

**Zeitschrift:** Pionier : Zeitschrift für die Übermittelungstruppen

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

**Band:** 45 (1972)

**Heft:** 8

**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:** 06.02.2026

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

## Die Funkstation SE-415 Einsatz der Station im VHF-Bereich

(Schluss)

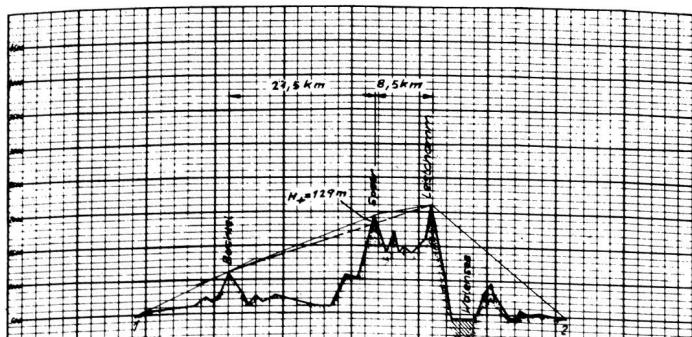
Figur 16

Zeile	Dämpfungs-fung	Kolonne		
		I (db)	II (db)	
1	$a_{\max}$	Betrieb mit 1 Kanal: Telephonie	185	
		Betrieb mit 1 Kanal: Fernschreiben	197	
		Betrieb mit 2 Kanälen	182	
		Betrieb mit 3 Kanälen	180	
2	$a_0$	Distanz d: 63 000 m	91,5	
3	Teil-strecke	$r_1$ (m)	$r_2$ (m)	$H_+$ (m)
	$a_{H_{1+}}$	1	13 500	21 500
				76
				10,7
	$a_{H_{2+}}$	2	21 500	8 500
				129
				14,0
	$a_{H_{3+}}$	3	8 500	19 500
				600
				27,0
	$a_{H_{4+}}$			
	$a_{H_{5+}}$			
4	Sicht-linie	$r_1$ (m)	$r_2$ (m)	$H_-$ (m)
	$a_{H_{1-}}$			
	$a_{H_{2-}}$			
	$a_{H_{3-}}$			
	$a_{H_{4-}}$			
	$a_{H_{5-}}$			
5	$(a_0 + a_{H_{1+}} + a_{H_{2+}} + \dots + a_{H_{1-}} + a_{H_{2-}} + \dots)$			143,2
6				$a_{\text{Reserve}}$

### VHF-Streckenberechnung für

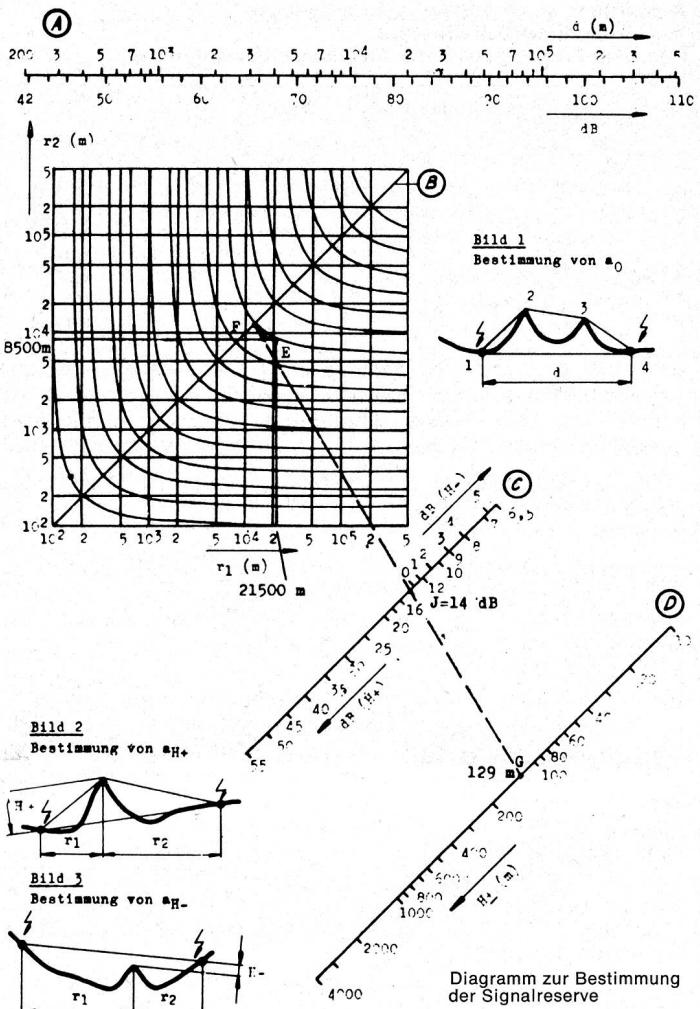
Standort 1: Uster Koordination: 246,5 / 697,5  
 Standort 2: Sargans Koordination: 212,5 / 751,5  
 Profil-Nr.: 136 399-3 Funkverkehr möglich: Ja/Nein  
 Datum: 17. 11. 67 Unterschrift: Bx

