Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere

Band: 45 (1972)

Heft: 5

Rubrik: Funk und Draht

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

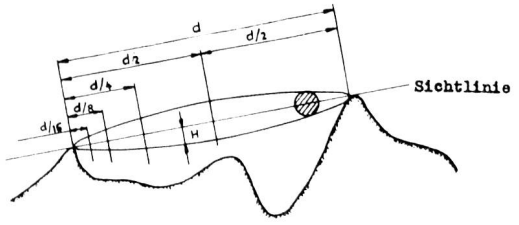
Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Der technische Einsatz der Funkstation im VHF-Gebiet (25–52 MHz)

Im Unterschied zu den langen, mittleren und kurzen Wellenbereichen breiten sich die UK-Wellen, und zu diesen wird auch das VHF-Gebiet gerechnet, nur als freie und direkte Wellen aus.
Dabei wird die Ausbreitung der UK-Wellen durch die atmosphärischen und topographischen Verhältnisse beeinflusst.
Die atmosphärischen Beeinflussungen zeigen sich vor allem durch die Beugung der UK-Wellen in der Troposphäre. Dies wirkt sich in der Praxis so aus, dass die in der Atmosphäre sich ausbreitenden elektromagnetischen Wellen im UKW-Gebiet sich nicht gradlinig ausbreiten, sondern sich in einem Krümmungsradius der Erdoberfläche zuneigen und damit Gebiete erreichen, die ausserhalb des durch die Erdkrümmung gegebenen Horizontes liegen. Dieser Tatsache wird Rechnung getragen, indem die Streckenprofile, die zur Berechnung der Signalreserve dienen, auf Blättern aufgezeichnet werden, bei denen der sogenannte effektive Erdradius mit R = 8500 km angenommen wird. Das Verhältnis vom effektiven zum wirklichen Radius beträgt k= 4/3. Die Erdkrümmung wird dadurch flacher gezeichnet.
Die übrigen atmosphärischen Beeinflussungen, die vor allem durch die Temperatur und Feuchtigkeitsverteilung hervorgerufen werden, wirken sich zeitweise in der Vergrösserung der Reichweite aus, die bis zur sogenannten Überreichweite führen kann. Da sie nur zeitweise auftritt und die Reichweite in positivem Sinne beeinflusst, können wir sie bei der Berechnung der Signalreserve vernachlässigen. Denn bei der Berechnung der Signalreserven interessiert uns nur, was wir unter den ungünstigen Verhältnissen noch funkmässig überbrücken können.
Die Dämpfung der elektromagnetischen Wellen im VHF-Gebiet hängt bei der Ausbreitung im freien Raum von der Sendefrequenz und von der zu überbrückenden Distanz ab. Sie kann ohne weiteres berechnet werden.

