

# Elektromagnetische Wellen

Robert Seufert

## VLF Myriameterwellen *Very Low Frequency*

<30 kHz >10 km

f[Hz]	[km]	f <sub>a</sub>	f <sub>e</sub>	Einheit	[m]	Bereich
-------	------	----------------	----------------	---------	-----	---------

### Lichtjahr, 1 Jahr = 31.536.000 s

3,17E-08	9,45E+12	3,17E-08		Hz	1,05E+10	
----------	----------	----------	--	----	----------	--

### 1 Tag = 86.400 s

1,16E-05	2,59E+10	1,16E-05		Hz	28,6E6	
----------	----------	----------	--	----	--------	--

### Elektromagnetische Mikroschwingungen

1,00E-02	3,00E+07	0,01	1	Hz	33145	
----------	----------	------	---	----	-------	--

### Weltresonanz

1,00E-02	3,00E+07	0,01		Hz	33145	
----------	----------	------	--	----	-------	--

### Sonnendurchmesser (zum Vergleich)

2,20E-01	1,39E+06	0,22		Hz	1536	
----------	----------	------	--	----	------	--

### Entfernung Erde - Mond

7,40E-01	404.720	0,74	0,85	Hz	448	Infra-schall
----------	---------	------	------	----	-----	--------------

### 1 Sekunde Lichtgeschwindigkeit

1,00E+00	299.792	1		Hz	331	Infra-schall
----------	---------	---	--	----	-----	--------------

### Seismische Vorgänge

1,00E+00	299.792	1	30	Hz	331 - 11	Infra-schall
----------	---------	---	----	----	----------	--------------

### HI-FI

1,50E+01	19.986	15	15000	Hz	22	Schall
----------	--------	----	-------	----	----	--------

### Erdurchmesser (zum Vergleich)

2,35E+01	12.748	23,52		Hz	14	Schall
----------	--------	-------	--	----	----	--------

### technischer Wechselstrom

5,00E+01	5.996	50	60	Hz	6	Schall
----------	-------	----	----	----	---	--------

### Los Angeles / New York (zum Vergleich)

6,00E+01	4.997	60		Hz	5,5	Schall
----------	-------	----	--	----	-----	--------

### U-Boot-Verbindung

1,00E+02	2.998	100		Hz	3,3	Schall
----------	-------	-----	--	----	-----	--------

### Flugzeugstromversorgung

4,00E+02	749	400		Hz	0,8	Schall
----------	-----	-----	--	----	-----	--------

### Elektro-Anesthetie

6,00E+02	500	600		Hz	0,55	Schall
----------	-----	-----	--	----	------	--------

### höchste Stimme, größte Hörempfindlichkeit

3,00E+03	99,9	3000		Hz	0,11	Schall
----------	------	------	--	----	------	--------

### Fischtöne

6,00E+03	50,0	6000		Hz	0,052	Schall
----------	------	------	--	----	-------	--------

### Induktionsheizung

1,00E+04	29.979	10	300	kHz	0,031	Radio
----------	--------	----	-----	-----	-------	-------

### OMEGA (U-Boot Navigation, auslaufend) (Genauigkeit 1 NM)

1,00E+04	29.979	10	14	kHz	0,031	Radio
----------	--------	----	----	-----	-------	-------

### Sonar

3,00E+04	9,99	30		kHz	0,011	Schall
----------	------	----	--	-----	-------	--------

In der Technik und mittlerweile auch in fast allen Bereichen des täglichen Lebens ist man ständig mit irgendwelchen Wellen, Schwingungen oder Strahlungen konfrontiert. Im Folgenden finden Sie eine Übersicht über das gesamte Spektrum der elektromagnetischen Wellen. Zum besseren Verständnis sind vor allem bei den sehr langen und sehr kurzen Wellen Vergleichsgrößen angegeben, z. B. Sonnendurchmesser, Entfernung Erde-Mond oder der kleinste Atomdurchmesser. Dies um ein besseres Gefühl für die Größenordnung von Schwingungen und deren Wellenlänge bzw. Frequenz zu bekommen.

