Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

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

Band: 31 (1958)

Heft: 12

Rubrik: Funk + 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: 11.07.2025

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

Funk + Draht

Dezember 1958

Beilage zum «Pionier»
zur fachtechnischen Ausbildung
der Übermittlungstruppen

Nachdruck verboten

Wellenausbreitung bei extremen Hindernissen

1. Einleitung

Die nachfolgenden Untersuchungen sind als Fortsetzung der an gleicher Stelle in den Heften 12/1956 und 12/1957 gemachten Studien aufzufassen. Sie bezwecken weitere naheliegende Probleme der Kleinfunktechnik durch eigene Versuche abzuklären. Dieses Ziel wurde dadurch erreicht, dass mir Gelegenheit geboten wurde, mit der Sektion Baden des EVU eine entsprechende fachtechnische Übung durchzuführen. Die Studien sind wiederum ein Beispiel dafür, dass nur durch zweckgerichtetes Arbeiten dermassen umfangreiche und gründliche Erfahrungen gewonnen werden können, und ich möchte deshalb an dieser Stelle die Mithilfe der veranstaltenden Sektion sowie der zahlreichen aktiven oder passiven Teilnehmer der städtischen Polizeikorps von Baden und Wettingen, der dortigen Telephondirektion sowie der Sektionen des Zivilschutzbundes und des Alpenklubs bestens verdanken.

Aus früheren Studien sind bereits folgende Betriebsfälle bekannt:

a) Wellenausbreitung mit Geländehindernis ohne Absorption (Fall «Hochalpen») sowie

b) Wellenausbreitung mit Absorption ohne wesentliche Geländehindernisse (Fall «Mittelland», namentlich bei ausgeprägt ebenen Geländeformen).

Schon im Zusammenhang mit den Absorptionserscheinungen wurde der extreme Fall

c) Wellenausbreitung bei Geländehindernissen mit Absorption erwähnt. Dies war denn auch das Problem, zu dessen Lösung wir am 1. Februar 1958 einen ersten Samstagnachmittag verwendeten. Wohl war die frühe Jahreszeit nicht eben geeignet, um einen maximalen Absorptionseinfluss zu erhalten, doch konnte der Termin leider aus persönlichen Gründen nicht verlegt werden.

Die zweite «Funkmesse» galt ebenfalls einem sehr akuten Problem, indem wir mit einer ähnlichen Übung die

d) Wellenausbreitung in Stadtgebieten

näher untersuchten. Da uns ja nach wie vor die Mittel für genaue Feldstärkemessungen fehlten, konnte auch diesmal nicht die exaktwissenschaftliche Seite in den Vordergrund gestellt werden. Die Versuche wurden deshalb in bisheriger Weise durchgeführt, d. h. rein durch Angabe der Verbindungsqualitäten nach Gehör und durch deren Auswertung in Häufigkeitsstudien. Es geht also immer nur darum, unter den vielen Variablen einer Funkverbindung diejenigen charakteristischen Grössen herauszufinden, die die Verbindungsqualität bei klassischen Verhältnissen am meisten beeinflussen. Dadurch, dass stets die gleiche Ordonnanzfunkstation für unsere Experimente Verwendung fand, erscheinen natürlich Wellenlänge, Senderleistung und andere Kenngrössen als Konstante, da sie ja nicht oder nur sehr wenig variiert werden können. Die so gewonnenen Resultate sind deshalb besonders geeignet, für Funkprognosen bei Verwendung derselben Geräte (Umkehroperation). Gleichzeitig dürfen aber unsere Erkenntnisse auch als allgemeingültig für Funkverbindungen mit Handsprechgeräten im UKW-Gebiet betrachten, sofern man mehr den Verlauf der Funktionen als etwa die einzelnen numerischen Resultate betrachtet.

Wie bereits gesagt, haben wir gewisse Streuresultate in Kauf genommen, welcher Entschluss uns, in Anbetracht des andernfalls nötigen Aufwandes — erst überhaupt die Durchführung solcher Versuche erlaubte. Wenn auch nichts trügerischer ist als unsere Sinnesorgane, so darf doch darauf beharrt werden, dass auf dem Wege von Häufigkeitsuntersuchungen recht deutliche Resultate erhalten werden können. Allerdings wird dadurch die Arbeit des Auswertens bedenklich erschwert, da die bekannten graphischen oder analytischen Methoden zur Mittelwertsbestimmung sehr zeitraubend sind. Für die Durchführung solcher Versuche sind deshalb folgende Punkte von wesentlicher Bedeutung:

1. Einwandfreie Organisation in zeitlicher und technischer Hinsicht (Wahl geeigneter Teststrecken).

2. Einsatz von nur zuverlässig arbeitendem Messpersonal, das die Bewertungsskala unbeirrt «im Gehör» hat. Wegen Nichterscheinen tüchtiger Funker wurden in Baden leider auch ungeübte Leute herangezogen, so dass obige Bedingung bisweilen sehr schlecht erfüllt wurde.

3. Seriöse, systematische Arbeit beim Auswerten der Versuchsergebnisse. Die Vielfalt der Kombinationen und Möglichkeiten ist so gross, dass man nur mit der sogenannten «Erfahrung» bei weitem nicht mehr auskommt. Vielmehr gilt es, die mögliche Zahl von Kombinationen schier algebraisch zu bestimmen, um dann aber nur diejenigen auszuwerten, die nach logischem Ermessen etwas Besonderes aussagen dürften.

Dies ist indessen leichter gesagt als getan. Man bedenke aber, dass je nach Übungsdispositiv in einem halben Tag einige hundert Testaufrufe getätigt werden können, die dann auch bei aller Beschränkung stets durch Eintragung von

Mess- und Kenngrössen registriert werden müssen. In diesem Zusammenhang sei auf Figur 1 verwiesen, die eines der verwendeten Rapportformulare wiedergibt.

Die grosse Zahl der anfallenden Informationen muss somit zunächst bereinigt — und im Falle der geometrischen Bestimmungsgrössen — auf Grund der Landkarte, zumeist durch Zeichnen von Gelände-, Längs- und Querprofilen erweitert werden. Erst jetzt kann man dazu schreiten, für jede interessierende Variable alle jeweils ähnlichen Fälle klassenweise zu trennen. Jede solche Klasse liefert sodann ein Gruppenresultat, welche letzteren wiederum gegenseitig verglichen und auf geeignete Weise zusammengefasst werden müssen. Nur dadurch ist es möglich, eine Vielzahl von Zahlengruppen bis auf ihre gemeinsamen Charakteristiken zu reduzieren. Wo immer möglich, sollte auch die Fachliteratur während dieser Stufe des Auswertens noch nicht zu Hilfe genommen werden, damit eine maximale Ausbeute gewährleistet ist. Erst später, wenn es dann gilt, die erhaltenen Resultate zu interpretieren, bzw. nach weitern Auswertemöglichkeiten Umschau zu halten, sind Theoriebücher angebracht.

Die Auswertung der vorliegenden Versuche wurde weitgehend auf graphischem Wege durch Zeichnen des Polardiagramms auf Transparentpapier ausgewertet (Direkt nach Karte 1 : 25000, NLK Blatt Baden). Dadurch, dass hierbei die QSA-Werte farbig codifiert wurden, liess sich für jede QSA-Stufe der zugehörige Umkreisradius leicht schätzen und eintragen. Diese Methode hat somit den Vorteil, sehr übersichtlich zu sein, zumal dadurch gerade die durch Geländehindernisse benachteiligten oder durch falsche Montage der Fernantenne bevorzugten Ausbreitungsachsen leicht erkannt werden.

Nun ist es nicht gut möglich, diese mehrfarbigen Dokumente auf ein brauchbares schwarz-weiss-Cliché zu verarbeiten, so dass hier nicht die Polardiagramme, sondern jeweils die durch analytische Berechnung gefundenen Mittelwerte angegeben werden. Letztere sind dafür etwas genauer, was indessen den Nachteil der schlechtern Übersicht keineswegs rechtfertigt.

Gruppe SE 102 - Nr: _____
operators: _____
1.2.58 _____
8.2.58 _____
Fahrzeuge: _____ km

QSA (Zeichenstärke): 1 kaum hörbar, 2 schwach, 3 ziemlich gut, 4 gut, 5 sehr gut

RSM: R = Verständlichkeit: 1 nicht lesbar, 2 zeitweise, 3 schwer, 4 lesbar, 5 gut lesbar; S = Feldstärke: 1 kaum hörbar, 2 sehr schwer, 3 schwer, 4 ausreichend, 5 ziemlich gut; M = Modulationsqual.: 6 gut hörbar, 7 mässig stark, 8 stark, 9 äusserst stark

e.
EVU-Sektion Baden
Versuche über Wellenausbreitung (Geländehindernis + Absorption / Stadt)
Logbuch

Log-Nr.	Kanal	QTH eig. Stä.	QTH Geg. Stä.	Zeit (Beginn, Dauer je 5 min)	abgegebener Rapport QSA max-min	abgegebener Rapport RSM max. - min.	erhaltener Rapport QSA max-min	erhaltener Rapport RSM max. - min.	operators	Wetter	Bemerkungen (%)	QTH- und Funkstrecken-Beschreibung
0												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
0												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												

Fig. 1. Muster eines der verwendeten Rapportformulare.

2. Wellenausbreitung bei Geländehindernissen mit Absorption

Dieser Betriebsfall liegt vor bei stark coupierten, d. h. hindernisreichen Bodenverhältnissen im Mittelland, Voralpengebiet und Jura. Auf Grund der früheren Versuche sollten nun die damals für die klassischen Fälle ermittelten Hörbarkeiten (QSA) umgewertet werden können auf ihre entsprechende Feldstärke. Hieraus liesse sich dann die jeweilige Dämpfung in Decibel oder Neper bestimmen. Da man ja im allgemeinen zuerst die Freifeldausbreitung bestimmt, könnte dann bei Funkstrecken mit mehreren dämpfenden Einflüssen die gesamte Feldschwächung als Summe aller Einzelverluste bestimmt werden. Wie im nachfolgenden gezeigt wird, muss aber zusätzlich noch der Einfluss allfälliger Reflexionen geprüft werden, der sich sowohl als Zunahme wie auch als Abnahme der Direktstrahlung auswirken kann.