Figur 8

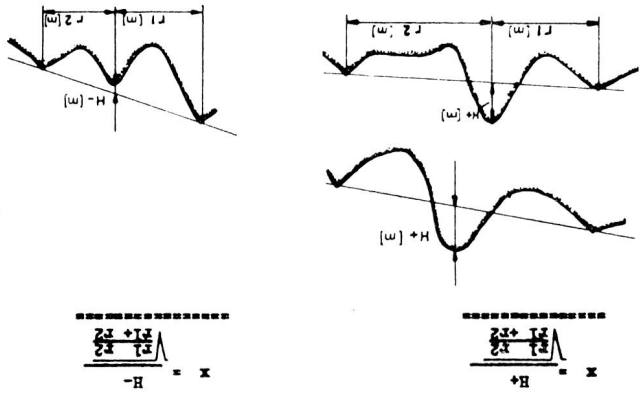


Radius H (m) bei Distanz

d (km)	d/2	d/4	d/8	d/16
0,1	7,9	6,9	5,25	3,83
0,15	9,7	8,45	6,45	4,7
0,22	11,7	10,2	7,8	5,7
0,33	14,3	12,4	9,6	6,9
0,47	17,1	14,9	11,3	8,3
0,68	20,6	18,1	13,7	10
1,00	25	21,8	16,6	12,1
1,50	30,6	26,6	20,3	14,8
2,20	37	32,2	24,6	18
3,3	45,5	39,6	30,2	22
4,7	54,2	47	36	26
6,8	65	56,5	43	31,5
10	79	69	52,5	38
15	97	84,5	64,5	47
22	117	102	78	57
33	143	124	96	69
47	171	149	113	83
68	206	181	137	100
100	250	218	166	121

Bestimmung der 1. Fresnelschen Zone — Tabelle e

Hindernisdämpfung a_{H+} — Hindernisdämpfung a_{H-}



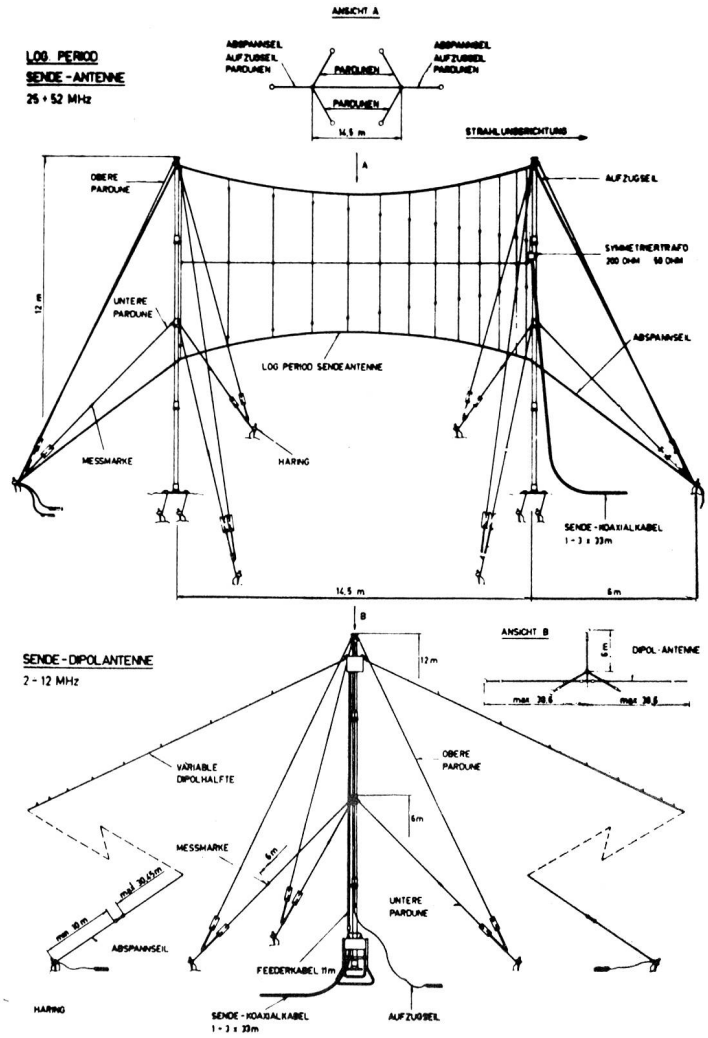
x	a_{H+} (db)	x	a_{H-}
18,5	33,9		
16,7	35,0		
14,8	32,5		
13	31,5		
11,1	30,9		
9,2	28,5		
7,4	26,5		
5,5	24,0		
4,6	22,5		
3,7	20,5		
2,8	18,0		
1,85	15,5		
1,48	14,3	1,48	0
0,92	11,8	0,92	2
0,56	10,1	0,56	3
0,37	9,3	0,37	4
0,185	8,2	0,185	5
0	7,5	0	6
Tabelle c		Tabelle d	

