

**D 1790/5**

**Nur für den Dienstgebrauch!**

# **Richtlinien**

für den

## **Aufbau von Behelfsantennen**

in

## **Festungsanlagen**

Vom 1. 10. 43

Dies ist ein geheimer Gegenstand im Sinne des § 88 Reichsstrafgesetzbuchs (Fassung vom 24. April 1934). Mißbrauch wird nach den Bestimmungen dieses Gesetzes bestraft, sofern nicht andere Strafbesimmungen in Frage kommen.

# Inhalt

	Seite
Vorbemerkungen . . . . .	5
1. Antennenarten . . . . .	7
2. Antennenrichtwirkung . . . . .	11
3. Antennenlänge . . . . .	11
4. Antennenaufbau . . . . .	13
5. Antennenzuführungen . . . . .	18
6. Aufstellung der Funkgeräte . . . . .	22
7. Einzelangaben für verschiedene Funkgeräte . . . . .	23
a) 100 Watt Sender . . . . .	23
b) 80 Watt Sender . . . . .	23
c) 15 Watt Sender . . . . .	24
d) 5 Watt Sender . . . . .	24
e) Torn. Fu. h1 und f . . . . .	24
f) Torn. Fu. g . . . . .	25
g) Torn. Fu. d2 . . . . .	25
h) Torn. Fu. h . . . . .	25
i) Feld. Fu. b und c . . . . .	26
8. Auftreten und Beseitigen von Fehlern . . . . .	27
Anlage 1: Abgeschirmte Antennenzuführungskabel . . . . .	29
Anlage 2: Montage von abgeschirmtem Kabel . . . . .	33
Anlage 3: Anhaltswerte für Betrieb mehrerer Funkgeräte im gleichen Raum oder Stand . . . . .	37





## Vorbemerkungen

Der Einfluß der eisenbewehrten Stände auf Funkgerät, Antenne, Antennenzuführung und Gegengewicht hat zur Folge, daß in Festungsanlagen hinsichtlich Antennenarten, Länge und Aufbau-richtung wie auch der Reichweiten oft andere Werte gelten, als in den Vorschriften für den Aufbau im freien Gelände angegeben sind.

Die Hauptschwierigkeit liegt darin, die Antenne ohne große Verluste durch die dicken und abschirmenden Wände des Standes herauszuführen. Die Verwendung von abgeschirmtem oder verdrehtem Kabel als Antennenzuführung hat sich in Festungsständen als sehr günstig erwiesen.

Da die Antennenanlage durch Beschuß leicht zerstört werden kann, soll sie so einfach wie möglich sein und leicht wieder instand gesetzt werden können.

Die gute Tarnung gegen Feindsicht darf nicht außer acht gelassen werden.

Da sich die Einwirkung der Stahlbetonwände im einzelnen nicht bestimmen läßt, muß die günstigste Antennenform von Fall zu Fall durch Versuch festgestellt werden.

Zweck dieser Druckschrift ist, Hinweise für richtigen Einbau der Funkgeräte und Behelfsantennen in Festungsanlagen zu geben und an einigen Beispielen zu erläutern.

Für die Verwendung der Festungsantenne gilt die Vorschrift D 1790/2 = Gerätebeschreibung der Festungsantennenanlage.



# I. Antennenarten

Für den Betrieb in Anlagen der ständigen Befestigungen werden auch die für den beweglichen Einsatz bestimmten Funkgeräte eingesetzt. Soweit bodenständige Festungsantennen nicht vorhanden sind, sind für das Gerät nicht eignen oder in der Reichweite nicht genügen, sind die im Folgenden genannten Behelfsantennen oder die zur Sollausrüstung der Funkgeräte gehörigen Antennen behelfsmäßig aufzubauen.

## a) Eindrahtantenne als Erdantenne:

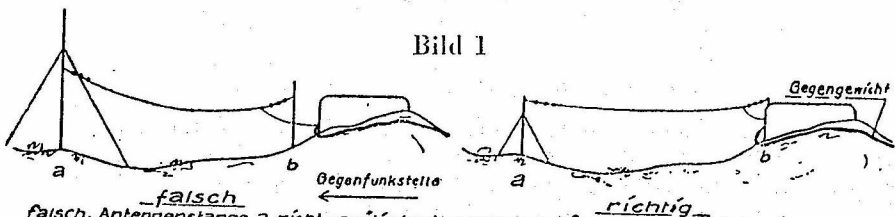
Ihre Wirkung hängt von den jeweiligen Bodenverhältnissen des Aufbauplatzes ab.

Die Erdantenne hat den Vorteil, daß sie sehr schnell ausgelegt werden kann und verhältnismäßig sicher gegen Splitter ist. Außerdem sind die Störgeräusche besonders bei Nacht geringer. Wo ihre Reichweite genügt, ist sie deshalb zu bevorzugen.

Wegen der scharfen Richtwirkung ist die Erdantenne genau in Richtung auf die Gegenstelle auszulegen. Die Ablenkung und Abschirmung der Antennenabstrahlung durch Drahthindernisse ist zu beachten. Die Anwendung der Erdantenne bleibt vorläufig noch auf die Tornisterfunkgeräte beschränkt.

## b) Eindrahtantenne als Niedrigantenne:

Die Niedrigantenne kommt wegen des verhältnismäßig guten Wirkungsgrades und der leichten Aufbaumöglichkeit vorzugsweise für den behelfsmäßigen Aufbau in Frage (s. Bild 1).



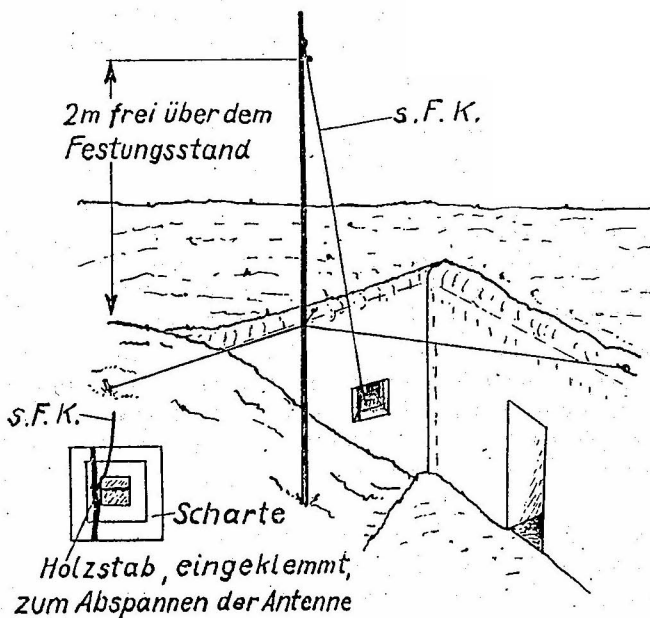
falsch. Antennenstange a nicht unnötig hoch machen. Zuführung bei b wäre kürzer, wenn Antenne unmittelbar am Stand befestigt wird, nicht noch an besonderer Stange. Wenn Niedrigantenne ausreicht, keine Hochantenne bauen.

Niedrigantenne am Festungsstand.

Sie wird in einer Höhe von etwa 1,5—2 m gespannt. Unter Umständen muß die günstigste Höhe durch Hochheben der Antenne ausprobiert werden.

Für Ultrakurzwellengeräte (Torn. Fu. d 2 und h und Feldfu. b, c, f und h) genügt meist eine etwa 2 m hohe, senkrechte Aufhängung des Antennenendes (s. Bild 2 und 15 a—c).

Bild 2



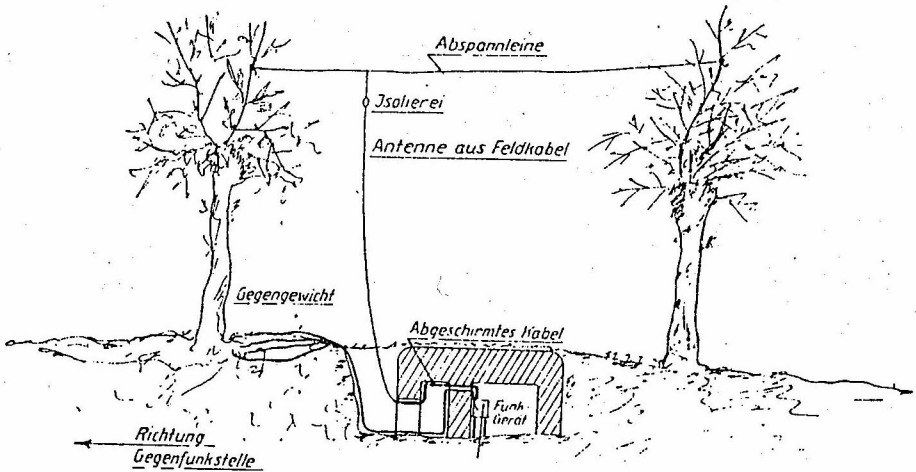
Behelfsentenne für Ultrakurzwellengeräte.

### c) Eindrahtantenne als Hochantenne:

Mit einer guten Hochantenne lassen sich mit behelfsmäßigen Mitteln zum Teil erheblich größere Reichweiten erzielen als mit Niedrig-, Stern- und Stabantennen. Sie muß häufig zur Anwendung kommen, wenn die Funkstelle in einer tiefen Mulde liegt.

Die Hochantenne wird senkrecht oder schräg gespannt. Je höher das Antennenende hängt, desto größer ist die Reichweite (s. Bild 3).

