

# Leitfaden der Rundfunkentstörung

Von

Dr. A. Dennhardt und Dipl.-Ing. E. H. Himmler  
Berlin Berlin

Mit 84 Abbildungen im Text



Berlin  
Verlag von Julius Springer  
1935

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung  
in fremde Sprachen, vorbehalten.  
Copyright 1935 by Julius Springer in Berlin.

ISBN-13: 978-3-642-89620-0 e-ISBN-13: 978-3-642-91477-5  
DOI: 10.1007/978-3-642-91477-5

## Vorwort.

Jedes Leben in einer Gemeinschaft legt in erster Linie Pflichten auf und gibt erst in zweiter Linie Rechte. Dieser Grundsatz gilt allgemein, und er gilt vor allem dann, wenn irgendeine Betätigung in einer Gemeinschaft zu Störungen einer anderen Betätigung führt.

Auf technischem Gebiet liegt ein solcher Tatbestand beispielsweise vor, bei allen Beeinflussungsproblemen zwischen Stark- und Schwachstromtechnik und demgemäß auch bei der Frage der Rundfunkstörungen. Hörer und Störer befinden sich praktisch beide im Recht, der eine, wenn er ungestört hören will, und der andere, wenn er ungewollt durch den Betrieb seiner im starkstromtechnischen Sinne in Ordnung befindlichen Anlage stört. Das Leben in der Gemeinschaft legt jedoch beiden die Pflicht auf, nicht auf diesem starren, formalen Recht zu beharren, sondern ihre Anlagen nach Möglichkeit so zu betreiben, daß die Möglichkeit einer gegenseitigen Störung zumindest sehr gering ist.

Demgemäß geht die praktische Beeinflussungstechnik im allgemeinen und die Praxis der Rundfunkstörungen im besonderen bei der Behandlung von Störungsfällen grundsätzlich so vor, daß sie Störer und Gestörten, bzw. Störer und Hörer veranlaßt, daß jeder das Seine zur Behebung des gerade anfallenden Störungsfalles bzw. zur Erreichung des Zustandes einer allgemeinen, geringen Störanfälligkeit tut. Für den Hörer besteht diese Anforderung darin, daß er die Störempfindlichkeit seiner Anlagen auf ein normales Maß abstellen muß, während der Störer eine bestimmte Störfähigkeit seiner Anlagen nicht überschreiten darf. Ein solches Verfahren der Behandlung von Beeinflussungsfällen ist zugleich vom gesamtwirtschaftlichen Standpunkt als wirksamste Lösung anzusehen und hat sich in den meisten führenden Rundfunkländern als Grundlage einer technischen Gemeinschaftsarbeit zwischen Stark- und Schwachstromtechnik bewährt.

Auf Grund der praktischen Erfahrungen in einer mehrjährigen derartigen Gemeinschaftsarbeit ist das vorliegende Buch entstanden. Es soll kein wissenschaftliches Lehrbuch sein, sondern ein Anhalt für den Praktiker, der die Störungsfälle zu untersuchen und zu beheben hat. Im Interesse einer leichtfaßlichen Darstellung ist auf Angabe von Formeln

verzichtet worden. Aus demselben Grunde ist auch von einer völlig exakten Darstellung dort abgesehen worden, wo das im Interesse einer größeren Anschaulichkeit notwendig erschien. Bewußt sind die allgemeingültigen Grundlagen, soweit sie jetzt bekannt sind, besonders hervorgehoben worden. Das Ziel war, durch Klarstellung der allgemeinen Grundlagen und ihrer Anwendung auf typische Fälle, dem Praktiker mehr als ein „Kochbuch“ zu geben, ihn also auf Grund der Erkenntnis des Allgemeinen zu befähigen, in praktischen Störungsfällen immer wieder „den roten, zur Lösung führenden Faden“ zu erkennen.

Durch Hervorhebung der Pflichten aller an dem Störungsproblem Beteiligten ist beabsichtigt, dem Praktiker vor Augen zu führen, daß die für die Allgemeinheit wirksamste Form der Erledigung von Beeinflussungsstreitigkeiten immer die technische Gemeinschaftsarbeit aller Beteiligten, mit dem Ziel eine wirtschaftliche Lösung und zugleich eine gleichmäßige Abgrenzung oder gleichmäßige Verteilung der Pflichten zu erreichen, ist. Es ist der Wunsch der Verfasser, daß dieses Büchlein dazu beitragen möge, alle an der Behandlung dieses Problems Interessierten in dem Geist einer solchen technischen Kameradschaft zu beeinflussen und damit gleichzeitig dazu beizutragen, daß eine sichere Grundlage für einen qualitativ hochstehenden Rundfunk geschaffen wird.

Der Inhalt des Leitfadens stützt sich größtenteils auf die Erfahrungen der Verfasser während ihrer gemeinsamen Tätigkeit bei der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung bzw. der früheren Vereinigung der Elektrizitätswerke, von der auch die Anregung zur Verfassung des Leitfadens ausging. Der genannten Stelle, sowie den Elektrizitätswerken, die die vorliegende Arbeit durch Überlassung geeigneter Unterlagen, namentlich der Installationspraxis, unterstützt haben, gebührt besonderer Dank.

Berlin, den 1. August 1935.

**A. Dennhardt.**  
**E. H. Himmler.**

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Beseitigung der Rundfunkstörungen als Aufgabe technischer Gemeinschaftsarbeit . . . . .	1
A. Tatbestand und Zielsetzung . . . . .	1
B. Verfahren zur Erreichung des Ziels . . . . .	1
a) Polemisches Verfahren S. 1. — b) Technisches Verfahren S. 2.	
C. Art der Durchführung der technischen Gemeinschaftsarbeit . . . . .	2
D. Ergebnis der technischen Zusammenarbeit . . . . .	2
Erster Teil.	
<b>Einfachste Grundlagen der Rundfunkbeeinflussung.</b>	
II. Wovon ist die Größe der Störung abhängig? . . . . .	3
III. Wann ist der Empfang als störungsfrei anzusehen? . . . . .	4
IV. Möglichkeiten der Störungsminderung . . . . .	4
A. Erhöhung der Nutzspeunung . . . . .	5
a) Nutzspeunungserhöhung durch Steigerung der Senderleistung S. 5. — b) Nutzspeunungserhöhung durch bessere Felddausnutzung S. 5.	
B. Störspeunungsminderung . . . . .	5
a) Störspeunungsminderung durch Herabsetzung der Störfähigkeit der Störquelle S. 5. — b) Störspeunungsminderung durch Herabsetzung der Störempefindlichkeit der Empfangsanlage (Entkopplung) S. 5.	
V. Nutzfeld und Störfeld . . . . .	5
A. Die Struktur des Nutzfeldes in der näheren Umgebung von Empfangsanlagen . . . . .	5
a) Struktur und Ausbreitung des ungestörten Senderfeldes S. 5. —	
b) Feldschwächung durch Leiter im Strahlungsfeld S. 7. — c) Feldschwächung durch Häuser S. 7. — d) Struktur und Ausbreitung des geschwächten Senderfeldes S. 7.	
B. Ausbreitung von Störfeldern . . . . .	8
a) Ursachen von Störungen S. 8. — b) Die Störquelle und ihre Leistung S. 9. — c) Ausbreitung der Störungsenergie S. 10. — d) Relative Reichweite des Störfeldes quer zum Störungsträger S. 10. — e) Verschleppung des Störfeldes S. 11. — f) Dämpfung der Störungsenergie während der Ausbreitung S. 11. — g) Möglichkeit der Abstrahlung von Störungsenergie und ihre Ursachen S. 12. — h) Untersuchung des Störfeldes S. 12. — i) Allgemeine Feststellungen über die Struktur des Störfeldes in praktischen Fällen S. 13.	

## Zweiter Teil.

**Maßnahmen an der Empfangsanlage.**

	Seite
VI. Maßnahmen an Antennen zur besseren Nutzfeldausnutzung	13
a) Antennen in eng bebauten Gebieten S. 14. — b) Antennen in offen bebauten Gebieten S. 15.	
VII. Maßnahmen zur Entkopplung der Empfangsanlage vom Störfeld . . . . .	15
A. Arten der Kopplung von Störquelle oder Störfeld mit der Empfangsanlage . . . . .	15
B. Entkopplungsmaßnahmen am Empfänger. . . . .	16
a) Schutz von netzgespeisten Empfängern gegen direkt über die Speiseleitung eindringende Störungsenergie S. 16. — b) Schutz des Empfängers gegen direkte Einwirkung störender Nahfelder S. 17.	
C. Entkopplungsmaßnahmen an den Aufnahmeorganen . . . . .	17
a) Voraussetzung für die Wirksamkeit der Entkopplungsmaßnahmen an den Aufnahmeorganen S. 17. — b) Arten und Durchführung der Entkopplungsmaßnahmen an den Aufnahmeorganen S. 18.	
VIII. Maßnahmen am Störungsträger zur Verhinderung der Ausbreitung von Störungsenergie . . . . .	33
A. Verhinderung der Ausbreitung durch Einbau von HF-Sperren . . .	34
B. Gute Erdung der Störungsträger . . . . .	34
C. Abschirmung der Installationsleitungen. . . . .	35
IX. Gesichtspunkte für das Verfahren bei der Untersuchung von Empfangsanlagen . . . . .	36
A. Allgemeines über die Notwendigkeit von Maßnahmen an Empfangsanlagen . . . . .	36
B. Feststellungen vor Durchführung von Maßnahmen an der Empfangsanlage . . . . .	37
a) Einstellung des beeinflussten Empfängers S. 37. — b) Feststellung von Wackelkontakten S. 37.	
C. Maßnahmen am Empfangsgerät . . . . .	38
a) Richtige Aufstellung des Empfängers S. 38. — b) Hochfrequenter Verschluß gegen das Netz S. 38. — c) Niederfrequenter Verschluß gegen das Netz S. 38.	
D. Maßnahmen an den Aufnahmeorganen . . . . .	39
a) Kritik der vorhandenen Möglichkeiten S. 39. — b) Maßnahmen an Anlagen mit Innenantennen S. 39.	

## Dritter Teil.

**Störsuche.**

X. Technik der Störsuche . . . . .	40
A. Voraussetzungen für die erfolgreiche Störsuche . . . . .	40
B. Allgemeine Gesichtspunkte, die bei der Störsuche zu beachten sind	41
C. Das Störsuchgerät . . . . .	41
XI. Praxis der Störsuche . . . . .	43
A. Feststellung beim Gestörten . . . . .	43

	Seite
B. Störsuche in Gebieten mit Freileitungsverteilung . . . . .	44
C. Störsuche in Gebieten mit Kabelnetzen. . . . .	45

Vierter Teil.

**Maßnahmen an der Störquelle.**

XII. Kennzeichnende elektrische Eigenschaften der Störquellen	45
A. Ursache der Störungen . . . . .	45
B. Die Störquelle als HF-Generator . . . . .	46
C. Wovon ist die Größe der abgegebenen Störleistung abhängig? . . . . .	46
D. Die Störquelle als symmetrisch und unsymmetrisch wirkender Generator . . . . .	46
XIII. Allgemeines über Entstörungsmaßnahmen an Störquellen	47
A. Arten der Entstörungsmaßnahmen. . . . .	47
B. Arten und elektrische Eigenschaften der Entstörungsmittel . . . . .	47
C. Herbeiführung des HF-Kurzschlusses der Störquelle . . . . .	49
a) Maßnahmen an Störquellen mit großem inneren HF-Widerstand S. 49. — b) Maßnahmen an Störquellen mit kleinem inneren HF-Widerstand S. 50. — c) Einfluß der Erdung auf die Störfähigkeit und die Wirkung von Störschutzmitteln S. 52.	
D. Maßnahmen zur Änderung des zeitlichen Ablaufs des störenden Vorgangs . . . . .	52
E. Maßnahmen zur Verhinderung der Abstrahlung von Störenergie . . . . .	55
XIV. Praktische Anwendung der Entstörungsmaßnahmen . . . . .	55
A. Arten der Störquellen . . . . .	55
a) Kontaktstörer S. 55. — b) Motoren, Generatoren, rotierende Umformer S. 55. — c) Gasgefüllte Entladungsgefäße S. 55. — d) Hochfrequenzerzeuger S. 56.	
B. Zulässige Größe der Kapazität der Störschutzkondensatoren . . . . .	56
a) Anforderungen an Kondensatoren zwischen den spannungsführenden Netzleitungen S. 56. — b) Kondensatoren zwischen Netzleitungen und der Berührung zugänglichen Teilen (Berührungsschutzkondensatoren) S. 57.	
C. Schutzmaßnahmen an Kontaktstörern . . . . .	60
a) Welche Umstände bedingen eine wesentliche Störung durch Kontakte? S. 60. — b) Maßnahmen zur Störungsminderung an Kontakten, denen keine Magnetwicklungen unmittelbar vorgeschaltet sind S. 61. — c) Maßnahmen zur Störungsminderung an Kontakten mit unmittelbar vorgeschalteten Magnetwicklungen S. 65. — d) Maßnahmen an mechanischen Hochspannungs-Gleichrichtern S. 66.	
D. Entstörungsmaßnahmen an Motoren, Generatoren und Umformern . . . . .	68
a) Wovon ist die Störfähigkeit von Motoren, Generatoren und Umformern abhängig? S. 68. — b) Art und Reihenfolge der Entstörungsmaßnahmen S. 69. — c) Anwendung der Entstörungsmaßnahmen S. 72.	
E. Beschaltung von Gasentladungsgefäßen . . . . .	77
a) Maßnahmen an Quecksilberdampfgleichrichtern S. 77. — b) Maßnahmen an gasgefüllten Glühkathodengleichrichtern S. 81. — c) Maßnahmen an Leuchtröhrenanlagen S. 82.	