Nun ist es aber nicht ratsam, die bereits bekannten Hörbarkeiten umzurechnen, da namentlich durch die verschiedenen «Gehörskalen» meiner jeweiligen Helfer doch eine gewisse Streuung zu berücksichtigen ist. Zudem dürften die Auswirkungen von Reflexionen und unterschiedlichen Störpegeln nicht immer gleich beurteilt worden sein. Durch eine Kombination beider Verfahren müssten wir somit zwangsläufig eine doppelte Streuung erhalten, was indessen dadurch vermieden werden soll, dass wir das gestellte Problem durch direkte Auswertung anpacken.

2.1 Theoretische Ansätze

Bei der Behandlung von Ausbreitungsproblemen im UKW-Gebiet stösst man immer wieder auf Analogien zur Ausbreitung des Lichtes, und man tut gut, wo immer es angängig ist, zur Unterstützung des Vorstellungsvermögens solche Vergleiche vorzunehmen. So sind z. B. die für unsere Betrachtungen überaus wichtigen Fresnelbedingungen schon im Jahre 1833 im Zusammenhang mit rein optischen Problemen statuiert worden.

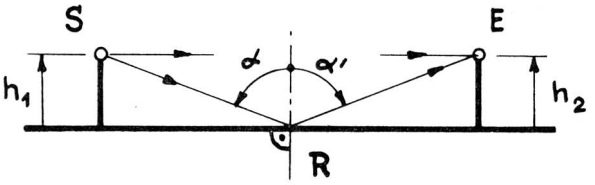


Fig. 2. Reflexion der Ausbreitung an der Erdoberfläche.

R = Reflexionsstelle
α = Einfallwinkel
α' = Ausfallwinkel
h_1, h_2 = Antennenhöhen

Man geht davon aus, dass bei einer Anordnung nach Figur 2 im Empfänger E nicht nur die direkte, vom Sender S abgestrahlte Welle eintrifft, sondern ebenfalls eine am Erdboden reflektierte Welle. Diese beiden Wellenzüge überlagern sich nun in E, wie wir das schon anhand der Interferenzerscheinungen im «Pionier» 12/1956 gesehen haben, so dass die Feldstärke je nach den geometrischen Verhältnissen in den Grenzen

$$0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{max}$$

variieren kann. Für eine ideale Übertragung sucht man natürlich die maximal mögliche Feldstärke ε_{max} zu erhalten, und man spricht dabei von 1. Feldstärkemaximum. Dieses stellt sich ein, sofern beide Wellenzüge phasengleich in E ankommen. Der Strahl $\overline{SRE}$ erleidet nun bei der Reflexion einen Phasensprung von 180°, so dass er von diesem Moment an gegenüber dem Strahl $\overline{SE}$ eine halbe Wellenlänge in Rückstand ist (Laufzeitdifferenz $\cong$ ½ Periode). Damit nun in E ein 1. Feldstärkemaximum entsteht, muss der Strahl $\overline{SRE}$ mit 360° Phasenverschiebung gegen $\overline{SE}$ eintreffen. Diese Bedingung ist erfüllt, sofern der Reflexionsstrahl zwischen $\overline{SE}$ einen der direkten Verbindung um ²/₂ längern Weg zurückzulegen hat. Bei gegebener Entfernung D lässt sich dies nur durch Verändern der Antennenhöhen von S oder E erreichen.

Der so erhaltene Zustand ist auch nicht stabil, da sowohl die Brechungseigenschaften des Erdbodens wie diejenigen der Troposphäre ebenfalls Schwankungen unterworfen sind.

Nach dem Reflexionsgesetz kann nun bei Figur 2 nur ein Strahl derart reflektiert werden, dass er den direkten Wellenzug $\overline{SE}$ gerade in E schneidet. Im Idealfall müssten aber alle von S ausgehenden Strahlen nach E reflektiert werden. Um diese Bedingung zu erfüllen, sollte dann das (reflektierende) Zwischengelände die Form eines Rotationsellipsoides nach Figur 3 umschliessen. Dies ist praktisch natürlich nie der Fall, da sich Geländeformen glücklicherweise noch nicht

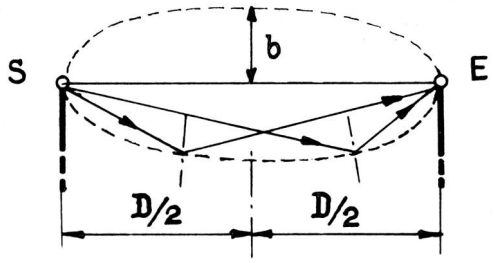


Fig. 3. Die Freiheit der ersten Fresnelzone wird begrenzt durch ein Rotationsellipsoid mit der kleinern Halbachse.

$$b = \tfrac{1}{2}\sqrt{VD \cdot \lambda}$$

nach mathematischen Gesetzen zu richten pflegen. In der Praxis achtet man indessen sehr darauf, dass bei permanenten Richtverbindungen wenigstens die angegebene Hüllkurve frei von irgendwelchen Hindernissen ist. Namentlich dann, wenn diese in die erste Fresnelzone hineinragen, können infolge der entstehenden Reflexionen unerwünschte Strahlen nach E gelangen, die dann wegen ihrer Phasenverschiebung gegenüber der direkten Ausbreitung gerne zu erheblichen Störungen führen (sog. «Geistern» beim Fernsehen). Sofern wir es nun mit mehr oder weniger ebenem Gelände zu tun haben, müssen wir besonders mit zunehmender Entfernung auch die Wölbung der Erdoberfläche berücksichtigen, da diese ja die optische Sichtweite begrenzt. Für den in Figur 4 gezeichneten Fall, wo ein Wellenzug gerade noch die Erdoberfläche berührt (Sichtgrenze), kann nach allgemeinen Erfahrungen — ohne Berücksichtigung allfälliger Absorptionseinflüsse — eine Abschattung von 6 dB angenommen werden. Dies entspricht einer Reduktion der Feldstärke auf den halben Wert, und dürfte sich nach unserer bisherigen Betrachtungsweise als Hörbarkeitsabfall von durchschnittlich einer QSA-Stufe auswirken. Die nähern Zusammenhänge gehen aus Figur 5 hervor.

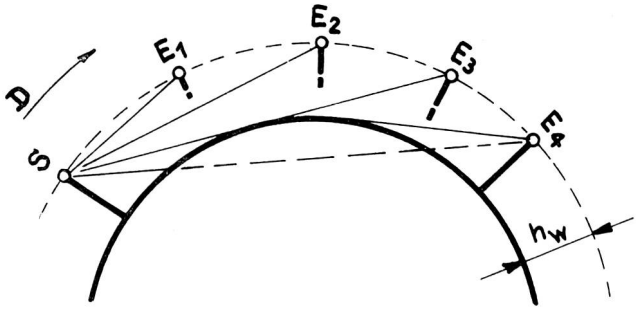


Fig. 4. Einfluss des gewölbten Erdbodens auf die Wellenausbreitung. Je näher die Sichtlinie zwischen Sender und Empfänger der Erdoberfläche entlang verläuft, um so mehr wird die Ausbreitung gedämpft. E_3 liegt gerade an der optischen Sichtgrenze, grössere Entfernung bewirkt Zusatzdämpfung (E_4)

h_w = wirksame Antennenhöhe (für SE-101/102 bei Bodeneinsatz stehend, mit zirka 3 m angenommen.)

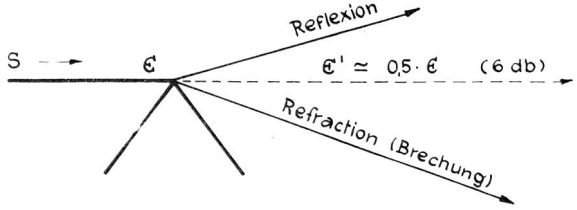


Fig. 5. Einfluss eines Hindernisses auf die Ausbreitung

ε = Feldstärke

In bezug auf die Absorption ist zu sagen, dass natürlich besonders diejenigen Wellen gedämpft werden, die dem Erdboden am nächsten verlaufen. Je grösser nun aber die Entfernung zweier Funkstationen wird, desto mehr nähert sich die direkte Verbindung der Erdoberfläche, wie dies in Figur 4 schematisch dargestellt ist. Bei ungenügender Verständlichkeit gilt es daher in solchen Fällen, stets jede nur mögliche Höhe zu gewinnen, denn es ist anzunehmen, dass bereits relativ kleine Veränderungen eine wesentliche Verbesserung ergeben werden.

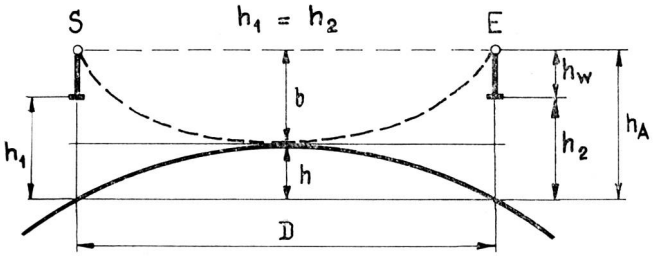


Fig. 6. Ansatz zur Konstruktion der optimalen Arbeitskurve in Fig. 7 (Erdoberfläche idealisiert).

Nach diesen detaillierten Angaben scheint es zweckmässig, die erwähnten Einflüsse gesamthaft zu betrachten. Wir gehen dabei von Figur 6 aus, die uns eine der ersten Fresnelbedingung genügende Funkstrecke zeigt. Zunächst setzen wir die Wellenlänge $\lambda \cong 12$ m = constant, da wir uns auf unsere SE-101/102-Geräte beschränken wollen. Gleichzeitig nehmen wir an, dass beide Antennen gleiche Höhe besitzen, somit $h_1 = h_2$. Da die wichtigen Strecken b und h je nach der Distanz D variieren, zeichnen wir diese beiden Grössen in Funktion von D (Fig. 7). Wir hatten oben die wirksame Antennenhöhe für unsere Tornistergeräte (stehend eingesetzt) mit $h_w \cong 3$ m angenommen, so dass wir nun diese Korrektur an der h-Kurve durch Subtraktion von den jeweiligen Abszissen-Werten berücksichtigen müssen, wodurch wir die Kurve h′ erhalten. Aus Figur 6 folgt nun sofort durch Addition der h′- und der b-Kurve der Verlauf des 1. Feldstärkemaximums in Funktion von der Entfernung D. Für den Fall, wo wir in der Lage sind, stets beide Funkstationen gleichmässig in der Höhe zu variieren, werden wir also darnach trachten, dass sich unser «Arbeitspunkt» $h_2 = f(D)$ stets möglichst auf dieser so ermittelten Kurve befindet. In der Praxis sind natürlich wegen den nicht derart klassischen Verhältnissen (Bodenformen, Brechungsfaktor) gewisse Abweichungen zu erwarten, aber es liegt ja stets am Funker, den idealsten Standort ausfindig zu machen! Mit zunehmender Stationshöhe wird natürlich die Absorption geringer, doch können anderseits die Signalverzerrungen erheblich werden, und nur ein *denkender* Praktiker wird hier den optimalen Kompromiss finden können.