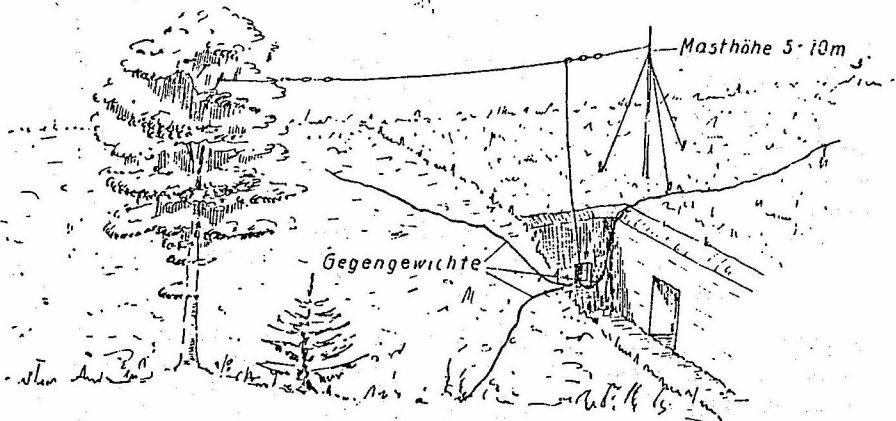
Bild 3



Hochantenne am Festungsstand.

Stehen genügend hohe Stützpunkte für die senkrechte Antennenaufhängung nicht zur Verfügung, muß die Hochantenne als T- oder L-Antenne aufgebaut werden (s. Bild 4). Jedoch muß auch hier eine möglichst hohe Aufhängung angestrebt werden.

Bild 4



L-Hochantenne.

#### d) Langdrahtantennen:

Langdrahtantennen als Erd-, Niedrig- oder schräg gespannte Hochantennen verlegt, ergeben eine Vergrößerung der Lautstärke, wie eine scharfe Richtwirkung, die mit der Länge der Antenne zunimmt. Die Länge der Langdrahtantennen beträgt ein Mehrfaches der Wellenlänge.

#### e) Abgesetzte Stabantennen:

Die zu den Tornisterfunkgeräten gehörigen Stabantennen können auch zum behelfsmäßigen Aufbau abgesetzt vom Gerät verwandt werden.

Die Reichweite wird erheblich vergrößert, wenn die Stabantenne unter Verwendung des Antennenfußes auf einer 3 bis 4 m langen Stange erhöht aufgestellt wird (s. Bild 5). Beim Torn. Fu. d 2 kann auch der Antennenhaltestock mit 3—6 Zeltstäben verlängert werden.

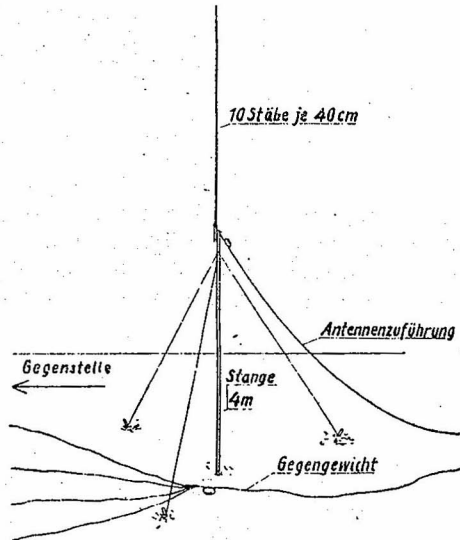
Eine genügend lange Antennenzuführung ist beizubehalten.

#### f) Stern-, Stabhoch- und Schirmantennen:

Sie kommen wegen ihrer auffälligen Form nur bei weiter rückwärts liegenden oder vom Feind nicht einzusehenden Ständen zur Anwendung. Zur Erzielung der größten Reichweite sind diese Antennen freistehend auf oder neben dem Stand mit voller Masthöhe aufzubauen.

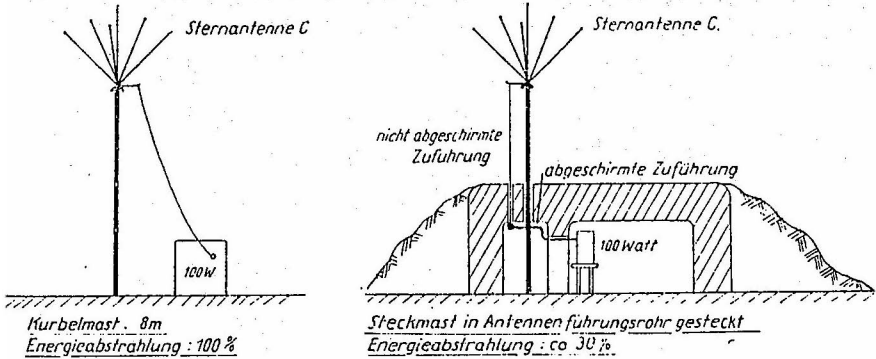
Zur Einsparung der beschußempfindlichen Abspannseile können diese Antennen auch mit einem Steckmast von außen in ein Antennenzuführungsrohr hineingesetzt werden. Die Reichweite wird jedoch erheblich geringer (s. Bild 6).

Bild 5



Stabantenne auf einer 4 m Behelfsstange.

Bild 6



Sternantenne am Festungsstand.

## 2. Antennenrichtwirkung

Durch gerichtete Antennen kann die Reichweite vergrößert werden. Umgekehrt kann aber auch durch falsch gerichtete Antennen oft keine Verbindung zustande kommen.

Stab-, Stern-, Schirm- und senkrecht gespannte Eindrahtantennen strahlen rundum, während die übrigen Eindrahtantennen, besonders die Langdraht- und Erdantennen, Richtwirkung besitzen.

In Festungsanlagen sind wegen der Abschirmung durch die Stahlbetonstände die Eindrahtantennen in Richtung auf die Gegenstelle zu spannen und die Gegengewichte entgegengesetzt auszuliegen<sup>1)</sup>.

Bei den Stern-, Stab-, Schirm- und senkrechten Hochantennen kann eine geringe Richtwirkung erzielt werden durch Auslegen der Gegengewichte in Richtung auf die Gegenfunkstelle.

## 3. Antennenlänge

Die Antennenlänge ist abhängig von der Frequenz und wird normalerweise mit  $\frac{1}{4}$  der Wellenlänge bemessen.

Die Antennenlänge rechnet von der Geräteklemme bis zum Antennenende. Nutzbar für die Energieausstrahlung ist jedoch nur

<sup>1)</sup> Eindrahtantennen mit  $\frac{1}{4}$  Wellenlänge werden sonst bei Aufbau im freien Gelände in entgegengesetzter Richtung zur Gegenstelle gespannt.

der außerhalb des Standes oder des Tarnnetzes befindliche Teil. Für Langdrahtantennen oder, wenn das außerhalb des Standes befindliche Antennenende erheblich weniger als  $\frac{1}{4}$  der Wellenlänge beträgt, sind  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{5}{4}$ ,  $\frac{7}{4}$  usw. der Wellenlänge zu nehmen.

Richtwerte für die gesamte Länge der Behelfsantennen von der Geräteklammer an gerechnet:

Gerät	Wellenlänge		Gesamtlänge in m für	
	kHz	m	Eindrahtantennen	Erd- u. Langdrahtantennen <sup>1)</sup>
100 Watt Sender . .	200—1200	1500—250	50	
80 Watt Sender a . .	1120—3000	268—100	25	
30 Watt Sender a . .	1120—3000	268—100	25	
20 Watt Sender d . .	42100—47800	7,12—6,28	1,5, 4,5, 7,5, 10,5, 13,5 usw.	
15 Watt Sender a oder b	3000—7500	100—40	9 <sup>2)</sup>	
	7500—6500	40—46	6,5, 25	
	6500—5500	46—54,6	8, 35	
	5500—4500	54,6—66,7	9, 35	
	4500—3500	66,7—85,7	11, 20, 50	
5 Watt Sender . .	3500—3000	85,7—100	14, 20, 60	
	950—3150	316—96	25	
	Torn. Fu. b 1 . . . .	3000—5000	100—60	15, 40—60 <sup>1)</sup>
Torn. Fu. k u. f . . .	4500—6670	67—45	11, 30—40 <sup>1)</sup>	70—35 <sup>1)</sup>
Torn. Fu. e . . . .	1500—2300	200—130	20—25	
Torn. Fu. g . . . .	2500—3500	120—85	30—45 <sup>1)</sup>	
Torn. Fu. d 2 . . . .	33800—38000	8,8—7,9	2,0, 6,0, 10,0, 14,0, 18,0 <sup>1)</sup>	20—25 <sup>1)</sup>
Torn. Fu. h . . . .	23100—25000	12—13	6, 12, 18 <sup>3)</sup>	20—25 <sup>3)</sup> 1)
Feldfu. b . . . .	90570—109450	3,3—2,7	0,75	10—30 <sup>1)</sup>
Feldfu. c . . . .	134300—160420	2,2—1,87	0,50	10—30 <sup>1)</sup>
Festungsnotsender . .	42000—47800	7,14—6,28	10,0 oder 14,0	

<sup>1)</sup> Genaue Länge durch Abstimmen der Antennenlänge auf die Frequenz feststellen (s. S. 12, letzter Absatz).

<sup>2)</sup> Brauchbar im ganzen Frequenzbereich.

<sup>3)</sup>  $\frac{1}{2} \lambda$  Antenne.