	Seite
F. Beschaltung von Geräten, bei denen eine absichtliche Erzeugung von hochfrequenter Energie stattfindet . . . . .	82
a) Maßnahmen an Hochfrequenzheilgeräten S. 83. — b) Maßnahmen an Diathermiegeräten S. 84. — c) Maßnahmen an Zeileisgeräten S. 88.	
XV. Anforderungen an die Installation der Entstörungsmittel .	88
A. Arten der Installation . . . . .	88
B. Allgemeine Anforderungen an die Installation der Entstörungsmittel	88
C. Besondere Anforderungen an die verschiedenen Arten der Installation von Entstörungsmitteln . . . . .	89
D. Über Erfahrungen in der Preisbildung bei der Durchführung von Entstörungen . . . . .	96
XVI. Die notwendigen Hilfsmittel zur praktischen Bearbeitung von Störungsfällen . . . . .	99
XVII. Anforderungen an die Bearbeiter von Störungsfällen und Kennzeichnung ihrer Aufgabe . . . . .	100
A. Anforderungen an den Sachbearbeiter . . . . .	100
B. Kennzeichnung der praktischen Aufgabe . . . . .	101
C. Anforderungen an den Entstörungsfachmann . . . . .	102
D. Anforderungen an den Rundfunkfachmann . . . . .	103
Zahlentafeln . . . . .	104
Schrifttum . . . . .	106

## **I. Beseitigung der Rundfunkstörungen als Aufgabe technischer Gemeinschaftsarbeit.**

### **A. Tatbestand und Zielsetzung.**

Der Rundfunkempfänger gehört zu den empfindlichsten elektrischen Einrichtungen. Er spricht auf geringfügige Änderungen des elektromagnetischen Feldes an und zwar sowohl der elektromagnetischen Felder der Atmosphäre als auch der von Leitungen bzw. elektrischen Maschinen und Geräten, die sich in der Umgebung der Empfangsanlage befinden. Dieser Tatbestand hat bei der zunehmenden Verbreitung der Starkstromeinrichtungen einerseits und der Rundfunkempfangsanlagen andererseits in vielen Fällen zu HF-Beeinflussungen oder Störungen von Empfangsanlagen geführt. In fast allen Rundfunkländern wurden zur Beseitigung oder Minderung der Beeinflussung Versuche unternommen. Ziel aller dieser Versuche mußte sein, eine genügende Minderung der Störungen herbeizuführen. Die Erreichung dieses Zieles wurde durch den komplizierten Tatbestand erschwert. Einerseits war die technische Klärung nicht genügend vorangetrieben, andererseits entstand die Beeinflussung aus einer für Hörer wie Störer gleich rechtmäßig empfundenen Handlung, nämlich durch den Betrieb ihrer Anlagen. Zur Klärung der Frage der Rundfunkstörung mußten deshalb folgende Gesichtspunkte beachtet werden:

1. Der erstrebte Zustand muß durch Anwendung eines Verfahrens erreicht werden, das vom Standpunkt der Gesamtwirtschaft als wirkungsvollste Regelung erscheint.
2. Die Regelung muß bei Hörer und Störer den Eindruck erwecken, daß die auferlegten Pflichten und Rechte gerecht abgegrenzt sind und sich von Einseitigkeiten fernhalten.

### **B. Verfahren zur Erreichung des Zieles.**

**a) Polemisches Verfahren.** Ein großer Teil der in verschiedenen Ländern durchgeführten ersten Versuche ist durch Anwendung bestehender Gesetze, die eigentlich für andere Tatbestände geschaffen waren, charakterisiert, d. h. die Regelung sollte im wesentlichen durch formale juristische Konstruktionen herbeigeführt werden. Soweit diese Regelung einseitig die Starkstromseite belastete, wurde sie als ungerecht empfunden und

demgemäß stark bekämpft. Soweit sie allgemeine Forderungen aufstellte, führte sie mangels genügender Klärung der technischen Grundlagen in praktischen Fällen nicht zu den erwünschten Erfolgen.

**b) Technisches Verfahren.** In verschiedenen Ländern erkannte man bald, daß eine wirkungsvolle Behandlung des Problems nur durch sorgfältige technische Bearbeitung sowohl der praktischen Störungsfälle als auch der meßtechnischen Unklarheiten herbeigeführt werden konnte. Demgemäß wurde in Deutschland an Stelle des unfruchtbaren Streites um juristische Konstruktionen die praktische technische Zusammenarbeit zwischen Starkstrom- und Rundfunktechnik gesetzt (*I*). Dabei wurde in zweifacher Richtung gearbeitet:

1. Die auftretenden Störungsfälle wurden mit dem Ziel einer gerechten Verteilung der erwachsenden Lasten durch Fachleute aus beiden Lagern bearbeitet.

2. Die meßtechnische Klärung wurde von den beteiligten Stellen nach Möglichkeit gefördert mit dem Ziel, Unterlagen für eine Regelung auf zahlenmäßiger Grundlage zu schaffen.

Voraussetzung zur Durchführung der Gemeinschaftsarbeit war

a) der Wille der Beteiligten, eine für alle tragbare Regelung herbeizuführen,

b) die Verwendung nur sachkundiger und unbedingt hauptamtlich tätiger Bearbeiter.

### C. Art der Durchführung der technischen Gemeinschaftsarbeit.

In Durchführung dieser Grundsätze wurde bei der Behandlung praktischer Fälle immer versucht, eine Minderung der Störungen mit möglichst einfachen Mitteln zu erreichen. Man begnügte sich nicht damit, nur die Störfähigkeit des Störers zu mindern, sondern suchte auch die Störempfindlichkeit der beeinflussten Empfänger nach Maßgabe der örtlichen Möglichkeit und wirtschaftlichen Zumutbarkeit auf ein normales Maß zu bringen, um für die Zukunft ein reibungsloses Nebeneinanderbestehen von Einrichtungen der Starkstrom- und der Rundfunktechnik zu ermöglichen (*Ia*). Weiterhin wurden Maßnahmen getroffen, um zu sichern, daß die Störungsfälle, welche durch Anbringung von Entstörungsmitteln an der Störquelle gelöst wurden, sachgemäß und mit einem wirtschaftlich berechtigten Zeitaufwand erledigt wurden.

### D. Ergebnis der technischen Zusammenarbeit.

Das Verfahren der technischen Zusammenarbeit hat sich bewährt (*Ia*). Auftretene Beanstandungen sind auf örtlich begrenzte Mängel zurückzuführen, die ihren Grund meistens in persönlichen Unzulänglich-

keiten hatten, mit denen aber bei jedem Verfahren zu rechnen ist. Schwierigkeiten erwachsen eigentlich nur für eine ganz geringe Zahl von Fällen.

Um bei der Erledigung der letztgenannten Fälle schneller voranzukommen, wäre eine gesetzliche Klarstellung bzw. Festlegung des Tatbestandes erwünscht. Diese Festsetzung müßte dann den der Behandlung von Beeinflussungsfällen geltenden Grundsätzen, nämlich

1. die getroffene Regelung muß den Grundsätzen der technischen und wirtschaftlichen Vernunft entsprechen,

2. die getroffene Regelung darf das Rechtsgefühl nicht verletzen, genügen. Allerdings dürfte für den Gesetzgeber erst dann eine feste Grundlage gegeben sein, wenn die Arbeit der Beeinflussungstechniker zahlenmäßige Anhalte zur Abgrenzung der für Hörer und Störer gültigen Pflichten ergibt. Eine gesetzliche Regelung ohne diese Grundlage dürfte bei der Behandlung praktischer Fälle zum mindesten zu Unsicherheiten und damit zu Schwierigkeiten führen.

Selbst nach einer gesetzlichen Regelung des Tatbestandes wird die technische Gemeinschaftsarbeit nach wie vor als wirksamste Form der Behandlung notwendig sein. Im folgenden wird daher in Anlehnung an die bisher gemachten praktischen Erfahrungen und an das bei der Gemeinschaftsarbeit angewandte Verfahren der vorliegende Tatbestand in folgenden Hauptpunkten behandelt:

1. Einfachste Grundlagen der Rundfunkbeeinflussung,
2. Maßnahmen zur Herabsetzung der Störempfindlichkeit der Empfangsanlagen,
3. Störsuche,
4. Maßnahmen zur Herabsetzung der Störfähigkeit der Störquelle.

### Erster Teil.

## **Einfachste Grundlagen der Rundfunkbeeinflussung.**

### **II. Wovon ist die Größe der Störung abhängig?**

Die Aufnahmeorgane (Antennen- und Erdleitung) und evtl. noch andere an den Empfänger angeschlossene Leitungsgebilde, wie beispielsweise das mit dem Empfänger über die Speiseleitungen verbundene Starkstromnetz, erzeugen am Eingang des Empfängers bzw. am Gitter des Empfangsgleichrichters sowohl eine bestimmte Nutzspeisung, herrührend vom Sender, als auch eine bestimmte Störspannung, herrührend von elektrischen Vorgängen in der Atmosphäre bzw. in den Leitungsanlagen der Umgebung, also von Störquellen. Die Störung wird um so unangenehmer empfunden, je kleiner die Nutzspeisung und je größer die

Störspannung ist. Sie ist also abhängig von dem Wert des Verhältnisses Störspannung zu Nutzspannung.

Diese Abhängigkeit der Größe der Störung vom Verhältnis Störspannung zu Nutzspannung läßt erkennen, daß der Empfang solcher Sender, welche kleine Nutzspannungen erzeugen, viel leichter und heftiger gestört wird als der von Ortssendern oder näher gelegenen Bezirks- sendern, welche infolge der kleineren Entfernung vom Empfangsort eine höhere Nutzspannung liefern. Man wird daher im Störungskampf, um mit einem tragbaren Aufwand an Entstörungsmitteln auszukommen, zu- nächst alle Maßnahmen darauf abstellen, den Empfang des Bezirks- senders, d.h. desjenigen Senders zu sichern, der am Empfangsort die größte Nutzenergie bei Tage liefert und eine weitergehende Störungs- minderung für entferntere und damit schwächere Sender im allgemeinen nur dann zu erreichen suchen, wenn sie ohne großen zusätzlichen Auf- wand an Schutzmitteln erzielt werden kann.

### III. Wann ist der Empfang als störungsfrei anzusehen?

Erfahrungsgemäß kann der Empfang als praktisch störungsfrei an- gesehen werden, wenn die Störung nur noch neben den Pianostellen hörbar ist. Dann ist die Nutzspannung am Empfangsgleichrichter ca. 50mal so groß wie die Störspannung. Bei gesprochenen Darbietungen neigt man neuerdings dazu, etwas größere Werte für dieses Verhältnis anzusetzen.

Bei der praktischen Beurteilung der Größe der Störung verfährt man so, daß man den gestörten Empfänger auf den Bezirkssender abstimmt und auf mittlere Lautstärke einstellt, wobei eine etwa vorhandene ver- änderliche Antennenkopplung möglichst lose zu halten und die dadurch eintretende Lautstärkeminderung durch Benutzung der Rückkopplung oder anderer Mittel zur Vergrößerung der Verstärkung wieder zu erhöhen ist. (Die Rückkopplung ist natürlich nur soweit anzuwenden, daß keine merkbare Verzerrung des Empfangs eintritt.)

### IV. Möglichkeiten der Störungsminde- rung.

Die Minderung der Lautstärke einer Störung kann erreicht werden:

1. durch Erhöhung der Nutzspannung am Empfängereingang,
2. durch Minderung der am HF-Gleichrichter des Empfängers an- stehenden Störspannung, welche durch Kopplung mit Starkstromgeräten oder Leitungen auf dem Empfänger übertragen wird.

#### A. Erhöhung der Nutzspannung.

Für die Erhöhung der Nutzspannung bestehen folgende praktische Möglichkeiten:

**a) Nutzspeunungserhöhung durch Steigerung der Senderleistung.** Eine Erhöhung der Nutzspeunung kann dadurch herbeigeführt werden, daß die vom Sender nach dem Empfangsort gelieferte Energie bzw. die Feldstärke am Empfangsort durch Steigerung der Senderleistung erhöht wird. In dieser Richtung hat die Reichspost schon weitgehend vorgearbeitet. Außerdem liegt die Steigerung der Senderleistung nicht in der Hand des Hörers.

**b) Nutzspeunungserhöhung durch bessere Felddausnutzung.** In weiten Grenzen ist jedoch praktisch eine Erhöhung der Nutzeingangsspeunung dadurch möglich, daß die gelieferte Nutzenergie besser ausgenutzt wird. Da die Ausnutzung der gelieferten Nutzenergie durch die Antenne vorgenommen wird, ist es für die Empfangs- und Entstörungspraxis wichtig, sowohl die Verteilung der Nutzenergie bzw. des Nutzfeldes am Empfangsort zu erkennen als auch die angewandten Antennenformen bezüglich der bestmöglichen Nutzfelddausnutzung richtig zu beurteilen.

## B. Störspenunngsminderung.

Für die Störspenunngsminderung werden folgende Möglichkeiten bei der Behandlung praktischer Fälle ausgenutzt:

**a) Störspenunngsminderung durch Herabsetzung der Störfähigkeit der Störquelle.** Die Herabsetzung der Störfähigkeit der Störquelle hat zum Ziel, die störende Klemmenspeunung, welche die Störquelle dem Netz aufprägt, herabzusetzen bzw. die Abgabe von Störungsenergie in das Netz zu verhindern. Dadurch wird selbstverständlich auch eine Herabsetzung der Störspenunng in Empfangsanlagen, die mit der Störquelle gekoppelt sind, erreicht. Die diesbezüglichen Maßnahmen werden im vierten Teil erörtert.

**b) Störspenunngsminderung durch Herabsetzung der Störempeudlichkeit der Empfangsanlage (Entkopplung).** Die Störspenunngsminderung wird erreicht durch Entkopplung namentlich der Aufnahmeorgane (Antenne, Erde) der Empfangsanlagen von den in der näheren Umgebung elektrischer Leitungen u. U. auftretenden Störfeldern sowie Verhinderung der direkten Einwirkung der evtl. an der Steckdose anstehenden Störspenunng namentlich auf netzgespeiste Empfänger.

## V. Nutzfeld und Störfeld.

A. Die Struktur des Nutzfeldes in der näheren Umgebung von Empfangsanlagen.

**a) Struktur und Ausbreitung des ungestörten Senderfeldes.** Der größte Teil der Empfangsanlagen ist zur Ausnutzung des Senderfeldes durch offene Antennen eingerichtet. Solche offenen Antennenarten sind die bekannten Formen der T-, L- oder Stockantenne. Infolgedessen ist es

besonders wichtig, die Struktur des elektrischen Feldes zu kennen. Im ungeschwächten Strahlungsfeld von Rundfunksendern stehen die elektrischen Kraftlinien nahezu senkrecht auf der Erdoberfläche (Abb. 1).

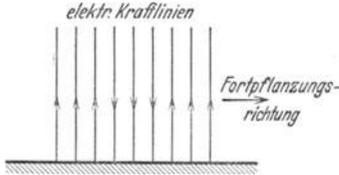


Abb. 1. Struktur des unbeeinflussten elektrischen Feldes am Empfangsort.

Als Maß für die Größe der am Empfangsort vorhandenen Sendeleistung wird normalerweise die Feldstärke, welche der Sender am Empfangsort vorhandene Feldstärke ist um so kleiner, je kleiner die Strahlungsleistung des Senders ist und je weiter der Empfangsort vom Sender entfernt liegt. In Abb. 2 sind für eine Senderleistung von 100 kW und verschiedene Frequenzen bzw. Wellenlängen die Größen der Feldstärke der sog. Bodenwelle in Abhängigkeit von der Entfernung vom Sender eingetragen. Bei der Abbildung ist vorausgesetzt, daß der Sender von

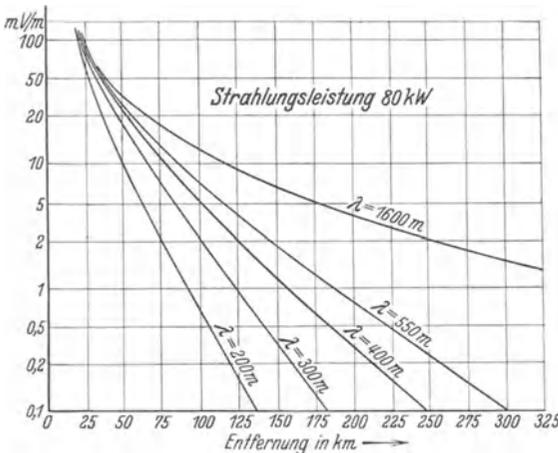


Abb. 2. Abhängigkeit der Tagesfeldstärke eines Großsenders von der Entfernung für verschiedene Senderfrequenzen.

ebenem Gelände mittlerer Bodenleitfähigkeit umgeben ist. Bei der Ausbreitung über Städte, Wälder und Gebirge nimmt die Feldstärke rascher ab.