Für den Fall, wo nur eine Station höhergelegen ist, die andere jedoch sich in der Ebene befindet, schreiben wir $h_1 \neq h_2$. Dies ist stets dann der Fall, wenn z. B. eine zentrale Re-

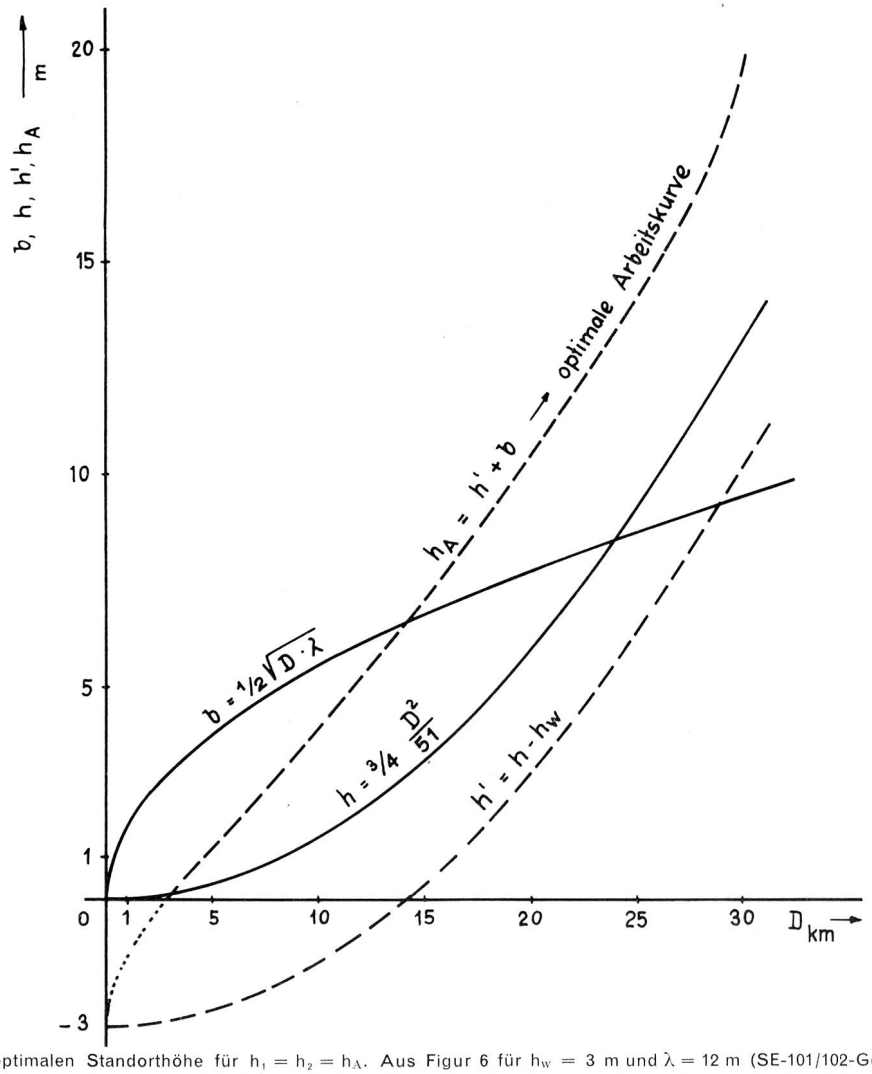


Fig. 7. Bestimmung der optimalen Standorthöhe für $h_1 = h_2 = h_A$. Aus Figur 6 für $h_w = 3$ m und $\lambda = 12$ m (SE-101/102-Geräte) abgeleitete optimale Arbeitskurve für den Fall $h_1 = h_2$. Die Erdoberfläche ist als rein kugelförmig idealisiert, so dass im praktischen Betriebsfall zumindest die von der Ebene abweichende Höhe der Reflexionsstelle berücksichtigt werden müsste, um ein erstes Feldstärkemaximum zu erhalten.
Man beachte, dass bei idealem Gelände und beidseitigem Bodeneinsatz ohne Standorterhöhung bei ca. 3 km ein Feldstärkemaximum entstehen muss. Dies deckt sich gut mit früheren Erfahrungen, die in diesem Distanzbereich oft deutliche QSA 5++ Werte ergaben.

lais-, Netzleit- oder Kdo-Station auf einen aussichtsreichen Punkt befohlen wird. Für die Behandlung dieses Problems sei zunächst in Figur 8 ein entsprechendes Nomogramm, das der Fachliteratur entnommen ist, skizziert[1]). Wir setzen dort wiederum $h_2 = h_w \cong 3$ m als konstant und verwenden diese Unterlagen ähnlich wie vorhin für ein Diagramm in Figur 9. Das Vorgehen ist im übrigen dasselbe wie vorhin, und wir erhalten wiederum eine optimale Arbeitskurve, d.h. die Betriebsbedingung dafür, dass sich das 1. Feldstärkemaximum einstellen kann. Abschliessend sei auch noch darauf hingewiesen, dass es im allgemeinen wirtschaftlicher ist, wenn bei ungenügender Funkverbindung beide beteiligten Stationen etwas in die Höhe steigen, da andernfalls, wenn sich nur eine Station verändert, diese ein Mehrfaches davon aufwenden muss.

2.2 Organisation und Durchführung der Versuche

Nach erfolgter Abrede mit dem Veranstalter wurde diese Übung für 12 eingesetzte Tornistergeräte SE 101 ausgelegt, mit der Verteilung

fixe	Stationen 3	(2 davon mit Fernantenne)
mobile	Stationen 9	
total	12	

Die Übung selber war in 2 Phasen aufgeteilt, wobei die mobilen Stationen den Standort einmal zu wechseln hatten. Man kommt somit auf eine Zahl von 132 Verbindungen, die nach einem genau vorgegebenen Organisations- und Zeitplan innert recht kurzer Frist durchzuspielen waren. Um

[1]) Vgl. «Rint», Bd. IV, S. 484.

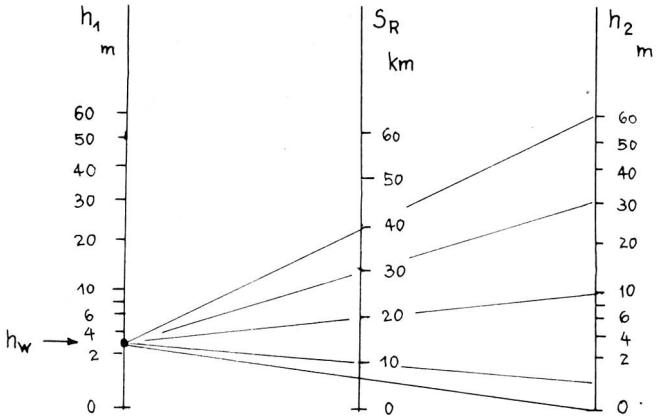


Fig. 8. Nomogramm zur Bestimmung der Radio-Sichtweite (Berechnung in der Troposphäre mit $k = {}^4/_3$ berücksichtigt). Für unsere Untersuchung zwischen fixen und mobilen Funkstationen in Fig. 8 wird $h_w \sim 3$ m als konstant betrachtet.

jederzeit eine maximale Ausnützung der Netzkapazität zu gewährleisten, erforderten natürlich bereits die Vorbereitungsarbeiten recht viel Zeit. Um die Organisation, sowie die spätern statistischen Arbeiten möglichst zu vereinfachen, wurden nicht die Stationen bzw. Funker, sondern die Stationsstandorte mit Rufzeichen versehen. Es wurde bewusst davon abgesehen, die Stationen nach zeitgenössischen Augenweiden — noch nach den offenbar für funktechnische Reglemente reservierten Rio & Rex — zu benennen. Für solche Zwecke ist unser Alphabet besser geeignet, zumal durch Anwendung der Buchstabiertabelle, bereits die zugehörigen

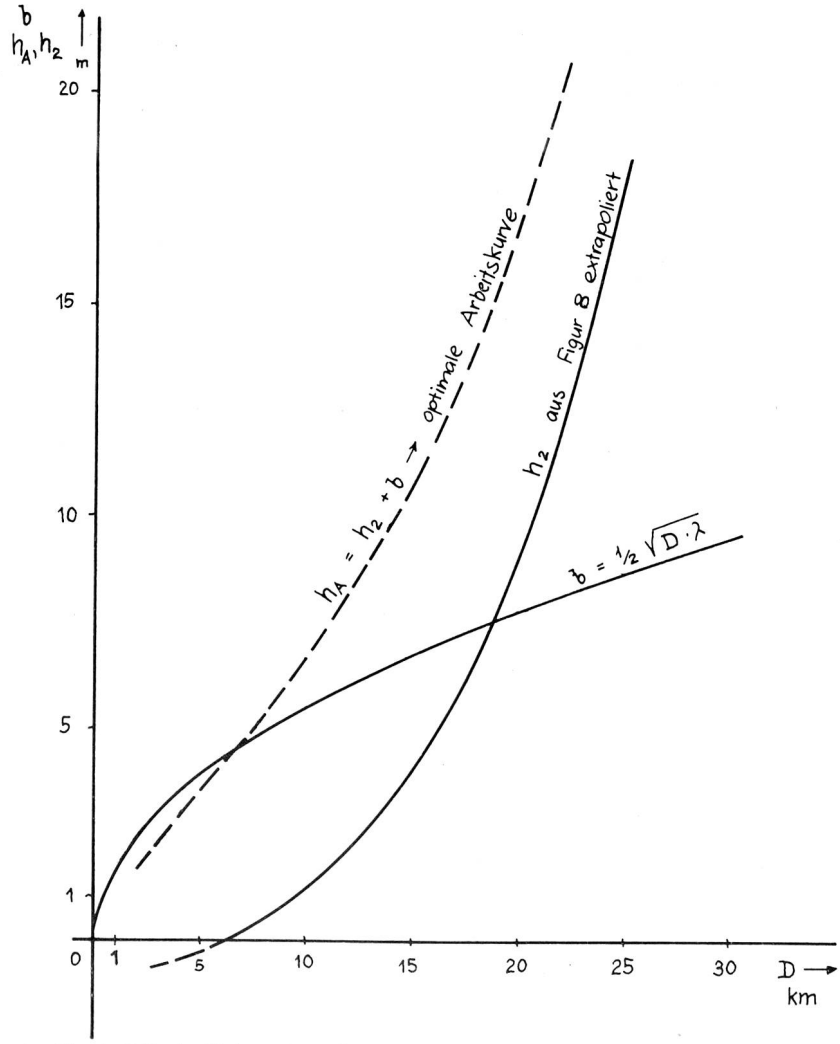


Fig. 9. Bestimmung der optimalen Standorthöhe h_A für $h_1 = 3$ m = konstant. Der Konstruktionsgang ist sehr ähnlich mit Figur 7, nur wurden hier die Zusammenhänge zwischen Distanz und Erdwölbung auf dem Nomogramm Fig. 8 ermittelt.