Figur 17



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

Figur 18



### Der Systemwert der Funkstation SE-415

Wie oben angedeutet wurde, ist es möglich, im VHF-Bereich die Streckendämpfung, hervorgerufen durch die Freiraumdämpfung und die Summe der Hindernisdämpfung, zu berechnen. Zur praktischen Auswertung dieser Ergebnisse müssen wir die Signalstärke der Funkstation SE-415 kennen. Ist die Signalstärke grösser als die Hindernisdämpfung, dann ist eine Funkverbindung möglich. Um die Signalstärke einer Funkstation kennenzulernen, muss man vom Systemwert ausgehen.

Der Systemwert ist wie folgt definiert:

$$S = 10 \log \frac{N_s \cdot V_m \cdot B_e}{n \cdot k \cdot T_0 \cdot B}$$

Es bedeuten:

- N<sub>s</sub> = Senderleistung (w)
- V<sub>m</sub> = Modulationsverbesserungsfaktor (für A3a = 1)
- B<sub>e</sub> = Bewertungsfaktor für psophometriche Messungen des S/N-Verhältnisses (für SE-415 = 1)
- n = Rauschzahl des Empfängers
- k =  $1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Ws/K}^0$  (Boltzmann'sche Konstante)
- T<sub>0</sub> = T<sub>amb</sub> in °K
- B = Bandbreite des Empfängers in Hz

# TUS

**erschliesst neue Möglichkeiten für die wirtschaftliche  
Übermittlung von Informationen**

Das tonfrequente Übertragungs-  
System TUS 35 von Autophon  
benutzt für die Übermittlung von  
Informationen bestehende

Telephonleitungen der PTT, ohne den  
Telephonverkehr zu beeinträchtigen.  
Dieser Übertragungsweg wird  
dauernd kontrolliert. Das System

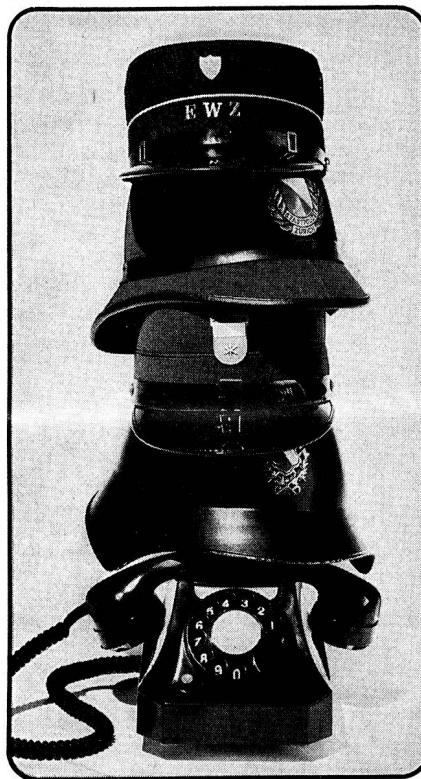
vermag mehrere Meldungen zu  
codieren, zu übertragen und dem  
richtigen Empfänger zuzuleiten.

TUS übermittelt sicher und schnell:

**Alarmmeldungen  
Messwerte  
Zustandskontrollen  
Füllstandsanzeigen usw.**

**durch Mehrfachausnützung  
von Telephonleitungen**

(das heisst:  
einen wesentlichen Teil einer  
TUS-Anlage besitzen Sie schon!)