Es hat sich für eine einwandfreie Versorgung mit Rundfunkenergie eine Sender- oder Nutzfeldstärke von 1—2 mV/m als Mindestwert als notwendig erwiesen (2).

Für Feldstärken  $< 1\text{ mV/m}$  tritt bereits eine Beeinträchtigung des Empfangs durch den normalen Störpegel der Atmosphäre, hervorgerufen durch elektrische Vorgänge in dieser, ein.

Bei einer Senderleistung von 100 kW ist unter normalen Ausbreitungsverhältnissen (mittlere Bodenleitfähigkeit usw.) der Zustand erreicht, daß am Rande des Versorgungsgebietes des Senders, d.h. dort, wo die Bodenfeldstärke gleich der nach Einbruch der Dunkelheit auftretenden Raumwellenfeldstärke ist, eine Feldstärke von ca. 1—2,5 mV/m

herrscht. Die Radien der schwundfrei versorgten Betriebsgebiete liegen bei Benutzung besonderer Antennen, die die steile Raumstrahlung teilweise unterdrücken, in Abhängigkeit von der Frequenz und der Struktur des Zwischengeländes für Wellenlängen von 200—600 m zwischen 100—160 km (3).

**b) Feldschwächung durch Leiter im Strahlungsfeld.** Wird ein Leiter ins Strahlungsfeld gebracht, so strahlt er einen Teil der aus dem Feld aufgenommenen Energie zurück. Das rückgestrahlte Feld — gewöhnlich als Sekundärfeld bezeichnet — ist bei Leitern, deren Längsausdehnung ca. 30 m nicht überschreitet und daher klein gegen die Rundfunkwellenlängen ist, im entgegengesetzten Bewegungszustand (gegen-

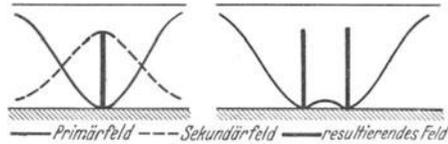


Abb. 3. Schwächung des Senderfeldes durch Sekundärstrahler.

phasig), wie das erregende Primärfeld des Senders. Dieses rückgestrahlte Feld überlagert sich dem Primärfeld. Infolgedessen wird das Senderfeld (Primärfeld) in großer Nähe solcher kurzer Sekundärstrahler praktisch ausgelöscht und mit wachsender Entfernung von solchen Sekundärstrahlern immer weniger geschwächt (Abb. 3) (4). In der Umgebung solcher Gebilde ist also immer mit stärkeren Nutzfeldschwächungen zu rechnen. Als solche Sekundärstrahler kommen in Frage: Eisenmaste, Eisenträger im Innern und außerhalb von Häusern, Installationsleitungen aller Art usw.

**c) Feldschwächung durch Häuser.** Auch Hausmauern wirken im allgemeinen als Sekundärstrahler, so daß durch ihre Wirkung eine erhebliche Schwächung des Senderfeldes stattfindet. Abb. 4 zeigt schematisch die Feldstärkeverteilung in der Umgebung eines Hauses. Im Innern eines Hauses nimmt das Feld um so mehr ab, je mehr man sich von der Wand nach der Hausmitte und vom Boden nach dem Keller bewegt (5). Bei enger Bauweise läßt sich oft feststellen, daß die Feldstärke im Erdgeschoß nur noch einen Bruchteil der über dem Dach herrschenden beträgt (3—8%) — s. Zahlentafel I —. Außer dieser Feldschwächung wird noch die Richtung der Kraftlinien des Feldes im Hausinnern in unkontrollierbarer Weise geändert.

**d) Struktur und Ausbreitung des geschwächten Senderfeldes.** Zusammenfassend läßt sich über die Nutzfeldverteilung folgendes sagen: In Großstädten wirken die geschlossenen Häusermassen mit den eingebauten Systemen von Installationsleitungen wie eine auf die Erdoberfläche aufgetragene halbleitende Schicht. Je tiefer der Empfänger mit seinen Aufnahmeorganen in dieser Schicht liegt, um so geschwächer ist das

Nutzfeld. In voller Stärke sitzt das Nutzfeld über den Hausdächern auf. Auch in Höfen und Straßen ergibt sich durch die umgebenden

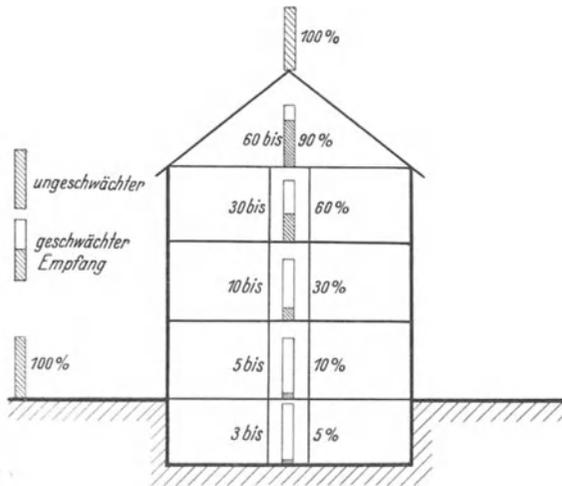


Abb. 4. Feldstruktur in der Umgebung eines Hauses.

Hausmauern dieselbe schwächende Wirkung, sofern nicht die Straßen- oder Hofbreite groß gegen die Höhe der umgebenden Mauer ist oder eine besondere Nutzfeldführung längs der Straßen durch die Fahrleitungen der Straßenbahnen usw. stattfindet.

In locker bebauten Gegenden, d. h. also in Gegenden mit Einzelhäusern oder offener Zeilenbau-

weise sind Feldschwächungen nur in der unmittelbaren Hausumgebung und im Hausinnern zu erwarten, sofern nicht durch unmittelbar angrenzende Wälder, Lage in tiefen Tälern usw. zusätzliche Feldschwächungen vorhanden sind.

## B. Ausbreitung von Störfeldern.

a) Ursachen von Störungen. Überall, wo eine schnelle Änderung des elektrischen Zustandes stattfindet — sei es durch das Zusammenbrechen des elektrischen Feldes, beispielsweise im Blitzschlag, oder sei es durch das Ein- und Ausschalten von elektrischen Strömen oder Spannungen, oder sei es durch Verursachung rasch verlaufender Stromsprünge bei Kommutierungsvorgängen an elektrischen Geräten u. a. — wird ein Betrag von hochfrequenter elektrischer Energie erzeugt und vom Entstehungsort aus verbreitet. Wir bezeichnen die so entstehende elektromagnetische Energie, weil sie den Rundfunk beeinflussen oder stören kann, kurz als Störungsenergie.

Je nach der Art der Entstehung ist auch die Art der Ausbreitung dieser Störungsenergie verschieden. Die von atmosphärischen Entladungen erzeugten Energien breiten sich frei durch die Atmosphäre aus und gelangen auf demselben Wege wie die Senderenergie zum Empfänger. Diese Art der Ausbreitung ist bei elektrischen Vorgängen in der Atmo-

sphäre auch zu erwarten, da die Blitzbahn im Augenblick des Blitzschlags als stromführende Sendeantenne angesehen werden kann. Gegen diese Störung ist weder auf der Empfangsseite noch am Entstehungsvorgang selbst eine Schutzmaßnahme möglich, außer der Erhöhung der Senderfeldstärke oder der Anwendung der Methoden des Richtempfangs.

Ganz anders geartet ist die Ausbreitung der Störungsenergie bei solchen Störungen, welche von elektrischen Maschinen und Apparaten erzeugt werden. Die Störungsenergie wird in diesem Falle nicht frei von der Störquelle abgestrahlt, sondern unter Ausbildung eines Störfeldes längs der anhängenden Starkstromleitungen fortgeführt. Je nach der Größe der von der Quelle erzeugten Störungsenergie umgeben die Kraftlinien dieses Störfeldes die von der Quelle ausgehenden Leitungen als mehr oder weniger weitreichendes geführtes Nahfeld.

Die Kenntnis der Ausbreitung solcher längs Leitungen geführten Störfelder ist für den Entstörungsfachmann wichtig, teils weil er bei Schutzmaßnahmen an der Empfangsanlage nur Erfolg haben kann, wenn er eine ungefähre Vorstellung über die Art der Ausbreitung des Störfeldes in der Umgebung der Empfangsanlage hat, teils weil eine wenig Zeit in Anspruch nehmende Störsuche und die richtige Abschätzung der Wirkung von Schutzmitteln an der Störquelle ebenfalls die Kenntnis des Ausbreitungsvorgangs von Störfeldern voraussetzt.

**b) Die Störquelle und ihre Leistung.** Jede Störquelle kann als ein Generator angesehen werden, der HF-Spannungen und Ströme erzeugt, also einen gewissen Betrag HF-Energie in das Starkstromnetz liefert (6). Die Größe der vom Störer abgegebenen hochfrequenten Störungsenergie hängt von der Art des Störers und der Art der Belastung durch das speisende Netz ab. Die abgegebene Störungsenergie liegt bei Kleinmotoren unter ungünstigen Umständen (Resonanz des Störers mit dem Starkstromnetz) in der Größenordnung von  $10^{-8}$  bis  $10^{-10}$  W, bei typischen HF-Erzeugern, wie HF-Heilgeräte von  $10^{-5}$  bis  $10^{-8}$  W. Die Größe der vom Störgenerator erzeugten HF-Spannung, gemessen an den Eingangsklemmen des Generators — die Störerklemmenspannung — liegt für Kleinmotoren zwischen 0,01—0,5 Volt und kann für die Resonanzfrequenz von HF-Heilgeräten Spitzenwerte von ca. 100—300 Volt erreichen (7).

Dabei zeigt sich schon erfahrungsgemäß, daß die Störquelle nicht nur bei einer einzigen bestimmten Frequenz eine Leistung abgibt, wie etwa ein Starkstromgenerator oder ein normaler Rundfunksender, sondern über das ganze Band der Rundfunkfrequenzen von  $1,5 \cdot 10^5$  bis  $1,5 \cdot 10^6$  Hz Störungsenergie erzeugt. Die von der Störquelle abgegebene Störungsenergie bzw. die Störerklemmenspannung nimmt im allgemeinen mit abnehmender Wellenlänge bzw. mit zunehmender Frequenz ab.

c) **Ausbreitung der Störungsenergie.** Die von der Störungsquelle erzeugte Energie wird, wie bereits angedeutet, nicht direkt von der Störquelle abgestrahlt.

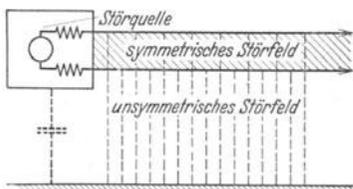


Abb. 5. Struktur des längs Leitungen „geführten“ Störfeldes.

Würde man die Störquelle mit danebengestellten Batterien, also ohne die anhängenden Speiseleitungen betreiben, so würde sie nur in einem engen Nahbereich oder gar nicht stören. In praktischen Störungsfällen wird vielmehr die erzeugte Störungsenergie den anhängenden Leitungen aufgeprägt und längs

diesen fortgeführt. Dabei geschieht die Führung teils zwischen den beiden Einzelleitern, teils zwischen diesen Leitern und Erde (Abb. 5). Den Teil des Störfeldes, welcher zwischen den Leitungsdrähten geführt wird, nennt man das symmetrische Störfeld, den zwischen Leitungen und Erde

geführten das unsymmetrische Störfeld (8).

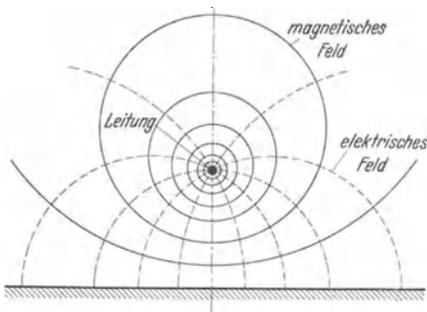


Abb. 6. Struktur des unverzerrten Störfeldes an der Freileitung.

Namentlich das zwischen Speiseleitung und Erde geführte Störfeld ist infolge der größeren räumlichen Ausdehnung bei Beeinflussung von Empfangsanlagen wirksam. Da dieses Feld bei Kabelleitungen konzentrierter ist als bei hochliegenden Freileitungen und Hausinstallationen,

ist seine Reichweite bei Freileitungen im allgemeinen größer. Die Struktur des geführten Nahfeldes einer Freileitung läßt sich an Hand der Abb. 6 veranschaulichen, welche ein ungefähres Bild über die Lage der elektrischen und magnetischen Kraftlinien des zwischen einer Freileitung und Erde geführten unsymmetrischen Störfeldes gibt.

d) **Relative Reichweite des Störfeldes quer zum Störungsträger.** Die Entfernung quer zur Leitung, bis zu der das Störfeld bei Abstimmung auf einen Sender — Bezirksempfang — wirksam ist, die sog. relative Reichweite des Störfeldes, hängt von dem Größenverhältnis zwischen vorhandener Nutzfeldstärke und Störfeldstärke ab. Je größer die Nutzfeldstärke ist, desto geringer ist die Entfernung von der die Störung führenden Leitung, bei welcher sich die Störung noch bemerkbar macht. Während also in Städten mit Ortssendern die relative Reichweite einer störungsführenden Hausinstallation in der Größenordnung von Bruch-

teilen eines Meters bis zu wenigen Metern liegt, je nach der Entfernung vom Ortssender und vom Störer, kann die relative Reichweite des Störfeldes bei schwachen Nutzfeldern sowohl in Hausinstallationen als auch bei Freileitungen unter ungünstigen Umständen erhebliche Werte erreichen. Sie ist natürlich außerdem von der Größe der abgegebenen Störungsenergie bzw. der Störerklemmenspannung abhängig und daher besonders groß bei solchen Störquellen, die starke Störfelder erzeugen (HF-Heilgeräte usw.).

e) **Verschleppung des Störfeldes.** Sind andere Leiter in großer Nähe der Starkstromleitung, längs welcher das störende Nahfeld verläuft, vorhanden, so kann durch Kopplung Störungsenergie auf diese übertragen werden. In Abb. 7 ist ein solcher Fall dargestellt, in welchem das Störfeld einer

Straßenbahn-Fahrleitung durch eine lange Parallelführung mit einer erdsymmetrischen Telephonleitung gekoppelt ist, die dann das Störfeld weiter verschleppt.

f) **Dämpfung der Störungsenergie während der Ausbreitung.** Der Hauptteil

der vom Störer ausgehenden Energie ist also normalerweise als geführtes Nahfeld eng an die Umgebung der Starkstromleitung bzw. der mit ihr gekoppelten Leiter gebunden. Während der Ausbreitung des Störfeldes längs der Leitung wird seine Energie durch Verbrauch in den Wirkwiderständen der Leitung und durch teilweise Reflexion an solchen Stellen, wo sich die elektrischen Eigenschaften der Leitung ändern (Übergang von der Hausinstallation auf Kabel, Leitungsverzweigungen usw.) mit wachsender Entfernung von der Störquelle vermindert. Diese Abnahme geht besonders schnell vor sich, wenn die Leitung vielfach verzweigt ist, wie es normalerweise in Starkstromverteilungsnetzen der Fall ist (Abb. 8). Bei Ausbreitung der Störungsenergie längs homogener langer Leitungen ohne Abzweige ist die Dämpfung natürlich geringer, so daß u. U. in solchen Fällen erst in einer erheblichen Entfernung die Störung praktisch verschwindet.

