

Nur für dienstlichen Gebrauch

SCHWEIZERISCHE ARMEE

Technisches Reglement
Nr. T 180 d

Die Empfangsgeräte

Provisorische Ausgabe
1945

17154

SCHWEIZERISCHE ARMEE

Technisches Reglement

Nr. T 180 d

Die Empfangsgeräte

Provisorische Ausgabe

1945

Technische Reglemente

Die Technischen Reglemente enthalten die Beschreibungen der verschiedenen Waffen und der technischen Ausrüstung der Kampftruppen. Für jede Waffenart und für die verschiedenen technischen Hilfsmittel wird ein besonderes Reglement herausgegeben.

Die provisorische Ausgabe der Technischen Reglemente ist von mir genehmigt worden.

A. H. Q., den 7. November 1939.

Der Oberbefehlshaber der Armee:

General Guisan.

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung	Ziffer 1
 Erster Teil. Allgemeines über Empfang und Empfänger	
I. Wellenausbreitung.	
A. Die wichtigsten Eigenschaften der elektrischen Wellen	2—4
B. Die wichtigsten Ausbreitungsgesetze der elektrischen Wellen ..	5—9
C. Der Uebertragungsweg vom Sender zum Empfänger	10—19
II. Die verschiedenen Formen der drahtlosen Nachrichtenübermittlung.	
A. Allgemeines	20
B. Die Verkehrsarten	21—25
III. Der Empfang elektrischer Wellen.	
A. Der prinzipielle Empfangsvorgang	26—41
B. Die Empfangsfeldstärke	42—43
C. Die Empfindlichkeit	44
IV. Der Geradeaus-Empfänger.	
A. Schaltung und Wirkungsweise	45—51
B. Einstellung und Bedienung des Geradeaus-Empfängers	
V. Der Ueberlagerungsempfänger.	
A. Schaltung und Wirkungsweise	52—70
B. Einstellung und Bedienung des Ueberlagerungsempfängers....	
VI. Empfangsantennen	71—74
VII. Stromquellen	75
A. Akkumulatoren	76—88
B. Trockenbatterien	89
C. Das Lichtnetz	90
VIII. Standortwahl für Empfänger	91—96
IX. Empfängereinstellung und Bedienung	97
A. Allgemeine Bedienungsvorschriften für Empfänger	98—106
B. Einstellung des eigenen Senders auf die genaue Sendefrequenz der Gegenstation mit Hilfe des Empfängers (Einpfeifen).....	107
C. Empfängereinstellung und -Bedienung unter schwierigen Verhältnissen	108—121
X. Spezial-Empfangs-Einrichtungen.	
A. Der Peil-Empfang	122
B. Der Hellschreiber-Empfang	123
C. Der Undulator-Empfang	124

Zweiter Teil. Beschreibung der Empfangsanlagen

I. Das Sortiment Antennen und Mastmaterial.	Ziffer
A. Allgemeines und Etat	125
B. Bauvorschrift für die Eindraht-Antenne	126
II. Die Empfangsanlage E 31.	
A. Hauptdaten	127
B. Schaltung und Wirkungsweise des Empfängers	128—136
C. Schaltung und Wirkungsweise der Stromversorgungsanlage	137
D. Die Antennenanlage	138—144
E. Beschreibung der einzelnen Geräte der Empfangsanlage	145—148
F. Bedienungsvorschrift für die Empfangsanlage E 31	149—153
G. Unterhalt und Parkdienst am Empfänger E 31	154
H. Störungsbehebung am E 31	155
III. Der Empfänger Lorenz.	156
IV. Die Empfangsanlage E 39.	
A. Hauptdaten	157
B. Schaltung und Wirkungsweise des Empfängers	158—168
C. Schaltung und Wirkungsweise der Stromversorgungsanlage	169—170
D. Die Antennenanlage	171—174
E. Beschreibung der einzelnen Geräte der Empfangsanlage. Mechanischer Aufbau	175—179
F. Bedienungsvorschrift für die Empfangsanlage E 39	180—186
G. Unterhalt und Parkdienst am Empfänger E 39	187—191
H. Störungsbehebung am E 39	192
V. Die Empfangsanlage E 41.	
A. Hauptdaten	193
B. Schaltung und Wirkungsweise	194—210
C. Schaltung und Wirkungsweise der Stromversorgungsanlage	211—215
D. Die Antennenanlage	216—220
E. Beschreibung der einzelnen Geräte der Empfangsanlage. Mechanischer Aufbau	221—227
F. Bedienungsvorschrift für die Empfangsanlage E 41	228—232
G. Unterhalt und Parkdienst am Empfänger E 41	233—237
H. Störungsbehebung am E 41	238
VI. Die Empfangsanlage E 44.	
A. Hauptdaten	239
B. Schaltung und Wirkungsweise des Empfängers	240—252
C. Schaltung und Wirkungsweise der Stromversorgungsanlage	253—255
D. Die Antennenanlage	256
E. Beschreibung der einzelnen Geräte der Empfangsanlage. Mechanischer Aufbau	257—260
F. Bedienungsvorschrift für die Empfangsanlage E 44	261—262
G. Unterhalt und Parkdienst am Empfänger E 44	263—264
H. Störungsbehebung am E 44	265—267

Einleitung

- 1 Die drahtlose Befehls- und Nachrichtenübermittlung ist ein unentbehrliches Hilfsmittel der modernen Kriegführung geworden. Für die Funkverbindung sind **Sender**, welche die Übermittlungen abstrahlen und **Empfänger**, welche sie aufnehmen, erforderlich.

Bedienung und Einstellung des **Senders** ist verhältnismäßig einfach. Standortwahl, gute Antenne, Wahl einer günstigen Wellenlänge, genügende Sendeenergie und richtiges Abstimmen ist alles, was am Sender für die Erreichung einer guten Funkverbindung getan werden kann.

Dagegen ist die Bedienung des **Empfängers** wesentlich schwieriger. Am Empfangsort machen sich sämtliche störende Einflüsse (Störsender, atmosphärische Störungen usw.) bemerkbar. Nur genaue Kenntnis der Empfangsapparate und deren Bedienung ermöglichen die Aufrechterhaltung des Verkehrs, auch unter schwierigen Verhältnissen.

Das Reglement ist in 2 Hauptteile eingeteilt. Im ersten Teil werden die allgemeinen Probleme des Empfangs und der Empfänger behandelt und im zweiten Teil werden die verschiedenen Empfängerarten und deren Bedienung beschrieben. Der erste (allgemeine) Teil ist ausführlich, der zweite Teil dagegen, welcher als eigentliche Unterlage für den praktischen Gebrauch dient, kurz abgefaßt. Für die sich in diesem zweiten Teil bei den verschiedenen Empfängertypen wiederholenden Probleme wird stets auf den ersten allgemeinen Teil verwiesen.

ERSTER TEIL

ALLGEMEINES ÜBER EMPFANG UND EMPFÄNGER

I. Wellenausbreitung

(Siehe auch Reglement Nr. B 179 d «Der Abhorch- und Peil-Dienst» 1943.)

A. Die wichtigsten Eigenschaften der elektrischen Wellen

- 2 Elektrische Wellen werden durch schnelle elektrische und magnetische Schwingungen erzeugt. Sie gehören zur großen Klasse der elektromagnetischen Wellen, wozu auch die Lichtwellen, Röntgenstrahlen usw. zu zählen sind. Allen gemeinsam ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit. Sie beträgt $c = 300,000$ km/sec. (Lichtgeschwindigkeit). Die verschiedenen elektromagnetischen Wellen unterscheiden sich lediglich durch die Verschiedenheit der Wellenlänge bzw. Frequenz. Die Wellenlänge (λ) ist die Länge eines Wellenzuges (in km, m, dm oder cm). Die Frequenz (f) ist die Anzahl Schwingungen pro Sekunde (in Hz, kHz oder MHz, wobei $1 \text{ Hz} = 1$ Schwingung pro sec. und $1 \text{ Mhz} = 10^3 \text{ kHz} = 10^6 \text{ Hz}$). Der Zusammenhang zwischen Frequenz und Wellenlänge ist

$$\lambda \text{ (m)} = \frac{300,000}{f \text{ (kHz)}} \quad \text{oder} \quad f \text{ (kHz)} = \frac{300,000}{\lambda \text{ (m)}}$$

Je höher die Frequenz, umso kleiner ist die Wellenlänge. Für die drahtlose Übermittlung werden Wellenlängen von einigen cm bis 30 km verwendet.

3 Es ist folgende Unterteilung gebräuchlich:

Langwellen	30'000 — 1000	m	entsprechend	10 — 300	kHz
Mittelwellen	1'000 — 100	m	»	300 — 3'000	kHz
Kurzwellen	100 — 10	m	»	3 — 30	MHz
Ultrakurzwellen	10 — 1	m	»	30 — 300	MHz
Dezimeterwellen	1 — 0,1	m	»	300 — 3'000	MHz
Zentimeterwellen	0,1 — 0,01	m	»	3'000 — 30'000	MHz

4 Das Maß für die Intensität der elektrischen Wellen ist die **Feldstärke**. Es ist dies die vom Sender am Empfangsort erzeugte Hochfrequenzspannung, welche pro Meter Antennenlänge in Richtung der Feldstärke an der Empfangsantenne auftritt. Sie wird angegeben in $\mu\text{V}/\text{m}$ (Mikro Volt/Meter).

Die Feldstärke steht stets senkrecht auf der Ausbreitungsrichtung.

Für die Güte der Ausbreitung der elektrischen Wellen vom Sender zum Empfänger ist die Wellenlänge von ausschlaggebender Bedeutung. Der Einfluß der Bodenbeschaffenheit, der Einfluß von Hindernissen (Bergen, Häusern, Wäldern usw.) auf dem Uebertragungsweg, der Einfluß der Tages- und Jahreszeiten auf die atmosphärischen Verhältnisse wirkt sich auf die verschiedenen Wellenlängen ganz verschieden aus. Für eine Verbindung zwischen zwei vorgeschriebenen Standorten, zu einer bestimmten Tages- und Jahreszeit gibt es Wellenlängen, welche eine gute und solche, die überhaupt keine Verbindung ermöglichen. Die Kenntnis der wichtigsten Ausbreitungsgesetze ist daher unerlässlich.

B. Die wichtigsten Ausbreitungsgesetze der elektrischen Wellen

5 Würden sich Sender und Empfänger im freien Raum befinden, so wäre die Ausbreitung vom Sender zum Empfänger geradlinig (auf dem kürzesten Weg) und für alle Wellenlängen gleich. Praktisch liegen aber auf dem Uebertragungsweg **Hindernisse**, welche die Ausbreitung wesentlich beeinflussen. Die Hindernisse sind einmal die Erdoberfläche mit ihrer Krümmung und ihren Unebenheiten und zweitens die **Atmosphäre**. An diesen Hindernissen treten folgende Erscheinungen auf:

Absorbtion
Reflexion
Beugung
Interferenz.

In Wirklichkeit sind beim Durchgang durch ein Hindernis stets sämtliche vier Erscheinungen vorhanden (Bild 6). Je nach Art der Hindernisse tritt die eine oder andere Erscheinung mehr in den Vordergrund.

Es sind dies die gleichen Erscheinungen, welche von den Lichtwellen her bekannt sind.

6 a) **Die Absorbtion** (Energieverschluckung) tritt auf beim Durchgang der elektrischen Wellen durch die Materie. Luft und gute Isolatoren (z. B. trockenes Holz) haben

keine Absorption (gute Durchlässigkeit); schlechte Isolatoren und Halbleiter (z. B. Erde) haben große Absorption (schlechte Durchlässigkeit, Halbleiter haben zudem noch Reflexion, siehe Ziff. 7). Gute Leiter (Metalle usw.) sind für elektrische Wellen undurchlässig. Diese werden aber nicht verschluckt, sondern reflektiert.

Bild 1 zeigt ein Beispiel der Absorption. Im Hausinnern ist infolge der Absorption in den Hausmauern die Feldstärke wesentlich geringer als vor dem Durchgang durch die Mauer. **Je kleiner die Wellenlänge, umso größer ist die Absorption.**

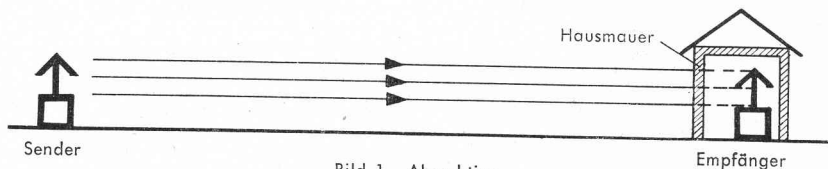


Bild 1. Absorption.

- 7 b) **Die Reflexion** (Spiegelung) der elektrischen Wellen tritt auf an gut leitenden Flächen. Sie ist vergleichbar der Lichtreflexion an einem Spiegel. Treffen elektrische Wellen auf eine gut leitende Fläche, so werden sie rückgestrahlt.

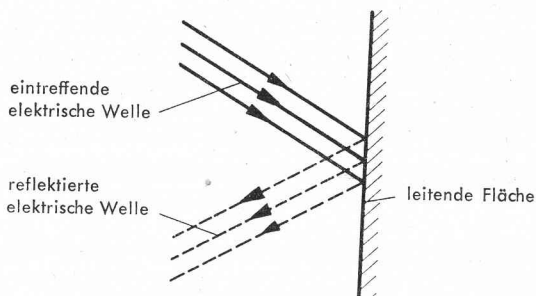


Bild 2. Reflexion.

Je besser die Leitfähigkeit der reflektierenden Fläche, umso vollständiger ist die Reflexion. Reflexionen können auftreten an der Erdoberfläche, an Bergflanken und insbesondere an der Ionosphäre (Ziff. 10).

- 8 c) **Die Beugung.** Treffen elektrische Wellen auf ein Hindernis (Berg, Haus usw.) so werden sie gebeugt. Das Hindernis bewirkt eine Richtungsänderung der elektrischen Wellen, sodaß auch hinter einem vollständig undurchlässigen Hindernis noch eine gewisse Feldstärke herrscht. Für die Stärke der Beugung ist einmal das Verhältnis Größe des Hindernisses (H) Wellenlänge (λ) und zweitens die Form des Hindernisses maßgebend.

Hinter einem für elektrische Wellen undurchlässigen Hindernis tritt ein mehr oder weniger ausgeprägter Funkschatten auf, d. h. Stellen, wo die Feldstärke praktisch = Null ist. Je kleiner die Wellenlänge in bezug auf das Hindernis, umso kleiner ist die Beugung und umso größer der Funkschatten (siehe Bilder 3 a—3 c).

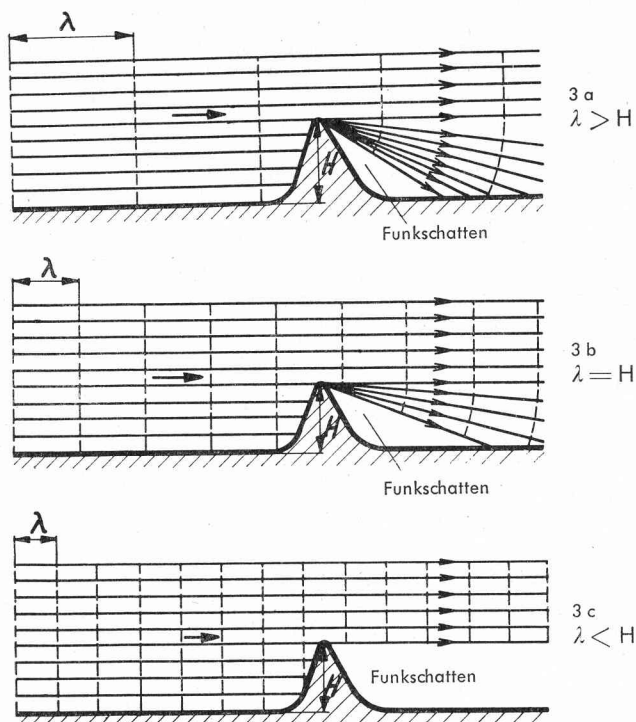


Bild 3 a—3 c. Beugung am scharfen Gebirgskamm.

Je kleiner die Wellenlängen in bezug auf das Hindernis sind, umso lichtähnlicher ist die Schattenbildung. Daher gibt es z. B. für Dezimeterwellen nur Verbindung auf direkte Sicht. Analog der Beugung am Gebirgskamm ist die Beugung am Geländeeinschnitt (Bild 4).