Es gibt TUS-Anlagen für alle  
Bedürfnisse:

- einfacher Kanal zwischen zwei  
Punkten, oder
- Grossanlagen mit Unterzentralen  
und mehreren Auswertestellen

- Codierzusätze für die Kennzeichnung  
verschiedener Meldungen,  
automatische Wahl der  
zuständigen Überwachungsstelle
- Wechselbetrieb in beiden  
Richtungen

Das tonfrequente Übertragungs-  
System bietet zweckmässige und  
wirtschaftliche Lösungen für  
Probleme wie

- zentrale Überwachung entfernter  
Objekte
- automatische Übertragung von  
Meldungen verschiedenen Inhalts
- Aufbietung von Pikettpersonal  
oder Feuerwehren
- Übertragung von Fernwirk-  
befehlen, mit Rückmeldung
- Kontrolle von Fabrikationspro-  
zessen, Laborversuchen, Klima-  
anlagen, usw.

- automatische Kontrolle der  
Übertragungsleitungen
- Übertragungsgeschwindigkeit  
50 bits/s

Verschiedene Kriterien von verschiedenen Orten an verschiedene Adressaten —  
automatisch über Telephonleitungen:  
mit TUS von

**AUTOPHON**



**Autophon AG**

8059 Zürich      Lessingstrasse 1–3      01 36 73 30  
9001 St. Gallen    Teufenerstrasse 11      071 23 35 33  
4000 Basel       Schneidergasse 24      061 25 97 39  
3000 Bern          Belpstrasse 14      031 25 44 44  
6005 Luzern       Unterlachenstrasse 5      041 44 84 55

**Téléphonie SA**

1006 Lausanne      9, Chemin des Délices      021 26 93 83  
1951 Sion           54, rue de Lausanne      027 2 57 57  
1227 Genf           25, route des Acacias      022 42 43 50  
**Fabrikation, Entwicklungsabteilung und Laboratorien in Solothurn**

Die Größen  $N_s$ ,  $n$ ,  $kT_0$  und  $B$  müssen wir näher betrachten.

$N_s$  ist die HF-Leistung, die die Senderendstufe über den Frequenzbereich  $2 \div 52$  MHz abgibt.  $N_s$  ist 1 KW. Bei der Funkstation SE-415 wird diese Leistung je nach Betriebsart auf 1, 2 oder 3 Kanäle verteilt.

$B$  ist die Bandbreite des Empfängers. Bei der Funkstation SE-415 treten folgende Bandbreiten auf:

$$\begin{aligned} A3a &= 3 \text{ kHz} \\ F1a (A1) &= 500 \text{ Hz} \\ F1b &= 250 \text{ Hz} \end{aligned}$$

$n$  ist die Rauschzahl des Empfängers. Sie gibt an, wievielmal die im vorhandenen Empfänger erzeugte unerwünschte Rauschleistung grösser ist als die kleinstmögliche Rauschleistung eines idealen Systems, welches auf 1 Hz Bandbreite bezogen ist (durch  $kT_0$  ausgedrückt).

Die Rauschleistung der Antenne ist im uns interessierenden Frequenzbereich noch höher als die Rauschleistung des Empfangssystems. In diesem Falle muss für die praktische Berechnung des Systemwertes anstelle der Rauschzahl des Empfängers diejenige des Antennensystems eingesetzt werden.

Die gemessene Rauschzahl des Empfängers mit Antennenverstärker ist:

$$4,5 kT_0 \text{ oder } 6,5 \text{ dB}$$

Die gemessenen Rauschzahlen des Antennensystems liegen zwischen:

$$\begin{aligned} 16 kT_0 \text{ oder } 12 \text{ dB bei } 52 \text{ MHz} \\ 56 kT_0 \text{ oder } 1,5 \text{ dB bei } 25 \text{ MHz} \end{aligned}$$