Der Zusammenhang zwischen Frequenz und Wellenlänge ergibt sich dabei über die jeweilige Ausbreitungsgeschwindigkeit. Bei den elektromagnetischen Wellen ist dies die Lichtgeschwindigkeit c mit 299790 km / s. Für die Schallwellen wäre die Schallgeschwindigkeit, üblicherweise in Luft mit v = 330 m/s zu nehmen.

### Elektromagnetische Wellenlänge

$$\lambda = c/f \quad c = 299790 \text{ km/s (Lichtgeschwindigkeit)}$$

Im Bereich der VLF wurde zur jeweiligen Frequenz auch noch die Schallwellenlänge angegeben.

### Schallwellenlänge

$$\lambda_s = c/f \quad v = 331,45 \text{ m/s (Schallgeschwindigkeit)}$$

## LF Kilometerwellen *Low Frequency*

30 kHz - 300 kHz 10 km - 1 km

f[Hz]	[m]	f <sub>a</sub>	f <sub>e</sub>	f	Einheit	Bereich
-------	-----	----------------	----------------	---	---------	---------

### DECCA, LORAN-C/D (Schifffahrt)

7,00E+04	4.283	70	130	60	kHz	Radio
----------	-------	----	-----	----	-----	-------

### LW-Rundfunk

Kanalraster: 9 kHz Kanalzahl: 15

1,50E+05	1999	150	285	135	kHz	Radio
----------	------	-----	-----	-----	-----	-------

### ca. 1 Meile

2,50E+05	1199	250			kHz	Radio
----------	------	-----	--	--	-----	-------

### NDB [Non Directional Beacon] (Seefunkfeuer)

2,55E+05	1.176	255	550	295	kHz	Radio
----------	-------	-----	-----	-----	-----	-------

## MF Hektometerwellen *Medium Frequency*

300 kHz - 3 MHz 1000 m - 100 m

f[Hz]	[m]	f <sub>a</sub>	f <sub>e</sub>	f	Einheit	Bereich
-------	-----	----------------	----------------	---	---------	---------

### Navigation: Radio Bacon, Radio-Navigation, Radio-Kompass

3,00E+05	999	300			kHz	Radio
----------	-----	-----	--	--	-----	-------

### Int. Notruffrequenz

5,00E+05	600	500			kHz	Radio
----------	-----	-----	--	--	-----	-------

### MW-Rundfunk

Kanalraster: 9 kHz Kanalzahl: 120

5,25E+05	571	525	1605	1080	kHz	Radio
----------	-----	-----	------	------	-----	-------

### Katastrophen-Kommunikation

1,20E+06	250	1,200			MHz	Radio
----------	-----	-------	--	--	-----	-------

### 175m-Band (160m-KW-Amateurband)

1,72E+06	174,81	1,715	2,00		MHz	Radio
----------	--------	-------	------	--	-----	-------

### LORAN-A [Long Range Navigation]

1,75E+06	171	1,750	1959	209	MHz	Radio
----------	-----	-------	------	-----	-----	-------

### 120m-Band

Kanalraster: 9 kHz Kanalzahl: 22

2,30E+06	130	2,300	2495	195	MHz	Radio
----------	-----	-------	------	-----	-----	-------

### TROPEN-Rundfunk (Short Wave) Kanalraster: 9 kHz

2,30E+06	130	2,300	5060	2760	MHz	Radio
----------	-----	-------	------	------	-----	-------