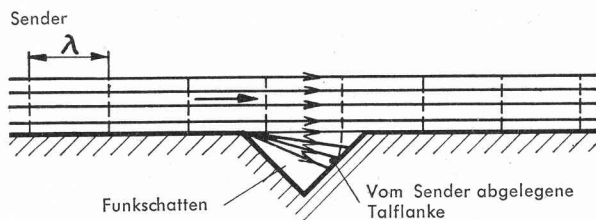


Bild 4. Beugung am Geländeeinschnitt.

- 9 d) **Die Interferenz** (Ueberschneidung). Durch Ueberlagerung von zwei Wellenzügen, welche von einem Sender ausgehen und auf **verschiedenen Wegen** wieder an einem Punkt zusammentreffen entstehen die Interferenzerscheinungen.

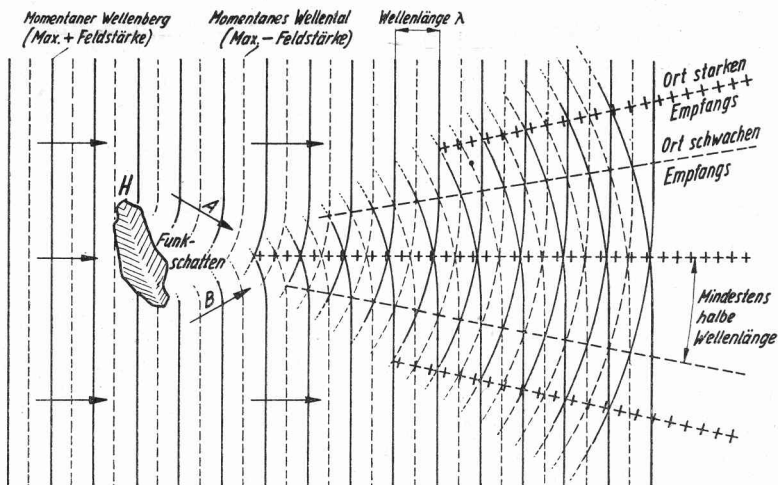


Bild 5. Interferenz.

In Bild 5 ist das Beispiel der Interferenz von 2 Wellenzügen aufgezeichnet. Die Wellenzüge A und B, welche vom gleichen Sender stammen, haben durch Beugung am Hindernis H eine Richtungsänderung erfahren und gelangen zur Ueberschneidung (Interferenz). Dadurch entstehen Orte im Gelände, wo sich die Schwingungen der Wellenzüge A und B gegenseitig unterstützen (gleichphasige Schwingungen von A und B), die Orte starken Empfangs (++++) und andere Orte, wo sich die Schwingungen von A und B gegenseitig abschwächen (gegenphasige Schwingungen von A und B), die Orte schwachen Empfangs (---). Diese Orte bleiben für eine bestimmte Frequenz **im Gelände fest**. Orte mit schwachem Empfang sind mindestens $\frac{1}{2}$ Wellenlänge von solchen mit starkem Empfang entfernt. Daher ergibt bei schlechtem Empfang in gebirgigem Gelände eine Dislokation von mindestens $\frac{1}{2}$ Wellenlänge oft bedeutend besseren Empfang.

Eine wichtige Interferenzerscheinung ist die Interferenz zwischen Raum- und Bodenwelle (siehe Ziffer 17).

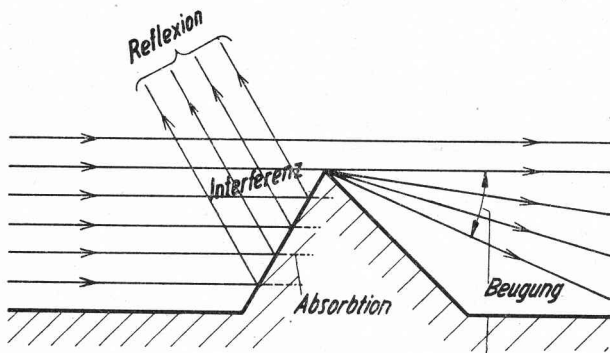


Bild 6. Verhalten der elektrischen Wellen.

C. Der Übertragungsweg vom Sender zum Empfänger

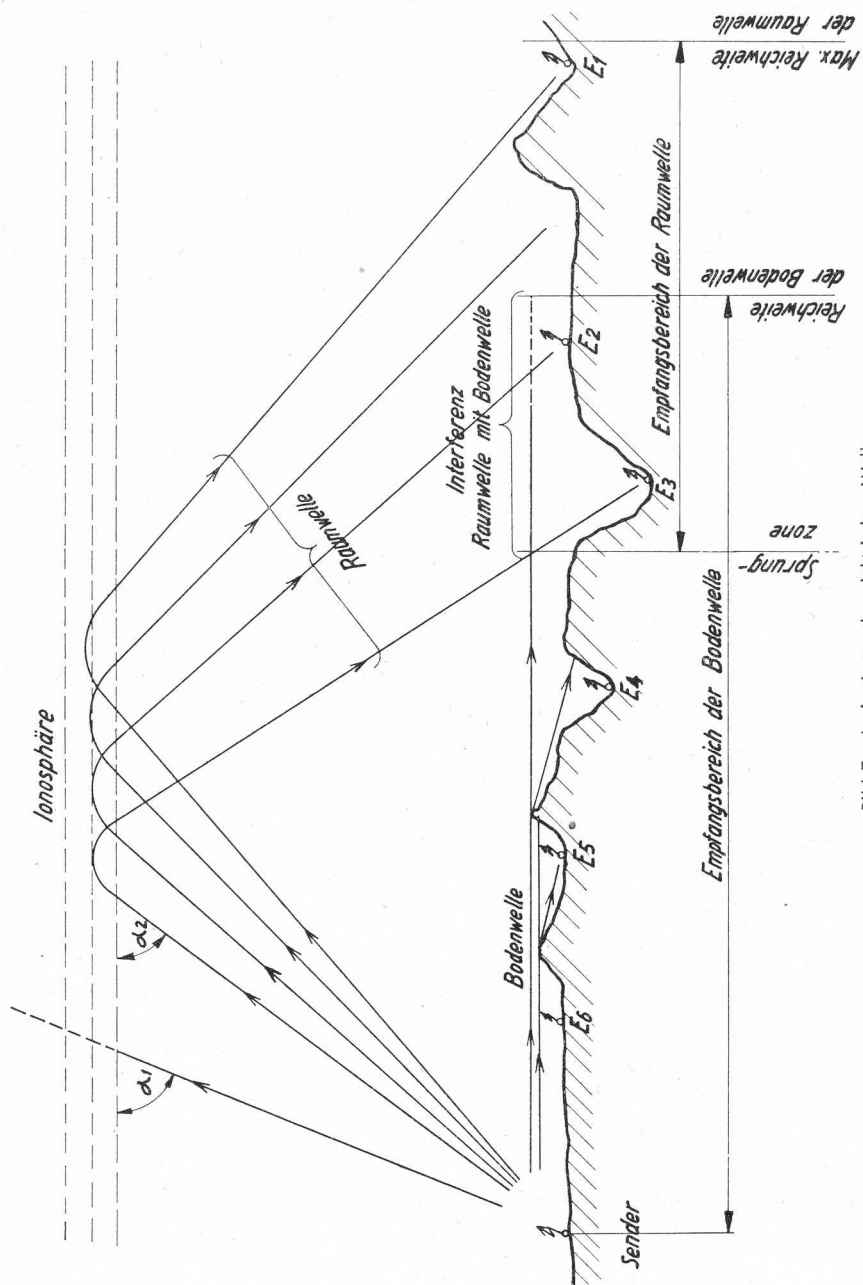


Bild 7. Ausbreitung der elektrischen Wellen.

- 10 Die von einem Sender ausgestrahlte Energie kann man sich in 2 Hauptteile zerlegt denken. Der eine Teil breitet sich der Erdoberfläche entlang aus, die **Bodenwelle**. Der andere Teil strahlt nach oben in den Raum hinaus. In 100—300 km Höhe über der Erdoberfläche befinden sich leitende Luftschichten (Jonosphäre), an denen die elektrischen Wellen reflektiert werden und auf diese Art als die sogen. **Raumwelle** wieder zur Erde gelangen.
- 11 Die Leitfähigkeit der Jonosphäre wird in erster Linie durch die kosmische, sowie durch die Sonnen-Strahlung beeinflusst. Daher kommt es, daß die Raumwelle am Tage nicht gleich reflektiert wird wie in der Nacht und im Sommer nicht gleich wie im Winter.
- 12 Die Reflexion der elektrischen Wellen an der Jonosphäre kann nur erfolgen, wenn sie unter einem genügend schiefen Winkel auftreffen (ähnlich der Totalreflexion unter der Wasseroberfläche). So werden in Bild 7 alle Strahlen, welche unter einem größeren Winkel als α_2 auftreffen (z. B. der Strahl α_1) nicht mehr reflektiert. Daher ist der Empfang der Raumwelle erst von einer bestimmten minimalen Distanz vom Sender an möglich. Diese Orte, wo die Raumwelle zuerst auf die Erde trifft, heißen die Sprungzone (Bild 7). Die Distanz der Sprungzone vom Sender ist minimal 20 bis 30 km. Sie ist abhängig von Tages- und Jahreszeit, Witterung und Wellenlänge.
- Infolge der geringen Absorption auf dem Weg der Raumwelle kann diese auch bei verhältnismäßig geringer Sende-Energie von der Sprungzone an bis Tausende von Kilometern vom Sender entfernt empfangen werden.
- Die Verteilung der Energie auf Raum- und Bodenwelle hängt auch von der Art der Sendeantenne ab. Eine Sende-Antenne, die nur aus einem senkrechten Mast besteht, strahlt praktisch nur die Bodenwelle, während eine Antenne mit Horizontalteil oder eine Schrägantenne eine starke Raumwelle abstrahlt.
- 13 Die Reichweite der **Bodenwelle** hängt von der Beschaffenheit der Erdoberfläche und von der Wellenlänge ab. Gut leitende, ebene Erdoberfläche, Seen usw. ergeben die größte Reichweite für die Bodenwelle. Bei trockenem Wetter ist die Reichweite nicht gleich wie bei nassem Wetter. Hügel und Berge, Wälder auf dem Übertragungsweg reduzieren die Intensität der Bodenwelle ganz erheblich, und zwar umso mehr, je kürzer die Wellenlänge.
- Die längeren Wellen folgen der Krümmung der Erdoberfläche, ebenso den Unebenheiten durch Beugung. Sie werden durch die Erde «geführt». Kürzere Wellen ergeben hinter jedem Hindernis Funkschatten (Bild 3) und nehmen in der Intensität rasch ab. Dezimeterwellen können nur zwischen 2 Punkten direkter Sicht übermittelt werden.
- 14 Der Empfangsbereich der **Raumwelle** erstreckt sich von der Sprungzone bis zur max. Reichweite der Raumwelle. Sprungzone und max. Reichweite sowie Intensität und Konstanz der Raumwelle ändern stark zwischen **Tag und Nacht**, über die **Jahreszeiten**, durch die Witterung und auch bei den verschiedenen **Wellenlängen**.

Die Aenderungen beruhen auf der beschriebenen Veränderung der Ionosphären-leitfähigkeit. Am augenfälligsten sind die Aenderungen zwischen Tag und Nacht, welche die sog. **Dämmerungserscheinungen** hervorrufen.

15 Bei Lang- und Mittelwellen beträgt die Reichweite der Bodenwelle bei 100 Watt Sendeleistung in der Ebene mehrere 100 km. Die Sprungzone ist weniger als 100 km, sodaß sich die Empfangsbereiche der Raum- und Bodenwelle überlappen (Bild 7). Bei Kurzwellen ist die Reichweite der Bodenwelle max. 100 km, die Sprungzone der Kurzwellen über 50 m Wellenlänge ca. 20 km bei Nacht und ca. 100 km bei Tag, sodaß die Empfangsbereiche ungefähr aneinander anschließen. Bei noch kürzeren Wellen (unter 50 m Wellenlänge) sinkt die Reichweite der Bodenwelle meist unter 100 km und die Entfernung der Sprungzone ist meist wesentlich größer als 100 km, sodaß zwischen den Empfangsbereichen der Boden- und Raumwelle eine **tote Zone** entsteht, in der kein Empfang möglich ist. Dies sind Anhaltspunkte, die aber je nach Tages- und Jahreszeit, Witterung und Bodenbeschaffenheit stark ändern können.

16 Dezimeterwellen werden von der Ionosphäre nicht reflektiert, sodaß hier kein Raumwellenempfang möglich ist. Bei Dezimeterwellen kann nur die Bodenwelle empfangen werden. Verkehrsdistanz bei Sichtverbindung 100 und mehr km.

17 Wo sich die Empfangsbereiche der Raum- und Bodenwelle überlappen (Bild 7) entstehen Interferenzerscheinungen zwischen Raum- und Bodenwelle. Dadurch entstehen Orte mit starkem, und Orte mit schwachem Empfang (Zif. 9).

Da die Ionosphäre sich fast dauernd ändert, wandern diese Orte ständig und ein feststehender Empfänger wird abwechselungsweise starken und schwachen Empfang aufweisen. Diese Schwankungen werden als **Schwund-** oder **Fadingerscheinungen** bezeichnet. Die Periode der Schwankungen beträgt einige bis ca. 20 Sekunden.

Um allzugroße Schwankungen der Empfangslautstärke zu unterdrücken, sind die neueren Empfänger mit der **automatischen Lautstärkerregulierung** (Schwundausgleich) (Zif. 66) versehen.

18 Die sog. **Dämmerungserscheinungen** (schlechter oder unregelmäßiger Empfang während der Dämmerung) sind überall da zu erwarten, wo mit der Raumwelle oder mit Raum- und Bodenwelle empfangen wird. Sie beruhen auf vermehrten Schwankungen der Ionosphäre während der Dämmerstunden und äußern sich darin, daß der Empfang innert kurzer Zeit vollständig verschwinden kann, oder daß starke Schwunderscheinungen auftreten. Ferner sind oft vermehrte atmosphärische Störungen damit verbunden (Zif. 110).

19 In Bild 7 ist ein Sender mit den verschiedenen möglichen Empfangsstellen (E1 bis E6) eingezeichnet. (Schematisch.)

Bei E1: wird nur die Raumwelle empfangen. Große Distanzen vom Sender. Keine Schwunderscheinungen. Starker Wechsel der Empfangsqualität bei Witterungsumschlag. Starke Dämmerungserscheinungen. Empfang eventuell nur nachts möglich.

Bei E 2: Empfang der Raum- und Bodenwelle. Starke **Schwund-** und Dämmerungserscheinungen. Empfang meist durchgehend möglich.

Bei E 3: Standort liegt für die Bodenwelle im Funkschatten (Zif. 8). nur Empfang der Raumwelle möglich. Keine Schwunderscheinungen, aber starke Einflüsse von Witterung, Dämmerung. Empfang eventuell nicht durchgehend möglich. Standort E 3 zeigt, daß im **Gebirge** oft nur mit der **Raumwelle** empfangen werden kann.

Bei E 4: E 4—E 6 liegen außerhalb des Empfangsbereichs der Raumwelle. E 4 liegt im Funkschatten der Bodenwelle. Kein Empfang.

Bei E 5 und E 6: wird nur die Bodenwelle empfangen (bei E 5 durch Beugung am Bergkamm). Keine Schwunderscheinungen, praktisch kein Einfluß der Dämmerungserscheinung. Empfang hier am sichersten.

Allgemein gültig ist, daß die Verkehrssicherheit mit der Erhöhung der Sendeleistung wächst. Im Empfangsbereich der Raumwelle ist ein Empfang auch in engeren Tälern möglich.

II. Die verschiedenen Formen der drahtlosen Übermittlung

A. Allgemeines

- 20 Die elektrischen Wellen sind Träger der Uebermittlung. Diese selbst muß den Wellen irgendwie aufgedrückt (moduliert) werden. Dieser Vorgang heißt Modulation. Von den verschiedenen Modulationsarten (Amplituden-, Frequenz-, Impulsmodulation) wird nur die **Amplitudenmodulation** behandelt, da die hier zu beschreibenden Empfänger nur für Amplitudenmodulation eingerichtet sind. Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Amplitudenmodulation, die im folgenden stets als **Verkehrsarten** bezeichnet werden.

21 a) Telegrafie tonlos.

Die Sendewelle f_H wird im Rhythmus der Morsezeichen eingeschaltet und unterbrochen. Beim Senden des Buchstabens « U » z. B. werden die in Bild 8 angegebenen Wellenzüge gesendet.