Rufzeichen gebildet waren. Diese Anordnung hat sich auch deshalb sehr bewährt, weil sowohl für die Matrizendarstellung des Verbindungsplans wie für alle Vorbereitungs- oder Auswertearbeiten eine sehr einfache, algebraische Ordnung besteht.

QTH-Verzeichnis

Fixe-Sta:

A Plattform oberhalb R. Stein
B Polizeiposten Baden, Fernantenne
C Polizeiposten Wettingen, Fernantenne

Phase I

D Lägern, Krete, 150 m W Pt 802
E Meierhof 664300/257820
F Baldegg, Pt 568,3
G Schwobenberg, Pt 540
H Koord. 661950/260100 b. Wil
I Freienwil, Pt 465, Dorf W
J Pt 560, Nähe Stein Oberehrendingen
K Koord. 668900/258660, Lägern S.Hang
L Sulperg 668220/251150

Phase II

M Lägern, wie Pt D
N Weierhau, Pt 419
O b. Sägelhof, Pt 473
P b. Steig, Pt 430 (Gebenstorf)
Q Nähe Chappelerhof, Koord. 663320/259380
R b. Oberehrendingen, Koord. 667870/260580
S Gipsgrube, Koord. 669020/259690
T Unterbirch, Pt 461 (2 km E Wettingen)
U Steindler, Pt 441 (3 km E Wettingen)

Da namentlich in der ersten Phase einige Funker komplett «ausgestiegen» sind, ist die Ausbeute derselben wesentlich kleiner, als dies von einer Übung in diesem Ausmass erwartet werden dürfte. Ich war denn auch gezwungen, mehrere Resultate mit ungenügenden oder gegensätzlichen Angaben von jeder Auswertung auszuschliessen, um keine allzugrossen Fehler zu erhalten. So musste schliesslich auch die Gliederung der Auswerte-Arbeiten ganz anders aufgebaut werden, als dies ursprünglich vorbereitet worden war.

2.3 Auswertung der Versuche und Besprechung der Resultate

Zunächst zeigten die Polardiagramme, die leider aus bekannten Gründen hier nicht publiziert werden können, dass eine ganze Reihe von Verbindungsstrecken eindeutig mit QSA 5 und QSA 5+ getestet wurden, so dass sich diese für eine Untersuchung der Feldschwächung durch Hindernisse nicht eigneten und deshalb ebenfalls ausgeschieden wurden. Anderseits aber war leicht festzustellen, dass die direkte Ausbreitung längs von Hügelflanken wesentliche Dämpfungsverluste erlitt. So blieb denn nichts anderes übrig, als für alle noch zu untersuchenden Strecken das entsprechende Geländeprofil zu zeichnen. Mit deren Hilfe liessen sich nun die beiden folgenden Kategorien bilden:

a) Geländehindernisse mit eindeutiger Brechungskante (Fig. 10)
b) Geländehindernisse mit «absorbierenden Strecken» (Fig. 11)

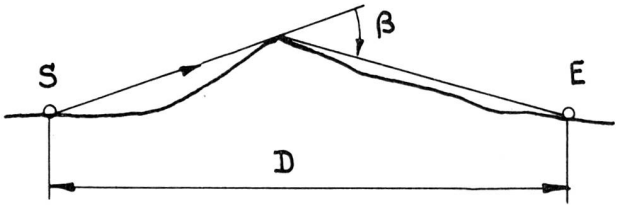


Fig. 10. Bei eindeutig brechenden Kanten sind die Verhältnisse relativ einfach, indem — unter Berücksichtigung einer starken Dämpfung — ähnliche Zusammenhänge bestehen wie in den Hochalpen.
β = Brechungswinkel

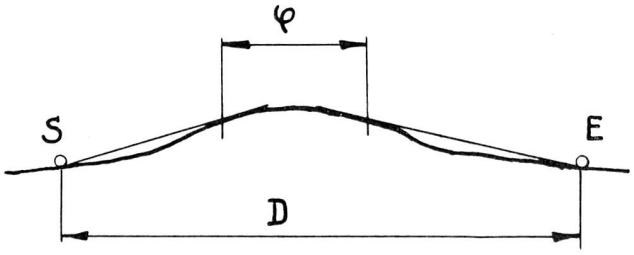


Fig. 11. Bei Geländehindernissen ohne eindeutige brechende Kante liegen natürlich nicht so klassische Verhältnisse vor. Nach unsern Resultaten ist aber die Dämpfung über der «absorbierenden Strecke» φ derart hoch, dass ihr gegenüber viele andere Einflüsse direkt vernachlässigt werden dürfen.

Diese Gelände-Längsprofile wurden nun genau nach «Pionier» 12/56 untersucht, wobei es nach überschlägiger Prüfung nicht zweckmässig erschien, auch die Querprofile zu zeichnen, da diese keine wesentlichen Korrekturen bewirken konnten.

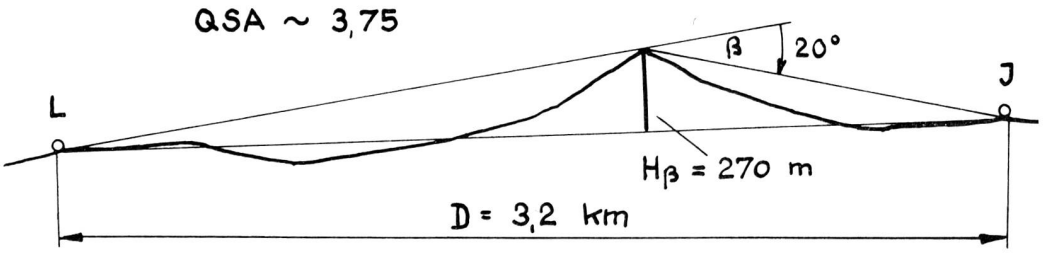


Fig. 12. Das Geländeprofil der Funkstrecke LJ weist eine deutliche Brechungskante auf und entspricht damit den in Figur 10 beschriebenen Verhältnissen.

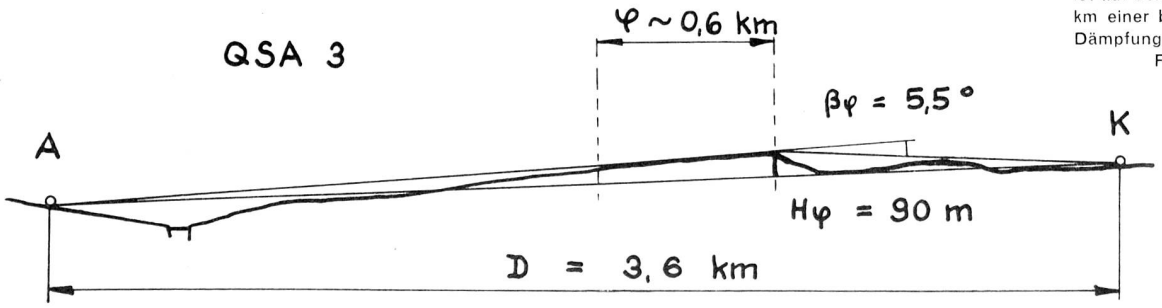
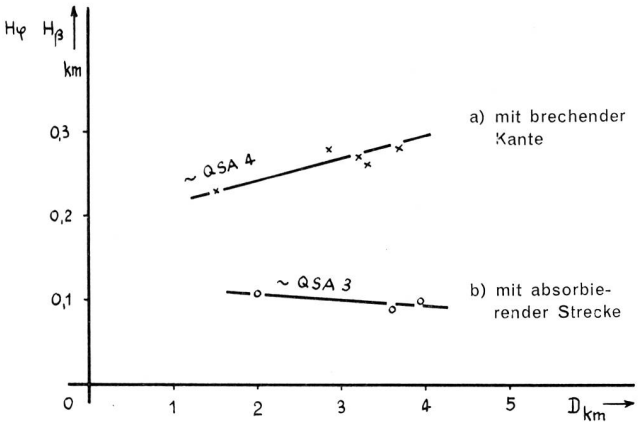


Fig. 13. Die Funkstrecke AK ist auf dem Bereich $\varphi \sim 0{,}6$ km einer besonders hohen Dämpfung unterworfen (vgl. Fig. 11).

In der Anlehnung an die «Hochalpen-Methode» sind nun diese Resultate in den Diagrammen

Figur 12: $H_\beta = f\ (D)$ und
Figur 13: $\beta = f\ (D)$

zusammengestellt. Hier macht sich die geringe Ausbeute sehr bemerkbar, indem wir wenig Kurvenpunkte erhalten. Glücklicherweise haben alle obigen Funkstrecken ungefähr dasselbe Querprofil sowie je nach Kategorie annähernd die gleichen Hörbarkeiten ergeben. Dadurch lassen sich wenigstens die Kurven ~ QSA 4 — für Kat. a) und ~ QSA 3 — für Kat. b) einzeichnen. Diese zeigen allgemein ähnliche Tendenz wie die Hochalpen-Ergebnisse (vgl. Pi. 12/56), sind aber offenbar wegen der winterlichen Jahreszeit am Versuchstag nicht dermassen der Absorption unterworfen, wie dies in unserem Falle erhofft wurde.