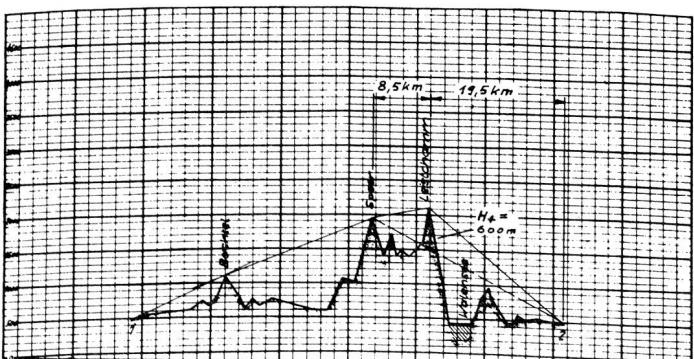
Die angegebenen Rauschzahlen des Empfängers und des Antennensystems sagen eindeutig aus, dass es sinnlos wäre, die Rauschzahl des Empfängers weiter zu verbessern. Die Empfindlichkeit eines Empfangssystems kann nicht mehr verbessert werden, wenn die Rauschzahl des Empfängers kleiner ist als die Rauschzahl des Antennensystems.

Das Rauschen des Antennensystems setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- dem kosmischen Rauschen
- dem atmosphärischen Rauschen
- den industriellen Störungen (men made noise)

Während die Anteile des kosmischen und des atmosphärischen Rauschens geschätzt werden können, ist es schwer, über die indu-

Figur 19

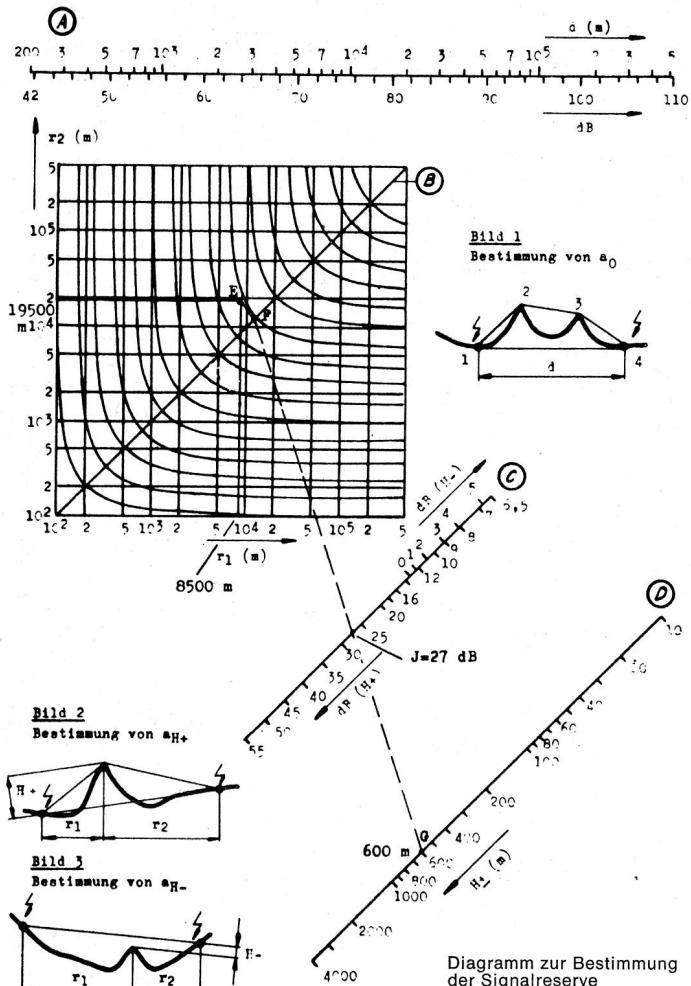


Erdradius =  $R' 8500$   
 $k = 4/3$

Standort 1: Uster  
Standort 2: Sargans  
Datum: 7. 2. 62

Koordinaten: 246,5/697,5  
Koordinaten: 212,5/751,5

Figur 20



striellen Störungen, die sehr stark vom Standort der Antenne abhängen, Aussagen zu machen. Es müssen hier noch Erfahrungswerte gesammelt werden. Bis diese vorliegen, setzen wir bei unseren Berechnungen für das Antennenrauschen für den ganzen Frequenzbereich von  $25 \div 52$  MHz