### Schiffsfunk

2,50E+06	120	2,500			MHz	Radio
----------	-----	-------	--	--	-----	-------

HF Dekameterwellen *High Frequency*

3 MHz - 30 MHz 100 m - 10 m

f [Hz]	λ [m]	f <sub>a</sub>	f <sub>s</sub>	f	Einheit	Bereich
<b>90m-Band</b> Kanalraaster: 9 kHz Kanalzahl: 22						
3.20E+06	94	3.200	3400	200	MHz	Radio
<b>85m-Band (80m-KW-Amateurband)</b>						
3.50E+06	85,65	3,50	3,80		MHz	Radio
<b>75m-Band (USA u. Tropen)</b> Kanalr.: 5 kHz Kanalz.: 20						
3.90E+06	76,87	3,90	4,00	0,10	MHz	Radio
<b>60m-Band</b> Kanalraaster: 9 kHz Kanalzahl: 34						
4.75E+06	63	4.750	5060	310	MHz	Radio
<b>Int. Notruffrequenz</b>						
5.00E+06	59,96	5			MHz	Radio
<b>KW-Rundfunk</b> Kanalraaster: 5 kHz Kanalzahl: 390						
5.95E+06	50,39	5,95	26,10	20,2	MHz	Radio
<b>49m-Band</b> Kanalraaster: 5 kHz Kanalzahl: 40						
6.00E+06	49,97	6,00	6,20	0,20	MHz	Radio
<b>42m-Band (40m-KW-Amateurband)</b>						
7.00E+06	42,83	7,00	7,15		MHz	Radio
<b>41m-Band (nicht in USA)</b> Kanalr.: 5 kHz Kanalzahl: 20						
7.20E+06	41,64	7,20	7,30	0,10	MHz	Radio
<b>31m-Band</b> Kanalraaster: 5 kHz Kanalzahl: 40						
9.50E+06	31,56	9,50	9,70	0,20	MHz	Radio
<b>25m-Band</b> Kanalraaster: 5 kHz Kanalzahl: 40						
1.17E+07	25,62	11,70	11,90	0,20	MHz	Radio
<b>Weltraumforschung</b>						
1.20E+07	24,98	12			MHz	Radio
<b>Industriefrequenz (+/-0,05 %)</b>						
1.36E+07	22,11	13,56			MHz	Radio
<b>21m-Band (20m-KW-Amateurband)</b>						
1.40E+07	21,41	14,00	14,35		MHz	Radio
<b>19m-Band</b> Kanalraaster: 5 kHz Kanalzahl: 50						
1.51E+07	19,85	15,10	15,35	0,25	MHz	Radio
<b>16m-Band</b> Kanalraaster: 5 kHz Kanalzahl: 20						
1.78E+07	16,89	17,75	17,85	0,10	MHz	Radio
<b>14m-Band (15m-KW-Amateurband)</b>						
2.10E+07	14,28	21,00	21,45		MHz	Radio
<b>13m-Band</b> Kanalraaster: 5 kHz Kanalzahl: 60						
2.15E+07	13,98	21,45	21,75	0,30	MHz	Radio
<b>11m-Band</b> Kanalraaster: 5 kHz Kanalzahl: 100						
2.56E+07	11,71	25,60	26,10	0,50	MHz	Radio
<b>CB -Funk (11m-Band)</b>						
2.70E+07	11,10	27,00			MHz	Radio
<b>Industriefrequenz (+/-0,6 %)</b>						
2.71E+07	11,05	27,12			MHz	Radio
<b>10m-Band (10m-KW-Amateurband)</b>						
2.80E+07	10,71	28,00	29,70		MHz	Radio

VHF Meterwellen *Very High Frequency*

30 MHz - 300 MHz 10 m - 1 m

f [Hz]	λ [m]	f <sub>a</sub>	f <sub>s</sub>	f	Einheit	Bereich
<b>Radioastronomie</b>						
3.00E+07	9,99	30	80	50	MHz	Fernsehen
<b>A-Mobiltelefon</b>						
4.00E+07	7,49	40			MHz	Fernsehen
<b>Industriefrequenz (+/-0,05 %)</b>						
4.07E+07	7,37	40,68			MHz	Radio
<b>TV -Band I (K2-K4)</b> Kanalraaster: 7 MHz Kanalzahl: 3						
4.70E+07	6,38	47	68	21	MHz	Fernsehen
<b>UKW-, TV-Rundfunk (95 UKW+82 TV)</b> Kanalz.: 177						
4.70E+07	6,38	47	862	815	MHz	Fernsehen
<b>Marker (Flug-Funkpeilung)</b>						
7.50E+07	4,00	75			MHz	Fernsehen
<b>UKW -Band II (100 kHz) (K1-K70)</b>						
Kanalraaster: 300 kHz Kanalzahl: 70						
8.75E+07	3,43	87,5	108,2	20,70	MHz	Fernsehen
<b>ILS-LLZ [Instrument Landing System-Localizer]</b>						
1.08E+08	2,78	108	118	10	MHz	Fernsehen
<b>VDF [VHF Direction Finder], Genauigkeit 3m, +/-3°</b>						