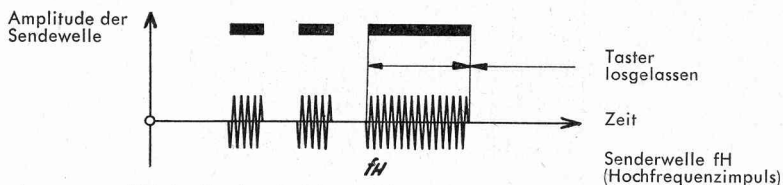


Bild 8. Senden des Morsezeichens «U» auf Tg. tonlos.

Hier wird also praktisch nur eine einzige Frequenz, die Sendewelle, gesendet.

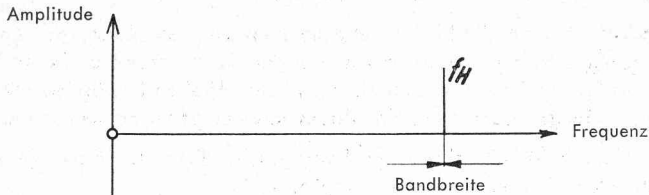


Bild 9. Frequenzbild Tg. tonlos.

Die für die Uebermittlung notwendige Bandbreite hängt von der Telegrafiergeschwindigkeit ab. Sie beträgt bei der Telegrafiergeschwindigkeit 60 Zeichen/Minute ca. 30 Hz und bei 1200 Zeichen/Minute (schneller Maschinentelegraf) ca. 600 Hz.

b) Telegrafie tönend (Tg. 1 und 2).

22 1. Mit ungetastetem Träger (Tg. tönend 1).

Die Sendewelle f_H wird dauernd gesendet. Sie wird im Rhythmus der Morsezeichen mit einem Niederfrequenzton f_N moduliert.

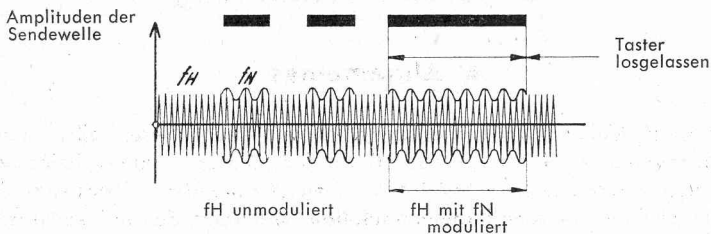


Bild 10. Senden des Morsezeichens «U» auf Tg. tönend 1.

Eine mit einem Niederfrequenzton f_N modulierte Sendewelle f_H (Bild 11) setzt sich zusammen aus den 3 unmodulierten Frequenzen f_H , $f_H + f_N$ und $(f_H - f_N)$ (Bild 12).

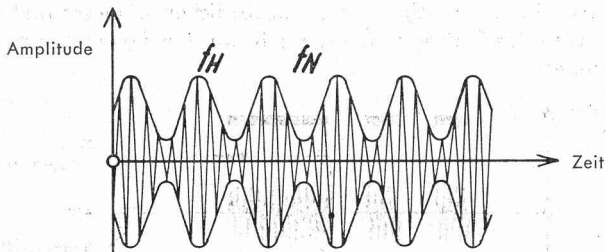


Bild 11. Modulierte Sendewelle.

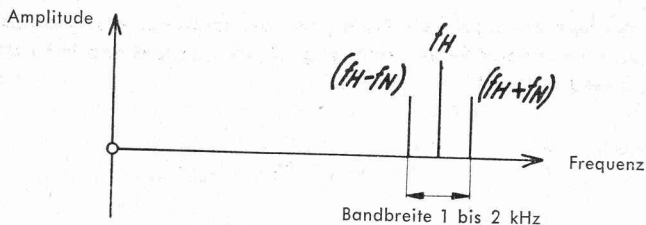


Bild 12. Frequenzbild Tg. tönend.

Die für die Uebermittlung nötige Bandbreite beträgt $2 f_N$. Der Modulierten f_N beträgt meist ca. 800 Hz, sodaß die Bandbreite 1–2 kHz wird.

23 2. Mit getastetem Träger (Tg. tönend 2).

Die mit dem Niederfrequenzton f_N modulierte Sendewelle f_H wird im Rhythmus der Morsezeichen eingeschaltet und unterbrochen (Bild 13).

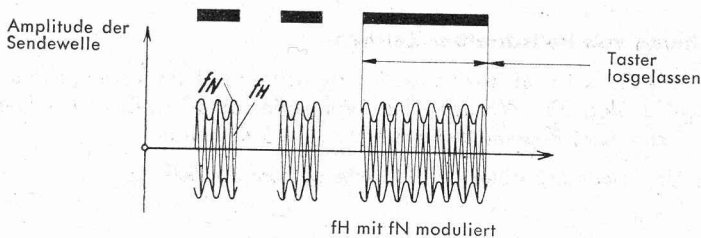


Bild 13. Senden des Morsezeichens «U» auf Tg. tönend 2.

Die Bandbreite ist wie bei Tg. tönend 1. Tg. tönend 2 kann auch mit sehr schmalen Band wie Tg. tonlos empfangen werden (siehe Zif. 61).

24 c) Telefonie.

Die Sendewelle wird dauernd gesendet. Sie wird durch die niederfrequenten Sprachschwingungen moduliert. Diese Sprachschwingungen bestehen aus vielen Niederfrequenztönen f_N verschiedener Frequenz und Amplitude.

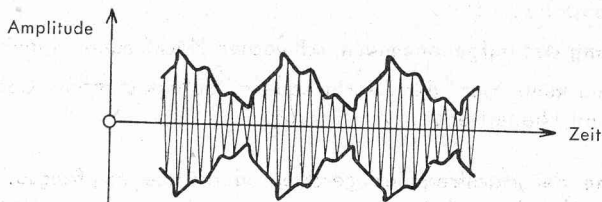


Bild 14. Mit Sprachschwingungen modulierte Sendewelle.

Eine mit den Niederfrequenztönen f_N der Sprache modulierte Sendewelle setzt sich zusammen aus der Sendewelle und dem sog. oberen Seitenband ($f_H + f_N$) und dem unteren Seitenband ($f_H - f_N$).

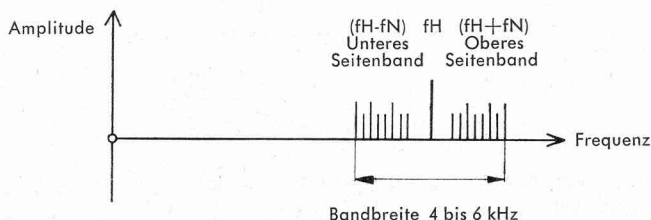


Bild 15.

Die für die Uebermittlung nötige Bandbreite beträgt $2 f_N$, wobei f_N als die höchste zu übertragende Sprachschwingung ca. 2–3 kHz beträgt. Die Bandbreite wird 4–6 kHz.

25 d) Uebermittlung von Hellschreiber-Zeichen.

Die Sendewelle f_H wird im Rhythmus der Hellschreiber-Impulse eingeschaltet und unterbrochen, analog dem Vorgang bei Telegrafie tonlos. (Ueber H. S.-Uebermittlung siehe Technisches Reglement Nr. T 179 d (G 1,5 K-Station).

Die für die Uebermittlung nötige Bandbreite beträgt ca. 500 Hz.

III. Der Empfang elektrischer Wellen

A. Der prinzipielle Empfangsvorgang

26 Die Hauptvorgänge jedes Empfanges sind:

- Aufnahme der Hochfrequenz.
- Aus der Vielzahl von Wellen jene **auszusieben**, die empfangen werden soll (Welle der Gegenstation).
- Die **Verstärkung** der aufgenommenen, schwachen Hochfrequenzspannung.
- Die Hörbarmachung der der Hochfrequenz aufmodulierten Uebermittlung (**Demodulation** und Niederfrequenzverstärkung).

27 a) Die **Aufnahme** der Hochfrequenz geschieht durch die Empfangsantenne. Die ankommenden elektrischen Wellen erzeugen in der Antenne eine Hochfrequenzwechselspannung.

- 28 b) Die **Aussiebung** der gewünschten Wellenlängen und die Unterdrückung der unerwünschten Wellenlängen geschieht durch **Siebkreise**, welche aus Spulen und Kondensatoren bestehen. Die Einstellung (Abstimmung) der gewünschten Empfangswelle geschieht durch Wahl der entsprechenden Spulensätze (Einstellung der **Frequenzbereiche**) und durch Einstellung von Drehkondensatoren. Dabei sind zwei Arten der Aussiebung zu unterscheiden, welche zwei verschiedene Empfängertypen ergeben.
1. Die Geradeaus-Empfänger.
 2. Die Ueberlagerungs-Empfänger.
- 29 Beim **Geradeaus-Empfänger** wird die ankommende Hochfrequenz direkt ausgesiebt und verstärkt. Die Abstimmung der Siebkreise ändert von Frequenz zu Frequenz.
- 30 Beim **Ueberlagerungsempfänger** wird die aufgenommene Hochfrequenz f_H direkt nur wenig ausgesiebt. Sie wird dann in eine andere Frequenz, die Zwischenfrequenz f_Z , umgewandelt. Die Umwandlung geschieht so, daß der Frequenz f_H eine im Empfänger selbst erzeugte Oszillatorfrequenz (Ueberlagerer-Oszillator) f_O überlagert wird, sodaß eine neue Frequenz, die sogenannte Zwischenfrequenz $f_Z = f_O - f_H$ entsteht. Die Verstärkung und Aussiebung vollzieht sich zum größten Teil auf der Zwischenfrequenz f_Z . Die Zwischenfrequenz ist für alle Eingangsfrequenzen konstant. Ändert sich die Frequenz f_H um einen bestimmten Betrag, so ändert sich f_O durch Änderung der Frequenzeinstellung um den gleichen Betrag, sodaß $f_O - f_H = f_Z$ konstant bleibt. Die Abstimmung der Zwischenfrequenz-Siebkreise (Zwischenfrequenzbandfilter) ist fest und daher kann die Trennschärfe bei gleichem Materialaufwand bedeutend größer gemacht werden. Als Zwischenfrequenz wird eine Frequenz gewählt bei der gute Verstärker- und Siebeigenschaften erzielbar sind. Der große Vorteil der Ueberlagerungsempfänger gegenüber dem Geradeausempfänger ist der einfachere Empfängerbau, die größere **Trennschärfe** und größere Stabilität. Die Wahl der gewünschten Wellenlänge geschieht durch Veränderung des Schwingkreises des Ueberlagerer-Oszillators.
- 31 c) Die **Verstärkung** der von der Antenne aufgenommenen Hochfrequenz wird durch die Verstärkerröhren erreicht.
- 32 d) Die **Hörbarmachung** (Demodulation) der der Hochfrequenz aufmodulierten Nachrichten geschieht beim Geradeaus-Empfänger meistens in einem **Audion** und beim Ueberlagerungs-Empfänger in der Demodulationsstufe. Der Vorgang ist für die verschiedenen Verkehrsarten etwas verschieden.

1. Telegraphie tonlos

- 33 Damit die empfangenen Hochfrequenzimpulse f_H (Bild 8) bzw. beim Ueberlagerungsempfänger die Zwischenfrequenz-Impulse f_Z hörbar werden, müssen sie erst mit einer im Empfänger selbst erzeugten Hochfrequenz, der sogenannten

Hilfsfrequenz f_B überlagert werden. Durch die Ueberlagerung entsteht die hörbare Niederfrequenz (Pfeifton) $f_N = (f_B - f_H)$ oder $f_H - f_B$ beim Geradeausempfänger und $f_N = (f_B - f_Z)$ oder $f_Z - f_B$ beim Ueberlagerungsempfänger. Die Hilfsfrequenz f_B ist ungefähr gleich der mittleren Durchlaßfrequenz f_M der Hochfrequenz bzw. Zwischenfrequenzsiebkreise. Beim Geradeausempfänger erfolgt die Erzeugung der Hilfsfrequenz und die Ueberlagerung mit der Hochfrequenz im **Audion** (Zif. 47).

Beim Ueberlagerungsempfänger erfolgt die Erzeugung der Hilfsfrequenz im Telegrafie-Oszillator (Zif. 69) und die Ueberlagerung mit der Zwischenfrequenz in der Demodulationsstufe (Zif. 68).

- 34 Für sämtliche Empfänger gilt folgendes: Beim stetigen Durchdrehen der Abstimmung durch die Frequenz eines Senders (Tg. tonlos) ist die Tonhöhe des Pfeiftones f_N erst hoch und wird immer tiefer. Beim weiteren Durchdrehen der Abstimmung reißt der Ton plötzlich ab, um nach einer gewissen Lücke, der sog. **Schwebungslücke**, wieder als tiefer Ton zu erscheinen. Die Tonhöhe des Pfeiftones nimmt beim weiteren Durchdrehen der Abstimmung wieder zu (siehe Bild 16).

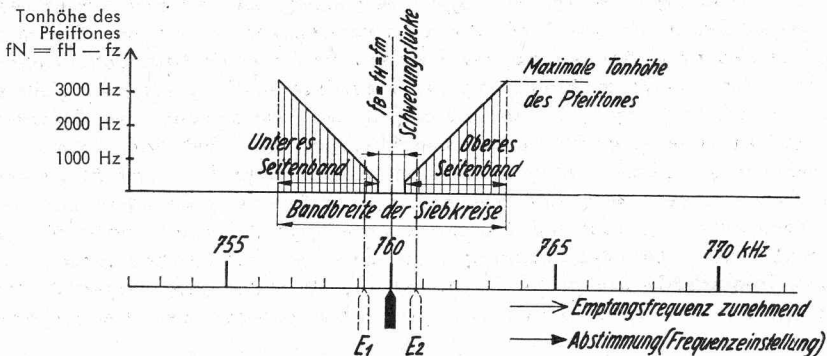


Bild 16. Empfangsabstimmung bei Tg. tonlos.

Der Empfang von Tg. tonlos ist also möglich bei einer Frequenzeinstellung unterhalb der Schwebungslücke und bei einer Frequenzeinstellung oberhalb der Schwebungslücke. In der Schwebungslücke ist kein Empfang (Störsender-Eliminierung, Zif. 115). Ungeachtet der physikalischen Bedeutung soll die **Frequenzeinstellung unterhalb der Schwebungslücke (E₁) als Empfang auf dem unteren Seitenband und die Frequenzeinstellung oberhalb der Schwebungslücke (E₂) als Empfang auf dem oberen Seitenband bezeichnet werden.**

Die größte Lautstärke ergibt sich im allgemeinen bei einer Tonhöhe des Pfeiftones von 800—1000 Hz. Es ist dies die gleiche Tonhöhe wie der Mithörton bei Sendern.

Die maximale Tonhöhe des Pfeiftones hängt ab von der Bandbreite der Siebkreise bzw. Zwischenfrequenzbandfilter.

- 35 Ist die Hilfsfrequenz f_B gleich der mittleren **Durchlaßfrequenz f_m** der Hochfrequenz- bzw. Zwischenfrequenz-Siebkreise, so sind das untere und obere Seitenband symmetrisch (Bild 16). Ist f_B nicht gleich f_m , so sind unteres und oberes Seitenband nicht symmetrisch, d. h. das untere Seitenband ist z. B. bis zu einem höheren Pfeifton hörbar als das obere (Bild 17) oder umgekehrt (Bild 18).

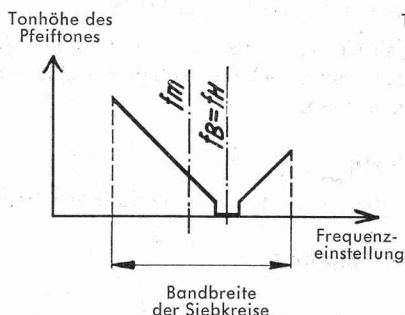


Bild 17. Empfang von Tg. tonlos.

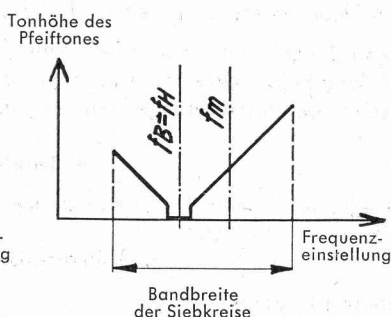


Bild 18. Empfang von Tg. tonlos.

- 36 Macht man bei Bild 17 die Bandbreite immer schmaler (d. h. die Trennschärfe immer größer), so kann zuletzt nur noch ein einziges Seitenband (hier z. B. das untere) empfangen werden, und zwar mit praktisch nur einer einzigen Tonhöhe f_N .

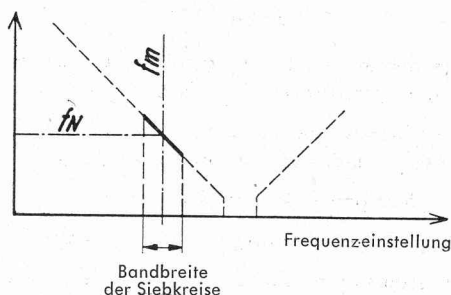


Bild 19. Empfang von Tg. tonlos mit Quarzfilter.