Figur 9

Bei einer angenommenen Sendeleistung von 1 kW und einer Sendefrequenz von 50 MHz erhält man folgende Werte:

Sendedistanz	1 km	Freiraumdämpfung	55,5 db
	10 km		75,5 db
	100 km		95,5 db
	1000 km		115,5 db

Bei der gleichen Sendeleistung und einer Sendefrequenz von 25 MHz liegen die Dämpfungswerte um 6 db niedriger. Im weiteren Verlauf unserer Überlegungen wollen wir uns auf die Freiraumdämpfungswerte bei einer Sendefrequenz von 50 MHz stützen. Damit hat man bei tieferen Sendefrequenzen eine Reserve von max. 6 db eingebaut.
Sobald wir unsere Funkstation nicht im freien Raum, sondern auf der Erdoberfläche einsetzen, spielen die topographischen Beeinflussungen eine entscheidende Rolle. Nicht nur Hindernisse, die in die Sichtlinie hineinragen, sondern auch Hindernisse, die in der Nähe der Sichtlinie liegen, machen sich durch Hindernisdämpfung bemerkbar.
Hindernisse, die in der Nähe der Sichtlinie liegen, dürfen in ihrer Wirkung vernachlässigt werden, wenn sie nicht in die erste, sogenannte Fresnelzone hineinragen. Die erste Fresnelzone ist ein gedachtes Rotationsellipsoid, dessen diverse Durchmesser von der Länge der Sichtlinie und von der Sendefrequenz abhängen. Figur 8 zeigt in dem uns interessierenden Frequenzbereich (30 MHz) die verschiedenen Radien des Rotationsellipsoides bei verschiedenen Distanzen der Sichtlinie.
Für die Hindernisse, die in der Nähe der Sichtlinie liegen, können in erster Annäherung folgende Erfahrungswerte angegeben werden:



Figur 10: Sendeantennen

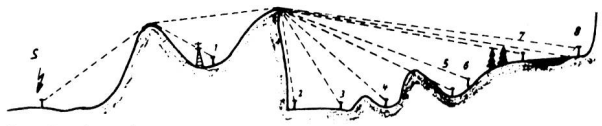
- Rotationsellipsoid nicht angeschnitten, ergibt eine Dämpfung von 0 db.
- Rotationsellipsoid 1/4 angeschnitten, ergibt eine Dämpfung von 3 db.
- Rotationsellipsoid 1/2 angeschnitten, ergibt eine Dämpfung von 6 db.