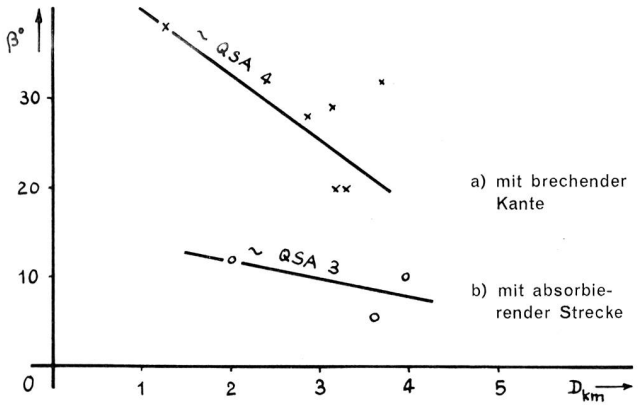


Fig. 14 und 15. Untersuchung der Geländeprofile nach der Hochalpenmethode. Für die Kategorie a, d. h. bei eindeutiger Brechungskante, ist die bekannte Charakteristik feststellbar, wogegen diese Untersuchung für die Kategorie b nichts Eindeutiges aussagt, so dass der Einfluss der absorbierenden Strecke noch getrennt erfasst werden muss. (Entgegen «Pionier» 12/56 wird nunmehr das Symbol H für die Hörbarkeit verwendet, so dass wir die Hindernishöhe mit H_β oder H_φ bezeichnen wollen.) — (Vgl. Fig. 12 und 13.)

Rein überlegungsmässig wurde für die Verbindungen der Klasse b) der absorbierenden Strecke eine grosse Bedeutung zugemessen. Die Untersuchung nach Figur 14 bestätigte denn auch diese Annahme, wobei in einem ersten Ansatz die Kurve $H = f\ (\varphi)$ fast nach einer mathematisch genauen e^x Funktion verlief. Dies dürfte aber rein zufällig sein; jedenfalls konnte ich hierzu noch keine genügende Erklärung finden. Betrachtet man die Funktion als stetig, so müsste also die Kurve den Ursprung schneiden. Dieser hat die Koordinaten $H = O_\varphi = O$. Sofern nun aber die absorbierende Strecke φ zu Null strebt (vgl. Fig. 5), so müsste noch eine Restdämpfung von 6 db $\cong$ 1 QSA verbleiben. Dies ist aber hier sonderbarerweise nicht der Fall, so dass sich auf Grund dieser Unterlagen weitere Versuche aufdrängen werden[1]).

Eine gewisse Stetigkeit ist auch im zugehörigen Diagramm Figur 15: $H = f\ (\beta)$ zu finden. Wegen den oben beschriebenen Mängeln erübrigt sich aber jede weitere Betrachtung. Hingegen sei in diesem Zusammenhang auf eine interessante Analogie verwiesen. Bei der UKW-Ausbreitung über die optische Sichtweite hinaus entsteht ähnlich wie bei unserer vorliegenden Kategorie b) eine absorbierende Strecke, die eine jeweilen besonders zu berechnende Zusatzdämpfung zur Folge hat.

Beispiele: Figur 16: Geländeprofil nach Kat. a)
Figur 17: Geländeprofil nach Kat. b)

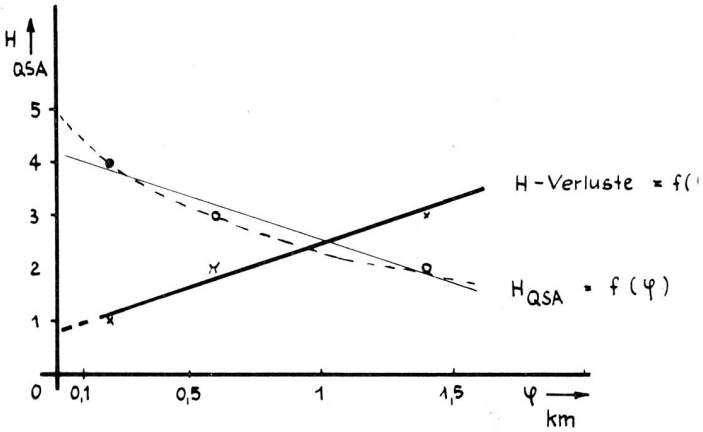


Fig. 16. Die wenigen Resultate gestatten leider nur eine oberflächliche Untersuchung dieses Problems. In einem ersten Ansatz wurde durch die Messpunkte eine e*-Kurve gelegt, die den Ursprung schnitt. Da aber nach Figur 5 für $\varphi \rightarrow 0$ ein Abfall von 6 db, entsprechend 1 QSA-Stufe zu erwarten ist, dürfte obige Lösung eher den herrschenden Verhältnissen entsprechen.

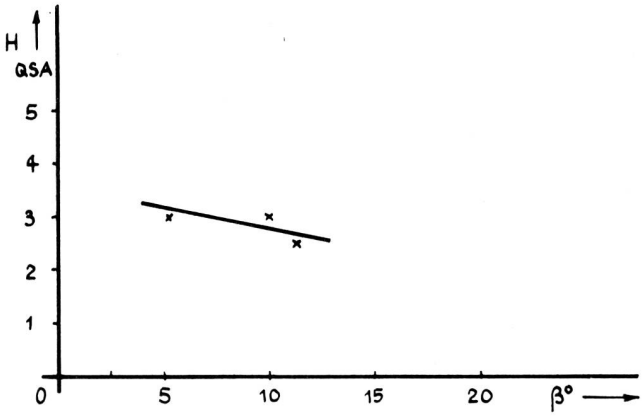


Fig. 17. Das Fehlen von geeigneten Versuchsresultaten lässt weitere Untersuchungen recht fragmentarisch werden.

3. Funkverbindungen in Stadtgebieten

Dieser Versuch hatte zum Zweck, die Funkverhältnisse für SE-101/102-Geräte in Stadtgebieten einmalig und allgemein abzuklären. Dies geschah einerseits rein aus technischen Interessen, anderseits aber ebenfalls sehr den Wünschen der eingangs erwähnten Behören entsprechend; ich hoffe ferner, dass unsere Studie besonders auch von den Organen des militärischen Luftschutzes beachtet werde, da ja, abgesehen von einigen Kenngrössen, die Charakteristik unserer Funktionen kaum je ändern wird.

[1]) Aus diesem Grunde wurde die Funktion vorderhand als linear angenommen und derart gezeichnet, dass vorstehende Bedingung berücksichtigt wird.

3.1 Theoretische Ansätze

Wir haben bisher stets die Wellenausbreitung nur in Abhängigkeit von einzelnen, einfachen Hindernissen betrachtet und dabei festgestellt, dass dort, wo die geometrischen Formen kompliziert werden, auch die Funkvorhersage überaus erschwert ist. Ich möchte hier besonders an den Fall der Hochalpen erinnern, wo oft trotz recht klassischen Hindernissen eine namhafte Streuung unvermeidlich ist, weil wir mit den heutigen Unterlagen beim besten Willen noch nicht imstande sind, die Summe der beim Empfänger eintreffenden Reflexionsenergie auch nur einigermassen richtig zu erfassen.

Ein Stadtgebiet setzt nun der Ausbreitung eine Vielzahl von Hindernissen entgegen. Im Gegensatz zu den bisher betrachteten Geländeformen bilden diese aber nicht eine eindeutige Abschirmung, da ja die sich zwischen den einzelnen Bauten befindenden Lücken (d. h. Blenden im Sinne der Optik) ein «Durchsickern» der Senderenergie erlauben. Das Ausmass dieser Lücken im Verhältnis zu den umgebenden Gebäuden wird in jedem Falle einen grossen Einfluss auf die Ausbreitung haben, nicht zuletzt auch deshalb, weil bei einer aufgelockerten Überbauung viel eher Gewähr besteht, dass sich die Senderantenne auch bei Bodeneinsatz stets genügend freistellen lässt.

Bei einer relativ zur Wellenlänge grossen Lücke entsteht durch die Flanken der seitlichen Hindernisse eine Strahlablenkung nach Figur 18. Diese Erscheinung wird physikalisch so erklärt, als befänden sich längs der brechenden Kanten kleine, punktförmige Quellen (Sender) verteilt, die die ursprüngliche Welle selbständig ausstrahlen (vgl. auch Fig. 5). Die verschiedenen, dadurch entstehenden Wellenzüge überlagern sich nun und führen wie im Falle der Reflexionsverbindungen zu Interferenzen, d. h. also an- und abschwellender Feldstärke. In diesem Zusammenhang sei besonders auch auf die hier auftretenden, gestörten Zonen hingewiesen, aus welchem Grunde man in solchen Fällen stets darauf achten möge, dass der minimale Abstand zwischen Antenne und Hindernis die Grössenordnung von einer halben Wellenlänge nicht unterschreitet.

Wird die Lücke auf eine Breite verkleinert, die im Bereiche der halben Wellenlänge liegt, so entsteht an ihrem Ausgang eine sich schön halbkreisförmig ausbreitende Elementarwelle (Fig. 19), und wenn wir diese Blende noch mehr verkleinern, dann dürfte überhaupt kein feststellbarer Energiedurchgang mehr stattfinden, so dass sich z. B. eine mit Lücken, die bedeutend schmäler sind als die halbe Wellenlänge, durchbrochene Häuserreihe praktisch als ein einziges Hindernis betrachten lässt. Es ist daher naheliegend, dass auch die durchschnittliche Höhe der Bauten einen Einfluss auf die Ausbreitung haben wird, wobei aber ebensosehr metallische Konstruktionen, elektrische Leitungen und dergleichen beachtet werden müssen, da diese durch Feldverzerrung und Mitschwingen ebenso die Feldstärke als auch die reine Verbindungsqualität beeinträchtigen. Im Zusammenhang mit diesen Erscheinungen spricht man gerne vom sogenannten «Störnebel», und als Faustregel wird angenommen, dass sich dieser am Erdboden beginnend bis einige Meter über das Dächermeer erstreckt. Es wird deshalb stets unser Bestreben sein, unsere Antennen nach Möglichkeit recht hoch zu verlegen. Diese Massnahme bringt, wie nachfolgend beschrieben gleich einige Vorzüge mit sich, und es wird in den meisten Fällen genügen, wenn nur die eine der zwei an einer Verbindung beteiligten Stationen — dafür diese um so höher — verlegt wird. Da ja für Funkstationen in Stadtgebieten mehrheitlich ein Sternnetz in Frage kommt, ist es zweckmässig, wenn schön nach dem Grundsatz «Einer für alle» die zentrale Netzleitstation mit einer hochverlegten Antenne ausgerüstet wird. In diesem Zusammenhang sei mir die Feststellung gestattet, dass offenbar und im allgemeinen viel zu wenig mit der ordonnanzmässigen Fernantenne gearbeitet wird, die doch gerade für solche Fälle besonders ideal ist (vgl. Fig. 20).