Dieser Fall tritt z. B. ein beim Empfang mit einem Quarzfilter (siehe E 41, Zif. 206).

Nur wo die Hilfsfrequenz f_B auch geändert werden kann (z. B. E 39, Zif. 16—23), ist es möglich, die Tonhöhe f_N auch bei Empfang mit Quarzfilter zu verändern.

2. Telegrafie tönend 1

- 37 Die Hörbarmachung der nach Bild 10 modulierten Hochfrequenz erfolgt durch **Gleichrichtung**. (Beim Geradeausempfänger im Audion, beim Ueberlagerungsempfänger in der Demodulationsstufe.)

3. Telegrafie tönend 2

- 38 Die Hörbarmachung der nach Bild 13 getasteten und modulierten Hochfrequenz kann auf zwei Arten erfolgen:

- Durch **Gleichrichtung** wie bei Telegrafie tönend 1 oder Telefonie.
- Durch Ueberlagerung mit einer Hilfsfrequenz fB wie bei Tg. tonlos.

Tg. tönend 2 kann also mit oder ohne Hilfsfrequenz fB, d. h. mit oder ohne Rückkopplung beim Geradeausempfänger oder mit oder ohne Telegrafie-Oszillator beim Ueberlagerungsempfänger empfangen werden.

4. Telefonie

- 39 Wie Telegrafie tönend 1, Gleichrichtung der nach Bild 14 modulierten Hochfrequenz.

5. Hellschreiber-Empfang

- 40 Wie Telegrafie tonlos.

- 41 e) **Niederfrequenzverstärkung.** Meist erfolgt nach der Demodulation noch eine Verstärkung der Niederfrequenz in einer oder mehreren Niederfrequenzstufen (Verstärkerröhren). Die verstärkte Niederfrequenz wird den Kopfhörern zugeführt.

B. Die Empfangsfeldstärke

(Siehe Zif. 4.)

- 42 Allgemein gilt, daß je größer die Empfangsfeldstärke, umso besser der Empfang. Die Erhöhung der Empfangsfeldstärke kann erreicht werden:

- a) Durch Erhöhung der Sende-Energie. Dabei ist zu beachten, daß die Feldstärke nur proportional der Wurzel aus der Sendeenergie ist.
- b) Durch Wahl einer günstigen Frequenz (Zif. 10—96).
- c) Durch Wahl eines günstigen Empfangsstandortes (siehe Zif. 19—96).

Die minimale Empfangsfeldstärke, die für einen brauchbaren Empfang noch genügt, hängt ab von der Verkehrsart, vom Störspiegel (Zif. 108) am Empfangsort, von der Güte der **Empfangsantenne**, sowie von der Trennschärfe des Empfangsapparates.

Die kleinsten, noch brauchbaren Feldstärken sind etwa:

Für Telegrafie tonlos und Telegrafie tönend 2: $0,2 - 20 \mu \text{ Volt/m.}$

Für Telefonie und Telegrafie tönend 1: $2 - 100 \mu \text{ Volt/m.}$

- 43 Gewisse Empfängertypen (E 39, E 44) gestatten die Messung der an die Antennenklemmen von der Antenne gelieferten Spannung, welche bei genau definierter Antenne auf die Feldstärke schließen läßt (Zif. 67).

Für die Standort- und Verbindungs-Rekognoszierung ist diese Messung sehr wertvoll (Zif. 96).

	Antennen- anlage	Empfänger					Empfänger- speisung
Bezeichnung	Antenne	Hochfrequenz- stufen	Variable Rückkopplung	Audion	Niederfrequenz- stufen	Kopfhörer	Stromquelle
Schema							
Haupt- funktion	Aufnahme der Hochfrequenz	Verstärkung und Ausbreitung der Hochfrequenz	Erzeugung der Schwebungsfrequenz für Empfang tonloser Telegrafie	Erzeugung der Niederfrequenz	Verstärkung der Niederfrequenz		Anodenspannung aus Trockenbatterie od. Netzgerät Heizung aus Akkumulator od. Netzgerät
Zusätzliche Funktionen und Einrichtungen		Einstellung der Empfangsfrequenz (Abstimmung) Einstellung der Tonhöhe bei Empfang tonloser Telegrafie Einstellung der Empfindlichkeit Antennenkopplung ev. Sperrkreis zum Sperren eines starken Störsenders			Lautstärke- regelung ev. Niederfrequenz- ausbreitung zum Eliminieren von Störsender		Ein - Aus - Schalten des Empfängers

Bild 20. Prinzipschema des Geradeaus-Empfängers.

C. Die Empfindlichkeit

- 44 Die Empfindlichkeit eines Empfängers gibt an, wie groß die Eingangs-Hochfrequenzspannung an den Antennenklemmen sein soll, damit im Kopfhörer normale Lautstärke entsteht. Je größer die Empfindlichkeit, umso kleiner ist die benötigte Eingangsspannung. Diese beträgt bei der größten Empfindlichkeit ca. 1μ Volt ($= 10^{-6}$ Volt). Größere Empfindlichkeiten sind zufolge der stets vorhandenen Störungen (Zif. 108) und des Eigenrauschens des Empfängers zwecklos. Oft kann die Empfindlichkeit von Hand reguliert werden (Zif. 65). Die «Automatische Lautstärkeregelung» (Zif. 66) ist eine automatische Regelung der Empfindlichkeit.

IV. Der Geradeaus-Empfänger

(Siehe Blockschema Bild 20.)

Ein Geradeausempfänger besteht aus folgenden Hauptteilen mit den folgenden Aufgaben:

- Die Hochfrequenzstufen (Verstärkung und Aussiebung der H. F.).
- Das Audion mit der variablen Rückkopplung (Demodulation).
- Die Niederfrequenzstufen (Niederfrequenzverstärkung).

46 a) Die Hochfrequenzstufen.

Die Hochfrequenzstufen bestehen im wesentlichen aus einer oder mehreren Verstärkerröhren und zwei oder mehreren Siebkreisen für die Verstärkung und Aussiebung der Hochfrequenz.

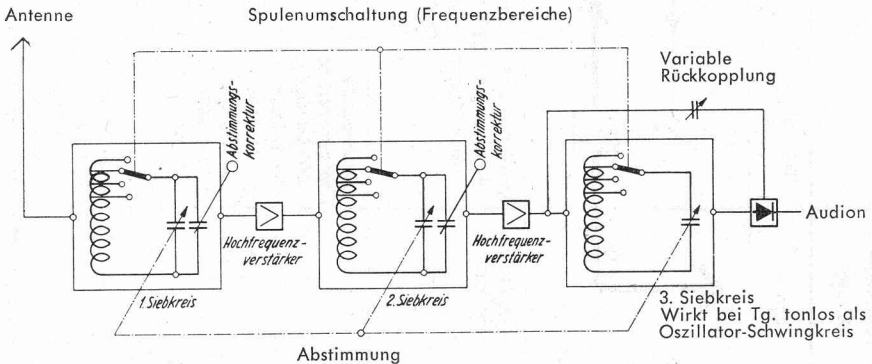


Bild 21. Hochfrequenzschaltung des Geradeaus Eupfängers.

Die Einstellung auf die Empfangsfrequenz erfolgt durch Spulenumschaltung (Wahl der Frequenzbereiche) und durch Drehen der Drehkondensatoren (Abstimmung). Spulenumschaltung und Abstimmung erfolgen für sämtliche Siebkreise im Gleichlauf an einem einzigen Drehknopf. Da ein absoluter Gleichlauf schwierig ist, sind oft

Abstimmungs-Korrektur — Drehkondensatoren — angebracht, welche das Nachstimmen sämtlicher Siebkreise gestatten.

In den Hochfrequenzstufen ist meist noch ein **Empfindlichkeitsregler** oder eine variable **Antennenkopplung** angebracht für die Regelung der von der Antenne aufgenommenen Hochfrequenz-Wechselspannung.

Bei gewissen Empfängertypen kann ein sog. **Sperrkreis** in die Hochfrequenzstufe geschaltet werden. Dies ist ein elektrischer Schwingkreis, womit eine Frequenz gesperrt werden kann. Diese Sperr-Frequenz kann durch einen Drehkondensator verändert und auf einen starken Störsender eingestellt werden (Störsender-Eliminierung).

Je nach Art des Anschlusses der Antenne an die Hochfrequenzstufen können Ein-drahtantennen, Rahmenantennen oder beide Antennenarten angeschlossen werden. Beim Empfänger E31 ist ein Empfang mit beiden Antennen kombiniert möglich. Es ist dort eine spezielle Schaltung zur Richtungsbestimmung (Peilung) und Störer-Elimination vorgesehen (Zif. 151—153).

47 b) Das Audion mit der variablen Rückkopplung.

Das Audion besteht aus einer rückgekoppelten Verstärkerröhre, welche zugleich als **Gleichrichter** wirkt. Stellt man die Rückkopplung auf schwach, so wirkt das Audion als Verstärker und Gleichrichter, d. h. als Demodulationsstufe für Empfang von **Telefonie** und **Telegrafie** tönend (Zif. 37—39).

Stellt man die Rückkopplung auf **stark**, so wird das Audion selbstschwingend, d. h. es wirkt zusätzlich als Oszillator. Die erzeugte Frequenz dient als Schwebungsfrequenz f_B für den Empfang von Telegrafie tonlos (und H. S.) (Zif. 33).

Als Oszillatorkreis des Audions wirkt der letzte Siebkreis (z. B. in Bild 21 der dritte), sodaß die Frequenz f_B gleich der mittleren Durchlaßfrequenz der Siebkreise ist und mit der Abstimmung geändert wird. Es ergibt sich ein Pfeifton $f_N = f_H - f_B$ oder $f_B - f_H$ gemäß Bild 16, Zif. 34.

48 Die Wahl des unteren oder oberen Seitenbandes sowie die Einstellung der Tonhöhe des Pfeiftones geschieht mit der Abstimmung. (Bei Veränderung der Abstimmung ändert sich f_B ; die aufgenommene Hochfrequenz f_H bleibt konstant.) **Durch Aufdrehung (Vergrößerung) der Rückkopplung wird also von Telefonie auf Telegrafie tonlos umgeschaltet.** Der **Einsatz** von Telegrafie tonlos (Einsatzpunkt der Schwingungen f_B) geschieht plötzlich und wird im Kopfhörer durch ein spontan einsetzendes Rauschen oder beim Vorhandensein einer Empfangswelle durch den einsetzenden Pfeifton bemerkt. Die günstigste Einstellung der Rückkopplung für Telegrafie tonlos ist diejenige kurz nach dem Einsatzpunkt.

49 Der Einsatzpunkt verschiebt sich bei Veränderung der Abstimmung, ebenso bei Veränderung der Speisespannungen. Daher hat man sich bei Empfang von Telegrafie tonlos bei Wellenwechsel sowie nach längeren Betriebspausen stets zu überzeugen ob die Rückkopplung genügend aufgedreht ist.

Bezeichnung	Antennenanlage	Empfänger										Empfängerspeisung	
		Hochfrequenzteil					Mittel- und Niederfrequenzteil						
	Antenne	Hochfrequenzstufen	Mischstufe	Überlagerer Oszillator	Zwischenfrequenzstufen	Empfindlichkeit	Gleichrichter für automatische Lautstärkeregelung	Voltsmeter zur Feldstärkemessung	Demodulationsstufe	Telegrafiezusatz für Empfang tonloser Telegraphie	Niederfrequenzstufen	Kopfhörer	Stromquelle
Schema													
Hauptfunktion	Aufnahme der Hochfrequenz f_H	Verstärkung der Hochfrequenz Voraussetzung	Erzeugung der Zwischenfrequenz $f_z = f_0 - f_H$	Erzeugung der Überlagererfrequenz f_0	Verstärkung der Zwischenfrequenz Auswärtswahl (Z.F.-Bandfilter)		Erzeugung der Regelspannung für automatische Lautstärkeregelung		Erzeugung der Niederfrequenz. Für Telegrafie Ton- u.S. $f_0 - f_z = f_H$	Erzeugung der Telegrafierfrequenz für Empfang tonloser Telegraphie	Verstärkung der Niederfrequenz	Wandlung der Hochfrequenz in Niederfrequenz durch Wechselrichter, Netzgerät, Umformer und Generator. Hochspannung zur Akkumulator oder Netzgerät oder Generator	Ein- und Ausschalten des Empfängers
Zusätzliche Funktionen und Einrichtungen	Einstellung der Empfangsfrequenz (Abstimmung)	Einstellung der Empfangsfrequenz (Abstimmung)		Einstellung der Empfangsfrequenz (Abstimmung)	Bandbreite, Wahl ex. Quarzfrequenz (Eliminieren von Störstrahlung)		Ein- und Ausschalten der automatischen Lautstärkeregelung		ex. Einstellung der Tonhöhe bei Empfang tonloser Telegraphie Wahl der Betriebsart Tg oder Tg oder Tg	Lautstärkebegrenzung ex. Tonhöhenbegrenzung			

Bild 22. Prinzipschema des Ueberlagerungsempfängers.

50 c) Die Niederfrequenzstufen.

Die im Audion gewonnene Niederfrequenz wird in einer oder mehreren Niederfrequenzstufen verstärkt und den Kopfhörern zugeführt.

Oft befinden sich in den Niederfrequenzstufen ein **Lautstärkeregler**, mit welchem die Niederfrequenzspannung (d. h. die Lautstärke) geregelt werden kann.

- 51 Bei gewissen Empfängertypen (z. B. Lorenz E.) ist eine **Niederfrequenz-Aussiebung** vorgesehen. Es ist dies ein Siebkreis, welcher nur ein sehr schmales und gut hörbares Niederfrequenzband durchläßt (meist 800—1000 Hz). Wird der Telegrafie-Pfeifton f_N (Tg. tonlos) der zu empfangenden Station auf diese Durchlaßfrequenz (800—1000 Hz) gebracht, so wird er durchgelassen, während Pfeiftöne höherer oder tieferer Frequenz (herrührend von Störsendern) zurückgehalten werden. Auch bei Tg. tönend ist die Niederfrequenzaussiebung wirksam, wenn der **Modulierton** 800 bis 1000 Hz beträgt (praktisch immer).

Die Niederfrequenzaussiebung ist eine Erhöhung der Trennschärfe (Störer-Eliminierung) für die Verkehrsarten Tg. tonlos, H. S., Tg. tönend. Für Telefonie darf sie nicht eingeschaltet werden.

B. Einstellung und Bedienung des Geradeaus-Empfängers

(Siehe Zif. 150.)

V. Der Überlagerungs-Empfänger

(Siehe Blockschema Bild 22.)

- 52 Ein Ueberlagerungsempfänger besteht aus folgenden Hauptteilen mit den folgenden Funktionen:
- Hochfrequenzstufen (Vor-Aussiebung, Verstärkung der Hochfrequenz).
 - Ueberlagerer-Oszillator (Erzeugung der Ueberlagerer-Frequenz f_O).
 - Mischstufe (Mischung der Hochfrequenz f_H mit der Ueberlagererfrequenz f_O , Bildung der Zwischenfrequenz f_Z).
 - Zwischenfrequenzstufen (Hauptaussiebung, Verstärkung der Zwischenfrequenz).
 - Gleichrichter für automatische Lautstärkeregelung (Erzeugung der Regelspannung für automatische Lautstärkeregelung).
 - Demodulationsstufe (Erzeugung der Niederfrequenz).
 - Telegrafie-Oszillator (Erzeugung der Schwebungsfrequenz f_B).
 - Niederfrequenzstufen (Verstärkung der Niederfrequenz).

53 a) Die Hochfrequenzstufen.

Die Hochfrequenzstufen bestehen im wesentlichen aus 1—2 Verstärkerröhren und 2—3 Hochfrequenzsiebkreisen für die Verstärkung und Vor-Aussiebung der Hochfrequenz.

Die Wahl der verschiedenen **Frequenzbereiche** erfolgt durch Einsetzen der verschiedenen **Spulensätze**. Bei gewissen Empfängertypen sind diese Spulensätze einzeln auswechselbar (E 39, E 41) und bei anderen (E 44) befinden sie sich auf einer drehbaren **Spulentrommel**.

