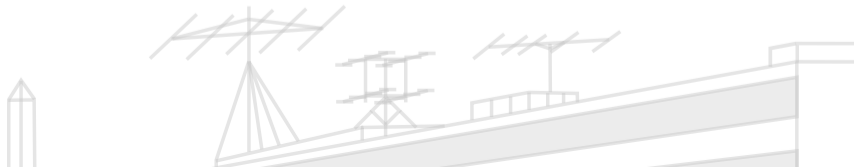
Störungen

Personenschutz
(EMVU)

Sicherheit

elektrische Sicherheit
mechanische Sicherheit

Referenzen



Einleitung

In diesem Kapitel geht es um Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) von Geräten (EMVG) und der Umwelt (EMVU), Störungen und Sicherheit während des Funkes im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben zu halten.

AfuTUB-Kurs

DK0TU

Einleitung

EMVG

EMV & EMVU

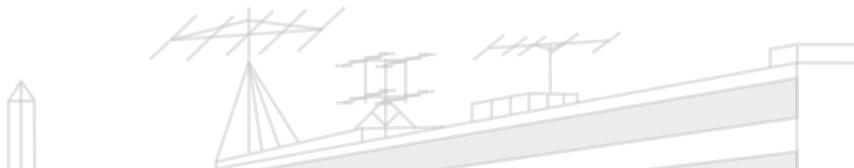
Störungen

Personenschutz
(EMVU)

Sicherheit

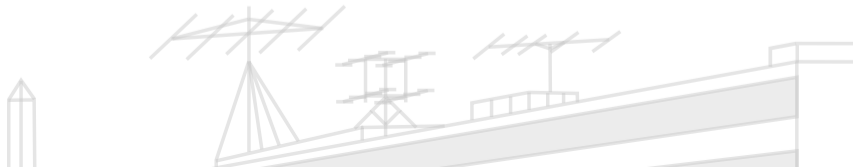
elektrische Sicherheit
mechanische Sicherheit

Referenzen



Warum kümmert uns EMV eigentlich?

- Unsere Sendeanlagen erzeugen elektromagnetische Strahlung
- Diese kann Geräte in der Nähe stören, z.B.
 - Fernseher des Nachbarn
 - Funkfernbedienung von Fahrzeugen
 - Funkmikrofone
 - Elektrische Anlagen und elektronische Geräte ohne Funk
- Aber auch unsere Geräte können gestört werden
- Deswegen müssen diese geschützt werden

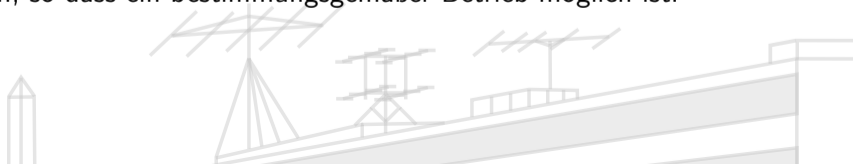


Elektro-Magnetische Verträglichkeit von Geräten

EMVG §3 Schutzanforderungen

(1) Geräte müssen so beschaffen sein, dass bei vorschriftsgemäßer Installation, angemessener Wartung und bestimmungsgemäßem Betrieb gemäß den Angaben des Herstellers in der Gebrauchsanweisung

- 1 die Erzeugung elektromagnetischer Störungen begrenzt wird, dass ein bestimmungsfähiger Betrieb von Funk und Telekommunikationsgeräten sowie sonstigen Geräten möglich ist,
- 2 die Geräte eine angemessene Festigkeit gegen elektromagnetische Störungen aufweisen, so dass ein bestimmungsgemäßer Betrieb möglich ist.