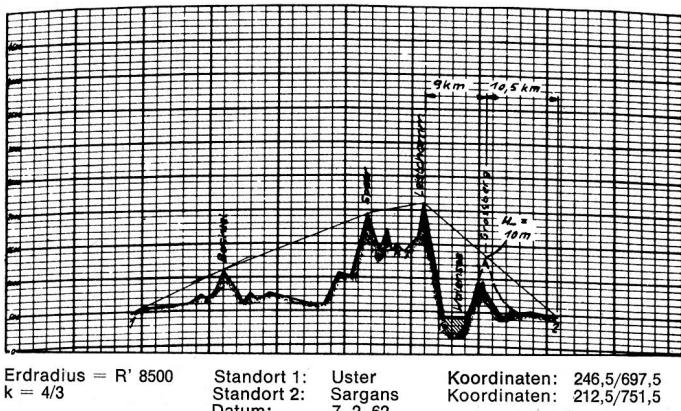
$$100 kT_0 \text{ oder } 20 \text{ dB}$$

ein. Damit lässt sich der praktische Systemwert des Funkstation für alle vorkommenden Betriebsfälle berechnen.

Aus dem Systemwert können wir die Übertragungsdämpfung und daraus die Streckendämpfung bestimmen.

Figur 12 zeigt das Leistungspegeldiagramm der Funkstation SE-415. Dem Pegel  $N_s$  entspricht die Senderleistung von 1 KW. Mit  $S_k$  ist der Systemwert eines idealen Empfängers mit der Rauschzahl 1 und der Bandbreite des Empfängers der Funkstation SE-415 eingetragen. Der verwirklichte Empfänger hat eine Rauschzahl, die um den Faktor  $n$  grösser ist als der ideale Empfänger. Dies führt zum theoretischen Systemwert. Da die Rauschzahl des Antennensystems grösser ist als die des verwirklichten Empfängers, wird zur Berechnung des betrieblichen Systemwertes die Rauschzahl des Antennensystems verwendet.

Die Übertragungsdämpfung erhält man, indem der betriebliche Systemwert um den betrieblichen Geräuschabstand vermindert wird. Denn um einen einwandfreien Empfang zu erhalten, muss das



Figur 21

Nutzsignal um einen bestimmten Wert grösser als das Rauschen sein. Wir fordern als Geräuschabstand:

für A3a  $\geq 10$  dB  
 für F1  $\geq 6$  dB

Aus der Übertragungsdämpfung erhält man die maximal überbrückbare Streckendämpfung, indem man den Antennengewinn und die Kabeldämpfung des Antennenkabels berücksichtigt.

Die Kabeldämpfung für 100 m Sendeantennenkabel Typ RG 217/U beträgt 3 dB.

Der Antennengewinn der logarithmisch-periodischen Sende- und Empfangsantenne ist, wie schon erwähnt, je 10 dB.

Wie man aus dem Leistungspegeldiagramm erkennt, ist die Dämpfung des Empfangsantennenkabels nicht eingezeichnet.

Dieses Kabel ist maximal 120 m lang. Seine Dämpfung würde ~6 db betragen. Ihm ist aber ein Antennenverstärker mit der erwähnten Rauschzahl von  $4,5 \text{ kT}_0$  oder 16 db vorgeschaltet. Seine Verstärkung von 30 db hebt die Dämpfung des Empfangsantennen-kabels auf.

Damit können für alle in Frage kommenden Betriebsarten die maximal überbrückbaren Streckendämpfungen der Funkstation SE-415 bestimmt werden.

Man erhält für:	Betrieb 1 Kanal Telephonie	185 db
	Betrieb 1 Kanal Fernschreiber	197 db
	Betrieb mit 2 Kanälen	182 db
	Betrieb mit 3 Kanälen	180 db

Dabei wurde bei 1-Kanal-Betrieb der Fernschreibkanal mit 500-Hz-Bandbreite und im 2-Kanal-Betrieb ein Fernschreibkanal mit 500 Hz und der Sprachkanal mit 3 kHz Bandbreite angenommen.

Damit sind alle Voraussetzungen erfüllt, um die praktische Berechnung einer Streckendämpfung beginnen zu können.