Bei Untersuchungen über die Ausbreitung ungedämpfter HF-Schwingungen längs Freileitungen für Zwecke der HF-Telephonie wurden für symmetrische Felder kilometrische Dämpfungen von 0,01—0,1 Neper

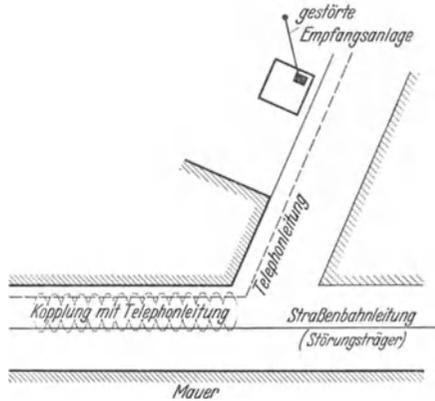


Abb. 7. Verschleppung des Störfeldes durch Kopplung des Störungsträgers mit einer anderen Leitung.

für Frequenzen des Rundfunkbereichs bestimmt. Das würde also bedeuten, daß in einem Freileitungszug ohne Abzweige in einer Entfernung

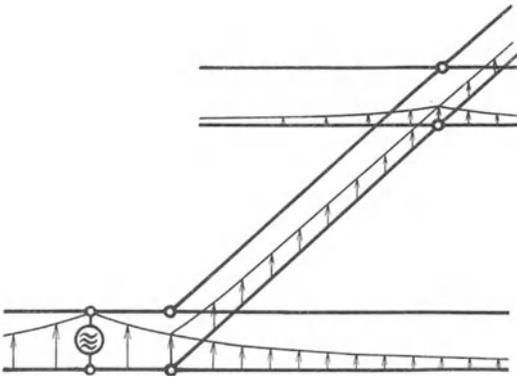


Abb. 8. Schematische Darstellung der Dämpfung der Störungsenergie bei der Ausbreitung im Starkstromnetz. A Ort der Störquelle.

von  $70 \div 7$  km, je nach der Frequenz der Störung eine Abnahme auf 50 % des Anfangswertes eintreten würde. Die Dämpfungswerte für unsymmetrische Felder liegen bedeutend höher.

**g) Möglichkeit der Abstrahlung von Störungsenergie und ihre Ursachen.** Die Verhältnisse ändern sich etwas, wenn mit dem geführten Nahfeld senk-

rechte lineare Leitergebilde, die sich also wie Antennen verhalten, gekoppelt sind. Als solche lineare Leitergebilde kommen in Frage: Rundfunkempfangsantennen, Eisenträger, Dachrinnen, Dachbeläge usw. In Fällen, wo ein weiterreichendes Störfeld festgestellt wurde als normalerweise zu erwarten war, konnten als Ursache dieser Erscheinung beispielsweise Rundfunkantennen, die in unmittelbarer Nähe der Störquelle ausgespannt waren und dadurch teilweise im Bereich des längs der Installationsleitungen geführten Nahfeldes lagen, ermittelt werden. Diese antennenartigen Gebilde strahlen dann die durch Kopplung aus dem geführten Störfeld aufgenommene Energie auf größere Entfernungen aus. Bei starken Störern (Diathermiegeräte) muß daher sehr darauf geachtet werden, daß sie nicht in der Nähe einer Dachrinne bzw. eines eingebauten Eisenträgers oder einer Hochantenne stehen, die dann wie mit dem Diathermiegerät verbundene Strahler wirken.

**h) Untersuchung des Störfeldes.** Um die Störfeldverteilung praktisch festzustellen, benutzt man am besten ein Störmeßgerät oder einen tragbaren Kofferempfänger mit eingebauten Batterien und eingebauter Rahmenantenne. Der Empfänger wird auf den Bezirkssender eingestellt, so daß dieser mit mittlerer Lautstärke hörbar ist. Dann wird untersucht, wie das Störfeld aufgebaut bzw. in welcher Entfernung von den Störungsträgern praktisch störungsfreier Empfang möglich ist.

**i) Allgemeine Feststellungen über die Struktur des Störfeldes in praktischen Fällen.** Normalerweise ergibt sich folgendes Bild: Das Störfeld dringt längs der Kabel- oder Freileitungen vor und über die Haus-

anschlüsse in die Hausinstallation ein. Die relative Reichweite quer zum Störungsträger im Leitungszug richtet sich im wesentlichen nach der Größe der Nutzfeldstärke am Empfangsort und ist weiterhin abhängig von den Eigenschaften der Störquelle und des Störungsträgers. Sie beträgt im allgemeinen bei Kabeln Bruchteile von Metern, bei Freileitungen wenige Meter, kann jedoch Werte bis zu 15... 20 m u. m. unter besonders ungünstigen Umständen annehmen. Auf jeden Fall ist eine einfache Feststellung der relativen Reichweite mit dem Suchempfänger in der vorher beschriebenen Art leicht möglich. Bei Hausinstallationen hat das Störfeld maximale Werte in der Nähe der Steigeleitungen sowie der Installationsleitungen überhaupt (Abb. 9). Längs der Steigeleitung nimmt die Größe der Störung in Abhängigkeit von der Länge der Steigeleitung und der Zahl der Abzweige im allgemeinen ab.

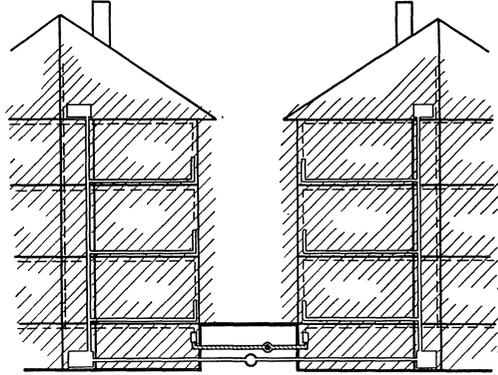


Abb. 9. Struktur des Störfeldes im Hausinneren.

Tritt durch Kopplung der Störquelle oder der mit ihr verbundenen Leitungen mit einem antennenartigen Gebilde eine weitreichende Abstrahlung von Störungsenergie ein, so kann durch Mehrfacherdung solcher Gebilde (Eisenträger usw.) oder durch Verlegung (z. B. bei Rundfunkantennen) oder durch Änderung des Standortes der Störquelle, sofern diese leicht transportabel ist, eine Beseitigung oder Minderung der Abstrahlung von Störungsenergie erreicht werden.

## Zweiter Teil.

### Maßnahmen an der Empfangsanlage.

#### VI. Maßnahmen an Antennen zur besseren Nutzfeldausnutzung.

Zweck der Antenne ist, möglichst viel Nutzspannung an den Empfängereingang zu liefern oder — anders gesprochen — das Nutzfeld gut auszunutzen. Dieser Zweck wird dann am besten erreicht, wenn der aufnehmende Teil der Antenne im ungeschwächten Nutzfeld angebracht wird.

Je nachdem, ob die Empfangsanlage in einem eng und geschlossen bebauten Altstadt- bzw. Großstadtgebiet oder in einem offen bebauten

Gelände liegt, gibt es verschiedene Möglichkeiten der günstigen Nutzfeldausnutzung.

a) **Antennen in eng bebauten Gebieten.** In eng bebauten Stadtgebieten ist das Nutzfeld — wie vorher erwähnt wurde — in voller Stärke nur über Dachhöhe vorhanden (Abb. 10). Beste Feldausnutzung ist also nur durch

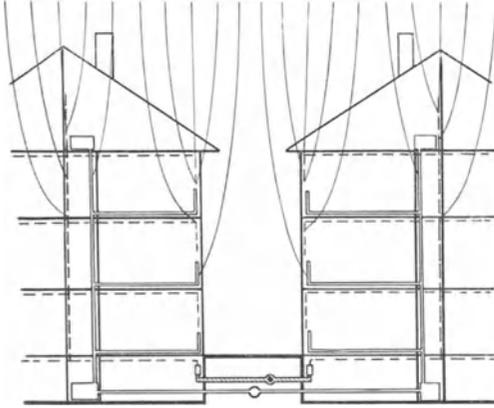


Abb. 10. Nutzfeldstruktur in dicht bebauten Stadtgebieten.

Hochantennen, die in derartiger Höhe errichtet sind, möglich. Da die elektrischen Kraftlinien des Senderfeldes über Dachhöhe nahezu senkrecht stehen, kommt es darauf an, eine möglichst große Drahtlänge in senkrechter Erstreckung über Dachhöhe anzubringen. Neuerdings benutzt man zu diesem Zweck Stockantennen: das sind Angelruten, bzw. dünne Bambusrohre, an oder in denen ein isolierter Leiter als Aufnahmeorgan befestigt ist (Abb. 11). Eine verbesserte Wirksamkeit solcher Stockantennen wird durch

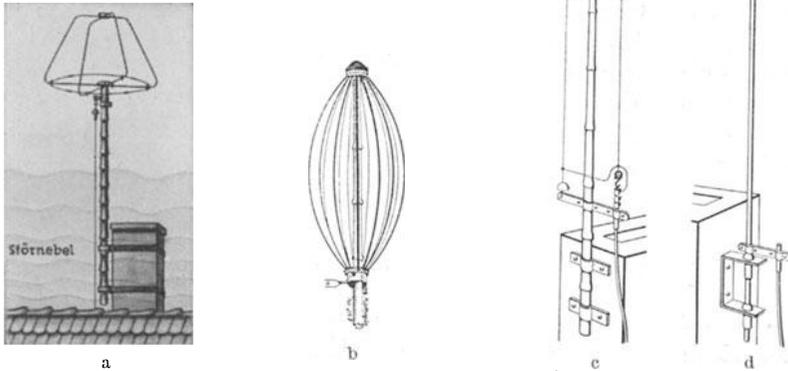


Abb. 11. Stockantennen verschiedener Ausführungsformen.

Anbringen einer Endkapazität in Form eines leichten Metallringes bzw. einer Drahtgaze-Endkapazität erzielt (Vergrößerung der Effektivhöhe und gleichzeitige Verbesserung der Anpassung).

Antennen, die unter Dachhöhe errichtet werden, also beispielsweise im Innern von Höfen, befinden sich im geschwächten Nutzfeld, sofern

der Hof nicht sehr breit ist, so daß die Höhe der umgebenden Gebäude klein gegen die Längen- und Breitenausdehnung des Hofes ist. Solche tiefliegenden Außenantennen werden jedoch im allgemeinen noch höhere Nutzspannungen liefern, wie Zimmerantennen, die mehr oder weniger tief im Gebäudeinnern liegen.

Die von Zimmerantennen gelieferte Nutzspannung wird um so geringer sein, je tiefer die Empfangsantenne im Gebäude liegt. Demgemäß liefern Zimmerantennen in tieferliegenden Gebäudeteilen (Erdgeschoß, Keller) im allgemeinen geringere Nutzspannungen als solche in oberen Stockwerken, sofern nicht durch Eisenbeton oder Stahlskelettbau anormale Verhältnisse bedingt sind. Die günstigste Anbringung der Zimmerantenne kann infolge der unkontrollierbaren Änderungen der Richtung der Feldlinien im Hause nur durch Versuche festgestellt werden.

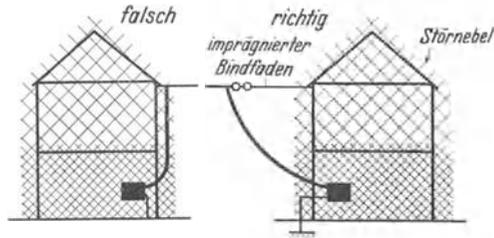


Abb. 12. Richtige und falsche Anbringung einer Außenantenne.

**b) Antennen in offen bebauten Gebieten.** Günstiger liegen die Verhältnisse bei offener Zeilenbauweise oder bei Einzelbauweise. In diesen Fällen ist auch mit Außenantennen unter Dachhöhe eine gute Feldausnutzung zu erzielen. Man hat bei derart errichteten Antennen nur dafür zu sorgen, daß namentlich die senkrechten Antennenteile möglichst entfernt von den feldschwächenden Hausmauern geführt werden. In Abb. 12 ist die richtige und falsche Anordnung gegenübergestellt. Für Zimmerantennen gilt das vorangehend für geschlossene Bauweise Gesagte.

## VII. Maßnahmen zur Entkopplung der Empfangsanlage vom Störfeld.

### A. Arten der Kopplung von Störquelle oder Störfeld mit der Empfangsanlage.

Die Störungsenergie kann in einer der folgenden Arten auf die Empfangsanlage einwirken:

a) Direktes Eindringen der Störungsenergie über die Speiseleitungen bei netzgespeisten Empfängern.

b) Direkte Einwirkung von Störfeldern auf empfindliche Teile des Empfängers.

c) Einwirkung des Störfeldes auf Antenne und Erde.

Entsprechend den verschiedenen Möglichkeiten der Kopplung der

Empfangsanlage mit der Störquelle bzw. mit Störfeldern werden in folgenden

1. Entkopplungsmaßnahmen am Empfänger (a und b),
  2. Entkopplungsmaßnahmen an den Aufnahmeorganen (c)
- besprochen.

**B. Entkopplungsmaßnahmen am Empfänger.**

a) **Schutz von netzgespeisten Empfängern gegen direkt über die Speiseleitung eindringende Störungsenergie.** Ein Schutz dieser Art ist nötig bei Netzanschlußempfängern und mit Netzanoden betriebenen Batterieempfängern, die bekanntlich über die Speiseleitung in direkter galvanischer Verbindung mit dem Starkstromnetz stehen. Ein Teil der

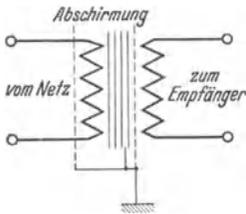


Abb. 13. Transformator eines Wechselstrom-Netzanschlußgerätes mit Abschirmung gegen das direkte Eindringen von Störungsenergie aus dem Netz.

Netzanschlußempfänger — ältere Netzanschlußempfänger durchweg — sind hochfrequent gegen das speisende Netz offen. Neuerdings ist die Industrie namentlich bei Wechselstromempfängern dazu übergegangen, einen Schutz durch Einfügen einer geerdeten Abschirmung zwischen Primär- und Sekundärseite des Netztransformators herbeizuführen (Abb. 13).

Dagegen sind namentlich bei den billigeren Gleichstromempfängern hochfrequente Schutzmittel gegen aus dem Netz eindringende Störungen im allgemeinen nicht vorhanden.