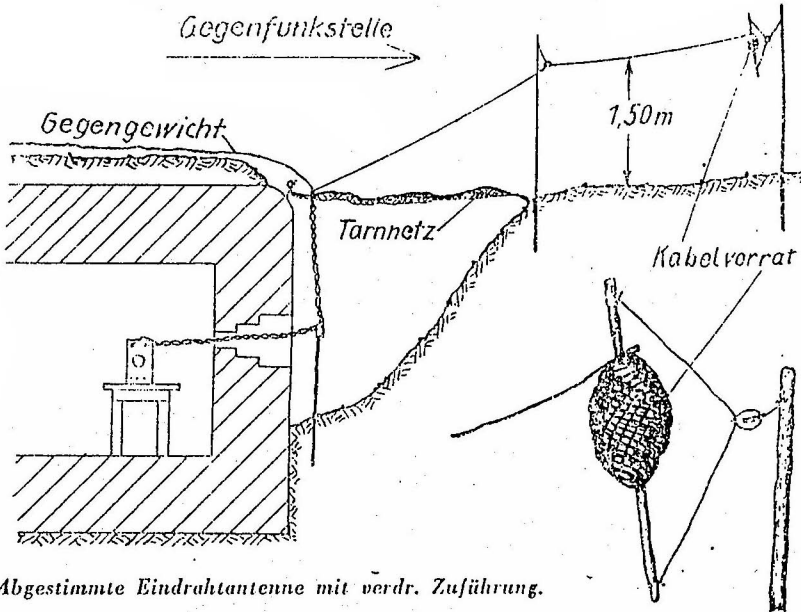
### Abgestimmte Antennenlängen:

Durch genaues Abstimmen der Antennenlänge auf die eingestellte Frequenz kann meist eine Vergrößerung der Reichweite erzielt werden. Wenn irgend möglich, ist daher die in der Länge abgestimmte Antenne zu verwenden. Die Antenne wird dazu um etwa  $\frac{1}{4}$  verlängert und dann das Antennenende so weit auf einen



Stab aufgewickelt, bis die größte Lautstärke oder der höchste Ausschlag des Antennenstrommessers erreicht ist. Die Antenne wird auf die gefundene Länge festgelegt. Das aufgewickelte Ende kann an der Antenne verbleiben (s. Bild 7).

Bild 7



Abgestimmte Eindrahtantenne mit verdr. Zuführung.

Beispiel für abgestimmte Antennenlänge:

	$\lambda \frac{1}{4}$	$\lambda \frac{3}{4}$	$\lambda \frac{5}{4}$	$\lambda \frac{7}{4}$
Frequenz = 5000 kHz (60 m)	(= 4,6 teil.)	$\times 3$	$\times 5$	$\times 7$
Antennenlänge =	13 m	39 m	65 m	91 m

Wegen der Verschiedenheit der Stände und Antennenhöhen ist die günstigste Länge in jedem Falle eine andere; sie schwankt um Bruchteile eines Meters und ist durch Versuch genau festzustellen.

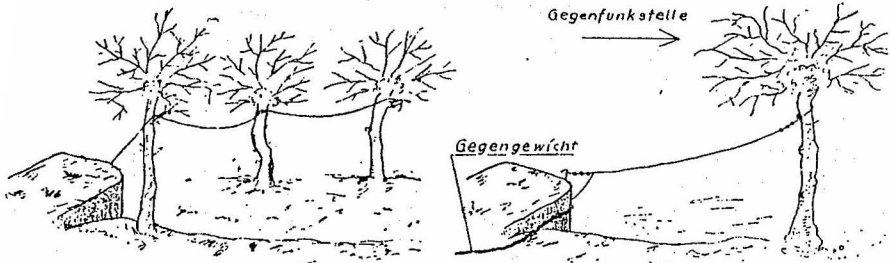
#### 4. Antennenaufbau

Maßgebend ist beim Aufbau der Antenne stets, daß mit ihr eine gute Funkverbindung zur Gegenstelle erzielt wird. Je höher die Antenne, desto größer die Reichweite<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Jedoch wird auch die Abhörgefahr vergrößert.

Die Abstrahlung der Antennen zur Gegenfunkstelle darf nicht durch den Stand selbst, eine Erhebung oder dichte Bäume kurz

Bild 8



*falsch*: Verlegung der Antenne auf Bäumen wegen mit blankem Draht noch mit Feldkabel zulässig, da Isolation leicht beschädigt wird und bei feuchten Bäumen zu starke Ableitung des Antennenstromes eintritt.

*richtig*: Antenne frei aufhängen Mit Isolatoren versehen Falls keine Isolierleiter vorhanden, behelfsmäßig isolieren.

#### Antennenbefestigung.

vor dem Aufstellungsplatz gemindert werden. Besonders bei den Ultrakurzwellengeräten (1—13 m) ist annähernd optische Sicht erforderlich.

Der Abstand der Antenne oder Zuführung von der Außenwand des Standes soll mindestens 1 m betragen.

Bei mehreren Antennen auf dem gleichen Stand sind große Abstände einzuhalten. Eindrahtantennen sind möglichst senkrecht zueinander zu spannen. Wenn möglich, sind Erdantennen wegen der scharfen Richtwirkung und geringeren gegenseitigen Beeinflussung zu wählen.

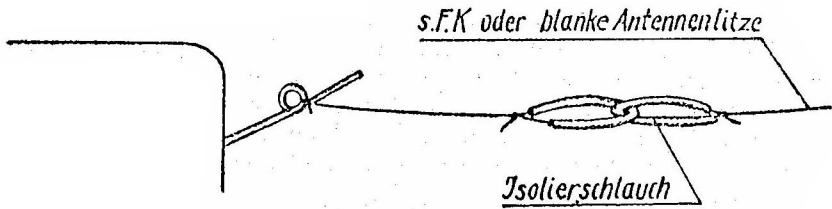
Als Material für Antenne und Gegengewicht kann Gummikabel, schweres Feldkabel oder auch blanker Draht verwendet werden. Abgeschirmtes Kabel darf für die eigentliche Antenne nicht genommen werden.

Um Ableitung zu vermeiden, sind die Antennen gut isoliert aufzuhängen (s. Bild 8).

Wenn keine Isolierleiter zu beschaffen sind, können behelfsmäßig verwandt werden: Isolierglocken und Isolierrollen für Fernsprechtbau, Flaschenhalse, Reste von Gummischläuchen, Isolierstoffe wie Pertinax, Trolit usw. (Bild 9).

Bei Antennenmasten aus Eisen ist sorgfältig darauf zu achten, daß kein Erdschluß zwischen Antenne oder Antennenzuführung und Mast entsteht.

Bild 9



Behelfsmäßige Isolation der Antenne.

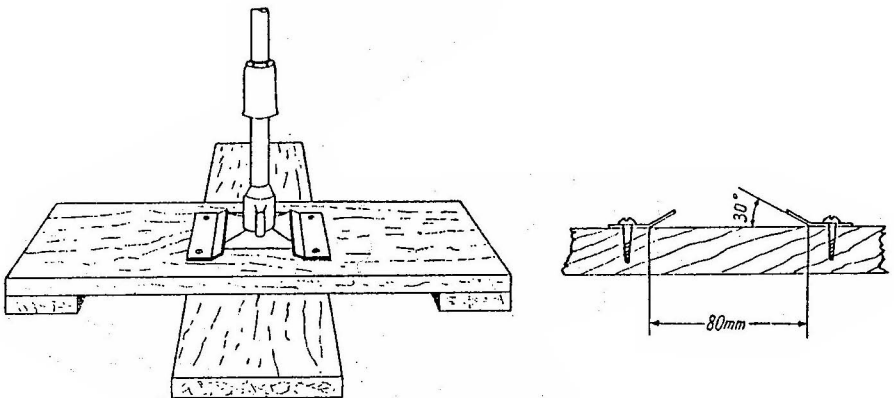
Beim Bau der Erdantenne ist besonders zu berücksichtigen, daß die Isolation einwandfrei ist.

Die Erdantenne muß immer frei liegen und darf im Laufe der Zeit nicht vom Boden oder Dünnensand bedeckt werden.

Die Erd- und Niedrigantennen dürfen nicht wie Stolperdrähte verlegt werden und den Fußgängerverkehr gefährden. Die Erdantenne ist mit Steinen oder Holzpflocken festzulegen.

Für Torn. Fu. b 1, f und d 2 ist zum Aufstellen der abgesetzten Stabantenne auf dem Erdboden ein Holzkreuz oder breites Brett vorzubereiten, auf dem abgeschrägte Holzleisten oder Blechschienen so befestigt sind, daß der Antennenfuß dazwischen geschoben werden kann (s. Bild 10).

Bild 10



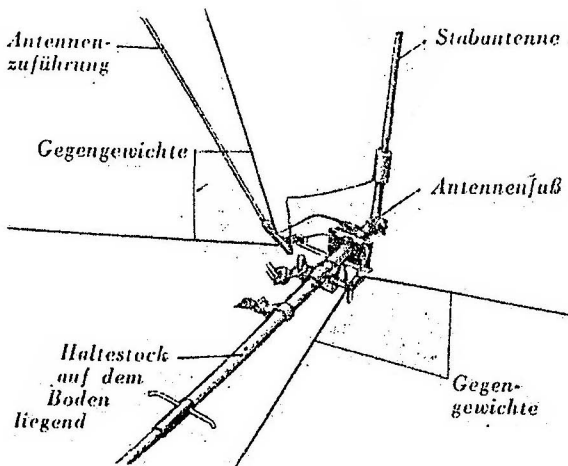
Antennenfuß auf Holzkreuz.