Die maximal überbrückbare Streckendämpfung haben wir soeben bestimmt. Die Freiraum- und Streckendämpfungen müssen von Fall zu Fall berechnet werden. Dazu zeichnet man als erstes das Streckenprofil der vorgesehenen Funkstrecke. Dieses geschieht auf Kurvenblättern mit dem effektiven Erdradius von  $R = 8500$  km, also mit  $\frac{4}{3}$  des wirklichen Erdradius. Dazu wird genaues Kartenmaterial benötigt. Es ist vor allem wichtig, das Profil zwischen den Antennen und dem ersten Hindernis möglichst genau zu ermitteln. Geeignet ist dazu eine Landkarte mit dem Maßstab 1 : 50 000. Für den restlichen Teil des Profils genügt eine Karte im Maßstab 1 : 300 000.

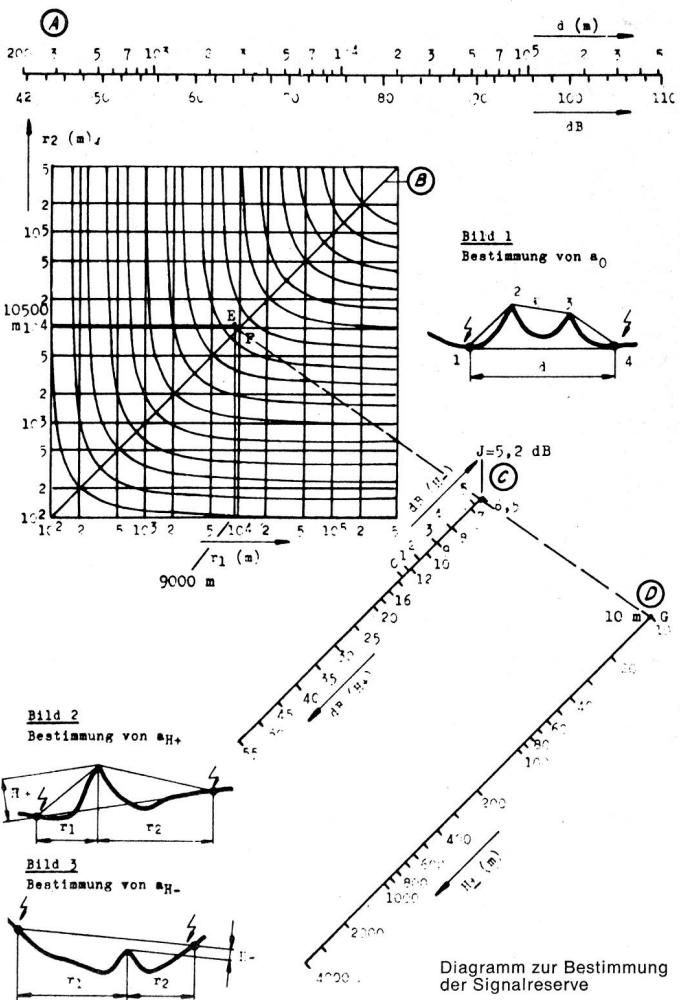
Figur 13 zeigt das gezeichnete Streckenprofil der Strecke Uster–Sargans. Wir stellen fest, dass die für die Freiraumdämpfung maßgebende Distanz 63 km beträgt und dass Hindernisse die Ausbrei-

tung der Funkwellen dämpfen. Da mehrere Hindernisse vorhanden sind, müssen wir die Hindernisdämpfung von Teilstrecken bestimmen und aus der Summe die Hindernisdämpfung berechnen. Man gewinnt die Teilstrecken, indem man im Profil die Sichtlinie einzeichnet und die beiden nebeneinanderliegenden Sichtlinien zu einem Dreieck verbindet. Die erste Teilstrecke ist in Figur 14 eingezeichnet. Die Teilstrecke ist Uster-Speer mit dem Bachtel als Hindernis. Sofort können die Werte für die Höhe  $H + 76$  m und die beiden Abstände zum Hindernis  $r_1 = 13\,500$  m und  $r_2 = 21\,500$  m abgelesen werden.

Aus diesen Werten kann die Dämpfung für das Hindernis 1, wie bereits angetönt, mit Hilfe eines Nomogrammes bestimmt werden. Dieses Nomogramm ist in Figur 15 dargestellt. Auf dem Nomogramm erkennt man die Skalen A ÷ D.