1.18E+08	2,54	118	136	18	MHz	Fernsehen
<b>Galaktische Geräusche (Noise)</b>						
1.20E+08	2,50	120			MHz	Fernsehen
<b>Kabelsonderkanäle (S4-S10) Kanalr.: 7 MHz Kanalz.: 7</b>						
1.25E+08	2,40	125	174	49	MHz	Fernsehen
<b>Telemetrie</b>						
1.43E+08	2,10	143			MHz	Satelliten
<b>2m-Band (UKW-Amateurband)</b>						
1.44E+08	2,08	144	146		MHz	Radio
<b>TRANSIT (nicht erfolgreich)</b>						
1.50E+08	2,00	150	400	250	MHz	Fernsehen
<b>TV -Band III (K5-K12) Kanalraaster: 7 MHz Kanalzahl: 8</b>						
1.74E+08	1,72	174	230	56	MHz	Fernsehen
<b>UDF [UHF Direction Finder]</b>						
2.25E+08	1,33	225	400	175	MHz	Fernsehen
<b>Kabelsonderkanäle (S11-S20) Kanalr.: 7 MHz Kan.z.: 10</b>						
2.30E+08	1,30	230	300	70	MHz	Fernsehen

SHF Dezimeterwellen *Super High Frequency*

300 MHz - 3 GHz 1 m - 10 cm

f [Hz]	λ [m]	f <sub>a</sub>	f <sub>s</sub>	f	Einheit	Bereich
<b>Satellitenfunk, ILS</b>						
3.00E+08	1,00	300			MHz	Satelliten
<b>Kabelsonderkanäle (S21-S38) Kanalr.: 8 MHz Kanalzahl: 18</b>						
3.02E+08	0,99	302	446	144	MHz	Fernsehen
<b>Kabelsonderkanäle D2MAC (H21-H32) Kanalraaster: 12 MHz Kanalzahl: 12</b>						
3.02E+08	0,99	302	446	144	MHz	Fernsehen
<b>ILS-GP [ILS-Glide Path], Genauigkeit +/-0,75m</b>						
3.28E+08	0,91	328	335	7	MHz	Fernsehen
<b>Telemetrie</b>						
4.01E+08	0,75	401			MHz	Satelliten
<b>70cm-Band (UKW-Amateurband)</b>						
4.20E+08	0,714	420	460		MHz	Radio
<b>Radioaltimeter (Genauigkeit cm)</b>						
4.40E+08	0,68	440			MHz	Satelliten
<b>Industriefrequenz (+/-0,20 %)</b>						
4.61E+08	0,65	461,04			MHz	Radio
<b>TV -Band IV (K21-K37) Kanalr.: 8 MHz Kanalzahl: 17</b>						
4.70E+08	0,64	470	606	136	MHz	Fernsehen
<b>RADAR [Radio Detection And Ranging]</b>						
6.00E+08	0,50	600	38000		MHz	Satelliten
<b>TV -Band V (K38-K69) Kanalraaster: 8 MHz Kanalzahl: 32</b>						
6.06E+08	0,49	606	862	256	MHz	Fernsehen
<b>in Deutschland (nur-K60) Kanalr.: 8 MHz Kanalzahl: -8</b>						
7.90E+08		790			MHz	Fernsehen
<b>D.E.GSM-Mobiltelefon</b>						
8.00E+08	0,37	800			MHz	Satelliten
<b>TACAN [Tactical Air Navigation] (mil.)</b>						
<b>DME [Distance Measuring Equipment] SSR</b>						
9.60E+08	0,31	960	1215	255	MHz	Fernsehen
<b>Wettersatelliten, Radiosonden</b>						
1.20E+09	0,25	1.200			MHz	Satelliten
<b>23cm-Band (UKW-Amateurband)</b>						
1.22E+09	0,247	1.215	1.300		MHz	Radio
<b>GPS [Global Positioning System]</b>						
1.23E+09	0,24	1227,60	1575,42		MHz	Satelliten
<b>GLONASS (russ.) [Global Navigation Satellite System]</b>						
1.25E+09	0,24	1246	1602		MHz	Satelliten
<b>Radioaltimeter (Genauigkeit cm)</b>						
1.63E+09	0,18	1.630			MHz	Satelliten
<b>GSM-Mobiltelefon</b>						
1.80E+09	0,17	1.800			MHz	Satelliten
<b>12cm-Band (UKW-Amateurband)</b>						
2.30E+09	0,13	2300	2450		MHz	Radio
<b>Industriefrequenz (+/-50 MHz)</b>						
2.40E+09	0,12	2400			MHz	Radio