Wird eine Ellipse durch mehrere Hindernisse angeschnitten, so wird nur das Hindernis mit der grössten Dämpfung berücksichtigt.
Die Dämpfung von Hindernissen, die in die Nähe der Sichtlinie ragen, können auch berechnet werden. Der Rechenvorgang ist gleich wie bei den Hindernissen, die in die Sichtlinie hineinragen. Darauf komme ich jetzt zu sprechen.
Die Dämpfung der Hindernisse, die in die Sichtlinie hineinragen und von annähernd schneidartiger Gestalt sind, wie es im Gebirge der Fall ist, lassen sich mit Hilfe der Fresnel-Kirchoffschen Beugungstheorie erklären und berechnen.
Die Hindernisdämpfung hängt bei gegebener Senderleistung wiederum von der Sendefrequenz, dazu von der Höhe des Hindernisses über der Sichtlinie sowie von der Entfernung des Hindernisses vom Sender und damit vom Anstrahlwinkel ab. Ich möchte auch hier auf den Rechengang nicht näher eintreten, sondern gleich das Ergebnis mitteilen. Dieses ist in Figur 9 dargestellt.
Man sieht links eine Figur mit einem Hindernis, das in die Sichtlinie hineinragt. Die Distanzen r 1 und r 2 und die Höhe H+ werden in die Formel für x eingesetzt und x berechnet. Auf der unteren Tabelle kann darauf die dem Wert x entsprechende Hindernisdämpfung H+ abgelesen werden. Diese Werte gelten bei einer Senderleistung von 1 kW und einer Sendefrequenz von 50 MHz. Mit der Änderung der Sendefrequenz von 50 Hz auf 25 MHz werden die in der Tabelle angegebenen Werte um 1,5 db gesenkt. Bei Hindernissen, die in der Nähe der Sichtlinie liegen, wird, wie auf der rechten Figur dargestellt ist, gleich verfahren. Den Werten von x entsprechen aber andere Dämpfungswerte.
In der Praxis kann, wie hier noch gezeigt wird, die Hindernisdämpfung mit Hilfe eines Nomogrammes einfacher bestimmt werden.
Ragen, wie es oft der Fall ist, mehrere Hindernisse in die Sichtlinie zwischen Sender und Empfänger, wird die Dämpfung jedes einzelnen Hindernisses berechnet und darauf die Summe aller Dämpfungen gebildet.
Die schneidartige Gestalt der Hindernisse ist eine äusserst wichtige Voraussetzung, um die Berechnungen der Streckendämpfung durchführen zu können. Sind die Hindernisse mehr hügeliger Natur und eventuell bewaldet, wie dies im Mittelland oft der Fall ist, sind Streckenberechnungen kaum mehr durchführbar. Sie sind auch nicht notwendig. Messungen im 40-MHz-Bereich haben ergeben, dass mit der Funkstation SE-415 unter Verwendung der logarithmisch-periodischen Antenne im Mittelland und der Randzone der Voralpen VHF-Verbindungen mit Distanzen von 117 km mit einer mittleren Ortswahrscheinlichkeit von 50 % hergestellt werden können.

Unter dieser Distanz kann mit folgenden Werten gerechnet werden:

Verbindungsdistanz	30 km	Ortswahrscheinlichkeit	82 %
	50 km		74 %
	70 km		65 %
	90 km		59 %
	110 km		52 %

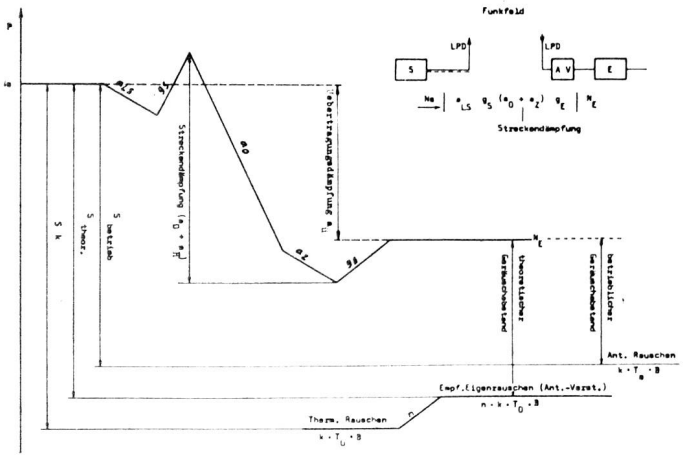
Figur 11



S = Sendestation

Standort:

1 Schlecht. Störungen durch Hochspannungsleitung. Die Empfangsantenne sollte mindestens 300 m entfernt von Freileitungen, Bahnlinien, stark befahrenen Strassen und Fabriken aufgestellt werden.
2 Schlecht. Anstrahlwinkel zu steil.
3 Gut.
4 Sehr gut. Hügel im Vordergrund schirmt ab. Keine Zweiwegausbreitung wie bei Standort 8.
5 Ungünstig. Zusätzliche Brechung durch Hügel im Vordergrund.
6 Gut.
7 Ungünstig. Der Wald im Vordergrund dämpft.
8 Schlecht. Der See wirkt als Spiegel. Signalverlust infolge Zweiwegausbreitung. Die steile Bergwand im Rücken der Antenne kann Reflexionen verursachen.