Bei solchen Empfängern, die keine Schutzmittel zur Verhinderung des Eindringens von Störungsenergie aus dem speisenden Netz besitzen,

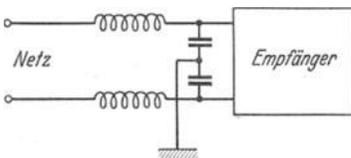


Abb. 14. HF-Filter zum Schutz des Empfängers gegen das direkte Eindringen von Störungen über die Speiseleitungen.

kann nach Abb. 14 durch Zwischenschalten bzw. Einbau einer hochfrequenten Siebvorrichtung, die aus Drosselspulen und Kondensatoren besteht, eine erhebliche Störungsminde- rung erreicht werden. Derartige Siebmittel werden von einer Anzahl Firmen geliefert.

Bei modernen Gleichstromempfängern, die mit einem eingebauten HF-Schutz versehen sind, ist verschiedentlich nur eine unwesentliche Störungsminde- rung infolge ungünstiger Lage dieses Schutzes im Empfängergehäuse beobachtet worden. In diesen Fällen ist natürlich durch Benutzung eines der obenerwähnten zwischenschaltbaren HF-Filter noch eine weitere Herabsetzung der Störungen zu erzielen.

Die erhöhte Anforderung an die Trennschärfe der Empfangsgeräte macht es notwendig, zu verhindern, daß vom Sender gelieferte Nutzenergie, die vom Starkstromnetz aufgenommen worden ist, über den Netzanschluß in den Empfänger eindringt und damit die Wirkung der im Empfänger angewandten Mittel zur Erzielung einer guten Trennschärfe beseitigt. Aus diesem Grunde dürfte die allgemeine Anwendung von Schutzmitteln zur Verhinderung des Eindringens von HF-Energie aus dem Netz schon aus empfangstechnischen Gründen richtunggebend für die künftige Entwicklung sein.

**b) Schutz des Empfängers gegen direkte Einwirkung störender Nahfelder.** Bei empfindlichen Empfängern kann auch eine direkte Beeinflussung der Schaltelemente des HF-Verstärkers durch die in der unmittelbaren Umgebung der Installationsleitungen vorhandenen Störfelder eintreten. Diese Art der Beeinflussung durch störende Nahfelder wird durch Abschirmung verhindert. Im allgemeinen ist bei hochwertigen Geräten schon aus anderen Gründen eine weitgehende Abschirmung im Gerät durchgeführt. Auch in dieser Hinsicht wird die durch den Großsenderbau notwendig gewordene Erhöhung der Trennschärfe die Entwicklung ohnedies im Sinne einer noch weitergehenden Verbesserung namentlich auch bei einfachen Geräten beeinflussen.

### C. Entkopplungsmaßnahmen an den Aufnahmeorganen.

**a) Voraussetzung für die Wirksamkeit der Entkopplungsmaßnahmen an den Aufnahmeorganen.** Als Aufnahmeorgane dienen Antenne und Erde. Da sie, wie der Name sagt, sowohl die HF-Nutzenergie vom Sender aufnehmen sollen als auch Störungsenergie aufnehmen können, sind Maßnahmen an ihnen besonders wichtig.

Die sichere Beurteilung der Wirksamkeit von Entkopplungsmaßnahmen an Antenne und Erde und ihre richtige Anwendung setzt eine ungefähre Kenntnis über die Größe und Struktur des Störfeldes, die am besten durch Untersuchung mit einem Störsuchgerät bzw. einem tragbaren Kofferempfänger, welcher auf Bezirksempfang eingestellt wird, voraus. Wie in V Ad und Bi beschrieben ist, wird man unter normalen Verhältnissen feststellen können, daß das Verhältnis Störfeld/Nutzfeld auf dem Hausboden oder Hausdache bzw. bei offener Bauweise in der Umgebung des Hauses solche Werte hat, daß störungsfreier Bezirksempfang möglich ist.

Treten dagegen weitreichende Strahlungsfehler auf, so können, falls nicht durch irgendwelche Maßnahmen die Abstrahlung verhindert werden kann und außerdem die im folgenden beschriebenen weiteren Möglichkeiten, wie Richtempfang und Kompensationsschaltungen, versagen,

Entkopplungsmaßnahmen an Antenne und Erde nicht angewandt werden.

Es ist weiterhin selbstverständlich, daß Entkopplungsmaßnahmen an Antenne und Erde nur dann Erfolg haben können, wenn die Störungsenergie tatsächlich von Antenne und Erde aufgenommen wird. Es muß demnach erreicht sein, daß das Eindringen von Störungsenergie aus dem Starkstromnetz in den Empfänger oder die direkte Einwirkung von Störfeldern auf den Empfänger unterbunden ist (s. VII B).

**b) Arten und Durchführung der Entkopplungsmaßnahmen an den Aufnahmeorganen.** Als praktische Maßnahmen an Aufnahmeorganen kommen in Frage:

1. Entkopplung von Antennen durch Änderung der Verlegung.
2. Entkopplungsmaßnahmen an der Erdleitung.
3. Abschirmung der im Störfeld gelegenen Antennenteile, Antennenverteilungsanlagen.
4. Anwendung der Methoden des Richtempfangs.
5. Erhöhung der Trennschärfe.
6. Anwendung von Kompensationsschaltungen.

1. Entkopplung von Antennen durch Änderung der Antennenverlegung. Die Antennenverlegung stellt die einfachste Form der Entkopplung dar. Der Erfolg dieser Maßnahme ist davon abhängig, wie groß die relative Reichweite des Störfeldes ist.

*Entkopplung von Zimmerantennen.* Bei Zimmerantennen, die durch ungeeignete, sehr nahe Parallelführung sehr eng entweder mit der die Störung führenden Starkstromleitung oder einem sekundären Störungsträger (Gasleitung, Eisenträger usw.) gekoppelt sind, wird man namentlich in Gebieten mit guter Nutzfeldstärkeversorgung durch Verlegung in einem größeren Abstand von den Störungsträgern in Abhängigkeit von den Verhältnissen im Einzelfall eine mehr oder weniger erhebliche Störungsminderung erreichen. Im allgemeinen wird man durch Versuche feststellen müssen, bei welcher räumlichen Anordnung eine Zimmerantenne im Einzelfall maximal mit dem Nutzfeld gekoppelt und vom Störfeld entkoppelt ist.

Bei Zimmerantennen in Gebieten mit kleinen Nutzfeldstärken, namentlich wenn sie tief im Innern geschlossener Gebäudekomplexe angebracht sind, wird aber sowohl infolge der schwachen Nutzfeldbelieferung als auch der weitreichenden Schwächung des Nutzfeldes durch die Wirkung von Sekundärstrahlern (Häuserwände usw.) die relative Reichweite des Störfeldes innerhalb des Bereiches der Hausinstallation so groß sein, daß eine Umlegung vielleicht eine Minderung, jedoch keine genügende Abhilfe bringt. Dies wird vor allem dann der Fall sein, wenn

starke Störfelder, wie sie beispielsweise von HF-Heilgeräten erzeugt werden, auftreten. Man sollte deshalb namentlich in solchen Gebieten, die weiter entfernt vom Sender liegen, vom Gebrauch der Zimmerantenne nach Möglichkeit absehen, wenn Wert auf störungsfreien Empfang gelegt wird.

*Warnung vor Lichtnetzantennen.* Lichtnetzantennen bringen den Empfängereingang in direkte hochfrequente Verbindung mit der Steckdose des Starkstromnetzes und damit mit allen Störungsmöglichkeiten, die durch den Anschluß störender elektrischer Geräte an das Netz gegeben sind. Einigermaßen störungsfreier Empfang ist also bei Gebrauch solcher Antennenformen nur in reinen Wohngebieten und auch dort nur dann zu erhalten, wenn keine elektrischen Geräte in der Umgebung im Betrieb sind. Wer Lichtnetzantennen benutzt, erhöht demnach die Störanfällig-

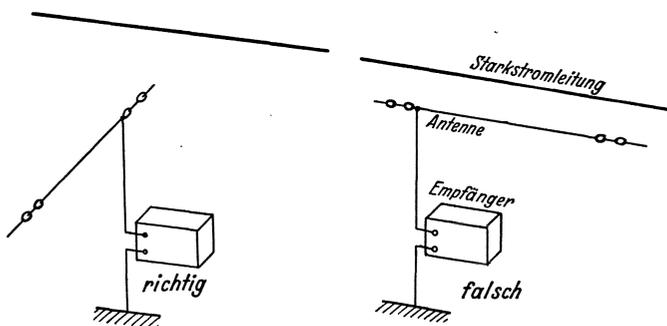


Abb. 15. Richtige und falsche Anordnung einer Antenne im Feldbereich einer Freileitung.

keit seiner Empfangsanlage auf einen Größtwert und ist daher für das Zustandekommen dieser Störungen seiner Anlage mitverantwortlich.

*Entkopplung von Hoch- oder Außenantennen.* Hochantennen stellen die am wenigsten stöempfindliche Antennenform dar, wenn sie so verlegt werden, daß sie möglichst außerhalb des Bereichs der Störfelder liegen. Man wird also Antennen, die in der Nähe von Starkstromleitungen verlegt sind, aus dem Störfeldbereich dieser Leitungen entfernen, wobei besonderer Wert darauf zu legen ist, daß namentlich der vertikal aufnehmende Teil der Antenne außerhalb des Störfeldes, also entfernt von der Leitung liegt. Außerdem sind Parallelführungen des waagerechten Antennenteils mit Freileitungen oder ähnlichen Störungsträgern zu vermeiden, vielmehr sind die waagerechten Antennenteile zum Störungsträger senkrecht zu stellen (Abb. 15), sofern nicht die Lage der Antenne an einer Leitungskreuzung zwingt, die günstigste Lage des horizontalen Antennenteils durch Versuche zu ermitteln.

Da die Hochantenne bis zum Empfänger im Innern des Gebäudes geführt werden muß, tritt sie in das Störfeld der Hausinstallation ein. Man setzt die Beeinflussung durch dieses Störfeld dadurch herab, daß man den Empfänger an der Eintrittsstelle der Hochantenne aufstellt, d.h. also die im Innern des Hauses verlaufenden Teile der Antenne möglichst kurz macht (Abb. 12 u. 16 c).

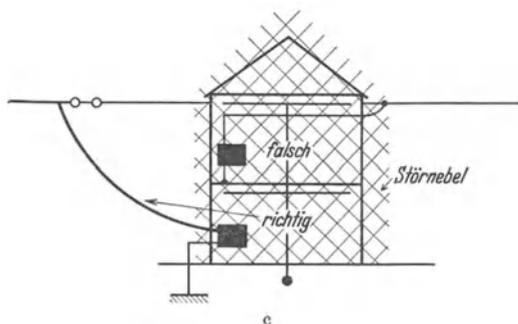
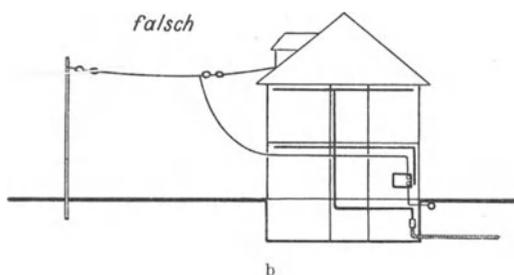
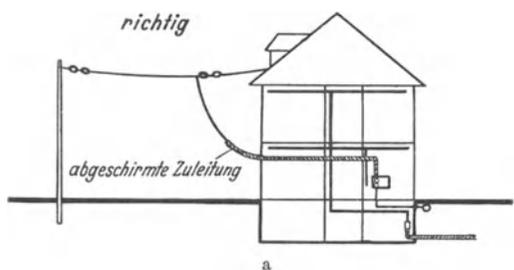


Abb. 16 a b c. Richtige und falsche Anordnung des Empfangsgerätes und der Antenne.

Auf jeden Fall sollte vermieden werden, längere Strecken der Hochantenne im Hausinnern zu führen und dadurch mit dem Störfeld der Hausinstallation zu koppeln. Ist jedoch die Aufstellung des Empfängers unmittelbar an der Eintrittsstelle der Hochantenne nicht möglich, so kann die Beeinflussung der im

Hausinnern liegenden Antennenanteile durch das Störfeld der Hausinstallation mittels Abschirmung verhindert werden (Abb. 16 a u. b). Art der Abschirmung der im Hausinnern liegenden Antennenanteile und da-

bei zu beachtende Gesichtspunkte werden in einem gesonderten Abschnitt später behandelt. Mit den vorerwähnten Entkopplungsmaßnahmen ist fast immer zugleich ein Nutzsprunggewinn verbunden. Besonders ist noch darauf zu achten, daß die am Haus befestigte Antennenabspannung nicht das Störfeld auf die Antenne überträgt, sie sollte aus nichtleitendem Material bestehen (Abb. 12).

2. Entkopplungsmaßnahmen an der Erdleitung. Da die Erdleitung normalerweise als Teil der Antenne anzusehen ist, kann sie bei ungünstiger Anordnung gleichfalls die Störempfindlichkeit der Anlage bedeutend erhöhen. Besonders günstige Verhältnisse bezüglich Entkopplung der Erdleitung lassen sich durch Verwendung einer gesonderten Erdleitung für die Empfangsanlage erreichen. Eine solche Erdleitung soll folgenden Bedingungen genügen:

2a) geringer ohmscher Widerstand,

2b) geringer Blindwiderstand für Hochfrequenz,

2c) Verlegung möglichst entfernt von Störquellen, bzw. von Störfeldern oder Störungsträgern.

Zu 2a: Die Herabsetzung des Wirkwiderstandes kann durch Verwendung von Leitern mit genügendem Querschnitt erreicht werden.

Zu 2b: Der Blindwiderstand für Hochfrequenz wird kleingehalten durch gradlinige und möglichst kurze Leitungsführung.

Zu 2c: Die möglichst entkoppelte Verlegung unter Berücksichtigung der Lage evtl. vorhandener Störungsträger kann nur an Hand der Verhältnisse des Einzelfalles festgesetzt werden.

In den Fällen, wo die Verlegung einer solchen „Rundfunkerde“ nicht möglich ist, muß bei Auftreten von Störungen durch Versuche festgestellt werden, welche Art der Erdung am günstigsten ist. Zur Erdung kommen im wesentlichen in Frage: Wasserleitung oder Zentralheizung. Durch Überbrückung isolierter oder schlechtleitender Verbindungsstellen in den obengenannten Leitungssystemen können diese Erdungen unter Umständen wesentlich verbessert werden.

(Zuweilen wird beobachtet, daß durch Empfang mit „zwei Erden“, z. B. durch Benutzung der Wasserleitung als Erde und der Zentralheizung als Antenne und umgekehrt usw., eine genügende Störungsminderung erreichbar ist. Allerdings setzt die Anwendung solcher Maßnahmen in senderfernen Gebieten die Verwendung von Empfängern genügend großer Empfindlichkeit voraus.)