Notfalls ist das Brett oder Holzkreuz mit Steinen zu beschweren. Beim Torn. Fu. d 2 dient zum Aufstellen auf den Erdboden auch der dem Gerät beigegebene Haltestock. Dieser wird auf den Erdboden gelegt und durch zwei Zeltplöcke, die durch die Löcher des Querstücks in die Erde geschlagen werden, gehalten. Der Antennenfuß wird im Gelenk um  $90^\circ$  nach oben gedreht, so daß die aufgesetzte Stabantenne senkrecht nach oben steht (s. Bild 11).

Beim erhöhten Aufbau sind wegen der Ableitung auch die Stabantennen nicht ohne weiteres auf eine Holzstange, sondern immer auf den Antennenfuß zu setzen (s. Bild 5 u. 12).

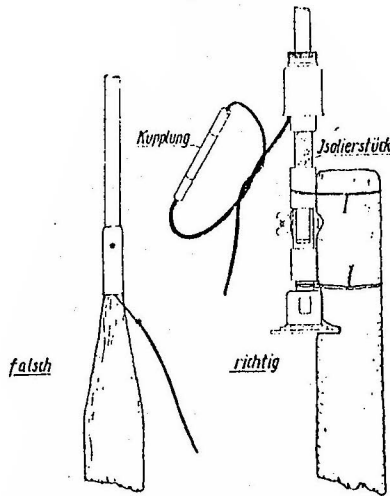
Eine Behelfsantenne, die sich aus dem Ständerinneren durch das Antennenführungsrohr nach außen schieben und aufstellen läßt, kann leicht aus schwerem Feldkabel und 4 bis 5 dünnen etwa 2 m langen Stangen oder Latten hergestellt werden. Das schwere Feldkabel wird an der Spitze der ersten Stange befestigt und diese durch Anbinden weiterer Stangen so weit verlängert, bis das Antennenende sich genügend hoch über der Standdecke befindet.

Bild 11



Aufbau der abgesetzten Stabantenne auf dem Erdboden.

Bild 12



*falsch*  
Stabantenne hat Erdschluß.

*richtig*  
Antenne ist durch den Antennenfuß isoliert.

*Isolierte Aufstellung der Stabantenne.*

### Gegengewichte:

Ist im Stand ein Antennenführungsrohr mit Gegengewichtsanschluß vorhanden, so wird dieses als Gegengewicht ausgenutzt. An die Fernsprecherde können Funkgeräte auch angeschlossen werden, wenn Störungen durch den Rufstrom nicht auftreten und die Erde ausreicht.

Gegengewichte werden im Stand an den Wänden ausgelegt oder an der Decke befestigt. Reicht die Lautstärke nicht aus, müssen die Gegengewichte außerhalb des Standes ausgelegt werden, und zwar bei Eindrahtantennen entgegengesetzt zur Antennenrichtung, bei den übrigen Antennen entweder im Kreis oder zur Erzielung einer Richtwirkung fächerförmig zur Gegenstelle.

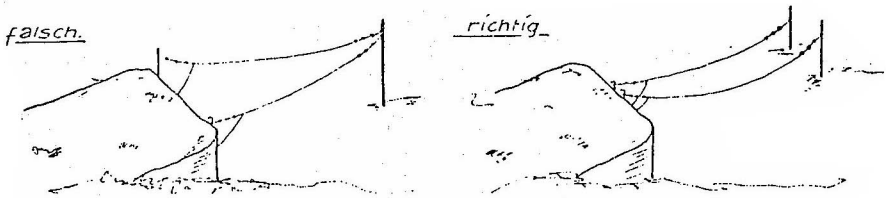
Bei den Torn. Fu. Ger. kann meist auf Erde oder Gegengewicht verzichtet werden.

### Reserveantennen:

Außer der Betriebsantenne ist, wenn möglich, noch eine Reserveantenne zu ziehen; beide müssen unabhängig voneinander aufgebaut sein.

Eine Befestigung am gleichen Antennenmast ist falsch (s. Bild 13)

Bild 13



*Aufbau einer Reserve-Eindrahtantenne.*

Beim Behelfsaufbau sind die einfachen Eindrahtantennen zu bevorzugen. Auf die Stabantennen, die einen schnellen Aufbau in fast jeder Lage gestatten, kann dann noch im Notfall zurückgegriffen werden.

Die Reserveantennen müssen vor Inbetriebnahme überprüft werden, ob sie als Ersatz ebenso gut wie die Betriebsantennen arbeiten. Es empfiehlt sich auch, die Reichweiten der Behelfsantennen mit den geräteeigenen Antennen zu vergleichen.

## 5. Antennenzuführungen

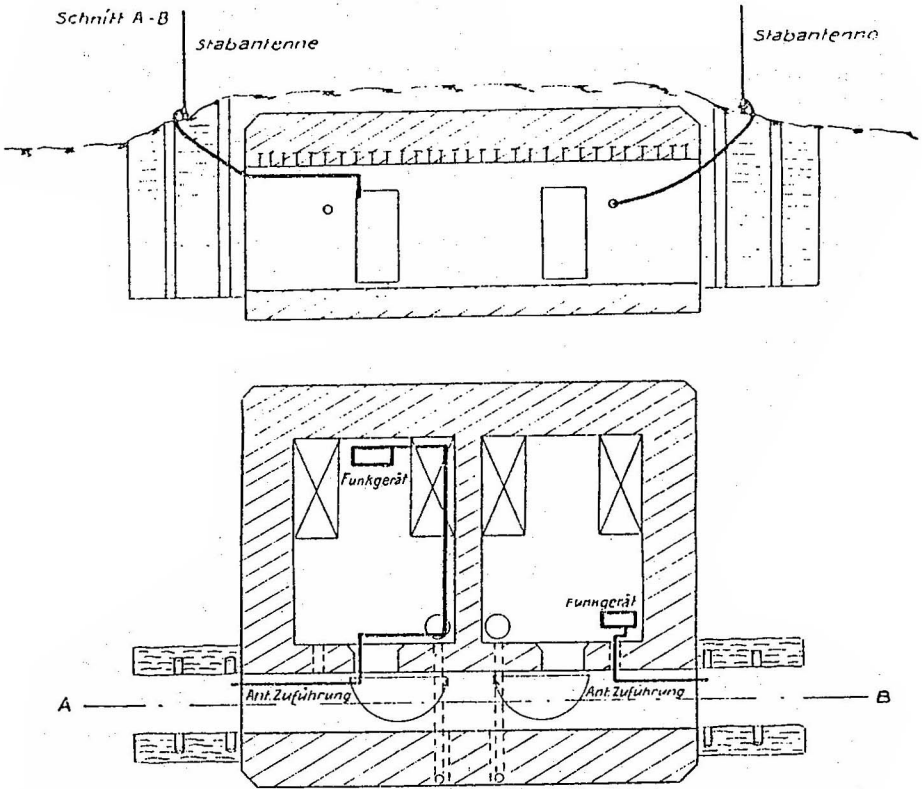
Eine schlechte Antennenzuführung bedeutet einen Energieverlust, der mit Länge und Kapazität des Zuführungskabels zunimmt.

Die Antennenzuführung muß so kurz wie möglich gehalten werden (s. Bild 14) und darf nicht um Haken, Belüftungsrohre u. ä. herumgebunden oder zum Knäuel verschlungen werden.

Die zum Gerät gehörenden Zuführungen, schweres Feldkabel oder abgeschirmtes Hochfrequenzkabel können benutzt werden.

Nicht abgeschirmte oder verdrehte Antennenzuführungen sind in etwa 10 cm Abstand von der Wand zu halten und beim Verlassen des Standes sofort von der Wand wegzuführen. Im Antennenzuführungsrohr muß eine Berührung der Antennenzuführung mit der Eisenfläche durch Einklemmen von Abstandsstücken aus Holz und straffes Anziehen des Kabels verhindert werden. Mit anderen Leitungen, nicht abgeschirmten Antennenzuführungen und besonders Starkstromkabeln darf die Antennenzuführung nicht parallel ver-

Bild 14



falsch

Antennenzuführung nicht auf kürzestem Wege verlegt. Gerätaufstellung zu weit vom Durchführungsrohr entfernt.

richtig

Antennenzuführung auf kürzestem Wege durch das Durchführungsrohr gelegt. Gerätaufstellung richtig, weil kurze Antennenzuführung.

Aufstellung von Funkgerät im Festungsstand.

laufen und auch nicht durch das gleiche Durchführungsrohr durch die Mauer geführt werden.

Antennenzuführungen aus abgeschirmtem oder verdrehtem Kabel. In Festungsanlagen bringt die Verwendung von abgeschirmtem Kabel oder verdr. schw. Feldkabel oder Z-Draht als Antennen-

zuführung in den meisten Fällen, besonders bei den Ultrakurzwellengeräten, eine Verbesserung der Lautstärke und Reichweite (s. Bild 3, 6, 7, 15 a—c und 16). Außerdem bleibt die Antennenkapazität konstant und örtliche Störungen werden wesentlich herabgesetzt. Beim Sendebetrieb mit Sendern von 5 Watt aufwärts wird mit abgeschirmtem Kabel ein größerer Berührungsschutz erreicht. (Verdr. schw. Feldkabel nur für Geräte mit geringerer Leistung als 5 Watt.)

Von den vielen handelsüblichen abgeschirmten Kabeltypen sind die in der Anlage 1 aufgeführten auch für Truppenfunkgeräte brauchbar.