Figur 12

Die Antennen im UKW-Bereich II

Die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen im UKW-Gebiet erfordert eine breitbandige Antenne mit relativ flacher Abstrahlcharakteristik und möglichst hohem Antennengewinn. Die logarithmisch-periodischen Antennen lösen das Problem der Bandbreite. Ihr Antennengewinnfaktor, Strahlungsdiagramm und Eingangsimpedanz ist mit Ausnahme von kleinen periodischen Schwankungen von der Frequenz unabhängig. Die Bandbreite ist nur durch die Gesamtabmessung und die Art der Konstruktion begrenzt.

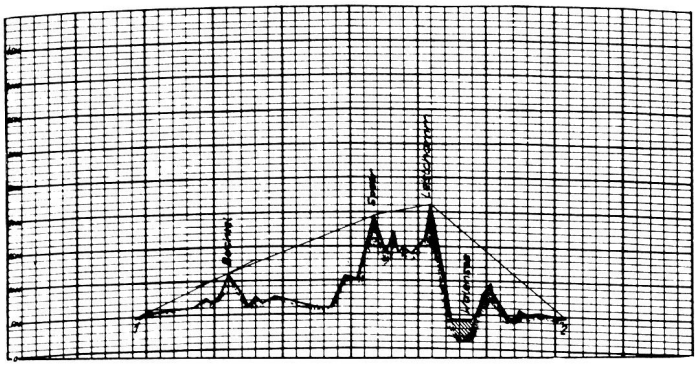
Figur 10 zeigt eine logarithmisch-periodische Antenne mit dem Frequenzbeeich 25÷52 MHz. Sie besteht aus einer Reihe von λ/2-Dipolen, wobei ihre Abmessungen vom Speisepunkt aus in geometrischen Reihen grösser werden. Die Energie wird in einem Federkabel übertragen, bis sie einen Dipol findet, der in Resonanz gerät. Die Abstrahlung erfolgt vom Resonanzdipol und den davorliegenden Dipolen.

Die Abstrahlrichtung der logarithmisch-periodischen Antenne geht in Richtung des kürzesten Dipols, der horizontale und vertikale Öffnungswinkel beträgt ca. 60°. Der Antennengewinn beträgt 10 db. Die Rückwärts- und Seitendämpfung dieser Antenne betragen ca. 18 db. Das Stehwellenverhältnis in diesem Bereich ist besser als 1 : 1,4.

Die Wahl des Standortes kann sich bei kritischen Verbindungen im VHF-Bereich entscheidend auswirken. Jede Streckenberechnung wird illusorisch, wenn sich die Empfangsantenne in einem Störnebel befindet oder wenn zufolge von Umgebungseinflüssen die Feldstärke extrem reduziert wird.

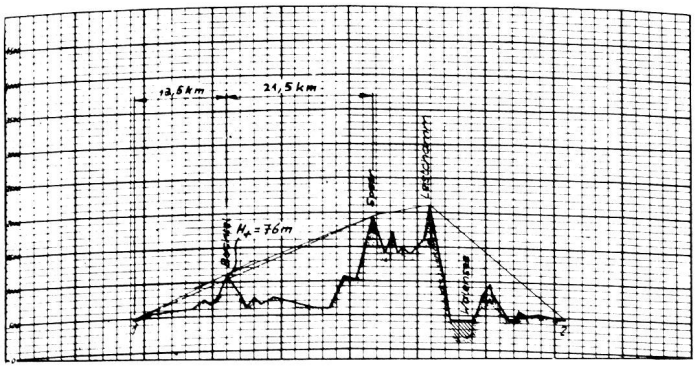
Meist ist es möglich, den Standort so zu wählen, dass sich im Vordergrund der Antennen keine Hindernisse befinden und der Anstrahlwinkel der ersten Berechnungskante nicht unnötig gross wird. Die Darstellung der Figur 11 erläutert die Standortwahl näher. Die eingezeichneten Standorte können wie folgt kommentiert werden:

Figur 13



Erdradius = R' 8500 k = 4/3 | Standort 1: Uster | Koordinaten: 246,5/697,5
Standort 2: Sargans | Koordinaten: 212,5/751,5
Datum: 7. 2. 62

Figur 14



Erdradius = R' 8500 k = 4/3 | Standort 1: Uster | Koordinaten: 246,5/697,5
Standort 2: Sargans | Koordinaten: 212,5/751,5
Datum: 7. 2. 62

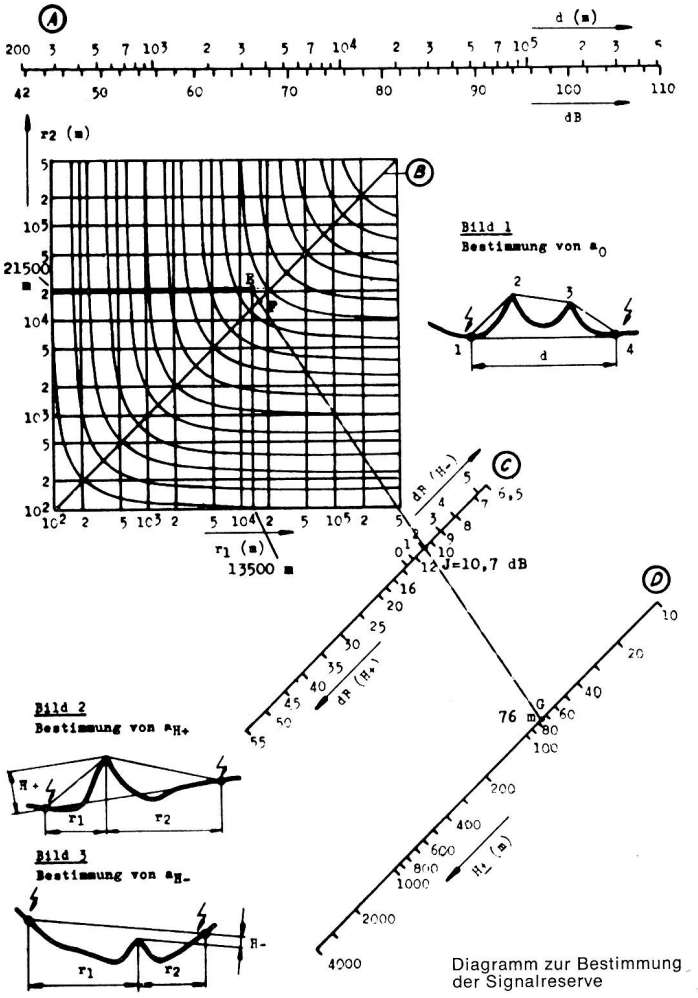


Diagramm zur Bestimmung der Signalreserve

Figur 15

Standort 1: schlecht
Es entstehen Störungen durch die Hochspannungsleitung. Die Empfangsantenne sollte mindestens 300 m entfernt sein von Freileitungen, Bahnlinien, stark befahrenen Strassen und Fabriken.

Standort 2: schlecht
Der Ausstrahlwinkel ist viel zu gross.

Standort 3: gut

Standort 4: sehr gut
Der Hügel im Vordergrund schirmt gegen Zweiwegausbreitungen ab.

Standort 5: ungünstig
Es erfolgt eine zusätzliche Dämpfung durch Berechnung der elektromagnetischen Wellen am Hügel im Vordergrund.

Standort 6: gut

Standort 7: ungünstig
Der Wald im Vordergrund dämpft zusätzlich

Standort 8: schlecht
Der See wirkt als Spiegel. Durch Zweiwegausbreitung entsteht Signalverlust. Die steile Bergwand im Rücken der Antenne kann Reflexionen verursachen.

(Fortsetzung folgt)