Die Skala A dient zur Bestimmung der Freiraumdämpfung. Für die Strecke Uster–Sargans 63 km kann die Freiraumdämpfung 91,5 dB sofort abgelesen werden.

Mit den Skalen B, C und D wird die Hindernisdämpfung bestimmt. Wenn man in der Skala D die Höhe des Hindernisses  $H+$  einträgt, in unserem Fall 76 m, und in den Skalen B den Schnittpunkt der eingetragenen Werte von  $r_1 = 13\,500$  m und  $r_2 = 21\,000$  m parallel zu den Kurven von B verschiebt, bis er auf der Diagonalen zu liegen kommt, kann man den Schnittpunkt auf der Diagonale der Skala B mit dem Höhepunkt der Skala D verbinden. Auf dem Schnittpunkt dieser Linie mit der Skala C kann die Hindernisdämpfung  $H+$  in dB abgelesen werden. In unserem Fall 10,7 dB. Diese Werte werden in die Tabelle für die VHF-Streckenberechnung (Fi-



Figur 22

$a_{\text{Reserve}} = a_{\max} - (a_0 + a_{H_{1+}} + a_{H_{2+}} + \dots + a_{H_{1-}} + a_{H_{2-}} + \dots)$					
Zeile	Dämpf-fung	Kolonne			
		I (db)	II (db)		
1	$a_{\max}$	Betrieb mit 1 Kanal: Telephonie	185		
		Betrieb mit 1 Kanal: Fernschreiben	197		
		Betrieb mit 2 Kanälen	182		
		Betrieb mit 3 Kanälen	180		
2	$a_0$	Distanz d: 63 000 m	91,5		
3	Teil-strecke	$r_1$ (m)	$r_2$ (m)	$H_+$ (m)	
	$a_{H_{1+}}$	1	13 500	21 500	76 10,7
	$a_{H_{2+}}$	2	21 500	8 500	129 14,0
	$a_{H_{3+}}$	3	8 500	19 500	600 27,0
	$a_{H_{4+}}$				
	$a_{H_{5+}}$				
4	Sicht-linie	$r_1$ (m)	$r_2$ (m)	$H_-$ (m)	
	$a_{H_{1-}}$	1	9 000	10 500	10 5,2
	$a_{H_{2-}}$				
	$a_{H_{3-}}$				
	$a_{H_{4-}}$				
	$a_{H_{5-}}$				
5	$(a_0 + a_{H_{1+}} + a_{H_{2+}} + \dots + a_{H_{1-}} + a_{H_{2-}} + \dots)$	148,4			
6			$a_{\text{Reserve}}$		

#### VHF-Streckenberechnung für

Standort 1: Koordination: /  
 Standort 2: Koordination: /  
 Profil-Nr.: Funkverkehr möglich: Ja / Nein  
 Datum: Unterschrift

Figur 23

gur 16) eingetragen. In der Tabelle sieht man oben die Formel, nach der gerechnet wird: Die maximal überbrückbare Dämpfung weniger der Freiraumdämpfung weniger der Summe der Hindernisdämpfung ergibt die Übertragungsreserve. Im Abschnitt 1 ist die maximal überbrückbare Dämpfung angegeben. Sie hängt, wie schon erwähnt, von der Kanalzahl und der Bandbreite der verwendeten Kanäle ab.

Im Abschnitt 2 wird die Freiraumdämpfung eingetragen. Für eine Distanz von 63 km erhält man aus dem Nomogramm eine Dämpfung von 91,5 db, die hier eingetragen wird.

Im Abschnitt 3 werden die Hindernisdämpfungen eingetragen. Für die erste Teilstrecke stellte man als Abstände  $r_1 = 13 500$  m und  $r_2 = 21 500$  m fest, während die Höhe  $H_+ = 76$  m beträgt. Diese Werte ergaben eine Dämpfung von 10,5 db, die ebenfalls eingetragen werden.

Die zweite Teilstrecke zeigt die Figur 17. Es ist dies die Strecke Bachtel–Leistkamm mit dem Speer als Hindernis. Man kann sofort die Werte  $r_1 = 21 500$  m und  $r_2 = 8 500$  m ablesen. Die Höhe des Hindernisses  $H_+$  beträgt 129 m. Diese Werte werden ebenfalls in der Tabelle für Streckenbewertung eingetragen.