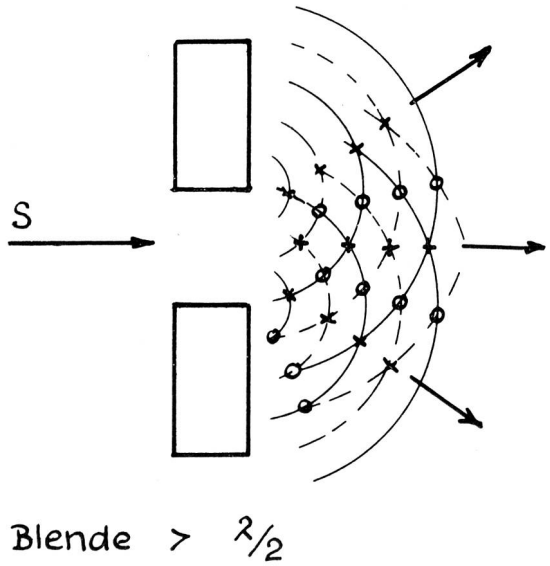


Fig. 18. Entstehung der Interferenzerscheinungen hinter Geländehindernissen (Bauwerke).

——— = Wellenberg (pos. Maximum)
— — — = Wellental (neg. Maximum)
+ = Orte mit Feldstärkemaximum
o = Orte mit Feldstärke null

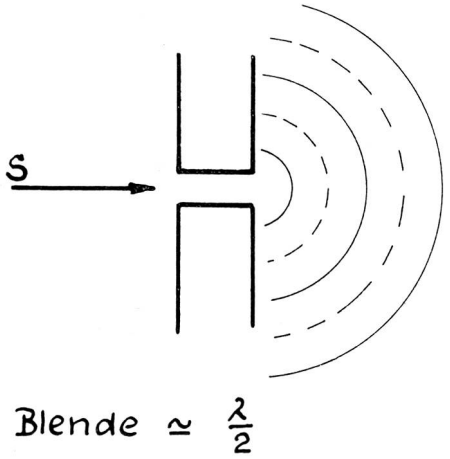


Fig. 19. Ist die Blende in der Grössenordnung von $\lambda/_2$, so fallen die von den Kanten ausgehenden Wellen derart ineinander, dass wir eine einzige, sogenannte Huyghensche Elementarwelle erhalten.

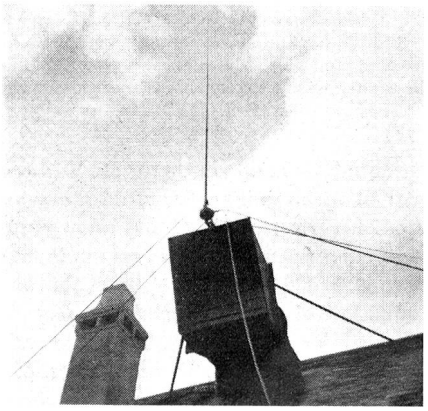


Fig. 20. Das Wahrzeichen jeder Funkaktion in Stadtgebieten: die hochverlegte, über ein Koaxialkabel gespiesene Fernantenne. (Photo A. Wenger, Thun)

Bei Verwendung einer hochgelegten Antenne entsteht schon primär der Vorteil, dass diese einen «freien Anlauf» besitzt und mehr oder weniger zum Störnebel hinausragt. Anderseits gestattet diese Anordnung entweder ein günstiges Einstrahlen in aufgelockerte Stadtteile, oder aber sie hat infolge von vertikalen Reflexionserscheinungen ein «Aufhellen» von sonst im Funkschatten liegenden Gebieten zur Folge (Fig. 21).

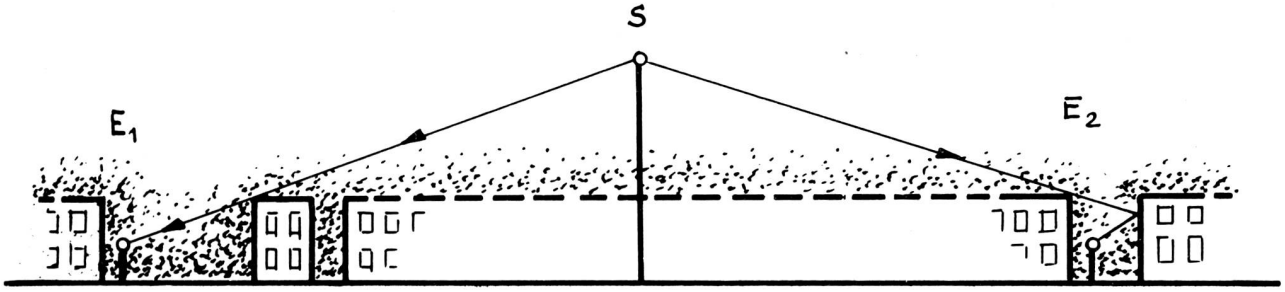


Fig. 21. Der Einfluss einer erhöhten fixen Antenne in Stadtgebieten ist unter anderem auch sehr davon abhängig, wie weit letztere über den «Störnebel» hinausreicht. Zudem ist durch Einstrahlen und Aufhellen vielenorts ein wesentlicher Gewinn erzielbar.

Anderseits darf in diesem Zusammenhang der Einfluss der Absorption nicht vergessen werden. Nach dem Austin-Cohen'schen Gesetz pflegt man ja diese durch einen besondern Exponenten zu berücksichtigen, der nun für Stadtgebiete besonders gross ausfallen muss. Wir haben im «Pionier» 12/56 den Ausdruck

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta H}{\Delta D} \quad \text{für} \quad \Delta D = 1 \text{ km}$$

d. h. den Abfall der Hörbarkeit pro 1 km Entfernung als Mass für die Absorption betrachtet und gesehen, dass diese bei schlechten Verhältnissen (z. B. im Wald) sehr hoch wird. Bezogen auf unsere Stadtverhältnisse heisst das nun, dass wir danach trachten müssen, die eigentliche absorbierende Strecke möglichst klein zu halten. Währenddem nun bei Verbindungen zwischen zwei Bodenstationen stets die ganze Funkdistanz der Absorption unterworfen ist, kommt davon bei einseitig hochverlegter Antenne nur noch ein Bruchteil zur Wirkung, welche Zusammenhänge in Anlehnung an «Fränz und Lassen» durch Figur 22 näher dargestelltwerden. Es ist hier auf eine weitere Besprechung verzichtet in der Hoffnung, der geneigte Leser werde selbst aus diesen idealisierten Verhältnissen die nötigen Konsequenzen ziehen.

In diesem Zusammenhang ist es unerlässlich, auch die reine Qualität der Verbindung (also ohne Feldstärke) näher zu betrachten. Zunächst werden Übertragungsstrecken in Stadtgebieten gerne zu Verzerrungen führen, da die unzähligen mitschwingenden Gebilde, die einen Teil der empfangenen Energie unter Phasenverschiebung wieder abstrahlen, zu Laufzeitunterschieden führen. Anderseits ist durch Anwesenheit von Kollektormotoren, Zündgeräten und namentlich durch Motorfahrzeuge (Zündfunken) ein starker Anfall von sehr kurzwelligen, oft periodisch andauernden Störgeräuschen zu erwarten, die gerade bei den vorliegenden amplitudenmodulierten Geräten zu einer starken Beeinträchtigung führen. Zu guter Letzt sei auch an die Nebengeräusche durch Verkehrslärm und dergleichen gedacht, die, auch wenn das nicht vom Hörer belegte Ohr z. B. mit der Hand abgedeckt wird, zumeist noch sehr unangenehm stören können.

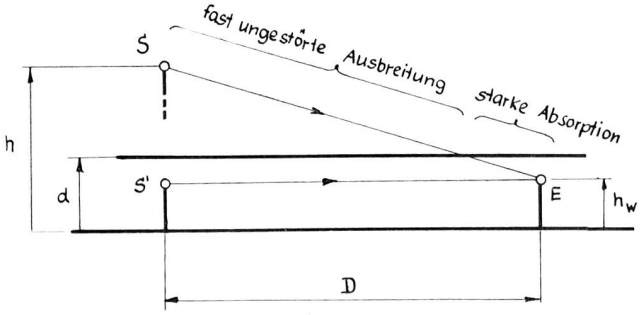


Fig. 22. Bei der mathematischen Behandlung muss die Höhe der Überbauung als ungefähr konstant angenommen werden. Die starke Absorption wird alsdann im Gesetz nach Austin-Cohen durch einen entsprechend hohen Absorptionskoeffizienten berücksichtigt, der indessen bei erhöhter Antenne nur für einen Bruchteil der Funkdistanz wirksam ist.

d = Höhe der Überbauung (Mittelwert)

Fassen wir nun die geräteseitig bedingten Geräusche mit den übrigen Störungen zusammen, so erhält man (sofern der Umweltslärm in Phon in sein elektrisches Äquivalent umgewandelt wird) den wirksamen Störpegel (Fig. 23). In

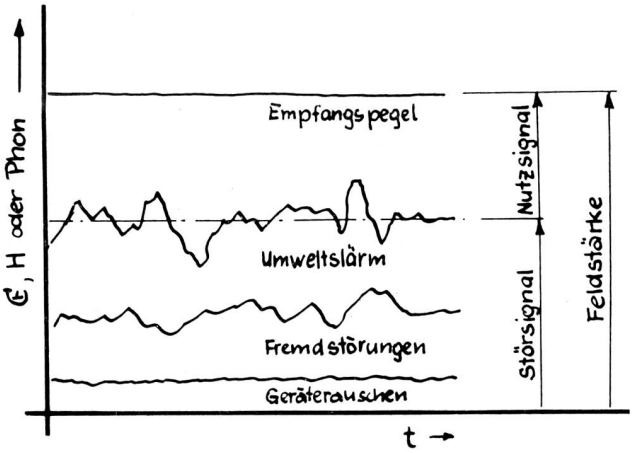


Fig. 23. Symbolische Darstellung der Zusammenhänge zwischen Nutz- und Störsignal. Selbstverständlich müssten für einen analytischen Vergleich alle Komponenten auf das selbe technische Mass bezogen werden können.

der Übertragungstechnik gilt ganz allgemein, dass für eine bestimmte Verständigung das Verhältnis Nutzfeldstärke zu Störfeldstärke bzw. der sogenannte Geräuschabstand, d. h. Nutzpegel minus Störpegel massgebend ist. Auf Grund des Reziprozitäts-Gesetzes wissen wir, dass in unserem Fall (gleiche Sender und gleiche Empfänger) bei beiden an einer Verbindung teilnehmenden Stationen im wechselseitigen Sende- und Empfangsbetrieb stets gleiche Feldstärken vorhanden sind. Da aber nicht unbedingt beide Stationen dem gleichen Störsignal unterworfen sind, ist ohne weiteres verständlich, dass nicht immer beidseitig gleiche Hörbarkeiten registriert werden. Aus diesem Grunde wurden in Figur 23 die möglichen Störkomponenten detailliert angedeutet und es ist somit nur noch eine Intelligenzfrage, wie weit jeder Funker jeweilen die einzelnen Störgrössen durch geeignete Massnahmen zu reduzieren versucht.