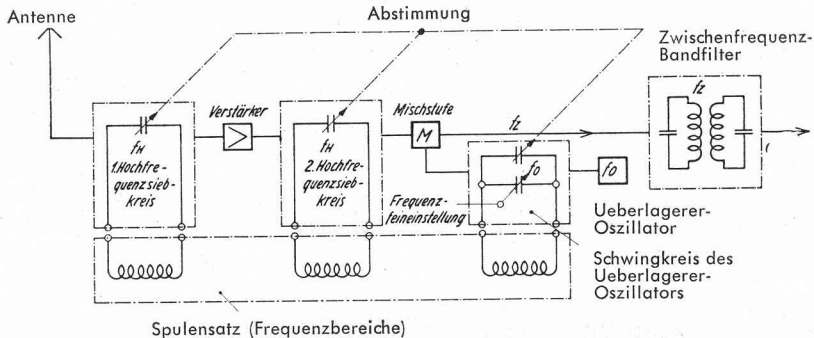


Bild 23. Hochfrequenzteil des Ueberlagerungsempfängers.

Die Abstimmung (Frequenzeinstellung) auf die Empfangsfrequenz erfolgt durch Drehen der Drehkondensatoren der Hochfrequenzsiebkreise und des Ueberlagerer-Oszillator-Schwingkreises im Gleichlauf an einem einzigen Drehknopf.

- 54 Die Vor-Aussiebung in den Hochfrequenzkreisen vermeidet, daß ein allzu breites Frequenzband auf die Mischstufe gelangt. Ferner verhindern die Hochfrequenzkreise den Durchgang der sog. **Spiegelfrequenz**. Ist der Empfänger nämlich auf eine Empfangs-Frequenz f_H eingestellt, so ist die Zwischenfrequenz $f_Z = f_O - f_H$ (Zif. 30). Eine Eingangsfrequenz f_{SP} von der Größe $f_{SP} = f_H + 2 f_Z$ ergäbe mit der Oszillatorfrequenz f_O gemischt ebenfalls die Zwischenfrequenz f_Z ($f_{SP} - f_O = f_Z$), welche vom Zwischenfrequenzverstärker voll verstärkt würde. Diese Frequenz f_{SP} heißt die Spiegelfrequenz. Würde sie bis zur Mischstufe durchgelassen, so wären gleichzeitig Sender auf den Wellen f_H und f_{SP} hörbar (weil beide in der Mischstufe die Zwischenfrequenz f_Z ergeben) und der Empfang von f_H wäre gestört.

55 b) Der Ueberlagerer-Oszillator.

Im Ueberlagerer-Oszillator wird die Ueberlagererfrequenz f_O erzeugt, welche sich mit Aenderung der Spulensätze und der Frequenzeinstellung ebenfalls ändert, und zwar ist die Einstellung der Ueberlagererfrequenz der wichtigste Teil der Abstimmung.

Meist ist $f_Z = f_O - f_H$, d. h. $f_O = f_H + f_Z$. Beträgt die Zwischenfrequenz z. B. 465 kHz und soll der Empfänger einen Empfangsfrequenzbereich von 100 kHz bis

10'000 kHz aufweisen, so muß die Oszillatorfrequenz 565 bis 10'465 kHz betragen. Oft wird dem Schwingkreis des Ueberlagerer-Oszillators ein kleiner Drehkondensator parallel geschaltet, welcher eine kleine Frequenzänderung gestattet und als **Frequenzfeineinstellung** dient (Zif. 198).

56 c) Die Mischstufe.

In der Mischstufe (Mischröhre) findet die Mischung der Hochfrequenz f_H mit der Oszillatorfrequenz f_O und die Bildung der Zwischenfrequenz f_Z statt. $f_Z = f_O - f_H$.

57 d) Die Zwischenfrequenzstufen.

Die Zwischenfrequenzstufen bestehen aus Verstärkerröhren und den Zwischenfrequenzsiebkreisen (Bandfiltern). Die Haupt-Aussiebung und Verstärkung der gewünschten Empfangswelle geschieht nach deren Umwandlung auf der Zwischenfrequenz. Die Aussiebung geschieht durch die Zwischenfrequenzbandfilter. Die Empfangsbandbreite wird durch die Durchlaßbreite der Zwischenfrequenzbandfilter bestimmt. Diese Durchlaßbreite ist bei gewissen Empfängern variabel und einstellbar. Dagegen ist die mittlere Durchlaßfrequenz f_M des Bandfilters fest.

58 e) Bandbreitewahl.

Die für eine richtige Wiedergabe erforderliche minimale Durchlaßbandbreite des Empfängers beträgt für Telegrafie tonlos einige 100 Hz, für Telegrafie tönend 1 bis 2 kHz und für Telefonie 4—6 kHz (Bild 9, 12 und 15).

59 Bei Empfang von **Telefonie** ist die größte Bandbreite erforderlich. Wählt man die Empfängerbandbreite zu klein, so wird die Sprache dumpf und schwer verständlich (Abschneiden der hohen Tonfrequenzen). Wählt man dagegen die Empfängerbandbreite groß genug, so ist die Sprachwiedergabe gut, aber benachbarte Störsender, atmosphärische Störungen usw. machen sich stärker bemerkbar. Ohne Vorhandensein von Störsendern, atmosphärischen Störungen usw. ist vorteilhaft mit großer Bandbreite zu empfangen. Je näher Störer bei der Empfangswelle bzw. je stärker die Störungen umso kleiner ist die Bandbreite, d. h. umso größer ist die Trennschärfe für bestmöglichen Empfang zu machen. Bei sehr benachbarten Störern oder starken atmosphärischen Störungen wird der Empfang von Telefonie infolge der für die Wiedergabe nötigen großen Bandbreite (kleine Trennschärfe) unmöglich und man hat auf Telegrafie überzugehen.

60 Bei Empfang von **Telegrafie tönend** kann die Bandbreite schon wesentlich schmäler gewählt werden. Die Trennschärfe ist größer und die Störungen machen sich weniger bemerkbar. Notfalls kann auch Tg. tönend mit Kristallfilter (Bandbreite «schmal») empfangen werden. Dabei ist der Tg.-Ueberlagerer-Oszillator einzuschalten (wie bei Tg. tonlos).

61 Bei Empfang von **Telegrafie tonlos** (und Tg. tönend) kann die Empfangsbreite sehr schmal gemacht werden. Die Trennschärfe wird dadurch groß und der Empfang ist auch bei sehr benachbarten starken Störsendern sowie bei starken Störungen noch möglich.

Ausnahme: Bei starken knallartigen Störungen, hervorgerufen durch gewitterhafte atmosphärische Entladungen ist die Verwendung des Quarzfilters infolge des auftretenden Nachhalleffektes nicht immer vorteilhaft (probieren).

Die Aenderung von breiter auf mittlere Bandbreite geschieht durch Aenderung der Durchlaßbreite der Zwischenfrequenzbandfilter.

Die Bandbreite «schmal» wird durch Zuschalten eines auf die Zwischenfrequenz abgestimmten **Quarzfilters** (Kristallfiltern) erzielt. Quarzfilter haben eine Durchlaßbreite von nur ein paar 100 Hz und es kann praktisch nur Tg. tonlos (bei sorgfältiger Einstellung können auch H.S.-Zeichen empfangen werden) empfangen werden. Der Empfang mit Quarzfiltern eignet sich beim Vorhandensein starker Störer, bedingt aber eine **hohe Frequenz-Stabilität von Sender und Empfänger**, sowie eine **sorgfältige Empfängereinstellung**.

- 62 Bei gewissen Empfängern (z. B. Langwellenbereiche des E 41, Zif. 206) wird der Empfang eines schmalen Frequenzbandes durch **Niederfrequenzaussiebung** ermöglicht. Es ist dies ein Niederfrequenzsiebkreis in den Niederfrequenzstufen, welcher nur die Frequenz $900 = 1000$ Hz durchläßt. Die Niederfrequenzaussiebung ergibt ebenfalls eine große Trennschärfe. Die möglichen Empfangsarten sind:
Tg. tonlos Tg. tönend H. S.-Empfang.

63 Zusammenstellung:

	Empfangsbreite		
	ohne Störer	starke Störer	
Telefonie	breit	mittel	(ausnahmsweise schmal)
Tg. tonlos und Tg. tönend 2	mittel	schmal	(ausnahmsweise mittel)
Tg. tönend 1	mittel	mittel	(ausnahmsweise schmal)
H. S.-Empfang	mittel	mittel	(ausnahmsweise schmal)

Dabei betragen die Empfangsbandbreiten:

«Breit»	ca. 4—6 kHz
«Mittel»	ca. 1—2 kHz
«Schmal»	einige 100 Hz.

64 f) Verschiedene Ausführungsarten des Hochfrequenz- und Zwischenfrequenzteiles.

Die oben beschriebene Art der Umwandlung ist der normale Fall für den Ueberlagerungsempfänger. Bei gewissen Empfängertypen werden für die verschiedenen Frequenzbereiche verschiedene Zwischenfrequenzen verwendet (z. B. E 41 für Langwellen $f_Z = 70$ kHz, für Mittel- bis Ultrakurzwellen $f_Z = 465$ kHz).

Ferner kann die Umwandlung in die Zwischenfrequenz in zwei Stufen erfolgen, d. h. Umwandlung in eine erste variable Zwischenfrequenz mit einem ersten Ueberlagerer-Oszillator und dann in eine zweite feste Zwischenfrequenz mit einem zweiten Ueberlagerer-Oszillator. Diese Art der Umwandlung wird hauptsächlich in den sehr kurzen Wellenbereichen angewandt (Zif. 197).

65 g) Die Regelung der Empfindlichkeit.

Mit der Regelung der Empfindlichkeit wird der Verstärkungsgrad des Hochfrequenz- und Zwischenfrequenzteiles geändert. Durch Regelung der Empfindlichkeit wird es möglich, auch sehr starke Sender (große Feldstärke) zu empfangen. (Vermeidung der Uebersteuerung siehe Zif. 119). Die Regelung der Empfindlichkeit hat eine ähnliche Wirkung wie eine Vergrößerung oder Verkleinerung der Antennenhöhe. Die Regelung der Empfindlichkeit wird vornehmlich dann vorgenommen, wenn ein starker Sender bei ausgeschalteter automatischer Lautstärkeregulierung empfangen werden soll.

66 h) Die automatische Lautstärkeregulierung.

Die automatische Lautstärkeregulierung ist eine automatische Regulierung der Verstärkung der Hochfrequenz- und Zwischenfrequenzstufen. Die Regulierung kommt dadurch zustande, daß die verstärkte Zwischenfrequenz gleichgerichtet und als Regelspannung für die Hochfrequenz- und Zwischenfrequenzstufen verwendet wird. Bei gewissen Empfängertypen geschieht die Gleichrichtung in einem speziellen Gleichrichter, während sie bei anderen in der Demodulationsstufe erfolgt. Die Art der Regulierung ist ähnlich wie die **Empfindlichkeitsregulierung**, mit dem Unterschied, daß hier die Regulierung **automatisch** erfolgt. Bei großer Feldstärke ist die Verstärkung (Empfindlichkeit) klein und umgekehrt. Die Regulierung ist ein- und ausschaltbar.

Bei Empfang von Telefonie und Telegrafie tönend soll die automatische Lautstärkeregulierung eingeschaltet werden.

Bei Empfang von Telegrafie tonlos ist von Fall zu Fall festzustellen, ob mit oder ohne automatische Lautstärkeregulierung besserer Empfang möglich ist.

Die Regulierung hat in erster Linie den Zweck, die starken Feldstärkechwankungen der Schwunderscheinung (Zif. 7) auszugleichen (automatischer Schwundausgleich).

i) Die Feldstärkemessung.

Verschiedene Empfänger gestatten die Messung bzw. Schätzung der Feldstärke. Die Messung geschieht so, daß die Zwischenfrequenz gleichgerichtet und die gewonnene Gleichspannung an einem Voltmeter abgelesen wird. Diese Spannung ist proportional der Hochfrequenz-Eingangsspannung am Empfänger.

Ebenso ist diese Spannung proportional der Feldstärke, wenn stets mit einer **genau gleichen Antenne** empfangen wird. Es ist meist nicht nötig, die absolute Größe der Feldstärke in $\mu\text{Volt/m}$ zu kennen, sondern es genügt, Vergleichswerte zu erhalten, welche z. B. bei der Standortwahl für die verschiedenen Standorte verschiedene Feldstärkevergleichszahlen ergeben und so die Ermittlung des günstigsten Standortes (größte Feldstärke) gestatten.

Als Einheits-Empfangsantenne für Feldstärke-Schätzungen kann die Ordonnanzantenne verwendet werden.

Je besser die Antennenform bei den verschiedenen Messungen übereinstimmt, umso besser stimmen die Feldstärke-Schätzungen.

Für große Unterschiede in der Feldstärke können die Meßbereiche durch Variation der Empfindlichkeit umgeschaltet werden.

Der Voltmeter-Ausschlag kann gleichzeitig zur Empfänger-Abstimmung verwendet werden. (Abstimmung auf maximalen Ausschlag.) Diese Abstimmöglichkeit ist besonders bei Empfang mit Kristallfilter vorteilhaft.

68 k) Die Demodulationsstufe.

Die Demodulationsstufe ist eine Gleichrichter- oder eine Gleichrichter-Verstärker-Röhre. Bei Empfang von Telefonie und Telegrafie tönend geschieht die Demodulation durch Gleichrichtung (Zif. 37—39).

Bei Empfang von Telegrafie tonlos wird die Zwischenfrequenz f_Z mit der Schwebungsfrequenz f_B des Telegrafie-Oszillators gemischt und ergibt den hörbaren Pfeifton $f_N = (f_B - f_Z)$ oder $(f_Z - f_B)$ (siehe Zif. 33).

69 l) Der Telegrafie-Oszillator.

Im Telegrafie-Oszillator wird die Schwebungsfrequenz f_B (wobei f_B ungefähr gleich der Zwischenfrequenz f_Z ist) für den Empfang von Tg. tonlos erzeugt (Zif. 33). Es ist ein Röhrenoszillator mit Schwingkreis für die Frequenz f_B .

Bei gewissen Empfängertypen (E 41) ist die Schwebungsfrequenz fest und die Aenderung der Tonhöhe des Pfeiftones kann nur durch Veränderung der Abstimmung erfolgen. (Beim Aendern der Abstimmung ändert sich die Ueberlagererfrequenz f_O , Zif. 55, und somit ändert sich $f_Z = f_O - f_H$ und damit auch der Pfeifton $f_N = f_B - f_Z$).

Bei gewissen Empfängern (z. B. E 39) ist die Schwebungsfrequenz f_B um ein paar kHz verschiebbar (durch Drehen des Drehkondensators des Telegrafie-Oszillator-Schwingkreises), sodaß die Tonhöhe des Pfeiftones durch Aenderung der Telegrafie-Oszillatorfrequenz und durch Verändern der Abstimmung eingestellt werden kann. Dadurch ist es möglich, auch bei Empfang mit Quarzfilter (Bandbreite schmal) die Tonhöhe des Telegrafie-Pfeiftones zu variieren (siehe Zif. 162). Mit der Abstimmung wird das Empfangssignal auf die beste Verständlichkeit und mit der «Tonhöhe» auf die günstigste Tonhöhe gebracht.

Oft kann auch die Spannung der Telegrafie-Oszillatorfrequenz eingestellt werden (z. B. E 39). Dadurch kann die Pfeiftonstärke auf die beste Verständlichkeit eingestellt werden.

Sind für die verschiedenen Frequenzbereiche zwei verschiedene Zwischenfrequenzen f_Z vorgesehen (Zif. 64, 199 und 200), so sind auch zwei verschiedene Schwebungsfrequenzen f_B erforderlich, da f_B stets ungefähr gleich wie f_Z ist (Zif. 33).

Der Uebergang von Telefonie auf Telegrafie (tonlos) geschieht durch Ab- oder Zuschalten des Telegrafie-Oszillators mit einem Umschalter. Dieser Umschalter oder **Betriebsartenschalter** ist oft kombiniert mit dem Niederfrequenz-Lautstärkeregler und dem Ein-Aus-Schalter des Empfängers.

70 m) Die Niederfrequenzstufen.

Die Niederfrequenzstufen bestehen aus 1—2 Verstärkerröhren für Tonfrequenz (ca. 200—3000 Hz). Hier wird die in der Demodulationsstufe gewonnene Niederfrequenz verstärkt, um sie den Kopfhörern zuzuführen. Die Lautstärke im Kopfhörer, d. h. der Verstärkungsgrad der Niederfrequenzstufen, läßt sich durch den **Lautstärkeregler** beliebig einstellen.

Gewisse Empfängertypen (E 41) besitzen eine **Niederfrequenzaussiebung** nach Zif. 206.