Die Abschirmung muß an Erde oder Gegengewicht und die Gegengewichtsklemmen des Gerätes oder das Gerätgehäuse angeschlossen werden (s. Bild 7 und 16).

Montageanweisung für abgeschirmtes Kabel s. Anlage 2.

Bei verdr. Kabel dient die erste Ader zur Verbindung der Antenne mit der Antennenanschlußklemme des Gerätes. Die zweite Ader wird wie die Abschirmung des abgeschirmten Kabels an Gegengewicht und Gegengewichtsklemme angeschlossen.

**Kabeladern nicht vertauschen! Ausmessen!**

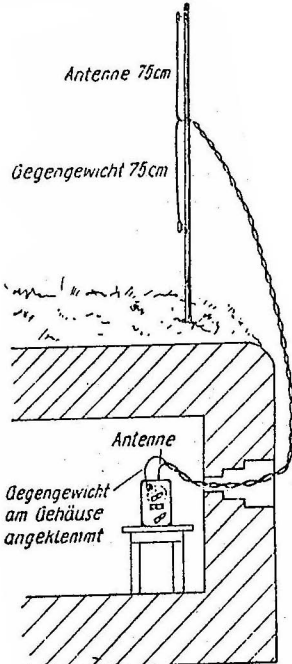
Für Ultrakurzwellengeräte ist bei verdr. Kabel am besten der in Bild 15 a—c gezeigte Aufbau einer Dipolantenne zu wählen. Das verdrehte Kabel wird so weit auseinander gedreht, daß die beiden Enden (Dipole)  $\frac{1}{4}$  der Wellenlänge lang sind (s. Tabelle S. 11. Auch die Gesamtlänge ist zu beachten). Bei größeren Antennenlängen kann das Gegengewicht in Richtung zur Gegenstelle oder die gesamte Dipolantenne waagrecht gespannt werden. Die Antenne ist dann gerichtet (s. Bild 15 b und c).

Die Antennenzuführung kann aus dem Stand herausgeführt werden durch das Antennenführungsrohr, den Eingang zum Staud, eine Schrohröffnung oder eine Scharte. Bei den Scharten sind diejenigen der Eingangsvorteiligung vorzuziehen. Gegen Gas sind die Scharten mit Putzwolle oder Tuchlappen abzudichten. Die Antennenzuführung darf das ordnungsgemäße Schließen der Türen nicht behindern. Die Isolation ist zwischen Tür und Türrahmen besonders zu schützen und regelmäßig zu überprüfen, ob der Draht nicht abgeschert wird.

Im Raum oder Eingang darf die Antennenzuführung nicht so lose herumhängen, daß sie abgerissen werden oder die Antennenkapazität sich dauernd verändern kann.



Bild 15a



Behelfsantenne [Dipol] aus verdrehtem schw. Feldkabel für Feld fu. b

Bild 15b

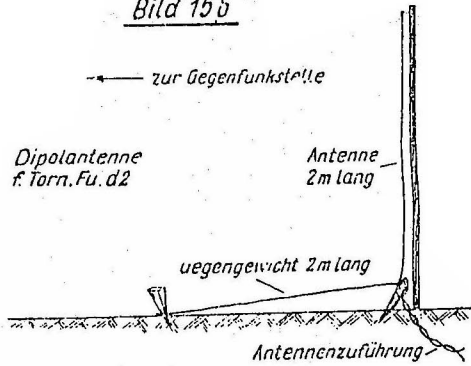
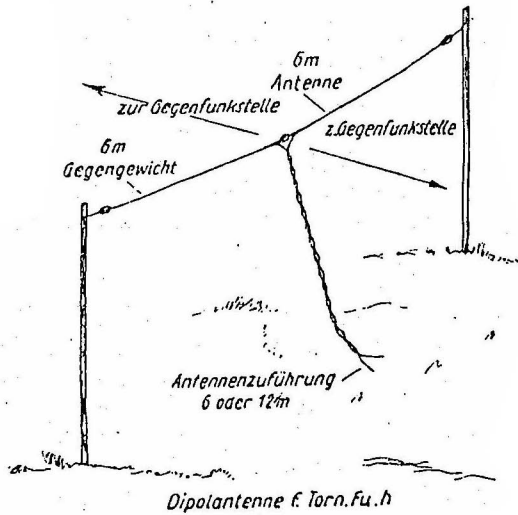


Bild 15c



Die Verbindungen der Antennenzuführung mit Gerät und Antenne sind sorgfältig herzustellen.

Schweres Feldkabel ist sauber abzuisolieren; die Stahlladern sind durch Umwickeln mit einer Kupferader festzulegen und zu löten. Wenn vorhanden, sind an den Enden Kabelschuhe, Stecker oder Buchsen, dem Gerätaenschluß entsprechend, anzubringen.

Sind für den Anschluß der Behelfsantennen und Gegengewichte keine passenden Stecker und Buchsen vorhanden, so ist das blankgemachte Kabelende mit einem leicht angespitzten Holzstück in den Buchsen festzuklemmen. Beim Torn. Fu. g und h wird zweckmäßig der Antennenfuß aufgesetzt und in der oberen Öffnung das Antennenende festgeklemmt.

Soll an eine Funkaußenanschlußdose eine Behelfsantenne mit schwerem Feldkabel angeschlossen werden, so ist ein Reservestecker aus der Festungsantennenanlage zu entnehmen.

## 6. Aufstellung der Funkgeräte

Das Funkgerät ist grundsätzlich innerhalb der Festungsanlagen aufzustellen, wenn räumlich nicht anders möglich, im Ständeingang. Im Betriebsraum soll das Funkgerät möglichst nahe an der Stelle stehen, wo die Antennenzuführung durch die Wand nach außen geführt ist und der Verkehr im Raum nicht behindert wird.

Die Nähe von Fernsprechern ist zu vermeiden, damit durch Ferngespräche beim Funkbetrieb keine Störungen verursacht werden. Sollen mehrere Funkgeräte im gleichen Stand betrieben werden, so ist dafür zu sorgen, daß die Sender die Empfänger nicht stören. Die hauptsächlichsten von nicht entstörten Tasten herrührenden Störungen können durch Verwendung entstörter Tasten wesentlich vermindert, teilweise völlig beseitigt werden. Solche Tasten sind beim zuständigen Festungsaachrichtenstab anzufordern<sup>1)</sup>. Für Torn. Fu. b 1 und f sind sie zurzeit nicht verwendbar.

Die Taststörungen können an einzelnen Tagen verschieden stark sein. Eine Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit ist nicht ausgeschlossen. Durch Festungsantennen werden die Taststörungen weniger stark als durch Eindrahtantennen übertragen<sup>2)</sup>.

Bei Telefonie treten nur geringe gegenseitige Störungen auf. Doch ist darauf zu achten, daß durch lautes Sprechen nicht die übrigen im Raum befindlichen Funker gestört werden.

Die Doppelfernhörer sind wenn möglich mit Gummimuscheln zu versehen.

Bei genügendem Frequenzabstand können mehrere Empfänger an einer gemeinsamen Antenne betrieben werden.

<sup>1)</sup> Zurzeit in Fertigung.

<sup>2)</sup> Es empfiehlt sich, durch Verändern der Rückkopplung den Empfangston sehr hoch einzustellen, da sich dann die Morsezeichen besser vom Tastklicks abheben.

Voraussetzung für den störungsfreien Betrieb mehrerer Geräte im gleichen Raum ist ein ausreichend großer Frequenzabstand der einzelnen Geräte.

Die in Anlage 3 aufgeführten Beispiele aus praktischen Versuchen bieten Hinweise für die Wahl der richtigen Frequenzen und für die einzelnen Betriebsmöglichkeiten. Es ist aber notwendig, durch Versuche an Ort und Stelle die Brauchbarkeit der einzelnen Frequenzen nachzuprüfen.

Wenn die gegenseitigen Störungen der im gleichen Raume aufgestellten Funkgeräte sich nicht beseitigen lassen, sind diese auf verschiedene Räume oder Stände zu verteilen. Bei größeren Funkstellen ist eine getrennte Sende- und Empfangszentrale mit ferngetasteten Sendern die Regel.

## 7. Einzelangaben für verschiedene Funkgeräte

### a) 100 Watt Sender

In Anwendung kommen: Hochantennen als L- oder T-Antennen (s. Bild 4)  
Schirmantenne 4/4  
Sternantenne (s. Bild 6)

Die übrigen Eindrahtantennen scheiden in der Mehrzahl der Fälle wegen der verlangten größeren Reichweite aus. Deshalb ist auch bei Bauten ständiger Befestigung der freie Aufbau der Schirm- oder Sternantenne außerhalb des Standes zu bevorzugen.

Verwendung von Hochfrequenzkabel 12 und 30 mm Außendurchmesser als Ant.-Zuführung innerhalb des Standes ist vorzuziehen.

### b) 80 Watt Sender

In Anwendung kommen: Schirmantenne 3/3  
Sternantenne (s. Bild 6)  
Hochantennen (s. Bild 3 oder 4)

Über die Verwendung der Antennen gelten für den 80 Watt Sender die gleichen Richtlinien wie für den 100 Watt Sender (s. 7 a).

Die Antennenzuführung kann ohne Einbuße an Reichweite aus dem Antennenführungsrohr herausgeführt werden.