3.2 Organisation und Durchführung der Versuche

Die Übungsanlage für diesen Versuch war ganz ähnlich aufgebaut wie für die Untersuchung von «Geländehindernissen mit Absorption»; wegen dem kleinern Aktionsradius ermöglichten indessen die zeitlichen Verhältnisse, dass diesmal nacheinander 3 Phasen stattfinden konnten. Es wurde wieder mit den selben fixen Stationen gearbeitet und auch ganz allgemein an den bewährten organisatorischen Details festgehalten. Die Übung selbst erstreckte sich auf die Stadtgebiete von Baden und Wettingen.

Mit 3 fixen und 9 mobilen Stationen — sofern letztere in 3 Phasen jedesmal einen neuen Standort beziehen — kommt man auf die hohe Zahl von 198 verschiedenartigen Verbindungen. Da die Verbindungsaufnahme wechselseitig erfolgt, wird jede Verbindung von 2 Stationen, also zweimal, registriert. Dem Berichterstatter oblag deshalb die Aufgabe, an die 400 mehrfache Zahlenreihen numerisch und in Verbindung mit der Landkarte zu untersuchen und zu bewerten!

Für die Durchführung der praktischen Versuche stand wiederum ein voller Samstagnachmittag zur Verfügung, wobei der Vollständigkeit halber auch die damals herrschende regnerische Witterung erwähnt sei, obschon diese im vorliegenden Falle nicht wesentlich zur Änderung der Funkverhältnisse wird beigetragen haben.

Bei diesen Versuchen sind nun wiederum die Resultate in eine allgemein gültige Form reduziert worden. Man muss besonders für Verbindungen in Stadtgebieten stets eine genügende Reserve beachten, da die vorkommenden Aktionen — meist mit erheblichem Umweltslärm — keine Rückfragen erlauben. Aus diesem Grunde wird darauf verzichtet, das Verzeichnis der Funkstandorte zu publizieren, da dieses in Verbindung mit einzelnen Resultaten nur zur Irreleitung führen könnte. Somit beschränke ich mich auf die Angabe der fixen Stationen, die wie folgt bestellt waren:

A	Ruine Stein, Baden	Ordonnanzantenne
B	Polizeiposten Baden	Fernantenne auf Dach (zweifaches Koaxialkabel)
C	Polizeiposten Wettingen	Fernantenne auf Dach

3.3 Auswertung der Versuche und Besprechung der Resultate

Wie bereits eingangs erwähnt wurde, ist es recht schwierig, in Stadtgebieten eine einwandfreie Klassentrennung vorzunehmen, besonders deswegen, weil die mehr oder weniger gelockerte Bauweise für unsere Ausbreitung ein mehr oder weniger «poröses» Hindernis darstellt. Es leuchtet daher ein, dass solche Studien stets auf ein möglichst gleichartiges, homogenes Gebiet bezogen werden müssen, so dass in unserem Falle zunächst wohl am besten die Trennung nach

a) Stadtgebiet von Baden

b) Stadtgebiet von Wettingen

vorgenommen wird. Da die Wellenausbreitung in Städten vorerst einer starken Dämpfung unterworfen ist, gilt unser nächstes Augenmerk denjenigen Faktoren, die bei einer Funkverbindung mit Absorptionseinfluss besonders wichtig sind. Dies ist natürlich die Antennenhöhe über Erdboden (Ebene), und wir trennen deshalb die bei uns vorgenommenen Betriebsfälle in Anlehnung an Figur 22 wie folgt:

I. Verbindungen zwischen erhöhter Fixstation und mobiler Bodenstation ($h_1 > d > h_2$)

II. Verbindungen zwischen zwei mobilen Bodenstationen ($h_1 < d > h_2$)

Sämtliche Verbindungen mit Fixstation A (sehr stark überhöht), sowie diejenigen zwischen den einzelnen fixen Stationen werden nicht besonders untersucht, da ihre Ergebnisse nichts zur Klärung der Funkverhältnisse in Stadtgebieten beitragen (allg. QSA 5). Ebenso zeigt sich bei den Verbindungen nach Klasse I, dass Funkstandorte ganz an der Peripherie, d. h. bereits ausserhalb der Überbauungen, bedeutend bessere Resultate liefern, als dies vielleicht angenommen wurde. Dies ist selbstverständlich eine Folge des dort sprunghaft wechselnden Absorptionskoeffizienten und zeigt sich in der Praxis als Sprungzone analog Figur 24. Die Funkverhältnisse über unbebautem Boden sind uns ja aus früheren Studien bekannt, und so streichen wir die vorgenannten Streuresultate, damit wir uns ganz auf die typischen Stadtverbindungen konzentrieren können.

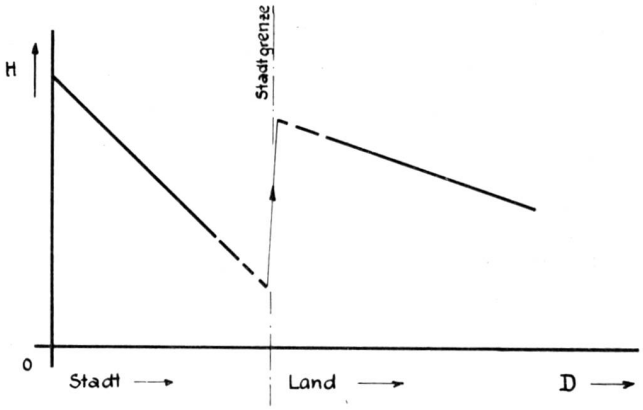


Fig. 24. Sprungzone für den Verlauf der Hörbarkeit in Nähe der Stadtgrenze.

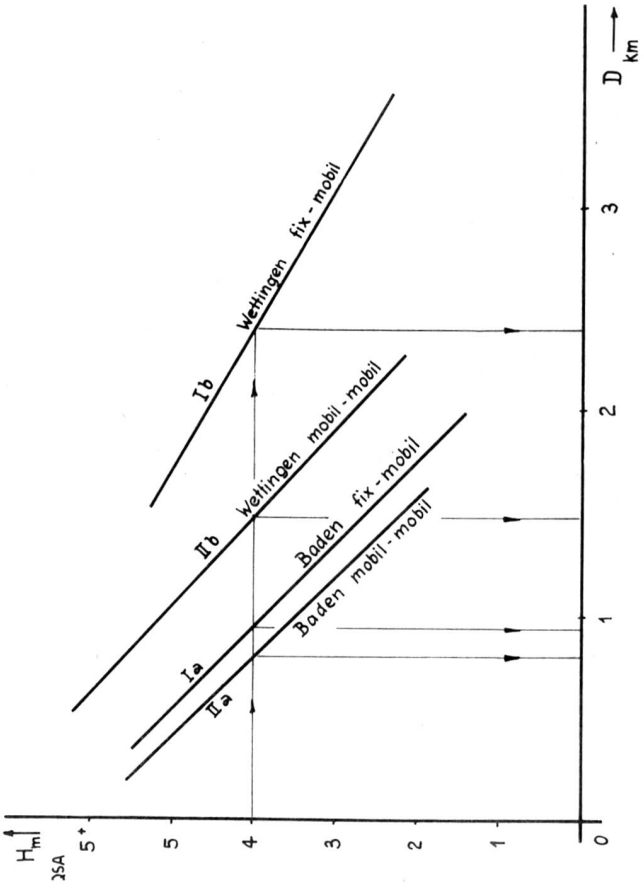


Fig. 25. Die Ergebnisse der Funkversuche in Stadtgebieten. Dadurch, dass unter Rücksichtnahme auf die vielen möglichen Störquellen für Stadtgebiete ein minimales Eingangssignal von ungefähr QSA 4 gefordert werden muss, lassen sich die maximalen Einsatzradien für jeden Betriebsfall extrapolieren und als Faustregel vormerken.

Wie bereits einleitend erwähnt wurde, hält es schwer, die ursprünglich verwendete graphische Methode hier zu publizieren. Deshalb wurden auf analytischem Wege nochmals die Mittelwerte der einzelnen Verbindungsresultate bestimmt und zur Konstruktion des Diagramms $H_m = f(D)$ nach Figur 25 verwendet.

Aus diesem ist ersichtlich, dass die Verbindungen auf Wettinger Boden weniger der Absorption unterliegen als jene auf Badener Boden, was mit unserer Hypothese betreffend Überbauungsdichte gewiss übereinstimmt. Die Neigung der beiden Kurven Ib und IIb zeigt ebenfalls, dass die Streckendämpfung

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta H}{\Delta D}$$

mit zunehmender Antennenhöhe kleiner wird. Bei den Versuchen Ia und IIa auf Badener Boden zeigte sich keiner dieser Unterschiede so deutlich, was offenbar auf den dortigen Fernantennenstandort zurückzuführen ist, der beim besten Willen nicht eindeutig über die Dächer der Altstadt gehoben werden konnte. Zudem ist das untersuchte Gebiet bisweilen ausgesprochen eng und durch sehr hohe Gebäude abgeschirmt. Aus diesen beiden Kurven kann somit entnommen werden, dass die damals eingesetzte fixe Station keinen wesentlichen Gewinn gegenüber den mobilen Stationen einbrachte ($\delta H \simeq 0{,}5$ QSA-Stufe).