Oft ist in den Niederfrequenzstufen eine **Amplitudenbegrenzung** vorgesehen (E 41, E 44). Diese wirkt so, daß starke kurzzeitige Störgeräusche in der Lautstärke begrenzt werden. Dadurch werden auch die stärksten Krachgeräusche nicht wesentlich lauter als die zu empfangenden Morsezeichen und diese lassen sich verhältnismäßig gut herauslesen. Damit die Amplitudenbegrenzung wirksam wird, ist die Lautstärke genügend aufzudrehen. Die Amplitudenbegrenzung wird meist dadurch erreicht, daß den Kopfhörern zwei Gleichrichter mit je verschiedener Durchlaßrichtung parallel geschaltet werden.

Beim Empfänger E 39 ist außerdem eine **Tonblende** vorgesehen. Diese gestattet, die höheren Niederfrequenzen mehr oder weniger stark zu unterdrücken. Dadurch können Störgeräusche (welche meistens aus höheren Niederfrequenzen bestehen), ebenso Störsender, welche von der Empfangswelle um 1—2 kHz abliegen, bei Empfang von Telegrafie unterdrückt werden.

Bei Empfang von Telefonie soll die Tonblende möglichst offen (auf «Hell») sein, da sonst die Verständlichkeit zu stark leidet.

B. Einstellung und Bedienung des Ueberlagerungs-Empfängers

Die Einstellung und Bedienung ist bei den speziellen Empfängertypen (für E 39 Zif. 183, für E 41 Zif. 229, für E 44 Zif. 239) beschrieben.

VI. Empfangsantennen

71 Als Empfangsantennen kommen in Frage:

- A. Die Stabantenne.
- B. Die Eindrahtantenne.
- C. Die Rahmenantenne.
- D. Rahmenantenne und Eindrahtantenne kombiniert.
- E. Sendeantenne als Empfangsantenne.
- F. Dipolantenne.

Für sämtliche Antennen gilt, daß sie möglichst frei aufgestellt werden sollen (siehe auch Zif. 92). Eindrahtantennen sind möglichst in die Höhe zu bauen. Die Empfänger

sind für die mitgelieferten Ordonnanzantennen berechnet. Behelfsantennen sind ungefähr diesen Antennenlängen anzugleichen. Im allgemeinen ist bei Langwellen eine größere Antennenlänge zu wählen, als bei Kurzwellen. Die Antennenlänge ist aber nicht kritisch, da die Antennen nicht abgestimmt sind. Die Antenne soll überall gut gegen Erde isoliert sein.

Ist der Empfänger einer Sendestation zugeteilt, so kann im Wechselverkehr die Sendeantenne als Empfangsantenne verwendet werden.

Ueber Wirkungsweise der Rahmenantenne und der kombinierten Antenne siehe Zif. 140 und 144.

- 72 Beim Empfänger E 39 kann für Ultrakurzwellen eine auf die Wellenlänge abgestimmte Dipolantenne (Bild 24) verwendet werden.

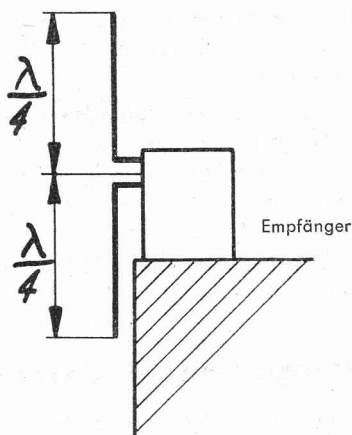


Bild 24. Dipol-Antenne für die Wellenlänge λ

Mit der Dipolantenne ergibt sich ein besserer Empfang. Jedoch ist sie nur da zu verwenden, wo die Empfangswelle längere Zeit gleich bleibt.

- 73 In der Empfangsantenne erzeugen die ankommenden elektrischen Wellen eine Hochfrequenzwechselspannung, welche der Feldstärke und der Längsstreckung der Antenne in Richtung des elektrischen Feldes proportional ist. Da das elektrische Feld zumindest bei Empfang der Bodenwelle gemäß Zif. 10 senkrecht zur Erdoberfläche steht, ist die erzeugte Hochfrequenzwechselspannung proportional der **Antennenhöhe**.

Bei **Empfängern in Festungswerken** muß meistens mit einer Außenantenne empfangen werden. Wo gleichzeitig ein Sender eingebaut ist (Funkstation für Wechselverkehr) wird das Hochfrequenzkabel des Senders auch als Antennenzuführung für den Empfänger verwendet (Sendeantenne als Empfangsantenne).

Wo der Empfänger allein im Festungswerk ist, ist eine Antennenzuführung, bestehend aus einem abgeschirmten (koaxialen) Kabel zu verwenden. Behelfsmäßig kann auch eine gut isolierte Drahtzuführung als Antennenzuführung dienen.

Wo mehrere Empfänger am gleichen Standort eingesetzt sind, soll für jeden Empfänger eine **separate** Antenne gebaut werden. Die verschiedenen Antennen brauchen nur einige Meter auseinander zu sein. Die gegenseitige Beeinflussung ist gering.

- 74 **Erdung:** Bei Batteriebetrieb des Empfängers ist ein am Boden ausgelegtes Gegengewicht oder eine gute Erde an die Erdklemme anzuschließen. Bei Netzbetrieb nichts anschließen.

VII. Stromquellen für Empfänger

- 75 Die Stromquellen sind erforderlich zur Speisung der Verstärkerröhren in den Empfängern. Es sind folgende zwei Spannungen erforderlich:

1. Die Heizspannung.
2. Die Anodenspannung.

Die **Heizspannung** beträgt normalerweise 4—6 Volt und der Heizstrom bis mehrere Ampères. Die Heizspannung soll stets den vorgeschriebenen Wert besitzen, da die Empfänger auf Heizspannungsänderungen sehr empfindlich sind. Zu große Heizspannung verbrennt die Röhren und zu kleine Heizspannung ergibt keinen Empfang. (Zu kleine Heizspannung bewirkt Aufhören der Empfängeroszillatorschwingungen.) Bei gewissen Empfängern kann die Heizspannung mittels eines Potentiometers eingestellt und an einem Instrument abgelesen werden (E31, Zif. 137). Andere Empfänger (E41, Zif. 210) besitzen eine automatische Regulierung der Heizspannung durch den Röhren vorgeschaltete Eisenwasserstoffwiderstände. Der Widerstand von Eisenwasserstoffwiderständen nimmt mit zunehmender Spannung ebenfalls zu, so daß die Röhren ungefähr konstante Spannung erhalten. Die **Anodenspannung** variiert für die verschiedenen Empfängertypen zwischen ca. 100 und einigen Hundert Volt. Anodenspannungsschwankungen sind weniger kritisch als Heizspannungsschwankungen. Sehr große (z. B. 50 %) Unter- oder Ueberspannung verstimmen die Abstimmung. Zu kleine Anodenspannung kann Aussetzen der Empfänger-Oszillatorschwingungen zur Folge haben. Die Anodenspannung sollte daher nicht mehr als — 20 % vom vorgeschriebenen Wert abweichen. Meist ist die zulässige Toleranz von Heiz- und Anodenspannung angegeben und als Bereichssektor an einem Voltmeter aufgemalt.

Als Stromquellen für **Heiz- und Anodenspannung** kommen in Frage:

- A. Akkumulatoren.
- B. Trockenbatterien.
- C. Das Lichtnetz.

A. Akkumulatoren

76 Als Akkumulatoren gelangen ausschließlich Nickel-, Eisen- und Nickel-Cadmium-Akkumulatoren zur Anwendung.

a) Der Eisen-Nickel oder Cadmium-Nickel-Akkumulator Typ R 2 C



Bild 25. Der Akkumulator Typ R 2 C.

77 1. Eigenschaften des Akkumulators

Der Akkumulator ist ein 5zelliger 6-Volt Cadmium-Nickel- oder Eisen-Nickel-Akkumulator. Der Elektrolyt ist Kalilauge, ein stark ätzendes Gift, das Metalle, Leder, Stoffe und auch die menschliche Haut rasch angreift. Mit Säure zusammen tritt eine heftige chemische Reaktion ein. Es darf keine Säure beigemischt werden. Die zum Unterhalt und zur Reinigung nötigen Geräte, Putzlappen und dergleichen dürfen nicht zum Reinigen anderer Apparate verwendet werden.

Kapazität bei 2,7 Amp. Entladestrom	32 Ampère-Stunden
Mittlere Entladespannung	6 Volt
Entladespannung des entladenen Akkumulators	5 Volt
Max. Ladestrom	9,5 Ampère
Ladezeit bei 8 Amp. Ladestrom	6 Stunden
End-Ladespannung (nach vollständiger Ladung)	9,2 Volt
Normaler Entladestrom	2,7 Ampère
Elektrolyt	Kalilauge

Laugendichte:	Cadmium-Nickel		Eisen-Nickel	
	Dichte	Bé.	Dichte	Bé.
Normaldichte	1,24	28	1,20	24
Obere Grenze	1,26	30	1,23	27
Untere Grenze	1,20	24	1,16	20
Laugenstand:	Plattenüberdeckung 10 mm			
Wenn weniger:	destilliertes Wasser nachfüllen.			

Bei einem normalen Entladestrom von 2—3 Amp. (E 41, E 44) kann ein vollgeladener Akkumulator den Empfängerbetrieb während 10—15 Stunden aufrechterhalten. Bei einem Entladestrom von 0,36 Amp. (E 31) dauert die Entladung ca. 80 Stunden.

78 2. Ladung der Akkumulatoren

Fällt die Spannung der Akkumulatoren während dem Betrieb auf 5 Volt und darunter, so muß der Akkumulator geladen werden. Die Laugendichte ist kein Maß für den Ladezustand. Zur Ladung kann irgend ein Ladegerät oder Netzgleichrichter oder Generator verwendet werden, welcher einen Gleichstrom von 1 bis 9,5 Amp. bei einer Spannung von 6—10 Volt liefert. Bei kleinem Ladestrom dauert die Ladung entsprechend länger. Bei kleinerer Betriebsspannung der Ladestromquelle als 9,2 Volt (End-Ladespannung) kann der Akkumulator nicht voll geladen werden. Bei wesentlich größerer Betriebsspannung der Ladestromquelle (z. B. 40 V.) können mehrere Akkumulatoren in Serie geladen werden, derart, daß pro Akkumulator ca. max. 10 Volt entfallen.

Die Ladung geht folgendermaßen vor sich:

- Abschrauben der Ventile und Kontrolle des Laugenstandes. (Plattenüberdeckung 10 mm.)
- Schließen der Ventilstöpsel.
- Zusammenschalten der Ladestromquelle mit dem Akkumulator. Das Zusammenschalten darf erst erfolgen, wenn die Ladestromquelle eingeschaltet ist und unter Spannung steht, da sich sonst der Akkumulator über die Ladestromquelle entlädt. Der Pluspol des Akkumulators ist mit dem Pluspol der Ladestromquelle und der Minuspol mit dem Minuspol zu verbinden.
- Ladespannungs- und Ladestromkontrolle.

Die Ladespannung nach erfolgtem Zusammenschalten von Akkumulator und Ladestromquelle soll **größer** sein als die Akkumulatorspannung vor dem Zusammenschluß, aber **kleiner** als die Spannung der Ladestromquelle vor dem Zusammenschluß. Dies ist die Prüfung, ob der Ladestrom in der richtigen Richtung fließt und der Akkumulator geladen wird. (Bei zu kleiner Spannung der Ladestromquelle würden sich die Spannungen umgekehrt verhalten und der Akkumulator würde sich entladen.) Wo ein Ampèremeter vorhanden ist (z. B. Ladegerät der FL 40) wird der Ladestrom gemessen. Er soll nicht größer sein als 9,5 Amp. Ist die Ladespannung pro Akkumulator auf 9,5 Volt gestiegen, so ist er vollständig geladen.

- Während dem Laden sind die Ventilstöpsel auf einwandfreies Arbeiten zu überprüfen. Der Laderaum muß gut gelüftet sein (Explosionsgefahr infolge Knallgasentwicklung). Nach der Ladung ist der Laugenstand nochmals zu prüfen (wenn nötig, destilliertes Wasser nachfüllen), die Ventile zu schließen, die Zellen, Polverbindungen und Anschlußbuchsen zu reinigen, zu trocknen und leicht einzufetten.
- Ladung mit dem Ladegerät der FL 40-Sta.
Die Ladung erfolgt gemäß Zif. 231 des «Technischen Reglementes Nr. 178» (FL 40- und TS 40-Station).
- Ladung mit dem Netzgerät des E 41, siehe Zif. 214.

79 3. Tiefentladung

Der Akkumulator wird bei normalem Entladestrom (2,7 Amp.) bis zur Spannung Null entladen und anschließend während 2 Stunden kurzgeschlossen. Anschließend ist der Akkumulator normal zu laden. Die Tiefentladung wird in folgenden Fällen vorgenommen.

- Im Normalbetrieb einmal jährlich.
- Bei Nichtgebrauch einmal monatlich.
- Vor und nach der Erneuerung der Kalilauge.
- Bei schlechter Kapazität des Akkumulators.

80 4. Laugendichtemessung, Erneuerung der Kalilauge

Alle Akkumulatoren sind mit Hilfe des Laugendichteprüfers (Aräometer) alle Monate auf richtige Laugendichte zu kontrollieren. Ist die untere Grenze der Laugendichte erreicht, so ist der Elektrolyt auszuwechseln. Es ist wie folgt zu verfahren:

- Tiefentladung.
- Demontage der Batterie.
- Bereitstellen des Elektrolyten.
- Zellen halb entleeren.
- Zellen kräftig schütteln und dann ganz entleeren.
- Batterie sofort mit frischem Elektrolyt füllen.

Die Elemente dürfen nie leer stehen bleiben.

- Montage der Batterie, reinigen, einfetten.
- Ladung der Batterie.
- Tiefentladung und neue Ladung, Inbetriebnahme.

Die Erneuerung der Kalilauge ist durchschnittlich alle 1—2 Jahre notwendig und wird normalerweise durch das Zeughaus besorgt (im Kriegsfall durch die Truppe).

81 5. Herstellung der Kalilauge

Beim Eisen-Nickel-Akkumulator: Aus Aetzkali und dest. Wasser.
Dichte: Normaldichte nach Zif. 77.

Beim Cadmium-Nickel-Akkumulator: Aus Elektrolyt No. 16 der Leclanché S. A. und dest. Wasser.

Dichte: Normaldichte nach Zif. 77.

Aetzkali und Elektrolyt Nr. 15 in verschlossenen Büchsen sind auf dem Nachschubwege zu beziehen.

82 6. Parkdienst

Im Parkdienst sind folgende Arbeiten und Kontrollen auszuführen:

- Reinigen (Trocknen und leichtes Einfetten) der Zellen, Polverbindungen und Anschlußbuchsen.
- Prüfen des Laugenstandes (10 mm Plattenüberdeckung); wenn nötig Nachfüllen von dest. Wasser.
- Prüfen des Ladezustandes (Zif. 78). Wenn nötig: Ladung (Zif. 78).
- Monatlich: Laugendichtemessung. Wenn nötig: Erneuerung der Kalilauge (Zif. 80).

83 7. Mechanischer Aufbau, Abmessungen und Gewicht

Der Akkumulator ist in einem verschließbaren Blechkasten eingebaut.

Abmessungen: Höhe: 275 mm

Breite: 310 mm

Tiefe: 180 mm

Gewicht: 17,8 kg.

b) Der Cadmium-Nickel-Akkumulator, Typ 5.11. JN. 7.



Bild 26. Akkumulator Typ 5.11 JN. 7

84 1. Eigenschaften des Akkumulators

Der Akkumulator ist ein 5-Zellen-6,3 Volt-Cadmium-Nickel-Akkumulator mit Kalilauge als Elektrolyt. Sämtliche allgemeinen Bestimmungen des Typ R2C gelten sinngemäß für den Typ 5.11. JN.7. Der Hauptunterschied gegenüber dem Typ R2C ist die größere Kapazität, die größere zulässige Entladestromstärke, sowie größeres Gewicht und Abmessungen.

Kapazität bei 14 Amp. Entladestrom	76 Amp. Std.
Mittlere Entladespannung	6,3 Volt
Entladespannung des entladenen Akkumulators	5,5 Volt
Max. Ladestrom	20 Amp.
Ladezeit bei Ladestrom 14 Amp.	7 Std.
End-Ladespannung (nach vollständiger Ladung)	9 Volt
Normaler Entladestrom	14 Amp.
Elektrolyt	Kalilauge
Laugendichte:	wie beim Cadmium-Nickel-Akkumulator R2C (Zif. 77).
Laugenstand:	Plattenüberdeckung 10 mm.