**c) 15 Watt Sender-Empfänger**

In Anwendung kommen: Stabhochantenne

Eindrahthochantenne (s. Bild 3 oder 4)

Niedrigantenne (s. Bild 1)

Erdantenne

Beim Aufbau der Stabhochantenne ist das Gegengewicht  $3 \times 6$  m strahlenförmig oder in Richtung auf die Gegenstelle fächerförmig auszulegen und durch Feldkabel oder Blankdraht mit der Gegengewichtsklemme des Gerätes zu verbinden. Notfalls ein weiteres Gegengewicht aus schw. Feldkabel auszulegen.

Antenne so hoch wie möglich aufbauen.

Zur Erzielung größter Reichweiten ist die Antennenlänge genau auf die Frequenz abzustimmen (s. S. 12). Bei Betrieb mit weit auseinanderliegenden Frequenzen für jede Frequenz besondere Antenne bauen. Gegengewichte in Richtung auf die Gegenstelle fächerförmig auslegen.

In der Funkinnenanschlußdose ist nur der Anschluß einsatz zu verwenden.

**d) 5 Watt Sender**

In Anwendung kommen: Eindrahthochantenne (s. Bild 3 oder 4)

Niedrigantenne (s. Bild 1)

Erdantenne

Sternantenne (s. Bild 6)

Bei 5 m Höhe über der Standdecke kann bei der Sternantenne mit 20 km Reichweite gerechnet werden.

In der Funkinnenanschlußdose darf beim 5 Watt Sender nur der Anschluß einsatz verwendet werden.

**e) Tornisterfunkgerät b I und f**

In Anwendung kommen: Niedrigantenne (s. Bild 1 u. 7)

Hochantenne (s. Bild 3 u. 4)

Erdantenne

abgesetzte Stabantenne

(s. Bild 5, 10 und 12)

Die 4,4 m lange Stabantenne aus 11 Stäben ergibt eine größere Reichweite als die Stabantenne mit Stern oder Doppelstern.

#### f) Tornisterfunkgerät g

In Anwendung kommen: abgestimmte Eindrahtantennen  
als Erdantenne  
Niedrigantenne (s. Bild 7)  
schräggespannte Hochantenne

Da die Eindrahtantennen sich nicht mit der Antennenspule g abstimmen lassen, sind auf die eingestellte Frequenz genau abgestimmte Antennenlängen zu verwenden (s. S. 12 letzter Absatz). Die Antennenspule g ist nicht zu verwenden.

Werden für den Funkbetrieb mehrere Frequenzen benutzt und liegen diese nicht sehr dicht zusammen, so ist für jede Frequenz eine besondere Antenne zu ziehen.

Anschluß der Eindrahtantenne an das Gerät (s. S. 22, Abs. 1).

Der Aufbau einer abgesetzten Stabantenne ist nicht möglich.

#### g) Tornisterfunkgerät d 2

In Anwendung kommen: Niedrigantenne (s. Bild 1, 2, 7, 15 b und c)  
Hochantenne (s. Bild 3 und 4).  
abgesetzte Stabantenne  
(s. Bild 5, 10, 11 und 12)

Wichtig ist annähernd optische Sicht zwischen den Funkstellen. Durch erhöhten Aufbau der Antennen wird diese verbessert, sowie der Einfluß des Zwischengeländes verringert.

Genügt die Reichweite nicht, so ist eine Hochantenne zu bauen.

Kommt ausreichende Funkverbindung ohne Gegengewicht und Erde nicht zustande, so ist versuchsweise das Gegengewicht innerhalb des Standes auszulegen, das Funkgerät zu erden oder das Gegengewicht außen zu verlegen.

Bei längeren Zuführungen ist abgeschirmtes Kabel oder verdr. schw. Feldkabel zu bevorzugen.

#### h) Tornisterfunkgerät h

In Anwendung kommen: Erdantenne  
Niedrigantenne (s. Bild 1, 2, 7, 15 b und c)  
Hochantenne (s. Bild 3)

Die günstigste Antennenlänge beim Aufbau nach Bild 2 beträgt 6 m. Bei längeren Antennenzuführungen ist möglichst abgeschirmtes Kabel oder verdr. schw. Feldkabel zu verwenden (s. Bild 15 b und c, Dipolantenne 2×6 m, Zuführung 6 oder 12 m).

i) Feldfunksprecher b und c.

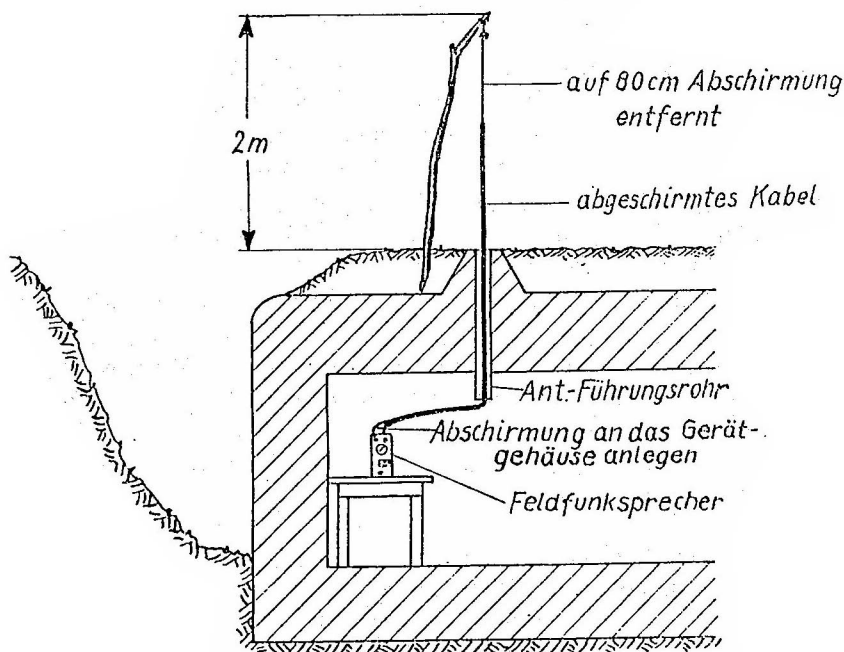
In Anwendung kommen: Niedrigantenne (s. Bild 2, 15 a und 16)  
Hochantenne (s. Bild 3 und 4)

Wenn möglich, ist abgeschirmtes Kabel (s. Bild 16) oder verdr.  
schw. Feldkabel (s. Bild 15 a) zu benutzen.

Beim Aufbau nach Bild 2, 3 oder 4 muß die Zuführung möglichst  
kurz sein und in großem Abstand von der Wand verlaufen. Die  
günstigste Antennenlänge ist auszuprobieren (s. Tabelle S. 12).

Der Aufbau einer etwa 30 m langen Hochantenne nach Bild 3 oder  
4 kann eine größere Steigerung der Reichweite ergeben.

Bild 16



Behelfsantenne mit abgeschirmtem Kabel für Feldfunksprecher b und c.

## 8. Auftreten und Beseitigen von Fehlern

Kommt keine Funkverbindung zustande, so sind folgende Maßnahmen zu versuchen:

- a) Antennenisolation, besonders an Türen und Scharten, überprüfen (s. S. 14 und 20).
- b) Wenn Antennenstrommesser keinen Ausschlag zeigt, Antenne verkürzen oder Antennenhöhe verändern. (Oder Gerät ist nicht in Ordnung.)
- c) Antennenlänge genau abstimmen (s. S. 12, letzter Absatz).
- d) Antennenhöhe vergrößern.
- e) Bei gerichteten Eindrahtantennen günstigste Abstrahlungsrichtung zur Gegenfunkstelle feststellen. (Mit Antennenende im Kreise gehen, bis größte Lautstärke erreicht ist; s. S. 11.) Bei Ultrakurzwellengeräten prüfen, ob annähernd optische Sicht zur Gegenfunkstelle; kein Hügel dicht davor oder größere Geländeerhöhung dazwischen. Lichter Wald oder einzelne Häuser in größerem Abstand wirken sich weniger aus.
- f) Andere Antennenart (Hochantenne, Langdrahtantenne, Dipolantenne) wählen (s. S. 8, 10 und 21).
- g) Anderes Gegengewicht oder Erde versuchen. Gegengewicht erheblich vergrößern (s. S. 17).
- h) Antennenzuführung verkürzen.
- i) Andere Antennenzuführung anwenden (einadr. Kabel, III-Vollkabel, verdr. Kabel).
- k) Frequenz ändern.
- l) Aufbauplatz wechseln (versuchsweise Funkgerät außerhalb des Standes oder abgesetzt davon aufstellen).
- m) Sammler, Anodenbatterien, Röhren, evtl. ganzes Gerät auswechseln.

- n) In schwierigen Fällen ist mit einem Funkgerät auf die halbe Entfernung zu gehen und bei der Gegenfunkstelle die günstigste Aufbauart festzustellen. Dann sind die Entfernungen zu vergrößern und die gleichen Versuche mit der 2. Funkstelle durchzuführen.
- o) Gerät mit anderem Frequenzband oder größerer Leistung einsetzen.

Berlin, den 1. 10. 43.

## OBERKOMMANDO DES HEERES

Heereswaffenamt

Amtsgruppe für Entwicklung und Prüfung

Im Auftrage

**H e n i g s t**



## Abgeschirmte Antennenzuführungskabel

Für den behelfsmäßigen Antennenbau in Festungsanlagen kann abgeschirmtes Kabel sollmäßig nicht geliefert werden.