Ist eine genügend entkoppelte Erdung nicht zu erstellen, so ist zuweilen durch Benutzung eines Gegengewichts eine Störungsminderung herbeizuführen. Als Gegengewicht können auf der Scheuerleiste bzw. unter einem vorhandenen Teppich verlegte Schleifen von isoliertem Draht verwendet werden. Bei der Verlegung dieser Drahtschleifen soll darauf geachtet werden, daß eine möglichst geringe Kopplung mit den Starkstromleitungen in darunterliegenden Stockwerken erreicht wird. Wohl aus diesem Grunde ist verschiedentlich empfohlen, das Gegengewicht als rhombusförmige Drahtschleife zu verlegen. Bei Empfang ohne Erdleitung und ohne Netzdrössel wirkt das mit dem Empfänger

über die Speiseleitung verbundene und meistens einpolig geerdete Starkstromnetz als Gegengewicht.

Eine feste Regel läßt sich — wie aus dem vorangehenden erhellt — bezüglich der Entkopplungsmaßnahmen an Erdleitungen nicht angeben; es kommt in praktischen Fällen vielmehr darauf an, keine der aufgezeigten Möglichkeiten außer acht zu lassen.

3. Abschirmung. *Vorbedingung für die Wirksamkeit der Abschirmmaßnahmen.* Abschirmmaßnahmen an der Antenne können nur dann wirksam sein, wenn nur die Antennenzuleitung im Störfeld liegt, dagegen die eigentlich aufnehmenden Teile sich im ungestörten oder nur wenig gestörten Nutzfeld befinden. Vor Durchführung der Maßnahmen ist also am besten gemäß V B h in möglichst einfacher Weise mit einem Kofferempfänger die Störfeldverteilung zu untersuchen. Ist weder auf dem Hausdach (bei enger Bauweise), noch in der näheren Umgebung des Hauses (bei offener Bauweise), störungsfreier Bezirksempfang möglich und die relative Reichweite des Störfeldes durch Maßnahmen nach V Bi nicht herabzusetzen, so ist im allgemeinen eine ausreichende Störungsminderung durch die Abschirmmaßnahmen nicht zu erzielen. Derartige Verhältnisse liegen beispielsweise vielfach bei Rundfunkstörungen durch Diathermiegeräte in senderfernen Gebieten vor. Hier läßt sich durch Abschirmmaßnahmen an der Empfangsanlage normalerweise nur ein Teilerfolg erzielen. Die zu erreichende weitergehende Störungsminderung erfordert noch zusätzliche Maßnahmen am Diathermiegerät, wie Drosselung gegen das Netz usw.

*Arten und Eigenschaften der abgeschirmten Zuleitungen (10).* An abgeschirmte Antennenzuleitungen werden folgende Anforderungen gestellt:

a) Die bei Verwendung der Zuleitungen auftretenden Dämpfungen sollen sich in mäßigen Grenzen halten.

b) Die Zuleitungen sollen ein geringes Gewicht haben.

Die Praxis versucht, diese Ziele durch zwei Kabelformen zu erreichen, nämlich:

- a) Das Einleiterkabel,
- b) das Zweileiterkabel.

Aus Gründen, die später erörtert werden, muß bei dem Einleiterkabel Sorge getragen werden, daß die Kapazität des Kabels pro m Kabellänge möglichst gering ist. Man hat bei den marktgängigsten Kabeltypen dieser Art Werte von 20—30 pF pro m erreicht. Die Distanzierung der Kabelseele erfolgt durch Gummirippen usw. (Abb. 17), wobei vor allem dafür gesorgt werden muß, daß die Kabelseele tragende und zugleich isolierende Dielektrikum diese nur soweit berührt, als aus konstruktiven Gründen notwendig ist.

Bei Verwendung abgeschirmter Zweileiterkabel ist die Größe der Kabelkapazität pro m Kabellänge von nachgeordneter Bedeutung wie später gezeigt wird.

*Anpassung der abgeschirmten Zuleitung an den Empfängereingang.* Die Antenne wirkt, gesehen vom Empfängereingang, wie ein HF-Generator (Abb. 18). Die Leerlaufspannung des Generators ist durch das Produkt Feldstärke mal effektive Antennenhöhe bestimmt, während der innere HF-Widerstand für kurze Antennen mit genügender Genauigkeit durch eine Serienschaltung von Kapazität und Wirkwiderstand dargestellt werden kann. Der Wert dieser Kapazität liegt bei Stockantennen in der Größe von 40—100 pF. Dieser Antennengenerator soll (Abb. 18) an den als hochohmigen Zweipol anzusehenden Empfängereingang möglichst viel Nutzenergie übertragen. Die Übertragung soll außerdem für alle Frequenzen des Rundfunkbandes gleichmäßig erfolgen.

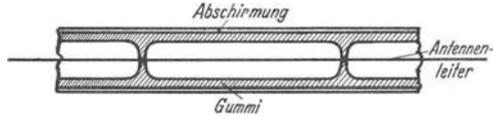


Abb. 17. Schnitt durch eine abgeschirmte Antennenzuleitung.

Um das zu erzielen, verwendet man namentlich bei hochwertigen Empfängern für die Ankopplung der Aufnahmeorgane eine besondere Kopplungsspule. Die Daten dieses HF-Übertrages werden so bemessen, daß bei Betrieb mit einer normalen Antenne der Frequenzgang des Übertragers mit dem des Gerätes selbst einen praktisch gradlinigen Verlauf ergibt.

Um das zu erzielen, verwendet man namentlich bei hochwertigen Empfängern für die Ankopplung der Aufnahmeorgane eine besondere Kopplungsspule. Die Daten dieses HF-Übertrages werden so bemessen, daß bei Betrieb mit einer normalen Antenne der Frequenzgang des Übertragers mit dem des Gerätes selbst einen praktisch gradlinigen Verlauf ergibt.

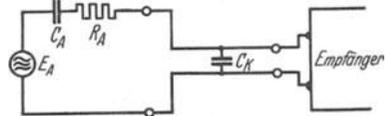


Abb. 18. Ersatzschaltbild der Antenne als HF-Generator, der mit der Kapazität der abgeschirmten Zuleitung belastet ist.

$E_A$  = Antennen-Leerlaufspannung,  
 $C_A$  = Antennenkapazität,  
 $R_A$  = Antennenwiderstand,  
 $C_K$  = Kapazität der abgeschirmten Zuleitung.

*Anpassung bei Verwendung abgeschirmter Einleiterkabel.* Die Zwischenschaltung des Kabels zwischen Antenne und Empfänger kann in ihrer elektrischen Wirksamkeit als Einfügung einer Kapazität angesehen werden, sofern die Länge der Kabelleitung 20—30 m nicht überschreitet (Abb. 18). Die Größe dieser Kapazität ist von der Kabellänge abhängig und beträgt beispielsweise für ein 25 m langes Kabel bei einer Kapazität von 20 pF pro m insgesamt 500 pF. Bezieht man diese Kapazität im Ersatzschaltbild mit in den Antennengenerator ein, so erhält man einen Generator, dessen innerer Widerstand durch Vergrößerung der Kapazität verringert und dessen Leerlaufspannung entsprechend dem Verhältnis der Kapazitäten herabgesetzt ist. Es tritt also namentlich bei Verwendung großer Kabellängen eine andersartige Anpassung des Antennengenerators an den Empfängereingang ein. Die dadurch hervor-

gerufene Dämpfung ist normalerweise namentlich bei Empfängern mit HF-Verstärkung, also bei Empfängern mit einer gewissen Verstärkungsreserve bedeutungslos. Durch bessere Anpassung an den Empfänger-eingang und damit Herabsetzung der Dämpfung kann die durch Zwischenschalten des Kabels eingetretene Dämpfung in gewissen Grenzen gemindert werden. Eine derartige Verbesserung der Anpassung kann

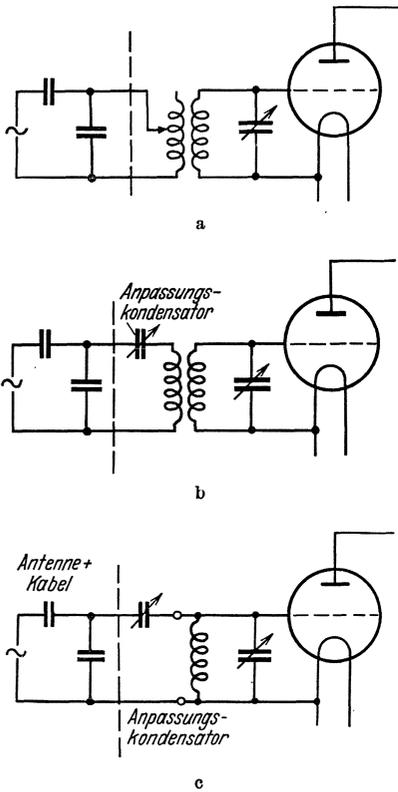


Abb. 19. Anpassung von Antennen mit abgeschirmter Zuleitung an den Empfangseingang: a und b bei Empfängern mit HF-Übertrager am Eingang. c bei Empfängern mit galvanischer Ankoppelung der Antenne.

gemäß Abb. 19a u. b durch Änderung der Antennenkopplung herbeigeführt werden.

Einen Sonderfall stellen solche Empfänger dar, bei denen entweder die Antenne direkt mit dem ersten Abstimmkreis verbunden wird oder eine kapazitive Ankopplung vorgesehen ist.

Da im erstgenannten Fall durch die Parallelschaltung der Kabelkapazität eine völlige Verstimmung des ersten Kreises eintritt, muß durch Einfügung eines variablen Kopplungs-Kondensators (Abb. 19c) eine entsprechende Änderung der elektrischen Daten des aus Antenne und Schirmkabel gebildeten Antennen-Generators, betrachtet vom Empfängereingang, herbeigeführt werden. Diese Maßnahme läßt bei richtiger Bemessung der Ankopplung zugleich eine bestmögliche Anpassung erreichen. Bei Empfängern der zweitgenannten Art ist, falls die eingebaute Kopplungskapazität genügend klein und die Empfindlichkeit des Apparates so groß ist, daß eine gewisse Verstärkungsreserve zur

Verfügung steht, eine besondere Maßnahme im allgemeinen nicht notwendig.

*Anpassung bei Verwendung abgeschirmter Zweileiterkabel.* Um eine möglichst geringe Dämpfung bei der Zwischenschaltung eines abgeschirmten Zweileiterkabels zwischen Antennengenerator und Empfangs-

anlage zu erhalten, verwendet man Anpassungstransformatoren (Abb. 20). Diese Transformatoren passen den verhältnismäßig hochohmigen Widerstand des Antennengenerators und des Empfängereinganges an den zwischen 60—100 Ohm liegenden Wellenwiderstand des Kabels an. Die Schwierigkeit der Anpassung liegt darin, daß diese über das Frequenzband von  $1,5 \cdot 10^5$  bis  $1,5 \cdot 10^6$  Hz herbeigeführt werden muß. Man sucht diese Schwierigkeit zu umgehen, indem man eine Umschaltung für die beiden Frequenzbereiche durchführt oder indem man an den Enden des Rundfunkbereichs einen gewissen Verlust bei der Energieübertragung zuläßt.

Selbstverständlich kann auch das abgeschirmte Einleiterkabel mit Anpassungstransformator verwendet werden.

Bezüglich der Anpassung läßt sich zusammenfassend sagen, daß bei Übergang von normalen Antennen zu solchen mit abgeschirmter Zuleitung die angeführten Anpassungsmaßnahmen im allgemeinen genügen, um die gleichen Empfangsergebnisse, natür-

lich abgesehen von der erreichten Minderung der Störspannung, zu erzielen bzw. eine zu weitgehende Lautstärkeminderung zu verhindern. Nur in Ausnahmefällen genügen diese Anpassungsmaßnahmen zur Verhinderung einer solchen Lautstärkeminderung nicht. Ein solcher Fall liegt beispielsweise vor, wenn in senderfernen Gebieten bei Tagesempfang ein einfacher Einkreisempfänger, der vorher mit einer guten Hochantenne gerade noch Tagesempfang ermöglichte, nunmehr mit Zwischenschaltung eines abgeschirmten Kabels betrieben werden soll. In einem solchen Ausnahmefall ist die Anwendung abgeschirmter Antennen nur bei Verwendung eines empfindlicheren Empfängers sinnvoll.

*Wichtige Gesichtspunkte für die Installation von abgeschirmten Zuleitungen.* Die Abschirmung hat nur dann Erfolg, wenn sie bis an den Eingang des Empfängers durchgeführt wird. Jede Unterbrechung kann die Wirksamkeit der Abschirmung völlig aufheben. Am Empfänger-eingang wird die Abschirmung normalerweise mit der Erdbuchse des Empfängers verbunden, also als Gegengewicht benutzt (Abb. 21). Bleikabel mit blankem Metallmantel sollte man an den Befestigungsstellen

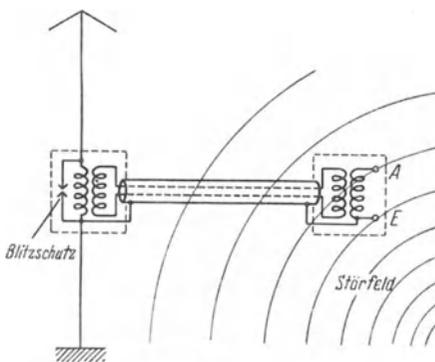


Abb. 20. Anpassung von Antennenwiderstand und Eingangswiderstand des Empfängers durch Transformatoren bei Verwendung von zweiadrigen abgeschirmten Kabeln.

isolieren und nicht direkt auf Hauswänden verlegen. Auf jeden Fall muß die leitende Verbindung mit sekundären Störträgern (Eisenträger, Dachrinnen usw.) vermieden werden.

Ob es für die Wirksamkeit der Entkopplung günstiger ist, entweder den Kabelmantel der abgeschirmten Zuleitung nicht zu erden, oder an einer bestimmten Stelle zu erden, oder eine Mehrfacherdung an verschiedenen Stellen durchzuführen, kann nur durch Versuche im Einzelfall geklärt werden. Weiterhin ist von Wichtigkeit, daß das abgeschirmte Kabel gegen Eindringen von Feuchtigkeit gut verschlossen wird. (Da ist besonders wichtig für abgeschirmte Kabel mit Papierdielektrikum.

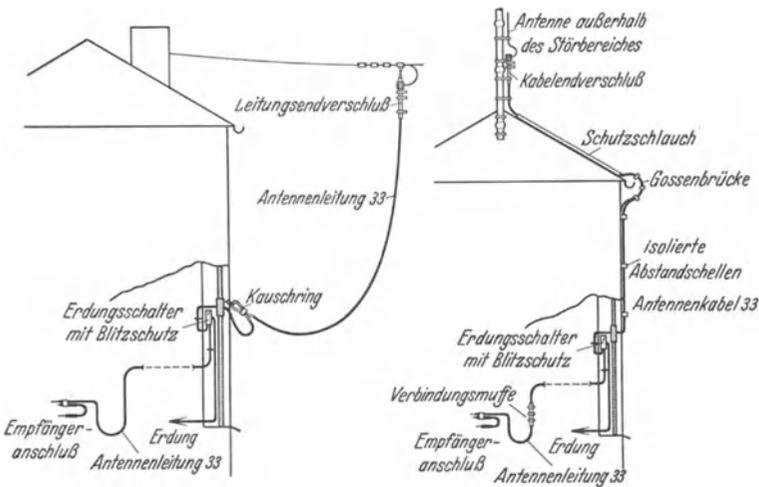


Abb. 21. Verschiedene Arten der Installation einer Empfangsanlage mit abgeschirmter Zuleitung.