Durch die Anwesenheit von verschiedenen zivilen Interessenten, die ein Funknetz mehrheitlich nur für schnellste Einsätze brauchen können, empfiehlt es sich, die erreichten Resultate noch etwas allgemeiner zusammenzufassen. Ich hatte im theoretischen Teil bereits darauf hingewiesen, dass in Stadtgebieten mit einem erhöhten Störpegel zu rechnen ist. Anderseits dürfen wir bei Schnelleinsätzen keine schlechten Verbindungen riskieren, da sonst durch Standortwahl und Rückfragen zu viel Zeit verlorengeht. Die untere Grenze der noch zulässigen Hörbarkeit liegt somit etwa bei QSA 4, und dies erlaubt uns nun, die entsprechenden Funkdistanzen — immer bezogen auf damalige Verhältnisse — aus dem Diagramm zu extrapolieren:

Aktionsradius in km für Se 101/102-Verbindungen
Garantierte Hörbarkeit = QSA 4

Gebiet	Verbindung zwischen mobilen Bodenstationen und	
	Fixstation Polizeiposten (fix — mobil)	mobilen Bodenstationen (mobil — mobil)
Stadt Baden	0,9	0,8
Stadt Wettingen	2,4	1,5

Damit haben wir die Faustregeln für spätere gleichartige Einsätze bestimmt, die um so mehr Berechtigung haben, als ja im vorliegenden Falle durch Witterung und Jahreszeit keine grossen Änderungen zu erwarten sind. Die Resultate mit der Badener Fixstation werden Grund genug sein, um dort künftighin eine wirksamere Fernantenne zu erstellen. Gerade für rasch arbeitende Funknetze ist ja von einer Relaisstation (z. B. hochverlegt auf Ruine Stein) abzuraten, so dass man nicht wird umhin können, die Frage der Fernantenne erneut aufzugreifen. Die Ergebnisse von Wettingen befriedigten eher und decken sich mit den in der einschlägigen Literatur gemachten Angaben, wonach für UKW-Stadtverbindungen mit fixer Hochantenne eine durchschnittliche Reichweite von 2,5 km auch im schlimmsten Fall garantiert werden dürfte.

Die gebräuchlichsten elektrotechnischen Einheiten

Der technische Fortschritt unseres Jahrhunderts wäre ohne die Elektrizität nicht möglich gewesen. Unser Land verdankt zu einem guten Teil seinen wachsenden Wohlstand der Elektrizitätserzeugung aus Wasserkraft. Im Jahre 1957 wurden in der Schweiz rund 15 Milliarden Kilowattstunden (kWh) elektrische Energie verbraucht. Damit der stets steigenden Nachfrage entsprochen werden kann, sind in den Kantonen Graubünden, Wallis, Tessin und Uri grosse Wasserkraftwerke im Bau. Der Stausee — das Saisonspeicherwerk — ist zum Symbol überlegter Vorratshaltung in der Energieversorgung unseres Landes geworden. Einige dieser Werke werden mit ihrer installierten Maschinenleistung (kW) hunderte Millionen (Mio) von Kilowattstunden (kWh), ja einzelne sogar gegen oder über 1,5 Milliarden (Mia) kWh im Jahr erzeugen. Im Hinblick auf diese Grössenordnungen erweitern sich naturgemäss auch die Maßstäbe für die erzeugte und verbrauchte elektrische Energie.

Um die gebräuchlichsten elektrotechnischen Einheiten im Denken und Rechnen, Schreiben und Lesen samt den Abkürzungen richtig erfassen und handhaben zu können, erscheint es empfehlenswert, sich die «Maßstäbe» zu merken.

Spannung und Stromstärke

Spannung (Volt) und Stromstärke (Ampère) bestimmen die Energieabgabe bei gleicher Zeitdauer.

1 Volt (V) = Einheit der elektrischen Spannung
1 Kilovolt (kV) = 1000 Volt
1 Ampère (A) = Einheit der Stromstärke.

Leistung

Die Einheit der Leistung, die als Stärke bezeichnet werden kann, ist bei einer installierten Maschinengruppe, bei einem Apparat oder Motor das Kilowatt (kW). Die ältere Bezeichnung für die Leistung mechanischer Energieübertragung (Generator, Motor), ist die Pferdestärke (PS).

1 Kilowatt (kW) = 1000 Watt (W)
0,736 kW = 1 PS
1 kW = 1,36 PS
1 Megawatt (MW) = 1000 kW
1 Gigawatt (GW) = 1 Million (Mio) kW

In der Wechselstromtechnik muss auch mit Scheinleistung gerechnet werden. Sind an einem Elektrizitätsversorgungsnetz Motoren und Transformatoren im Betrieb, dann ist das Netz induktiv belastet. Im Gegensatz zu Motoren und dergleichen Apparaten (Fluoreszenzlampen, Neonlichtanlagen mit Vorschaltgeräten, Transformatoren usw., also mit Magnetfeldern (Eisen und Drahtwicklungen), sind Heiz- und Kochgeräte sowie die noch sehr geschätzten Glühlampen praktisch induktionsfrei. Solche Apparate ergeben bessere und wirtschaftlichere Verhältnisse. Diese für den Laien etwas komplizierte und hier nicht eingehend erläuterten Verhältnisse kann man anschaulich mit dem «Sperrgut» im Transportwesen vergleichen. Hier müssen vielfach leere Verpackungen (Kisten, Fässer) oder gewichtsarme Güter befördert werden. Damit kann das Transportvolumen in Gewichtseinheiten nicht voll ausgenützt werden. Genau dasselbe trifft zu in der Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie. Hier ist das «Sperrgut» die induktive Belastung, welche eine volle Ausnützung der Energieerzeugungs- und Energieübertragungsanlagen z.T. unmöglich machten.

Die Einheit der Scheinleistung ist das Kilovolt-Ampère (kVA).

1 Kilovolt-Ampère (kVA) = 1000 VA
1 Megavolt-Ampère (MVA) = 1000 kVA

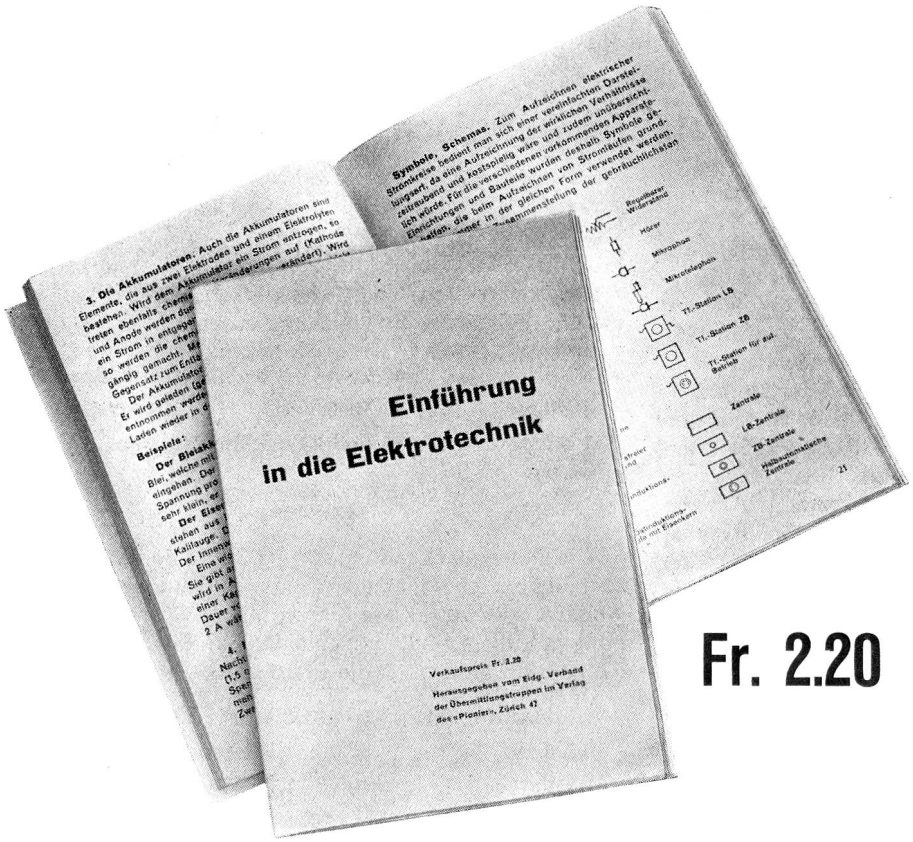
Elektrizitätserzeugung = Elektrizitätsverbrauch

Elektrizität wird in dem Augenblick erzeugt, wo sie gebraucht wird. Die Einheit für die produzierte und in Anspruch genommene Energie ist die Kilowattstunde (kWh). Die kWh ist eine bestimmte Menge Arbeit oder Arbeitsvermögen (Energie). Jede Maschinengruppe in einem Kraftwerk, jeder Apparat oder Motor gibt soviel Arbeit ab wie ihre Leistungen (kW) während der Dauer der Benutzung (Stunden, Minuten oder Sekunden) entsprechen.

1 Kilowattstunde (kWh) = 1000 Wattstunden
d.h. die Leistung von 1000 Watt (W) in einer Stunde
1 Kilowattstunde (kWh) = 864 Kilokalorien (kcal)
1 Megawattstunde (MWh) = 1000 kWh
1 Gigawattstunde (GWh) = 1 Mio kWh

Im «Zeitalter der Energien» werden alle diese vorerwähnten Einheiten und Abkürzungen immer häufiger zu lesen sein.

Einführung in die Elektrotechnik – die Grundlage für den Fachtechnischen Kurs



Fr. 2.20

Der in der fachtechnischen Beilage des «Pioniers» erschienene elektrotechnische Kurs — ohne den Teil «Apparatekenntnis» — ist soeben als Separatdruck erschienen. Diese Broschüre im Format 12 × 17 cm umfasst 144 Seiten und enthält 157 Abbildungen. Diese Publikation, die im Buchhandel nicht erhältlich ist, wird bei **Voreinzahlung auf unser Postcheckkonto zum Preis von Fr. 2.20** (inkl. Porto und Versand) abgegeben. Mengenrabatte für Sektionen und Vorunterrichtskurse können infolge dieses niederen Preises keine gewährt werden. **Gegen Nachnahme ist die Broschüre nicht erhältlich.** Bestellungen können mit einem Einzahlungsschein an die Redaktion des «Pioniers», Postcheckkonto VIII 15666, gerichtet werden.