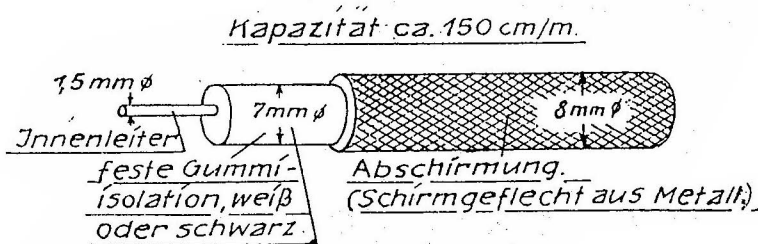
Da sich die Truppe solches Kabel oft selbst beschafft, werden in den weiteren Ausführungen Hinweise für dessen zweckmäßige Auswahl gegeben.

Kabel mit Igelitisation zwischen Mittelleiter und Schirm ist zu vermeiden. Die Kapazität bei Igelitisation ist im allgemeinen größer als bei Gummi- bzw. Oppanolisation. Die feste Kunststoffisolation Igelit kennzeichnet sich durch gleichmäßiges Gefüge, blaue Oberfläche; sie ist biegsam, aber nicht sehr elastisch, von verschiedener Farbe. Das rote schwere Feldkabel z. B. besitzt einen Igelitmantel.

### a) Zünd- und Beleuchtungskabel für Kraftfahrzeuge

Dieses Kabel ist nicht für Hochfrequenzzwecke gebaut, aber für Torn. Fu. Geräte brauchbar. Es soll jedoch nur im Notfall als Antennenzuführung verwendet werden.

Bild 17



Die Abschirmung, welche im allgemeinen aus Metallgeflecht besteht, kann auch mit einem lackierten Textilgewebe umspinnen sein. Die Höchstebaulänge beträgt 20 m. Wird die Antennenzuführung länger, so ist schweres Feldkabel in einem Stück vom Gerät bis zur Antenne zu verlegen.

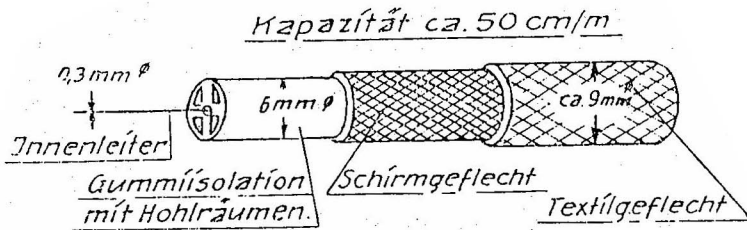
### b) Vachakabel

Dieses Kabel ist zwar Hochfrequenzkabel, doch können sich bei Feuchtigkeitsniederschlag, wie er in Stahlbetonbauten oft vorkommt, die Hohlräume der Isolation mit Wasser füllen, wodurch die Kapazität steigt.

Wegen des geringen Querschnitts seines Innenleiters eignet es sich nur für Torn. Fu. Geräte, nicht für Sender von 5 Watt aufwärts.

Längeneinschränkung wie unter a) ist nicht nötig.

Bild 18

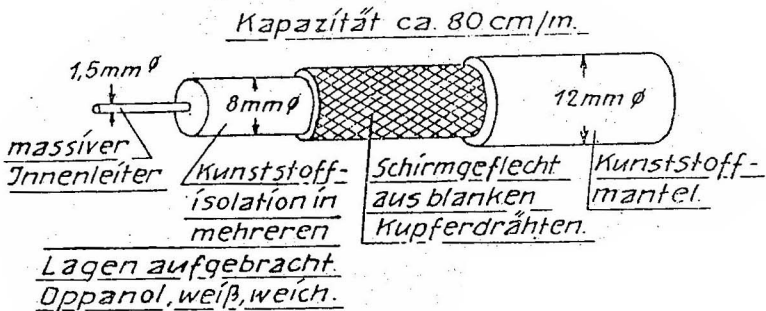


Vacha-Kabel sog. geschirmtes Rundantennenfunkkabel.

### c) Hochfrequenzvollkabel 12 mm

Dieses Kabel ist in Ausführung mit Eisenbandbewehrung als Energieleitung für Festungsantennen zwischen Funkinnen- und -außen-

Bild 19



Hochfrequenzvollkabel 12 mm Außendurchmesser.

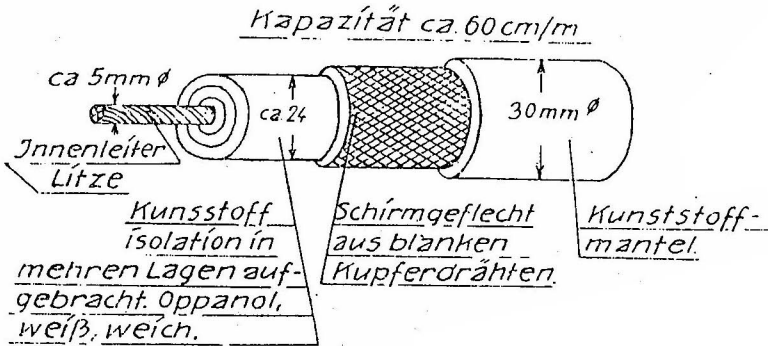
anschlußdose fest verlegt. Zur Verbindung der Funkaußenanschlußdose mit dem Spreizkopf der Festungsantenne wird es ohne Eisenbandbewehrung geliefert.

Das Kabel ist geeignet für sämtliche Sender und Empfänger im Festungsbetrieb. Einbaulänge höchstens 30 m.

**d) Hochfrequenzvollkabel 30 mm.**

Dieses Kabel ist besonders geeignet als Antennenzuführung für den 100 Watt Sender, nicht jedoch für Torn. Fu. d. 2. Einbaulänge höchstens 30 m.

Bild 20



Hochfrequenzvollkabel 30 mm Außendurchmesser.



## Montage von abgeschirmtem Kabel

**I. Anschluß mit Hochfrequenzstecker an Funkaußenanschlußdose:**  
Hochfrequenzstecker befinden sich bei der Festungsantennenanlage in Reserve.

Diese Arbeiten sind inöglichst durch einen Nachrichtengerätmechaniker auszuführen.

a) Absetzen der äußeren Isolation auf 35 mm Länge (s. Bild 21).

Bild 21



*Äußere Isolation. abgesetzt.*

b) Absetzen des Schirmgeflechts auf 20 mm Länge (s. Bild 22).

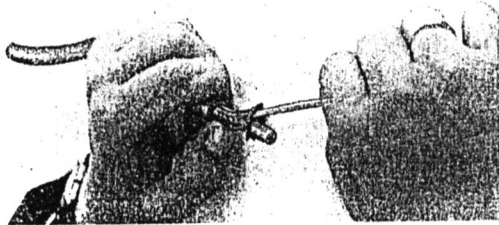
Bild 22



*Schirmgeflecht, abgesetzt.*

- e) Aufweiten des Schirmgeflechtes (s. Bild 23).

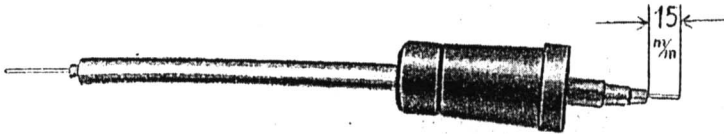
Bild 23



*Aufweitung des Schirmgeflechtes.*

- d) Absetzen der Innenisolation auf 15 mm Länge (s. Bild 24).

Bild 24



*Innenisolation, abgesetzt.*

- e) Kabel durch Isolierkappe und Überwurfmutter durchschieben und Mittelleiter festklemmen.

Abschirmrohr mit Steckeroberteil zwischen Innenisolation und Schirmgeflecht schieben. Etwaige dazwischen liegende Spirale in der Länge des Abschirmrohres entfernen (s. Bild 25).

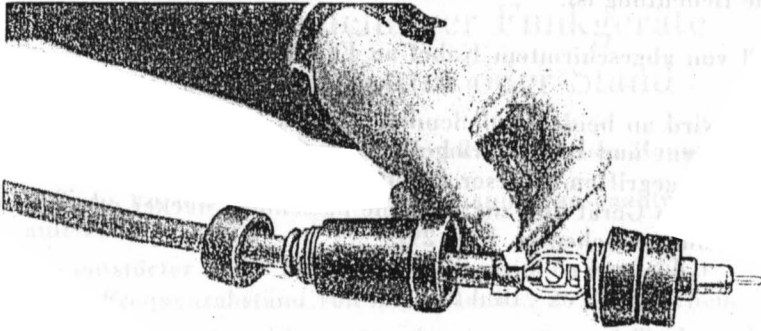
Bild 25



*Abschirmrohr, unter das Schirmgeflecht geschoben.*

f) Zweiteilige Schirmgeflechtklemme überschieben (s. Bild 26).

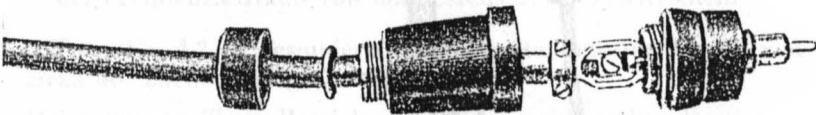
Bild 26



*Aufsetzen der Schirmgeflechtklemme.*

g) Zweiteilige Schirmgeflechtklemme festschrauben (s. Bild 27).

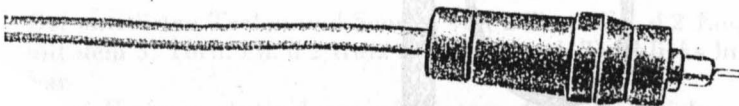
Bild 27



*Schirmgeflechtklemme, festgeschraubt.*

h) Aufschrauben der Isolierkappe, des Dichtungstinges und der Überwurfmutter (s. Bild 28).