Bei einem normalen Entladestrom von 14 Amp. (Betrieb von E39) kann ein vollgeladener Akkumulator die Empfängerspeisung während ca. 6 Stunden aufrecht erhalten.

85 2. Ladung des Akkumulators

Die Ladung erfolgt genau wie beim Typ R2C (Zif. 78). Die zulässige max. Ladestromstärke beträgt hier (statt 9,5 Amp. beim Typ R2C) 14 Ampères.

B. Trockenbatterien

89 Trockenbatterien werden in erster Linie als **Anodenspannungsquelle** (Anodenbatterie) verwendet.

Die **Anodenbatterie** ist eine 60 Volt Trockenbatterie, Typ Armeemodell, 60 Volt, Nr. 9660. Es werden 2 oder 3 Batterien in Serie geschaltet zur Erzeugung einer Anodenspannung von 120 oder 180 Volt.

Die Betriebsstundenzahl richtet sich nach der Entladestromstärke, sowie nach dem Alter der Batterie. Neue Batterien (bis max. 6 Monate alte) haben ungefähr folgende Betriebsstundenzahlen:

Entladestrom	Empfängertyp	Betriebsstundenzahl bis Spannung auf 75 % gesunken ist:
8 m A	E 31	80 Stunden
30 m A	E 41, E 44	12 Stunden.

Die Batterien verlieren auch bei Nichtgebrauch im Laufe der Zeit an Kapazität, um nach ca. **6—12 Monaten** unbrauchbar zu werden. Daher sollen Reserven an Trockenbatterien nur so angelegt werden, daß sie voraussichtlich innert 6 Monaten gebraucht werden.

Der Aufbrauch von alten Batterien, welche z. B. noch $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{6}$ der Nominalspannung besitzen, durch Serieschaltung mit neuen Batterien, ist nicht immer zu empfehlen. Alte Batterien weisen oft dauernde innere Ueberschläge auf, was zu Krachgeräuschen im Kopfhörer führen und den Empfang wesentlich beeinträchtigen kann.

C. Das Lichtnetz

- 90 Die für Netzanschluß vorgesehenen Empfänger sind für die Normalspannungen 110, 125, 145, 220 und 250 Volt, 50 Perioden eingerichtet, welche an einem Netzspannungswähler eingestellt werden können. Die Spannung eines Lichtnetzes wird an der Fassung einer Glühbirne abgelesen. **Vor dem Zuschalten des Empfängers muß der Netzspannungswähler auf die richtige Spannung gebracht werden.** Das Netz ist im Empfänger (bzw. Netzgerät) durch Wickmannsicherungen abgesichert.

Die Gewinnung der Heiz- und Anodenspannung aus der Netzwechselspannung kann auf verschiedene Art und Weise erfolgen.

a) **Heizspannung:** Die Heizspannung wird durch Transformation gewonnen. Für die Empfänger mit Batterieröhren (z. B. E 41) ist noch eine Gleichrichtung erforderlich.

b) Die Anodenspannung wird meist durch Transformation und Gleichrichtung gewonnen. Beim Empfänger E 41 wird die Netzwechselspannung hinuntertransformiert und gleichgerichtet (6 Volt Gleichspannung). Hieraus wird die Anodenspannung nach Zif. 212 gewonnen.

VIII. Standortwahl für Empfänger

- 91 Für die Standortwahl sind **taktische** und **technische** Gesichtspunkte maßgebend. Je nachdem ob der Empfänger als Stationsempfänger mit einem Sender zusammen in Wechsel- oder Gegenverkehr verwendet wird, oder als Abhorchstation dient und je nach Art der Aufgabe ist man mehr oder weniger frei in der Standortwahl. Es werden im folgenden ein paar Regeln für die **technisch günstige** Standortwahl angegeben (siehe auch Zif. 19 und Bild 7).

A. Die Antenne

- 92 Die Antenne soll frei sein. Insbesondere sollen sich in Richtung Gegenstation in nächster Nähe (ca. 1 Wellenlänge) keine Hindernisse, wie z. B. Häuser, Bäume, Metallmassen, Leitungen usw. befinden.

B. Standorte in Tälern

- 93 Wenn möglich sollen die Standorte an der vom Sender abgelegenen Talflanke gewählt werden (Bild 4), und zwar soll der Standort umso höher gelegt werden, je kürzer die Wellenlänge.

Wird mit der Raumwelle empfangen, so kann auch in der Talsohle guter Empfang sein (siehe Bild 7, Empfänger E 3).

C. Standorte auf dem Bergkamm

- 94 Standorte auf dem Bergkamm ergeben im allgemeinen die besten Empfangsverhältnisse. Soll aus Tarnungsgründen unterhalb dem Bergkamm, auf der vom Sender abgelegenen Bergflanke empfangen werden, so soll der Empfänger nicht mehr als $\frac{1}{2}$ Wellenlänge unterhalb dem Bergkamm aufgestellt werden.

Standorte auf Bergkämmen eignen sich speziell auch für Verbindungen mit Dezimeterwellen.

D. Standorte in gebirgigem Gelände

- 95 In gebirgigem Gelände soll bei schlechtem Empfang um mindestens $\frac{1}{2}$ Wellenlänge disloziert werden. Dadurch kann sich der Empfang erheblich verbessern. (Interferenzerscheinungen durch Beugung und Reflexion an Bergflanken, Zif. 8 und 9.)

Ist ein Standort in einem engen Bergtal befohlen, so ist oft nur der Empfang der Raumwelle möglich (Zif. 19).

E. Standort und Verbindungsrekognoszierung

- 96 Soll einer Empfangsstation ein fester Standort, z. B. Einsatzstandort, zugewiesen werden, so wird er zweckmäßig über eine gewisse Zeit ausexerziert. Empfänger, mit welchen **Feldstärkemessungen** ausgeführt werden können, eignen sich speziell hiezu (E 39, E 44).

Die Feldstärkemessungen, welche sich über die verschiedenen Tageszeiten (eventuell auch Jahreszeiten) erstrecken, ergeben ein Bild, welche **Standorte** und welche **Wellen** (bei einer gegebenen Sendeleistung auf der Gegenstation) zu welchen Zeiten gute Verbindung ergeben. Die Feldstärke ist das wichtigste Maß für die Güte des Empfangs (Zif. 42). Sie ist aber nicht allein maßgebend. Die Häufigkeit und Stärke von Störungen und Störsendern auf den verschiedenen Wellenbändern ist mitbestimmend für die Güte eines Standortes und einer Verbindung.

IX. Empfängereinstellung und Bedienung

- 97 Einstellung und Bedienung des Empfängers ist bei den betreffenden Empfängertypen selbst beschrieben. Es sollen hier einige allgemeingültige Probleme der Empfängereinstellung behandelt werden.

A. Allgemeine Bedienungsvorschriften für Empfänger

- 98 a) **Bedienung der Empfängerabstimmung** (siehe auch Zif. 28).

1. Das «Suchen» der Gegenstation geschieht durch langsames Hin- und Herdrehen der Abstimmung um die befohlene Frequenz, und zwar soll in einem Gebiet gesucht werden:

Bei Langwellen	$\pm 2 - 3 \%$	} von der Nennfrequenzeinstellung.
Bei Mittelwellen	$\pm 1,5 - 2 \%$	
Bei Kurzwellen	$\pm 1 \%$	

Es ist zu beachten, daß z. B. $\pm 2 \%$ bei Langwellen (z. B. 200 kHz) eine Frequenzänderung von ± 4 kHz («Suchgebiet» = 8 kHz) bedeuten, dagegen $\pm 1 \%$ bei Kurzwellen (z. B. 20 MHz) eine Frequenzänderung von ± 200 kHz (Suchgebiet = 400 kHz).

Rechnet man für den Hörbarkeitsbereich einer Station eine Bandbreite von 5 kHz, so ist bei Langwellen eine gewünschte Station in mehr als der Hälfte des «Suchgebietes» hörbar, dagegen bei Kurzwellen nur im 80. Teil des «Suchgebietes».

Das Suchen bei Kurzwellen muß daher sehr sorgfältig durchgeführt werden, und zwar umso sorgfältiger, je kürzer die Wellenlänge ist.

- 99 2. Die **günstigste Einstellung** der Abstimmung während dem Betrieb wird meist durch die störenden Einflüsse (siehe Zif. 115) bestimmt. Prinzipiell wird eingestellt:

Bei Telefonie und Tg. tönend: Auf beste Verständlichkeit.

Bei Telegrafie tonlos: Auf günstigste Tonhöhe des Pfeiftones und beste Verständlichkeit.

Falsch ist, die Lautstärke einer momentan starken Gegenstation durch Verstärken der Abstimmung herabsetzen zu wollen. **Die Abstimmung ist stets (auch bei starkem Empfang) auf die optimale Verständlichkeit bzw. günstigste Tonhöhe bei Tg. tonlos einzustellen.** Eine nötige Reduktion der Lautstärke darf nur durch Reduktion der Empfindlichkeit, Antennenkopplung, Antennenhöhe oder Lautstärkeregelung vorgenommen werden.

- 100 b) **Bedienung der Rückkopplung für Geradeausempfänger** (siehe auch Zif. 47).

— Für Telefonie und Telegrafie tönend 1:

Rückkopplung zum Einsatzpunkt (Zif. 47) und nachher etwas **zurückdrehen**, sodaß gerade kein Telegrafie-Pfeifton entsteht. Dies ist die größtmögliche Verstärkung.

— Für Telegrafie tonlos:

Rückkopplung nur wenig über den Einsatzpunkt hinaus aufdrehen (Zif. 47). Bei Wellenwechsel und nach Betriebspausen stets wieder kontrollieren, ob Rückkopplung genügend aufgedreht (Zif. 49).

- 101 c) **Bedienung des Telegrafie-Oszillators für Ueberlagerungsempfänger** (siehe auch Zif. 69).

1. Der Telegrafie-Oszillator wird eingeschaltet für den Empfang von Tg. tonlos und H. S. Bei gewissen Empfängern geschieht das Einschalten durch Umschalten des «Betriebsartenschalters» auf Tg., bei anderen durch Einschalten des Telegrafie-Oszillators (Telegrafie-Ueberlagerer).

2. Einstellung der **Tonhöhe**.

Zu Beginn des Verkehrs «Tonhöhe» in Mittelstellung bringen. Während dem Betrieb (bei Vorhandensein von Störern) «Tonhöhe in Verbindung mit «Abstimmung» und «Bandbreite» auf günstigsten Wert einstellen (Zif. 69).

3. Einstellung der Spannung des Telegrafie-Oszillators (Dosierung). Die Dosierung wird, in Verbindung mit der Lautstärkeregelung auf beste Verständlichkeit eingestellt.

102 d) **Einstellung der Lautstärke** (siehe auch Zif. 70).

Die «Lautstärke» wird, nachdem die Abstimmung auf die Gegenstation gut eingestellt ist, auf einen angenehmen Wert eingestellt. Wird der Empfänger durch den Empfang eines **sehr starken Senders übersteuert** (Zif. 119) so nützt es nichts, die Lautstärke zuzudrehen. Nur durch Reduktion der Empfindlichkeit, der Antennenkopplung oder der Antennenhöhe kann die Uebersteuerung vermieden werden.

103 e) **Einstellung der Tonblende**.

Wo eine Tonblende (siehe Zif. 70) vorhanden ist, wird sie zu Beginn der Uebermittlung auf «Hell» gestellt. Durch Stellen auf «Dunkel» kann bei Störungen besserer Empfang erzielt werden.

104 f) **Bedienung der Empfindlichkeit** (siehe auch Zif. 65 und 119).

Zu Beginn des Empfangs soll größte Empfindlichkeit eingestellt werden. Bei starkem Empfang soll die Empfindlichkeit zurückgedreht werden. Der Empfang eines sehr starken Senders (große Feldstärke) wäre ohne Reduktion der Empfindlichkeit überhaupt nicht möglich (siehe Zif. 119). Aehnliche Wirkung wie eine Variation der Empfindlichkeit hat eine Variation der **Antennenhöhe** oder der **Antennenkopplung**, nicht aber eine Variation der «Lautstärke». Empfindlichkeit, Antennenkopplung und Antennenhöhe beeinflussen die Hochfrequenz-Spannung, die Lautstärkeregelung dagegen nur die Niederfrequenzspannung. Ist die «automatische Lautstärkeregelung» eingeschaltet, so wird die Empfindlichkeit auf maximal eingestellt und braucht nicht bedient zu werden.

105 g) **Bedienung der automatischen Lautstärkeregelung (Schwundausgleich)**.

Die automatische Lautstärkeregelung wird bei Empfang von Telefonie und Tg. tönend 1 stets eingeschaltet. Bei Empfang von Tg. tonlos und Tg. tönend 2 wird von Fall zu Fall geprüft, ob mit oder ohne automatischer Lautstärkeregelung besserer Empfang möglich ist. (Die Morsezeichen bei Tg. tonlos können durch den Schwundausgleich unter Umständen verzerrt werden.)

106 h) **Bedienung der Bandbreitewahl**.

Zu Beginn des Empfanges ist stets auf «Breit» oder «Mittel» zu stellen. Die einzustellende Bandbreite richtet sich nach Art und Stärke der Störungen (siehe Zif. 108 bis 121).

B. Einstellung des eigenen Senders auf die genaue Sendefrequenz der Gegenstation mit Hilfe des Empfängers (Einpfeifen)

- 107 Ein flüssiger Verkehr in Dreier- oder Mehrfachnetzen ist nur möglich, wenn alle Sendestationen ein und desselben Netzes auf **genau** der gleichen Frequenz arbeiten, damit bei **ein und derselben Empfängerabstimmung** alle Sendestationen des Netzes ohne weiteres gehört werden können.

Trotzdem die Eichgenauigkeit der modernen Sendestationen etwa $\pm 1\text{‰}$ beträgt, ist obige Bedienung beim Arbeiten im Kurzwellengebiet selbst bei absolut korrekter Sendereinstellung nicht genügend erfüllt. Beträgt z. B. die befohlene Verkehrsfrequenz 4000 kHz, so kann ein Sender effektiv 4004 kHz ausstrahlen, während ein zweiter Sender des gleichen Netzes eine Frequenz von 3996 kHz abgibt. Der Empfänger einer dritten Station des gleichen Netzes kann in diesem Fall unmöglich bei gleicher Abstimmung beide der genannten Sender hören, was den flüssigen Funkverkehr außerordentlich erschwert. Besonders schwierig wird die Sache naturgemäß, wenn man gezwungen ist mit Quarzfilter zu empfangen.

Es ist deshalb nach erstellter Verbindungsaufnahme durch sogenanntes Einpfeifen dafür zu sorgen, daß alle Sender des gleichen Netzes mit genau der gleichen Frequenz arbeiten. Ob diese Frequenz absolut der befohlenen Frequenz entspricht kann mit den feldmäßig vorhandenen Mitteln nicht festgestellt werden, ist aber an und für sich ohne Belang; es wird viel mehr immer auf **die Sendefrequenz der Netzleitstation (oder der dem höchsten Kdo. zugeteilten Station) Bezug genommen**. Alle anderen Stationen werden auf diese «Standardfrequenz» eingepfeift. Das Einpfeifen wird wie folgt vorgenommen:

1. Empfänger auf die Netzleitstation abstimmen. Bandbreite in Mittelstellung. Betriebsart «Telegrafie». Empfängerabstimmung so drehen, daß die Netzleitstation in die **Schwebungslücke** (Zif. 34) fällt. Ist dies erreicht, so **darf die Empfängerabstimmung nicht mehr berührt werden**.
2. Die Antenne aus der Antennenbuchse des Empfängers wegziehen (siehe Zif. 119).
3. Eigenen Sender in Funktion setzen, richtig abstimmen (Stellung Telegrafie tonlos) und Taster drücken.
4. Am Empfänger den Pfeifton des eigenen Senders abhören ohne Empfänger-einstellung zu berühren. Abstimmung am eigenen Sender bei ständigem Drücken der Taste so drehen, daß die eigene Sendefrequenz in die Schwebungslücke des Empfängers zu liegen kommt. Sendereinstellung arretieren.

Damit stimmt die Sendefrequenz des eigenen Senders genau mit der Sendefrequenz der Netzleitstation überein.

Anmerkung: Sind Sender und Empfänger örtlich getrennt in Stellung gebracht (Fern-tastung), so ist das Einpfeifen etwas schwieriger, da der Sendewart beim Einregulieren seiner Sendefrequenz nicht selbst den Kopfhörer des Empfängers anziehen kann. In diesem Fall muß die Einregulierung des Senders genau nach telefonisch oder optisch übermittelten Befehlen des Empfangstelegrafisten an den Sendewart vorgenommen werden.