In diesem Fall ist das Eindringen von Feuchtigkeit gleichbedeutend mit dem Unbrauchbarwerden des Kabels.) Die Wirkung der Abschirmmaßnahmen wird bei netzgespeisten Empfängern, die nicht gegen das Eindringen von Störenergie aus dem Netz geschützt sind, unter Umständen weitgehend gemindert. Es empfiehlt sich also immer, durch Zwischenschaltung einer HF-Sperre (handelsübliche, als Zwischenstecker erhältliche Ausführung) festzustellen, wie weit die zusätzliche HF-Sperrung gegen das Netz die Wirkung der Entstörungsmaßnahmen erhöht.

Die Industrie hat durch Erstellung der notwendigen Armaturteile und Herausgabe von Bauanweisungen die sachgemäße Installation des Antennenkabels weitgehend erleichtert.

*Teilabschirmungen an Hochantennen.* Bei Hochantennen sollte man grundsätzlich die Teile abschirmen, welche im Hausinnern verlaufen.

Befindet sich die Antennenzuleitung in einem engen Hof, so empfiehlt es sich, auch diesen Teil abzuschirmen, zumal infolge des leichten Gewichts des für die Abschirmung gebräuchlichen Antennenkabels eine besondere Abspannung nicht erforderlich ist.

*Stockantenne mit abgeschirmter Zuleitung.* Besonders gute Erfahrungen sind bei Verwendung von Stockantennen mit abgeschirmter Zuleitung gemacht worden. Ihr Aufbau wurde bereits in VIa, Abb.5 geschildert. Infolge der Lage der Stockantenne zu den Störungsträgern im Hause ist eine besonders weitgehende Entkopplung von diesen im allgemeinen gesichert. Auf die Vermeidung einer direkten Beeinflussung des abgeschirmten Kabels ist im vorliegenden Fall durch Innehaltung eines möglichst großen Abstandes von Starkstromleitungen und anderen Störungsträgern besonders zu achten. Die Kosten für die Erstellung einer Stockantenne mit abgeschirmter Zuleitung durch einen Fachmann liegen in Abhängigkeit von den örtlichen Umständen zwischen 30 bis 70 RM. Beispielsweise ergibt sich für eine normale Antennenanlage, bei der ca. 18 m Antennenkabel Verwendung finden, folgender Preisanhalt:

Baukasten mit Armaturteilen . . . . .	9,— RM
Bambusstock . . . . .	5,— „
Antennenlitze und Kleinmaterial . . . . .	1,50 „
18 m Antennenkabel à 1,10 RM . . . . .	19,80 „
5 Arbeitsstunden à 2,50 RM . . . . .	12,50 „
	<hr/>
	47,80 RM.

4. Antennenverteilungssysteme. Die Erkenntnis, daß die Stockantenne mit abgeschirmter Zuleitung in dicht bebauten Gegenden in vielen Fällen praktisch die einzige Möglichkeit ist, um die Empfindlichkeit eines guten Empfängers auszunutzen, hat namentlich bei Besitzern hochwertiger Empfänger zu ihrer vermehrten Anwendung geführt. Die Propaganda der Firmen, die bei dem ersten Auftreten von hochempfindlichen Empfängern auf dem Markt vorher als Hauptvorteil dieser Empfänger die Möglichkeit, kurze Drahtstücke von 1—2 m Länge als Antenne zu benutzen, hervorkehrte, hat jetzt längst erkannt, daß diese Art von Propaganda für die empfindlichen Empfänger ein Danaergeschenk für den Käufer eines solchen Empfängers brachte. Die Propaganda ist daher längst wieder zu der alten Grundregel der Hochfrequenztechnik übergegangen: *Die erste Voraussetzung für einwandfreien Empfang ist eine gute Antenne.* Das Schlagwort des sachgemäß arbeitenden Rundfunktechnikers heißt also jetzt: *Zum guten Empfänger die gute Antenne.* Nun erwachsen in Mietshäusern insofern Schwierigkeiten, als ja praktisch nicht die Möglichkeit besteht, für jede Wohnung bzw. für

jede Familie eine Hoch- bzw. Stockantenne über Dachhöhe mit abgeschirmter Zuleitung zu erstellen.

Einen Ausweg aus diesem Dilemma gibt die Antennenverteilungsanlage (Abb. 22). Sie besteht aus einer einwandfrei installierten Antenne über Dachhöhe, im stärksten Nutzfeld gelegen und weitgehend vom Störfeld entkoppelt. Die von dieser Antenne aufgenommene Energie wird in abgeschirmtem Antennenkabel zu einem aperiodischen Verstärker geleitet und von dort genügend verstärkt über normale ab-

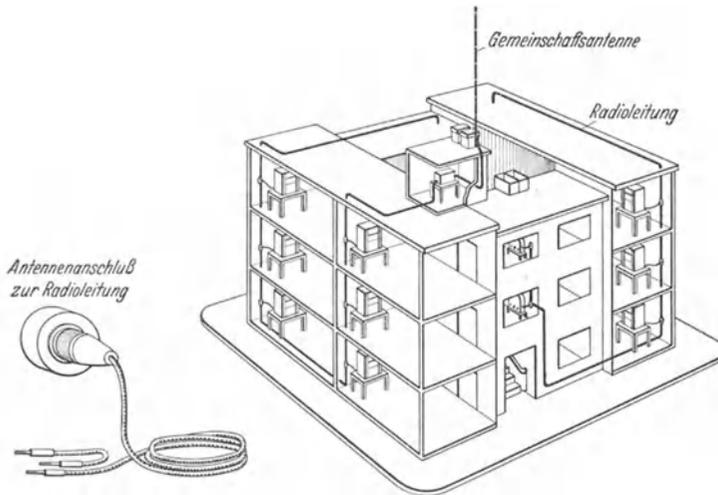


Abb. 22. Antennen-Verteilungsanlage (nach Telefunken).

geschirmte Antennenzuleitungen zu den Rundfunk-Steckdosen der Abnehmer geführt.

Es sind je nach den praktischen Erfordernissen verschiedene Ausführungsformen möglich. An eine Normal-Anlage mit einem Verstärker können 20—50 Teilnehmer angeschlossen werden. Diese Teilnehmerzahl kann durch Anschluß eines weiteren Verstärkers verdoppelt werden und so fort. Neuerdings soll den Anforderungen, die in kleineren Mietshäusern an solche Anlagen gestellt werden, durch Schaffung einer billigeren Kleinanlage dieser Art für 5—15 Abnehmer Rechnung getragen werden. Außerdem sei darauf hingewiesen, daß bei Anschluß von 1 bis 5 Teilnehmern an eine Antenne, die Verwendung eines aperiodischen Verstärkers im allgemeinen nicht notwendig ist. Bei Vorhandensein genügend empfindlicher Empfänger kann eine solche Verteilungsanlage

ohne Verstärker, lediglich mit Kopplungsgliedern versehen, sogar unter Umständen bis 10 Teilnehmer versorgen.

In die Abnehmersteckdosen sind Kopplungsglieder eingebaut, welche so bemessen sind, daß auch bei Kurzschluß der Anschlüsse einer Steckdose der Empfang in den anderen Steckdosen nicht gestört wird. Weiterhin kann bei direktem Anschluß des ersten Kreises eines einfachen Einkreisempfängers mit Rückkopplung infolge der geeigneten Bemessung des Kopplungsgliedes bei Anwendung der Rückkopplung dieser nur in dem Grade störend auf die anderen Teilnehmer einwirken, wie das beispielsweise der Fall sein würde, wenn jeder dieser Teilnehmer eine gut verlegte Hochantenne besäße. Die Vorzüge dieses Systems sind also offenbar. Sie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Wahlfreie Empfangsmöglichkeit mit genügend hoher Nutzspannung und weitgehende Herabsetzung der Störspannung.

2. Weitgehende Herabsetzung der Möglichkeit der gegenseitigen Störung der Empfänger durch Rückkopplung usw.

Damit dürfte für Wohnblocks, Mietshäuser usw. ein geeigneter Weg für die Erstellung von Empfangsanlagen geringer Störempfindlichkeit gegeben sein. Die Kosten belaufen sich bei Anschluß einer genügenden Teilnehmerzahl auf ca. 20 bis 60 RM pro Abnehmerstelle, d. h. die Kosten sind in Anbetracht der Tatsache, daß die Erstellung einer normalen, guten Empfangsantenne gleiche Kosten verursacht, als normal anzusehen. Werden die Kosten auf das Mietshauskapital aufgeschlagen und durch einen Aufschlag in der Miete verhältnismäßig kurzfristig amortisiert und verzinst, so entstehen monatliche Mietspreisaufschläge zwischen 20 und 40 Pf. Vom Standpunkt der Beeinflussungstechnik ist daher erwünscht, daß von dieser Möglichkeit der Versorgung von Wohnblocks und Mietshäusern mit einwandfreier Rundfunkenergie möglichst weitgehender Gebrauch gemacht wird. Weiterhin sollte die Bedeutung des Rundfunks für die Staatsführung einerseits und für das Kulturbedürfnis der Gesamtheit andererseits die Architekten, Bauherren und Hausbesitzer veranlassen, vor allem auch dieses Mittel zur Sicherung einer einwandfreien Möglichkeit der Ausnutzung des Rundfunks weitgehend anzuwenden. Dem Rundfunkinstallateur steht hier bei geschickter Werbung ein reiches Betätigungsbereich offen.

5. Richtempfang. Störungsminderungen durch Richtempfang können nur dort erzielt werden, wo tatsächlich gerichtete Störfelder vorhanden sind. Solche definierten Störfelder können in der Umgebung von langen Leitungszügen, die Störfelder führen (z. B. Fahrleitungen von Straßenbahnen usw.), auftreten.

Als Antennen mit Richtwirkung kommen in diesem Fall in Betracht:

1. Rahmenantennen,
2. Erdantennen.

Zu 1: In der Umgebung langer Leitungszüge tritt bei der Rahmenantenne ein Störungsminimum dann auf, wenn ihre Ebene senkrecht zur Leitung steht. Das Minimum ist meistens sehr scharf, sofern nicht das definierte Störfeld durch sekundäre Störungsträger verzerrt ist.

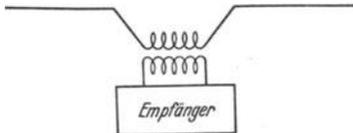


Abb. 23 a. V-Antenne.

Orientierung einer solchen Antenne senkrecht zum gerichteten Störfeld einer Leitung erhält man ein Störungsminimum wie bei der Rahmenantenne. Im allgemeinen kann ein Zweig der Erdantenne völlig fortgelassen werden, ohne daß sich an der Richtwirkung etwas ändert. Bei der Anwendung solcher Erdantennen ist darauf zu achten, daß die Antennenteile, welche zur Zuleitung an den Empfänger vom Erd-

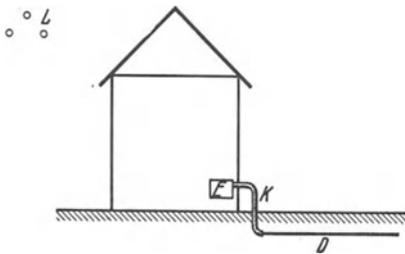


Abb. 23 b. Entkopplung vom Störfeld einer Freileitung durch eine Erdantenne. ( $L$  = Freileitung,  $E$  = Empfänger,  $K$  = Antennenkabel,  $D$  = isol. Draht.)

Zu 2: Die gleichen Verhältnisse ergeben sich bei der Verwendung von Erdantennen. Diese werden aus V-Antennen (Abb. 23) dadurch erhalten, daß man die Äste der V-Antenne auf die Erde legt oder flach eingräbt. Dabei ist isolierter Draht zu benutzen. Bei

boden hochgeführt werden müssen, abgeschirmt zu verlegen sind. Der Kabelmantel kann auch hier als Gegengewicht benutzt werden. Die von solchen Erdantennen eingebrachten Spannungen sind, abgesehen von den Verhältnissen bei Zimmerantennen, normalerweise geringer als die der gebräuchlichen offenen Antennenformen. Man muß also —

je nach der Empfindlichkeit des vorhandenen Empfängers — mehr oder weniger große Längen (15—30 m u. m.) verlegen, um brauchbare Nutzs Spannungen zu erhalten. Außerdem sind die Größen der eingebrachten Nutzs Spannungen in gewissen Grenzen von den elektrischen Konstanten des Geländes am Empfangsort, Bodenleitfähigkeit usw. abhängig. Trotzdem stellen diese Erdantennen bei Störungen durch die Felder von Hochspannungsfreileitungen oft die einzig wirksame und praktisch mögliche Maßnahme zur Behebung der Störungen dar. Dabei ist darauf hinzuweisen, daß diese Richtwirkung auch bezüglich der von Rundfunksendern gelieferten Nutz-

felder eintritt. Danach können also im allgemeinen mit einer Erdantenne nur solche Sender empfangen werden, die in einem Winkel von  $\pm 45^\circ$  zur Antennenrichtung bzw. zur Leitungsnormale liegen.

6. Trennschärfe-Erhöhung. Die im vorangehenden geschilderten Entkopplungsmaßnahmen werden durch Vergrößerung der Trennschärfe des Empfängers unterstützt. Da nach Abb. 24 die Störquelle ein kontinuierliches Band von Störspannungen über den ganzen Rundfunkbereich und darüber hinaus erzeugt, wird offenbar durch Verengung des Frequenzspaltes eines Empfängers, d. h. durch Trennschärfe-Erhöhung, erreicht, daß die Zahl der aufgenommenen einzelnen Störfeldkomponenten und damit die Größe der Störungen geringer wird (Abb. 25). Alle Mittel zur Trennschärfe-Erhöhung, wie Anwendung der Rückkopplung, lose Antennenkopplung, Anwendung der Tonblende, tragen also normalerweise zur Minderung der Störungsstärke bei, sofern nicht die Trennschärfe des Empfängers ohnehin auf das richtige und zulässige Maß erhöht ist. Der Anwendung dieser Maßnahmen werden durch die mit zunehmender Erhöhung der Trennschärfe eintretende Beschneidung der Seitenfrequenzen Grenzen gezogen.

7. Anwendung von Kompensationsschaltungen. Vor allem bei Verwendung von Außenantennen aller Art, u. U. auch bei Verwendung von Zimmerantennen, kann versucht werden, durch geeignete Schaltung die Störspannungen am Empfänger-eingang zu kompensieren. Diese Schaltungen sind im allgemeinen

dann wirksam, wenn nicht zugleich die Störungsträger auch Träger des Nutzfeldes sind, so daß durch die Kompensation Stör- und Nutzspannung gleichzeitig zum Verschwinden gebracht werden.

Eine einfache Schaltung dieser Art zeigt Abb. 24. Es ist dabei angenommen, daß die Übertragung der Störung von der Starkstromleitung bzw. irgendeinem anderen Störungsträger auf die Antennen- und Erdleitung durch reine kapazitive Kopplung erfolgt. Erdleitung und Antenne werden an den Empfänger über einen Differentialtransformator angeschlossen. Außerdem ist der Antennen- oder Erdingang des Differen-

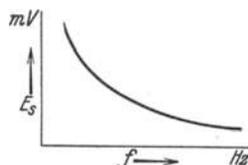


Abb. 24. Frequenzgang der HF-Störspannung einer normalen Störquelle.  
 $E_S$  = HF-Leerlaufspannung;  
 $f$  = Frequenz.