Aus dem Nomogramm (Figur 18) entnimmt man aus den Skalen B, C und D für diese Teilstrecke eine Hindernisdämpfung  $H_+$  von 14 db. Dieser Wert wird ebenfalls in der Tabelle eingetragen.

Die dritte Teilstrecke, in Figur 19 dargestellt, ist die Strecke Speer–Sargans mit dem Leistkamm als Hindernis. Die in die Tabelle einzutragenden Werte sind  $r_1 = 8 500$  m und  $r_2 = 19 500$  m, die Höhe  $H_+$  ist 600 m.

Aus dem Nomogramm (Figur 20) ergibt sich eine Dämpfung von 27 db, was ebenfalls in die Tabelle eingetragen wird.

Damit ist die Streckendämpfung für die Strecke Uster–Sargans bestimmt. Sie beträgt für die Freiraumdämpfung und für die Summe der Hindernisdämpfungen total 143,2 db und wird im Abschnitt 5 der Tabelle eingetragen.

Die Signalreserve beträgt für 3-Kanal-Betrieb 36,8 db, für 1- und 2-Kanal-Betrieb entsprechend mehr. Eine Funkverbindung im VHF-Bereich zwischen Uster und Sargans wird möglich sein.

Dämpfungen können, wie schon ausgeführt wurde, auch entstehen, wenn ein Hindernis in die Nähe der Sichtlinie zu liegen kommt. Beim Profil Uster–Sargans ist dies nicht der Fall. Um zu zeigen, wie die Bestimmung dieser Dämpfungen vorgenommen wird, nehmen wir an, dass der Grossberg nicht 950 m, sondern 1300 m hoch sei, wie es Figur 21 zeigt. Aus diesem Streckenprofil kann man für die Tabelle der VHF-Streckenberechnung folgende Werte entnehmen:

$$r_1 = 9 000 \text{ m} \quad r_2 = 10 500 \text{ m} \quad H_- = 10 \text{ m}$$

Die dadurch entstehende Dämpfung kann wiederum, wie Figur 22 zeigt, aus dem Nomogramm entnommen werden. Bei der Skala C sind auch die Werte für die Dämpfung bei  $H_-$  eingetragen. Die zusätzliche Dämpfung bei der Vergrösserung des Grossberges wäre 5,2 db.

Damit würde die Gesamtstreckendämpfung von 143,2 auf 148,4 db steigen. Die Funkverbindung wäre immer noch möglich (Figur 23).

Oft ist es von Vorteil, wenn man eine Verbindmöglichkeit im VHF-Gebiet rasch abschätzen kann. Für Distanzen bis zu 80 km gelten folgende Richtwerte:

Anstrahlwinkel	Steigung	Zahl der möglichen Brechungen
↗ Stat. 1 und 2	Stat. 1	
↗ Stat. 2	Stat. 2	
15°	27 %	ca. 4
20°	37 %	ca. 3
30°	58 %	ca. 2
45°	100 %	ca. 1–2

Für Distanzen über 80 km verringert sich die Zahl der möglichen Brechungen um 1.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

Die Funkstation SE-415 ist für den Einsatz auf hohen Kommandostufen geschaffen. Beim Konzept wurde besonderes Gewicht auf grosse Kapazität, die Sicherheit der Verbindungen und Einfachheit der Bedienung gelegt.

Beim Einsatz der Station im WK-Gebiet können bei richtiger Wahl der Betriebsfrequenz und bei Anwendung des Diversity-Empfangs alle gewünschten Verbindungen sichergestellt werden. Es muss aber mit fremden Störern gerechnet werden.

Ungestörten Empfang in Telephonqualität erreicht man bei VHF-Verbindungen. In den meisten Fällen werden trotz der Geländebeschaffenheit unseres Landes VHF-Verbindungen möglich sein. Bei befohlener Funkverbindung über die Berge gibt die Berechnung über die Streckendämpfung Aufschluss, ob eine VHF-Verbindung möglich ist oder ob auf Kurzwelle ausgewichen werden muss.