EMV & EMVU

- Im §7 des AFuG steht etwas zu den Schutzanforderungen und EMV geschrieben
- Bestimmung der Störfestigkeit, selbstständig durch den Funkamateu
- Genaueres dazu findet sich auch im §17 des AFuV

AfuTUB-Kurs

DK0TU

Einleitung

EMVG

EMV & EMVU

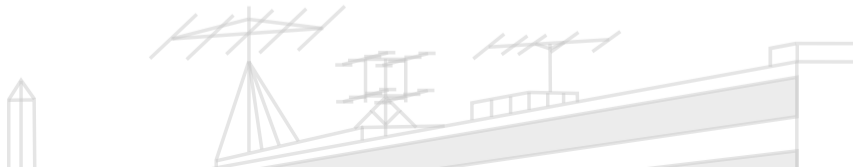
Störungen

Personenschutz
(EMVU)

Sicherheit

elektrische Sicherheit
mechanische Sicherheit

Referenzen



§ 17 Störungen und Maßnahmen bei Störungen

(1) Die Regulierungsbehörde kann zur Ermittlung und zur Untersuchung von Störungsursachen oder zur Klärung frequenztechnischer Fragen den Betreiber einer Amateurfunkstelle zur Mitwirkung verpflichten. Hierbei kann sie insbesondere verlangen, dass der Funkamateur Angaben über den Betrieb der Amateurfunkstelle in schriftlicher Form festhält und vorlegt und dass der Funkamateur bei der Störungsuntersuchung Testaussendungen durchführt, die eine messtechnische Auswertung der Störszenarien ermöglichen.

(2) Bis zur Aufklärung oder Beseitigung der Ursache von Störungen kann die Regulierungsbehörde gegenüber dem Betreiber einer Amateurfunkstelle die Sperrung bestimmter Frequenzbereiche, die Absenkung der Senderleistung oder weitere geeignete Maßnahmen anordnen.

Was sind Störungen? Und was hilft dagegen?

- Störungen sind unerwünschte Ausstrahlung (wie z.B. Oberwellen oder Nebenaussendungen)
- Um Störungen zu vermeiden, kann man Filter verwenden
- Man kann auch mit Filtern gegen Störungen vorgehen

Gesetzlich vorgeschriebene maximale Störleistung von Nebenaussendungen außerhalb des Amateurfunkbands

Bis 25 W	über 25 W
Kurzwellensender:	
max. +4 dBm	> 40 dB gedämpft
VHF-/UHF-Sender:	
max. -16 dBm	> 60 dB gedämpft

Video Oberwellen

<https://youtu.be/2AdW9Zpl2Es?t=1m16s>

AfuTUB-Kurs

DK0TU

Einleitung

EMVG

EMV & EMVU

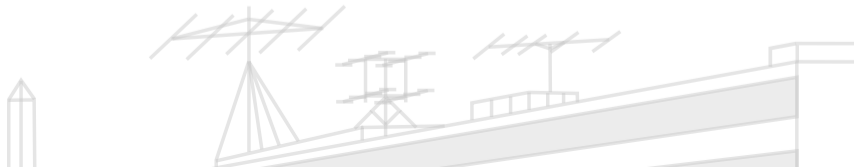
Störungen

Personenschutz
(EMVU)

Sicherheit

elektrische Sicherheit
mechanische Sicherheit

Referenzen



Wo störs denn?

Aber wo stört es denn nun?

AfuTUB-Kurs

DK0TU

Einleitung

EMVG

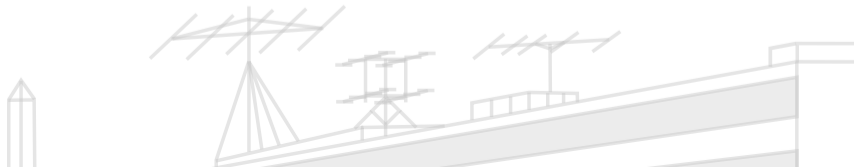
EMV & EMVU

StörungenPersonenschutz
(EMVU)