Bild 28



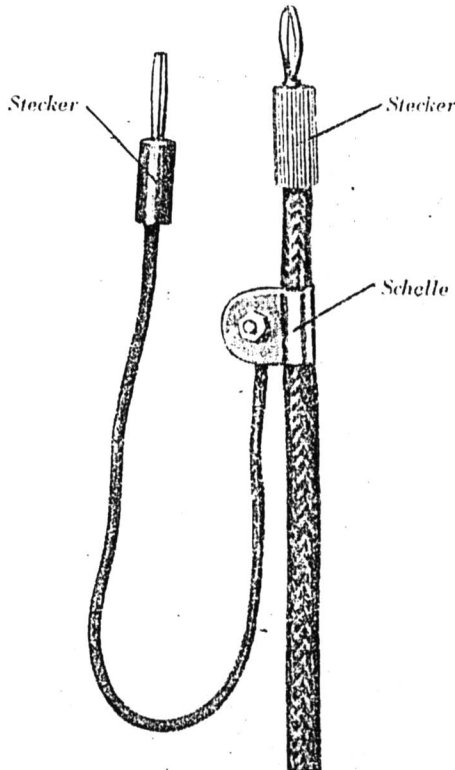
*Hochfrequenzstecker, fertig montiert.*

Kabel mit weniger als 12 mm  $\phi$  sind ebenfalls entsprechend der obigen Beschreibung am Stecker anzuschließen. Das Kabel füllt dann die Öffnung der Überwurfmutter nicht vollkommen aus, was jedoch ohne Bedeutung ist.

## 2. Anschluß von abgeschirmtem Kabel an Funkgerät und Behelfsantenne:

Die Isolation wird an beiden Kabelenden ähnlich, wie unter 1. beschrieben, entfernt und das Schirmgeflecht mit einer Schelle und kurzem Draht abgegriffen. Dieser Draht wie der Innenleiter werden mit einem zum Gerät und zur Antenne passenden Stecker oder einem Kabelschuh versehen (s. Bild 29).

Bild 29



*Abschluß eines abgeschirmten Kabels mit Schelle und Steckern.*



## Anhaltswerte für Betrieb mehrerer Funkgeräte im gleichen Raum oder Stand

### 2 und 3 Tornisterfunkgeräte d 2 im gleichen Raum.

- a) 2 Torn. Fu. d 2 an senkrecht zueinander gespannten Niedrigantennen.

Bei entstörter Taste Empfang von Tg und Tn brauchbar  
bei Frequenzabstand von mindestens  $\pm 20$  Teilstrichen.

Bei nicht entstörter Taste Empfang von Tg und Tn brauchbar  
bei Frequenzabstand von mindestens  $\pm 25$  Teilstrichen.

- b) 2 Torn. Fu. d 2 an Festungsantennen (4 m Abstand).

Bei entstörter Taste Empfang von Tg und Tn einwandfrei  
bei Frequenzabstand von mindestens  $\pm 25$  Teilstrichen.

Bei nicht entstörter Taste Empfang von Tg und Tn einwandfrei  
bei Frequenzabstand von mindestens  $\pm 40$  Teilstrichen.

- c) 3 Torn. Fu. d 2 an besonderen Niedrigantennen (im Winkel von zirka  $40^\circ$  zueinander gespannt).

Bei entstörter Taste Betrieb möglich bei genügendem Frequenzabstand.

- z. B. 1. Torn. Fu. b 1: Senden auf Teilstrich 2  
2. Torn. Fu. d 2: Senden auf Teilstrich 70  
3. Torn. Fu. d 2: Empfang auf Teilstrich 23

Bei nicht entstörter Taste kein gleichzeitiger Betrieb wegen Tastclicks möglich.

- d) 3 Torn. Fu. d 2 an Festungsantennen, die beiden äußeren Antennen 4 und 6 m von der mittleren entfernt.

Bei entstörten Tasten und Senden von 2 Torn. Fu. d 2 Empfang mit dem 3. Torn. Fu. d 2 trotz Störung durch Tastclicks brauchbar

bei Frequenzabstand von mindestens  $\pm 25$  Teilstrichen.

Bei nicht entstörter Taste Empfang brauchbar

bei Frequenzabstand von mindestens  $\pm 30$  Teilstrichen.

2 und 3 Tornisterfunkgeräte d 2 in verschiedenen  
Räumen im gleichen Stand.

- a) 2 Torn. Fu. d 2 an Festungs- oder Niedrigantenne.

Bei nicht entörter Taste Empfang möglich

bei Frequenzabstand von mindestens  $\pm 10$  Teilstrichen.

- b) 2 Torn. Fu. d 2 an senkrecht zueinander gespannten Niedrigantennen, 1 Torn. Fu. d 2 an Stabantenne.

Bei entörter Tasten und beim Senden von 2 Torn. Fu. d 2 ist Empfang mit dem 3. Torn. Fu. d 2 brauchbar

bei Frequenzabstand von mindestens  $\pm 15$  Teilstrichen.

Bei nicht entörter Tasten Empfang brauchbar nur für Tg

bei Frequenzabstand von mindestens  $\pm 25$  Teilstrichen.

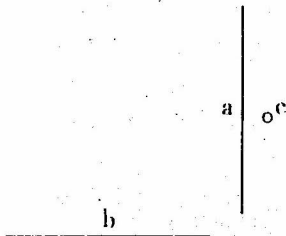
- c) 2 Torn. Fu. d 2 an Festungsantennen (4 m Abstand), 1 Torn. Fu. d 2 an Niedrigantenne.

Bei nicht entörter Tasten und beim Senden von 2 Torn. Fu. d 2 ist Empfang auf dem 3. Torn. Fu. d 2 einwandfrei

bei Frequenzabstand von mindestens  $\pm 10$  Teilstrichen.

2 und 3 Tornisterfunkgeräte b 1 und f im gleichen Raum.

- a) 2 Torn. Fu. b 1 an 15 m laugen senkrecht zueinander gespannten Niedrigantennen, 1 Torn. Fu. b 1 an Stabantenne.



Bei nebenstehender Aufstellung wird beim Senden mit Antenne b der Empfang in der Stabantenne c auf einem großen Bereich völlig unterdrückt.

Bei Aufstellung der Stabantenne in c<sub>1</sub>, 13 m vom Schnittpunkt der Eindrahtantennen entfernt, ist Empfang mit einer Antenne möglich, wenn beim Senden mit den 2 anderen Antennen ein Frequenzabstand von mindestens  $\pm 300$  kHz eingehalten würde.

b) 2 Torn. Fu. b 1 an Festungsantennen (6 m Abstand).

Einwandfreier Empfang in folgenden Bereichen möglich:

Torn. Fu. b 1	2. Torn. Fu. b 1
Sendefrequenz	Empfang auf Frequenzbereich
3500 kHz	3000—3400 u. 3600—6600 kHz
4000 „	3100—3800 u. 4200—4600 u. 5200—6600 kHz
4500 „	3000—4000 u. 5400—5700 kHz

Bei Aufstellung der Torn. Fu. b 1 in je einem besonderen Raum genügte ein Frequenzabstand von  $\pm 50$  kHz.

### 3 Tornisterfunkgeräte b 1 in verschiedenen Räumen.

3 Torn. Fu. b 1 an Festungsantennen, die äußeren Festungsantennen 4 und 6 m von der mittleren entfernt.

Brauchbarer Empfang von Tg und Tn z. B.

1. Torn. Fu. b 1 auf Frequenz	4550 kHz
2. „ „ b 1 „ „	4630 „
3. „ „ b 1 „ „	4750 „

Wurde auf dem 1. und 2. Torn. Fu. b 1 auf Tn gesendet, war Empfang mit 3. Torn. Fu. b 1 brauchbar nur bei 4520, 4560, 4630 bis 4700 und 4910 kHz.

2 Tornisterfunkgeräte d 2 und 1 5 Watt Sender im gleichen Raum.

2 Torn. Fu. d 2 an 10 m langen Niedrigantennen, senkrecht zueinander gespannt, 5 Watt Sender an Sternantenne, 12 m vom Schnittpunkt der 2 Niedrigantennen entfernt oder an 25 m langer Eindrahtantenne.

Störungen durch den 5 Watt Sender traten nicht auf.

Gegenseitige Störungen der Torn. Fu. d 2 wie im 1. Beispiel. Wenn möglich, 1 Torn. Fu. d 2 in einen anderen Raum absetzen.

### 2 Tornisterfunkgeräte d 2, 1 Tornisterfunkgerät b 1 und 1 5 Watt Sender im gleichen Raum.

Die Tornisterfunkgeräte an Festungsantennen, der 5 Watt Sender an Sternantenne, 15 m von den Festungsantennen entfernt.

Wurde mit dem 5 Watt Sender und dem Torn. Fu. b 1 Tg gesendet, war Empfang mit einem Torn. Fu. d 2 möglich.

Wurde dazu noch mit dem 2. Torn. Fu. d 2 mit entstörter oder nicht entstörter Taste gesendet, war Empfang von Tg und Tu unmöglich.

Das 2. Torn. Fu. d 2 mußte für den Betrieb in einem anderen Raum aufgestellt werden.

**Die vorstehenden Beispiele zeigen die große Unterschiedlichkeit der Betriebsbedingungen in Festungsanlagen.**