**UHF Zentimeterwellen *Ultra High Frequency***

3 GHz - 30 GHz 10 cm - 1 cm

f[Hz]	λ[mm]	f <sub>a</sub>	f <sub>s</sub>	f	Einheit	Bereich
<b>Mikrowelle</b>						
3.00E+09	99,93	3			GHz	Radar
<b>Radioaltimeter (Genauigkeit cm)</b>						
4.30E+09	69,72	4,3			GHz	Radar
<b>MLS [Microwave Landing System]</b>						
5.00E+09	59,96	5,0			GHz	Radar
<b>5cm-Band (UKW-Amateurband)</b>						
5.65E+09	53,06	5,650	5850		MHz	Radio
<b>Industriefrequenz (+/-75MHz)</b>						
5.85E+09	51,25	5,850			MHz	Radio
<b>TELSTAR</b>						
6.00E+09	49,97	6			GHz	Radar
<b>TV-SAT Analog</b>						
6.00E+09	49,97	6	15	9	GHz	Radar
<b>TV-SAT Digital</b>						
6.00E+09	49,97	6	30	24	GHz	Radar
<b>Wetter-RADAR</b>						
8.00E+09	37,47	8			GHz	Radar
<b>Doppler-RADAR</b>						
9.00E+09	33,31	9			GHz	Radar
<b>3cm-Band (UKW-Amateurband)</b>						
1.00E+10	30	10,000	10.500		MHz	Radio
<b>Wasser-Resonanz</b>						
2.00E+10	14,99	20			GHz	Radar

**EHF Millimeterwellen *Extremely High Frequency***

30 GHz - 300 GHz 1 cm - 1 mm

f[Hz]	λ[mm]	f <sub>a</sub>	f <sub>s</sub>	f	Einheit	Bereich
<b>Radio-Astronomie, Atomuhren</b>						
3.00E+10	9,99	30			GHz	Radar
<b>Sauerstoff-Resonanz</b>						
8.00E+10	3,75	80			GHz	Radar
<b>Massenspektroskopie</b>						
3.00E+11	1,00	300	800	500	GHz	Radar

**IR Infrarotstrahlung Wärmestrahlung *Infrared***

300 GHz - 300000 GHz 1 mm - 1 µm

f[Hz]	λ[mm]	f <sub>a</sub>	f <sub>s</sub>	f	Einheit	Bereich
<b>Temperaturstrahlung d. Schwarzen Körpers</b>						
1.00E+13	29,979	10			THz	Licht-IR
<b>Wärmestrahlung des menschl. Körpers und der Erde</b>						
1.00E+13	29,979	10			THz	Licht-IR
<b>Düsenjäger-Strahlung</b>						
6.00E+13	4,997	60			THz	Licht-IR
<b>SAT-Tracking, Waldbrandmelder</b>						
1.00E+14	2,998	100			THz	Licht-IR
<b>Elektrische Heizgeräte</b>						
1.20E+14	2,498	120			THz	Licht-IR
<b>Energie 1 EV</b>						
2,42E+14	1,240	241,83			THz	Licht-IR