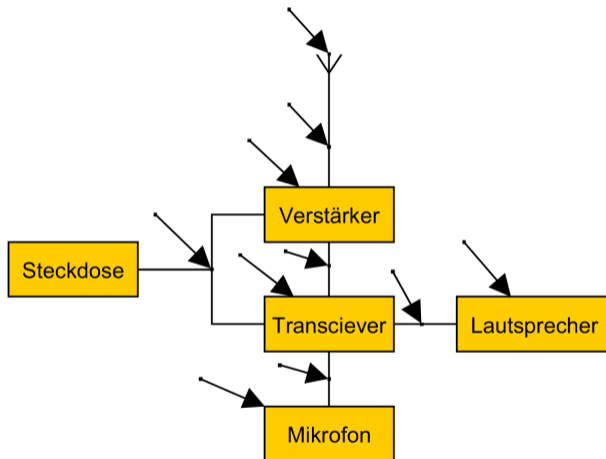
Sicherheit


elektrische Sicherheit
mechanische Sicherheit

Referenzen



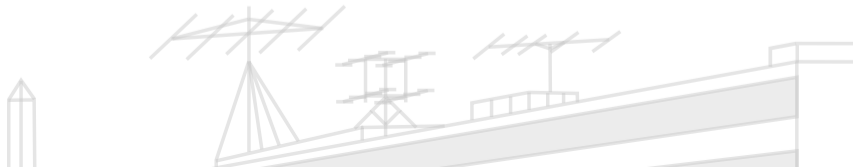
Wo störs denn?



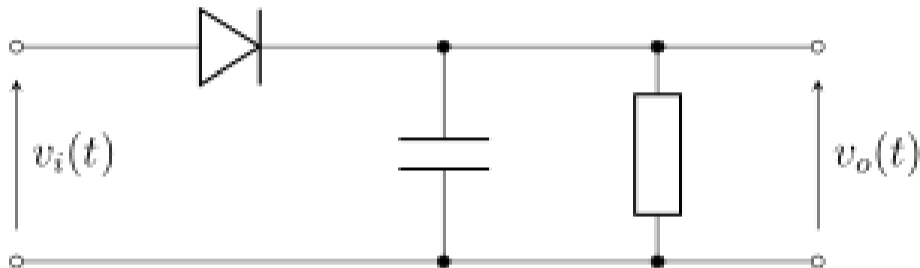
Mögliche Einstrahlungspunkte (von DM7MD )

Was stört uns?

- Intermodulationen (Übersteuern der Mischstufe durch mehrere, zu starke Signale)
- Diese erzeugen dann Phantomsignale
- Zustopfeffekte: Rückgang der Empfindlichkeit und Brodelgeräusche
- Einströmungen: Wellen über Leitungen und Kabel in das zu überprüfende Gerät
- Einstrahlung: Wellen über das ungeschirmte Gerät

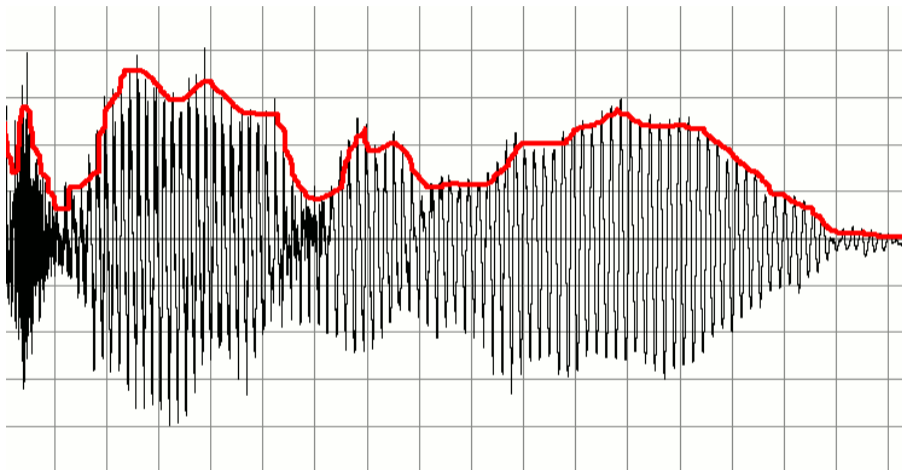


Detektorempfänger



Digitales Multimeter (von MichaelHaeckel ☺ ☹☹)

Detektorempfänger



Digitales Multimeter (von MichaelHaeckel [↗](#) [©](#) [\(cc\)](#) [\(pd\)](#))

Einleitung

EMVG

EMV & EMVU

Störungen

Personenschutz
(EMVU)