C. Empfängereinstellung und Bedienung unter schwierigen Verhältnissen, Störungsbekämpfung

108 Als Störungen und Erscheinungen, welche den Funkverkehr beeinträchtigen, sind anzusehen:

- Atmosphärische Störungen.
- Störungen durch elektrische Apparate.
- Eigene und fremde Sender bei der Empfangswelle (eigener und fremder Funkverkehr).
- Feindliche Störsender, die zu diesem Zweck eingesetzt sind.
- Schwunderscheinungen.
- Empfang bei sehr großer Feldstärke der Gegenstation.
- Störung durch den eigenen Sender bei Gegenverkehr.

Die Störungsbekämpfung hat den Zweck, das Verhältnis der Nutzlautstärke zur Störlautstärke im Kopfhörer zu erhöhen.

109 Die technischen Mittel und Vorrichtungen an der Empfangsstelle zur Herabminderung dieser Störungen sind:

- Empfang mit Bandbreite «Schmal» (Kristallfilter).
- Amplitudenbegrenzung.
- Tonblende.
- Automatische Lautstärkeregelung.
- Empfang mit Rahmenantenne.
- Entstörung der elektrischen Apparate.

Ferner dienen folgende Maßnahmen der Ermöglichung des Empfangs unter schwierigen Verhältnissen:

- Ausweichen mit der Frequenz um einige kHz.
- Günstige Frequenzwahl.
- Erhöhung der Sende-Energie.
- Uebergang auf Tg. tonlos.
- Uebergang auf Tg. tönend (wenn starke Tg. tonlos-Störsender).
- Wahl günstiger Standorte und Antennen.
- Zweimalige Durchgabe jeder Gruppe.
- Uebergang von Gegenverkehr auf Wechselverkehr. Speziell geeignet bei schwierigen Verhältnissen ist der **Unterbrechungsverkehr**.
- Von der Gegenstation die Durchgabe von V-Zeichen verlangen zur Ermöglichung der günstigsten Empfänger-Einstellung.
- **Die wichtigste Voraussetzung für den Empfang unter schwierigen Verhältnissen ist: Richtige Empfänger-Einstellung und Funkdisziplin.**

a) Atmosphärische Störungen.

Atmosphärische Störungen bestehen in sichtbaren oder unsichtbaren elektrischen Entladungen in der Atmosphäre. Sie treten auf bei Gewitter, heftigen Schnee- und Regenfällen, während der Dämmerung, aber auch bei heißem, trockenem Wetter,

und zwar hauptsächlich in den Sommermonaten. Die atmosphärischen Störungen ergeben im Kopfhörer Krachgeräusche, Rauschen und Brodeln; sie sind in allen Wellenbänden über 10 m Wellenlänge vorhanden, am stärksten im Bereich der Mittel- und Langwellen.

111 Die Mittel zur Bekämpfung sind:

1. Uebergang auf Telegrafie tonlos.
2. Sorgfältiges Abstimmen auf die beste Tonhöhe.
3. Schaffung günstigster Empfangsverhältnisse in bezug auf die Gegenstation (siehe Zif. 91—96, Standortwahl).
4. Empfang mit schmaler Bandbreite (Kristallfilter) bei mehr oder weniger stetigen Störgeräuschen. Bei ausgesprochen knallartigen Geräuschen kann nicht mit Bandbreite «Schmal» empfangen werden.
5. Für Empfänger ohne Amplitudenbegrenzung (E 31, E 39): Lautstärke nicht zu groß machen. Bei kleinerer Lautstärke vermag das Ohr die Morsezeichen besser aus dem Geräusch herauslesen.
6. Empfänger mit **Amplitudenbegrenzung** (E 41, E 44) sind speziell geeignet für Empfang bei atmosphärischen Störungen (siehe Zif. 70). Hier ist die Lautstärke genügend aufzudrehen.
7. Stellen der Tonblende auf «Dunkel». Da die Störgeräusche meist höhere Frequenzen enthalten, kann bei niedrigem Telegrafie-Ton (ca. 800 Hz) die Verständlichkeit verbessert werden.
8. Wird der Empfänger in einer Funkverbindung verwendet, so ist bei schwierigen Verhältnissen auf Wechselverkehr, am besten Unterbrechungsverkehr, überzugehen. Auf diese Art werden viele Rückfragen erspart.

b) **Störungen durch elektrische Apparate.**

112 Störungen werden verursacht durch Motoren, elektrischen Haushaltgeräte, Bahnen, Schalter usw., d. h. überall dort, wo sich elektrische Funken bilden. Der Frequenzbereich dieser Störungen umfaßt ein enger begrenztes Wellenband als die atmosphärischen Störungen. Die Reichweite beschränkt sich auf einige Meter bis einige Kilometer. Diese Störungen haben ähnlichen Charakter wie die atmosphärischen. Das Störgeräusch im Kopfhörer ist aber meist homogener als bei atmosphärischen Störungen.

113 Die Mittel zur Bekämpfung sind:

1. Ausfindigmachen des Störherdes (eventuell durch einfache Rahmenpeilung), Abstellen oder **Entstörung** des störenden Apparates. Die Entstörung erfolgt durch Kondensatoren und Hochfrequenzdrosselung und soll durch Fachleute ausgeführt werden.
2. **Dislokation der Empfangsanlage vom Störherd weg.** Meist genügt eine Dislokation um einige 100 Meßer.

3. **Wellenwechsel.** Da die industriellen Störungen meist auf ein engeres Wellenband beschränkt sind, kann durch Wellenwechsel der Empfang oft bedeutend verbessert werden.
4. Störbekämpfung wie bei atmosphärischen Störungen (Zif. 111).
5. Empfang mit Rahmenantenne. Befindet sich die Störquelle nicht genau in Richtung Gegenstation, so kann mit Rahmenantenne bzw. kombinierter Antenne (Zif. 151 bis 152) der Störer eliminiert werden.

114 c) **Störungen durch eigene und fremde Sender auf der Empfangswelle.**

Infolge der außerordentlich großen Zahl von fremden und eigenen Sendern in sämtlichen Wellenbändern sind bei den meisten Frequenzeinstellungen ein oder mehrere Sender hörbar, welche den Empfang stören können.

Die Mittel, um die gewünschte Gegenstation aus einem Gemisch von fremden und zum Teil stärkeren Zeichen herauslesen zu können, sind ähnlich wie bei atmosphärischen Störungen (Zif. 111). **Zusätzlich** können noch folgende Maßnahmen getroffen werden:

Bei Empfang von Tg. tonlos:

115 1. **Für Empfänger ohne Bandbreite «Schmal»:**

- Die Empfangsabstimmung so einstellen, daß die gewünschte Gegenstation mit der günstigsten Tonhöhe (der besten Verständlichkeit) empfangen wird.
- Untersuchen, ob das untere oder obere Seitenband den besseren Empfang ergibt (Zif. 34).
- Oft kann ein einzelner starker Störsender dadurch eliminiert werden, daß er in die Schwebungslücke gebracht wird (Zif. 34).

2. **Für Empfänger mit Bandbreite «Schmal».**

In Stellung «Schmal» der Bandbreite die gewünschte Gegenstation auf beste Verständlichkeit einstellen (durch Empfängerabstimmung).

3. **Ausweichen um einige kHz:**

Ist der Empfänger in einer Funkverbindung eingesetzt, so kann nach gegenseitiger Uebereinkunft die Verkehrsfrequenz um einige kHz erhöht oder gesenkt werden. Diese Maßnahme ist vorteilhaft, wenn ein einzelner sehr starker Störsender nahezu auf der gleichen Frequenz wie die Empfangswelle sendet. Das Ausweichen um maximal 5 kHz nach oben oder unten ist meist genügend.

4. **Wellenwechsel.**

Wo mehrere Wellen zur Verfügung stehen, kann durch Wellenwechsel starken Störsendern ausgewichen werden. Da auf diese Art von einem Wellenband in ein ganz anderes gewechselt werden kann (z. B. von Kurzwellen auf Langwellen), ist der Wellenwechsel oft günstiger als das Ausweichen um einige kHz. Frequenzverschiebungen und Wellenwechsel sollen so vereinbart sein, daß sie auch unter sehr schlechten Bedingungen automatisch durchgeführt werden können. Die größte Anzahl der Störsender befindet sich erfahrungsgemäß im Kurz- und Mittelwellenband.

5. Empfang mit Rahmen- und kombinierter Antenne.

Einzelne starke Störsender können durch Empfang mit Rahmen- oder kombinierter Antenne eliminiert werden (siehe Zif. 151—152).

116 Bei Empfang von Telegrafie tönend:

In gewissen Wellenbändern, speziell im Wellenbereich 50—200 m sind außerordentlich viele **Tg. tonlos-Störsender** vorhanden, sodaß ein Empfang von Tg. tonlos oft fast unmöglich ist.

Dagegen ist durch Uebergang auf **Tg. tönend** oft noch ein **sehr guter Empfang** möglich. Der Empfänger arbeitet ohne Telegrafie-Oszillator (beim Geradeausempfänger: Rückkopplung zugekehrt; beim Ueberlagerungs-Empfänger: Stellung Telefonie, Telegrafie-Oszillator bzw. Telegrafie-Ueberlagerer abgeschaltet) und die Tg. tonlos-Sender werden nicht gehört.

117 d) Feindliche Störsender, die zu diesem Zweck eingesetzt sind.

Feindliche Störsender werden sich mit Knarrgeräuschen oder Heultönen auf den Wellen wichtiger Großstationen, besonders von Rundfunksendern, festsetzen, um den Verkehr zu verunmöglichen. Weil dazu starke Sender nötig sind, welche die betreffenden Frequenzen auch für den Feind sperren, wird er wahrscheinlich nur in vereinzelt Fällen Verbindungen von Kleinstationen stören können. Die beste Abwehr ist Tarnung des Verkehrs. Ferner müssen Maßnahmen getroffen werden, die ein Ausweichen auf eine andere Frequenz nach dem Einsetzen des Störers automatisch ermöglichen. Geringes Ausweichen ist zwecklos, weil der Störer sofort nachfolgen kann.

118 e) Empfang bei starken Schwunderscheinungen.

Starke Schwunderscheinungen (Zif. 17) können den Empfang wesentlich erschweren. Die störende Wirkung kann herabgemindert werden durch:

1. Einschalten der automatischen Lautstärkeregelung (Zif. 66).
2. Dislokation des Empfängers, sodaß entweder die Bodenwelle oder die Raumwelle stark überwiegt (Bild 7).
3. Durch Wellenwechsel in ein ganz anderes Wellenband, z. B. von Lang- auf Kurzwellen. Da die Intensität und Konstanz der Raumwelle für die verschiedenen Wellenlängen verschieden ist (Zif. 14), kann durch Wellenwechsel eine Verbesserung erzielt werden.
4. Zweimalige Durchgabe jeder Zeichengruppe, schneller oder langsamer je nach der Periode des Schwundes.

119 f) Empfang bei sehr großer Feldstärke der Empfangswelle.

Ist der zu empfangende Sender sehr stark (große Sendeleistung, kleine Distanz), so besteht die Gefahr der **Uebersteuerung** des Empfängers. Dies äußert sich bei Empfang von Tg. tonlos darin, daß überhaupt kein Telegrafie-Pfeifton entsteht,

sondern nur ein Knacken im Kopfhörer (die Schwebungslücke ist zu breit). Durch **Reduktion der Antennenlänge** (bei sehr starken Sendern Empfang überhaupt ohne Empfangsantenne) oder **Reduktion der Empfindlichkeit** (bzw. Verkleinerung der Antennenkopplung) wird guter Empfang erzielt. Reduktion der Lautstärke nützt praktisch nichts (siehe Zif. 104).

120 g) Störungen durch den eigenen Sender bei Gegenverkehr (oder durch die Sender eines Funkzentrums).

Diese Störungen kommen zustande durch eigene Sender, welche nicht auf der Empfangswelle arbeiten, deren Standort aber sehr nahe dem Empfänger ist (z. B. 100 oder einige 100 Meter). Im Kopfhörer ist bei Telegrafie tonlos oder Tg. tönend ein Knacken im Rhythmus der Morsezeichen hörbar.

Die Störungen sind umso größer, je größer die Sende-Energie, je näher der Sender beim Empfänger, je kleiner der Frequenzabstand von Sendewelle und Empfangswelle. Am stärksten stört Telegrafie tonlos, speziell Telegrafie hart. Telefonie und Telegrafie tönend 1 stören praktisch nicht.

Die Maßnahmen zur Behebung oder Herabminderung dieser Störungen sind folgende:

1. Vergrößerung der Distanz Sender—Empfänger.
2. Vergrößerung des Frequenzabstandes der Sende- und Empfangswelle.
3. Empfang mit Bandbreite «Schmal».
4. Maßnahmen beim Sender: Verkleinerung der Sende-Energie, Uebergang auf Tg. weich, Tg. tönend 1 oder Telefonie.

121 h) Störungen durch Dämmerungserscheinungen.

Die Dämmerungserscheinungen können sich auswirken als:

- sehr schwacher Empfang
- starke atmosphärische Störungen
- starke Schwunderscheinungen.

Die Mittel zur Bekämpfung sind:

- Erhöhung der Sende-Energie.
- Maßnahmen bei atmosphärischen Störungen (Zif. 110).
- Maßnahmen bei Schwunderscheinungen (Zif. 118).
- Wellenwechsel.

X. Spezial-Empfangseinrichtungen

A. Der Peil-Empfang

- 122** Der Peil-Empfang dient zur Richtungs-Bestimmung von fremden Sendern. Es sind dazu speziell richtungsempfindliche Empfangsantennen (z. B. Rahmenantennen) erforderlich. Mit der Rahmenantenne nach Zif. 139 läßt sich eine einfache Richtungsbestimmung durchführen (Zif. 140).

Der Peil-Empfang ist im Reglement Nr. B 179 d «Der Abhorch- und Peil-Dienst» eingehend beschrieben.

B. Der Hellschreiber-Empfang

- 123 Mit dem Siemens-Hell-Verfahren können Buchstaben und Zahlen auf funktelegrafischem Wege übermittelt und auf der Empfangsstelle automatisch niedergeschrieben werden. Das Verfahren beruht darauf, daß die Buchstaben und Zahlen in einzelne Bildpunkte zerlegt und als Hochfrequenz-Impulse (ähnlich wie Tg. tonlos, siehe Zif. 21) gesendet werden. Im Empfänger werden die Impulse (Bildpunkte) wieder zum Buchstaben bzw. Zahlenbild zusammengesetzt. Bei Störungen werden die Zeichen nicht falsch, sondern höchstens unleserlich. Der Hellschreiber-Empfang ist im «Technischen Reglement» Nr. T 179 d (G 1,5 K-Sta.) eingehend beschrieben.

C. Der Undulator-Empfang

- 124 Die Undulator-Apparate gestatten die automatische Niederschrift von empfangenen Morsezeichen. Im Gegensatz zum gewöhnlichen Telegrafen-Apparat, welcher die Morsezeichen in Strich-Punkt-Schrift niederschreibt (Bild 27 a) wird hier das Morsezeichen gemäß Bild 27 b geschrieben.

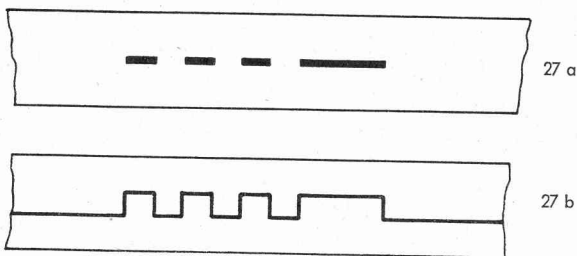


Bild 27 a. Buchstabe V in Telegrafen-Schrift.

Bild 27 b. Buchstabe V in Undulator-Schrift.

Die Wirkungsweise ist wie folgt: Die von einem beliebigen Empfänger aufgenommenen und hörbar gemachten Morsezeichen werden im **Undulator-Tastgerät** verstärkt und gleichgerichtet. Die so gewonnenen Gleichstrom-Impulse treiben eine magnetische Tauchspule des Undulators an, welche das Schreibsystem trägt. Die Morsezeichen werden durch das Schreibsystem mit Tinte auf einen bewegten Papierstreifen geschrieben (Bild 27 b). Es können auf einem Apparat zwei unabhängige Schreibsysteme angeordnet werden (**Doppel-Undulator**).

Der Undulator-Empfang eignet sich speziell für den **Abhorddienst**. Die Aufnahmegeschwindigkeit ist sehr groß. Sie beträgt bei den neuen Modellen bis zu 6 Worten pro Sekunde.