**VIS Sichtbare Strahlung, Licht *Visible***

300000 GHz - 3000000 GHz 1 µm - 100 nm

f[Hz]	λ[mm]	f <sub>a</sub>	f <sub>s</sub>	f	Einheit	Bereich
<b>Optische Strahlung Wellenlängenbereich[nm]: 900</b>						
3.00E+14	1000	300	2998	2698,13	THz	Licht
<b>Infrarot Wellenlängenbereich[nm]: 220</b>						
3.00E+14	1000	300	384	84,56	THz	Licht
<b>Sichtbares Licht Wellenlängenbereich[nm]: 400</b>						
3.84E+14	780	384	789	404,58	THz	Licht
<b>dunkel-rot Wellenlängenbereich[nm]: 117</b>						
3.84E+14	780	384	452	67,83	THz	Licht
<b>hell-rot Wellenlängenbereich[nm]: 38</b>						
4,52E+14	663	452	480	27,49	THz	Licht

<b>orange Wellenlängenbereich[nm]: 30</b>						
4,80E+14	625	480	504	24,18	THz	Licht
<b>gelb Wellenlängenbereich[nm]: 20</b>						
5,04E+14	595	504	521	17,53	THz	Licht
<b>gelb-grün Wellenlängenbereich[nm]: 25</b>						
5,21E+14	575	521	545	23,70	THz	Licht
<b>grün Wellenlängenbereich[nm]: 30</b>						
5,45E+14	550	545	577	31,45	THz	Licht
<b>cyan (blau-grün) Wellenlängenbereich[nm]: 35</b>						
5,77E+14	520	577	618	41,60	THz	Licht
<b>eis-blau Wellenlängenbereich[nm]: 25</b>						
6,18E+14	485	618	652	33,59	THz	Licht
<b>ultramarin-blau Wellenlängenbereich[nm]: 30</b>						
6,52E+14	460	652	697	45,47	THz	Licht
<b>violett Wellenlängenbereich[nm]: 50</b>						
6,97E+14	430	697	789	91,74	THz	Licht

**UV Ultraviolette Strahlung *Ultraviolet***

300000 GHz 100 nm

f[Hz]	λ[mm]	f <sub>a</sub>	f <sub>s</sub>	f	Einheit	Bereich
<b>ultra-violett Wellenlängenbereich[nm]: 280</b>						
7,89E+14	380	789	2998	2209	THz	Licht-UV
<b>Lichtleiter</b>						
9.00E+14	333	900			THz	Licht-UV
<b>Polio-Virus</b>						
1,00E+15	300	1,000			THz	Licht-UV

**Röntgen-, Gamma-, Kosmische Strahlen**

300 PHz 1 nm

f[Hz]	λ[mm]	f <sub>a</sub>	f <sub>s</sub>	f	Einheit	Bereich
<b>Röntgen-Materialprüfung</b>						
3,00E+17	0,999	300	3000	2700	PHz	Röntgenstrahlung
<b>größter Atomdurchmesser</b>						
4,50E+17	0,666	450			PHz	Röntgenstrahlung
<b>kleinster Atomdurchmesser</b>						
3,00E+18	0,100	3,000			PHz	Röntgenstrahlung
<b>Elektronenmikroskopie</b>						
3,00E+19	9,99E-03	30			EHz	Gammastrahlung
<b>Radium-Gammastrahlung</b>						
3,75E+19	7,99E-03	37,5			EHz	Gammastrahlung
<b>Energie 1 µEV</b>						
2,42E+20	1,24E-03	241,83			EHz	Gammastrahlung
<b>Van-Allen-Strahlung</b>						
1,00E+21	3,00E-04	1	4	3	ZHz	Kosmische Strahlung
<b>Elektronendurchmesser</b>						
5,32E+22	5,64E-06	53,2			ZHz	Kosmische Strahlung



Egon war nach jahrelangen hacken in die Kopierfalle getappt.