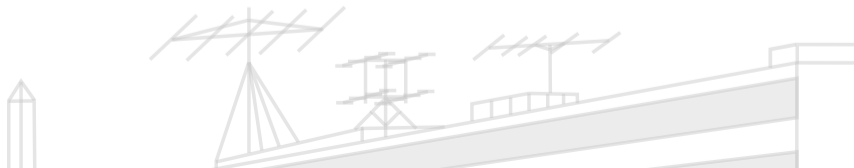
Sicherheit

elektrische Sicherheit
mechanische Sicherheit

Referenzen

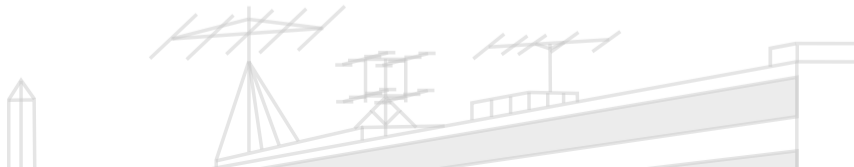
Vorbeugende Maßnahmen

- Sendeanlage so weit weg von Empfangsantennen wie möglich aufbauen
- Eine Richtantenne mit geringem vertikalen Öffnungswinkel auf dem Dach ist ein guter Anfang
- Anpassen der Sendeleistung
- Tiefpass zur Unterdrückung von Nebenaussendungen/ Oberwellen
- Hochpassfilter in der Fernsehantenne zur Unterdrückung von Kurzwellensignalen



Personenschutz (EMVU)

- Es gilt zwei Bereiche zu beachten:
 - Expositionsbereich 1 (Vom Funker kontrollierbarer Bereich) und
 - Expositionsbereich 2 (Öffentlicher Bereich)
- Es gibt festgelegte Grenzwerte und Formeln der BNetzA zur Berechnung des Sicherheitsabstandes
- Diverse Software zur Berechnung der Sicherheitsabstände
- Für eine ortsfeste Antenne ist (ab 10W EIRP) eine Selbsterklärung vor Betriebsaufnahme abzugeben



Sicherheitsabstand

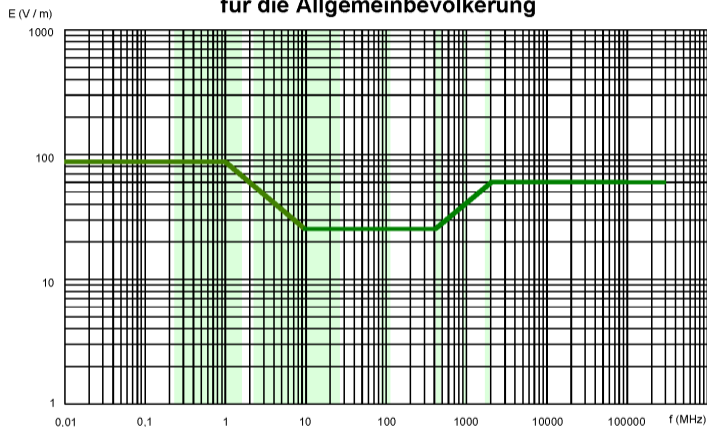
Sicherheitsabstand

$$r = \frac{\sqrt{30 \cdot P_{EIRP} [W]}}{E \left[\frac{V}{m} \right]}$$

Grenzwerte für Personenschutz	
Frequenzbereich	Elektrische Feldstärke
0,1 - 1 MHz	$E = 87 \frac{V}{m}$
1 - 10 MHz	$E = \frac{87}{\sqrt{f}} \frac{V}{m}$
10 - 400 MHz	$E = 28 \frac{V}{m}$
400 - 2000 MHz	$E = 1,375 \cdot \sqrt{f} \frac{V}{m}$
über 2000 MHz	$E = 61 \frac{V}{m}$

Grenzwerte aus [§ 26. BImSchV](#)

Grenzwerte der Elektrischen Feldstärke für die Allgemeinbevölkerung



Empfehlung des
Rates vom 12.07.1999
(1999/519/EC) und
§3 BEMFV

Grenzwerte der Elektrischen Feldstärke (von Bundesnetzagentur [↗](#))

Einleitung

EMVG

EMV & EMVU

Störungen

Personenschutz
(EMVU)

Sicherheit

elektrische Sicherheit
mechanische Sicherheit

Referenzen

Leistungsgewinnfaktoren und Reduzierungsfaktoren

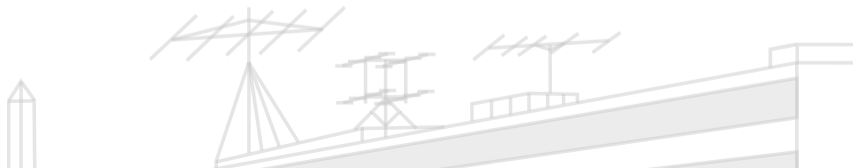
Leistungsgewinnfaktoren		oder in dBi
Dipol	1,64	2,15 dBi
$\lambda/4$ - Strahler	3,28	5,15 dBi

Betriebsart	Reduzierungsfaktor
SSB	$1 : 6 = 0,167$
CW	$1 : 4 = 0,25$
FM (RTTY, SSTV)	1

Reduzierungsfaktoren sind Effektivwerte der maximalen Feldstärke gemittelt über ein 6-Minuten Intervall

Gesetze und Vorschriften, wohin man schaut

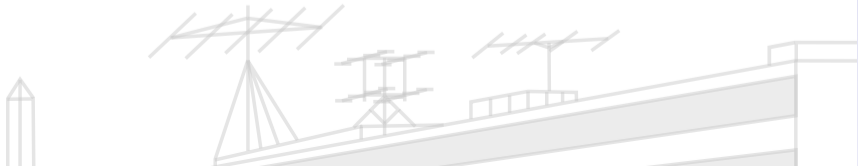
- Selbstgebaute Geräte müssen den VDE-Bestimmungen entsprechen
- Für den Bau von Antennenanlagen gelten die Bauverordnungen des jeweiligen Landes
- Des Weiteren sind die Blitzschutzbestimmungen zu beachten



Antennenerdung

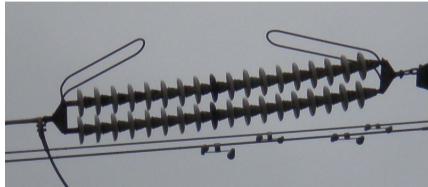
Alle leitfähigen Teile der Antennenanlage müssen geerdet werden

Werkstoff	Abmessungen oder Art
Kupfer	16mm^2 , blank oder isoliert
Aluminium	25mm^2 , isoliert, in Innenräumen auch blank
Stahl	50mm^2 , verzinkt, z.B. Band $20\text{mm} \cdot 2,5\text{mm}$
Volldraht oder mehrdrähtig, aber nicht feindrähtig	
Kennzeichnung der Erdleiter: grün-gelb	



Blitzschutz

- Antennenanlagen müssen gegen Blitze geschützt werden
- Der Mast muss auf dem kürzestem Weg mit einer fachlich korrekt installierten Gebäudeblitzschutzanlage verbunden werden
- Als Blitzschutzterder darf jeder ordnungsgemäß verlegter Fundamenterder verwendet werden
- Außenleiter von Koaxkabeln (Abschirmung) müssen über einen Potentialausgleichsleiter ordnungsgemäß mit Erde verbunden werden
- Standrohr: kürzeste Distanz



Funkenstrecke bei selbststrahlenden Sendemasten (von (Japanische Zeichen nicht darstellbar) ↗ © ⓘ)

mechanische Sicherheit

- Sendeanlage muss mechanisch gesichert werden
- Windlast ist zu beachten

Kraft auf eine Antennenanlage

$$F_A = p \cdot A$$

- Sendeanlagen dürfen im KFZ installiert werden
- Dafür immer Herstellerangaben beachten
- Um Störungen zu vermeiden, Antenne und Antennenkabel möglichst weit weg von Fahrzeugelektronik installieren

Referenzen/Links

[1] Moltrecht B/V 14:

<https://www.darc.de/der-club/referate/ajw/lehrgang-bv/bv14/>

[2] Moltrecht E 18:

<https://www.darc.de/der-club/referate/ajw/lehrgang-te/e18/>

[3] Wikipedia DE:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Blitzschutz>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Funkenstrecke>