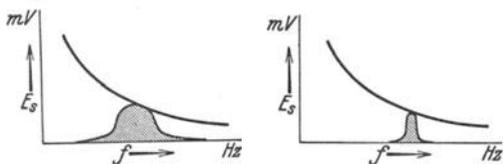


Abb. 25. Wirkung der Trennschärfeerhöhung des Empfängers (Bezeichnung wie Abb. 24).

tialtransformators mit der Starkstromleitung durch einen Kondensator verbunden. Mit Hilfe dieses Kondensators kann beispielsweise die Gleichheit der Kapazität von Starkstromleitung gegen Antenne einerseits und gegen die Erdleitung andererseits eingestellt werden. Dann fließen bei gleichmäßiger Verteilung der Störspannungen auf der Starkstromleitung durch den Differential-

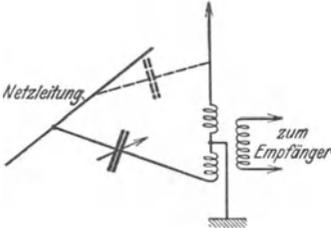


Abb. 26. Kompensation durch Verwendung eines variablen Kondensators.

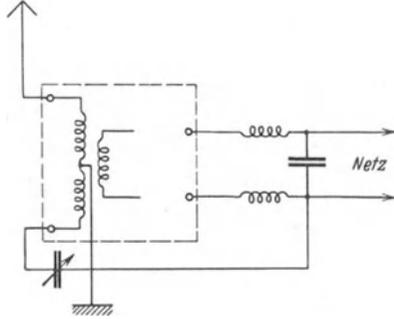
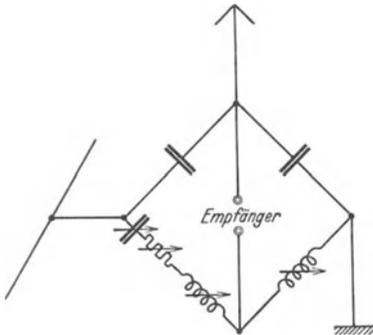


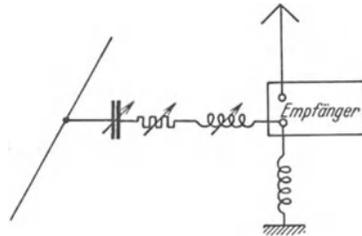
Abb. 27. Praktische Anwendung der Kompensation in Verbindung mit einem Hochfrequenzfilter in der Netzleitung zum Empfänger.

transformator zwar gleichgroße, aber entgegengesetzt gerichtete Störströme, die sich somit in ihrer Wirkung aufheben. Natürlich muß der Empfänger gegen das Netz durch ein HF-Filter verriegelt sein. Eine praktische Methode, die zur Kompensation nötige Störspannung vor dem HF-Filter des Empfängers abzuzapfen, ist in Abb. 27 gezeigt.

Falls die Kopplung des Störungs-



a Ersatzschaltbild.



b praktische Anwendung.

Abb. 28. Kompensation durch Verwendung von Widerständen verschiedener Art.

trägers mit Antenne bzw. Erdleitung nicht rein kapazitiv ist, sondern auch ohmsche und induktive Komponenten enthält, so muß man zur Kompensation außer dem Drehkondensator in Abb. 26 oder 27 noch variable Widerstände und Induktivitäten gemäß Abb. 28 verwenden.

Dabei wird als maximale Größe für den Kondensator ca. 500 pF und für die Induktivität ca. 220  $\mu$ H empfohlen.

In Abb. 29 ist noch eine Kompensationsschaltung gezeigt, die sich verschiedentlich bewährt haben soll. Hier ist angenommen, daß nur die Antennenzuleitung im Störfeld liegt, während der waagerechte Antennenteil außerhalb des Störfeldes verläuft. Man zieht nach der Abbildung parallel zur Ableitung einen zweiten Draht und koppelt die beiden Drähte über einen Differentialtransformator, der sich in einem abgeschirmten Gehäuse befindet, an den Empfänger an.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Kompensation von Störspannungen durch Verwendung geeigneter Eingangsschaltungen nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen zum Ziel führt. Eine Entscheidung über die Wirksamkeit solcher Schaltungen kann also nur durch den Versuch an Ort und Stelle getroffen werden.

Auf jeden Fall wird man in schwierigen Störungsfällen, in welchen entweder die Störquelle nicht auffindbar oder nach dem derzeitigen Stand der Technik nicht entstörbar ist, nicht darauf verzichten, auch diese Maßnahme am Empfänger auszuprobieren, um den Bezirksempfang zu sichern. Gerade in aussichtslosen Fällen hat sich die Anwendung der Kompensationsmethoden zuweilen noch als allein gangbarer Ausweg erwiesen.

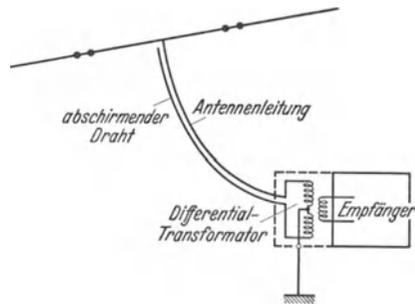


Abb. 29. Als Doppelleitung ausgebildete Antennenzuleitung mit Kompensation durch Differential-Transformator.

### VIII. Maßnahmen am Störungsträger zur Verhinderung der Ausbreitung von Störungsenergie.

Die Störungsenergie wird — wie unter V B gezeigt wurde — längs der Installationsleitung oder den mit ihr gekoppelten Leitungen geführt. Eine Minderung der Wirkung des Störfeldes auf die Empfangsanlage ist offenbar dadurch möglich, daß die Ausbreitung der Störungsenergie bzw. des Störfeldes im Bereich der Installationsleitungen, die in der Umgebung der Empfangsanlage liegen, verhindert wird. Dafür kommen drei Methoden in Frage:

- A. Verhinderung der Ausbreitung durch Einbau von HF-Sperren.
- B. Gute Mehrfacherdung sekundärer Störungsträger.
- C. Abschirmung der Installationsleitungen.

A. Verhinderung der Ausbreitung durch Einbau von HF-Sperren.

Als HF-Sperren verwendet man im einfachsten Falle Kondensatoren von ca.  $0,01-0,1 \mu\text{F}$ , über welche die zum Empfänger führenden Leitungen mit Erde verbunden werden. Die Kondensatoren sollen mit eingebauten oder angebauten Sicherungen versehen sein.

Bessere Erfolge lassen sich erzielen, wenn, wie die Abb. 30 zeigt, Sperrglieder, bestehend aus Induktivitäten und Kapazitäten verwendet werden. Unter Voraussetzung eines bestimmten Wellenwiderstandes der zu sperrenden Leitung sowie Festlegung einer bestimmten Grenzfrequenz kann die Größe von Induktivität und Kapazität sowie die bei den einzelnen

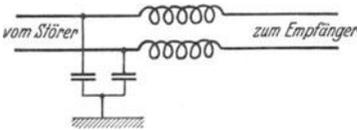


Abb. 30. HF-Sperre zur Verhinderung der Ausbreitung von Störungsenergie in Starkstromleitungen.

Frequenzen zu erwartende Dämpfung leicht errechnet werden. Beispielsweise ergeben sich für einen Wellenwiderstand von 500 Ohm und eine Grenzfrequenz von  $10^5$  Hz für L und C

$$L = 0,8 \text{ mH}$$

$$C = 3 \cdot 2 \text{ nF.}$$

Der Ort, wo eine solche HF-Sperre in die Installation eingefügt werden soll, um die Ausbreitung des Störfeldes in geeigneter Weise zu unterbinden, kann nur durch die im Einzelfall gegebenen Umstände bestimmt werden. Bei Verwendung von Außenantennen wird es u. U. schon genügen, lediglich die Installation des Zimmers, in welchem der Empfänger aufgestellt ist oder in welchem die Antenne verläuft, abzuriegeln. Im anderen Falle wird man das Filter in der Nähe der Steigeleitung anbringen müssen, um die ganze Wohnungsinstallation gegen das Störfeld abzusperren, oder es sogar an den Hausanschluß verlegen. In den beiden letzterwähnten Fällen ist zu bedenken, daß die evtl. verwendeten Spulen für den Höchststrom, der durch den Gesamtanschlußwert einer Wohnungsinstallation bzw. eines Hauses festgelegt wird, bemessen sein müssen.

Weitergehende Erfahrungen mit solchen Filtern liegen nicht vor. Insbesondere dürfte die Wirkung solcher Sperren bei Anwendung in mehretägigen Häusern noch zu klären sein.

B. Gute Erdung der Störungsträger.

Die Verschleppung der Störungsenergie durch sekundäre Störungsträger läßt sich unter besonderen Umständen auch dadurch verhindern, daß sämtliche sekundäre Störungsträger, wie Gasleitung, Zentralheizung,

Dachrinnen, metallischer Belag von Dächern und Fenstersimsen, Metallgeländer usw. untereinander und mit einer „guten Erde“ möglichst mehrfach verbunden werden. Als „gute Erde“ ist dabei meistens die Wasserleitung, sofern eine solche vorhanden ist, anzusehen. Diese Maßnahme wird — richtig ausgeführt — vor allem auch die Abstrahlung von Störungsenergie durch nicht geerdete metallische Leiter größerer vertikaler Längsausdehnung verhindern, da die Ausbildung von Hochfrequenzspannungsdifferenzen zwischen den einzelnen Leitergebilden durch die mehrfache Erdung und Verbindung verhindert wird.

### C. Abschirmung der Installationsleitungen (des primären Störungsträgers).

Verschiedentlich wird auch die Verlegung von Installationsleitungen in Kabeln mit gut geerdeten Metallmänteln bzw. die Durchverbindung des Mantels bei Peschelrohrverlegung propagiert. Eine solche Maßnahme dürfte jedoch nur dann Erfolg haben, wenn die gesamte Ummantelung durchverbunden wird. Es genügt in solchen Fällen im allgemeinen nicht, nur das Zimmer, in welchem der Empfänger aufgestellt ist, durch Verlegung der Leitungen in Kabel- und Peschelrohr zu schützen oder auch, namentlich in mehretagigen Häusern, diese Maßnahme auf die Installation einer einzigen Wohnung bzw. Etage auszudehnen, vielmehr muß man die Hausinstallation als Ganzes in der angegebenen Weise behandeln, wenn man brauchbare Erfolge erreichen will.

Aus Sicherheitsgründen muß bei Anwendung dieser Maßnahme gefordert werden, daß die Erdung der durchverbundenen metallenen Ummantelung der Installationsleitungen allen Anforderungen, die an eine Starkstromschutzterde zu stellen sind, genügt, d. h. es muß nach VDE ein besonderer Schutzleiter innerhalb der Ummantelung mit verlegt werden. Ist die Erdung mangelhaft, so können bei einem Erdschluß gefährliche Berührungsspannungen über den durchverbundenen Mantel nach allen Räumen des Hauses verschleppt und dadurch eine überaus große Gefährdung sämtlicher Personen im Hause herbeigeführt werden. Man muß also bei der Propagierung und bei der Durchführung der letztgenannten Maßnahmen vorsichtig sein. Des weiteren ist festzustellen, daß solche Schutzmaßnahmen, wenn sie von Erfolg sein sollen, den Einsatz verhältnismäßig hoher Mittel erfordern, ganz abgesehen davon, daß sie eben nur bei Vorhandensein von Installationsleitungen mit geschlossenem Metallmantel in wirksamer Form anwendbar sind.

## IX. Gesichtspunkte für das Verfahren bei der Untersuchung von Empfangsanlagen.

### A. Allgemeines über die Notwendigkeit von Maßnahmen an Empfangsanlagen.

Man findet zuweilen den Standpunkt vertreten, daß es zwecklos ist, irgendwelche Maßnahmen an der Empfangsanlage überhaupt durchzuführen. Die Erfahrung der praktischen Beeinflussungstechnik zeigt jedoch (11), daß es in einer großen Zahl von Fällen unmöglich ist, den Empfang sicher und qualitativ einwandfrei zu gestalten, wenn nicht an beiden Enden des Problems, d.h. sowohl an der Minderung der Störfähigkeit der Empfangsanlagen als auch an der Minderung der Störfähigkeit der Störquelle gearbeitet wird.

Die praktische Erfahrung findet ihre Stütze in der statistischen Feststellung, daß in 25% aller gemeldeten Störfälle offensichtliche Fehler an der Empfangsanlage die Ursache der Störungen waren. Diese Zahl ist bei der im allgemeinen behelfsmäßigen und vom beeinflussungstechnischen Standpunkt unzulänglichen Art der Installation von Antennen eines großen Teils der Empfangsanlagen nicht überraschend.

Dazu kommt, daß — wie die Meßtechnik aufzeigt — mit einem tragbaren Aufwand an Störschutzmitteln zunächst nur eine Sicherung des Bezirksempfangs möglich ist und daß sich diese Möglichkeit einschränkt auf gewisse infolge ihrer elektrischen Eigenschaften sich besonders günstig verhaltenden Gerätegruppen bei nicht zu weitgehenden Anforderungen an die Güte des Empfangs.

Statistik und Beeinflussungstechnik zeigen also übereinstimmend, daß der erstrebenswerte Zustand eines störungsfreien und qualitativ einwandfreien Empfangs nur zu erreichen ist, wenn durch sachgemäße möglichst entkoppelte Installation der Empfangsanlagen die technischen Voraussetzungen dazu geschaffen werden. Dieser Standpunkt wird weiterhin gestützt durch technisch wirtschaftliche Betrachtungen (vernünftiger tragbarer Aufwand von Störschutzmitteln) und das Bestreben, Rechte und Pflichten von Hörer und Störer dem allgemeinen Rechtsgefühl entsprechend abzugrenzen.

Für den Praktiker ist im folgenden ein Anhalt gegeben, in welcher Weise systematisch bei der Untersuchung von gestörten Anlagen vorgegangen werden kann. Wieweit die aufgeführten Maßnahmen angewandt werden, ist durch die Eigenart des zu behandelnden Störungsfalles bedingt. Es sind hier Grenzen durch die wirtschaftliche Lage sowohl des Störers als auch des Gestörten, durch die praktische Anwendbarkeit solcher Änderungen, sowie durch die praktischen Erfolgsaussichten in

Abhängigkeit von der technischen Struktur des Einzelfalles gezogen. Es genügt aber namentlich in schwierigen Störungsfällen nicht, wenn der den Störungsfall bearbeitende nur Betrachtungen über evtl. Abhilfemaßnahmen anstellt. Praktische Störungsfälle können nicht durch theoretische Betrachtungen, sondern nur durch praktische Maßnahmen beseitigt werden, die mit dem Bestreben unternommen werden, eine Lösung des Störungsfalles zu finden, welche einen technischen und wirtschaftlichen Bestwert darstellt. Von diesen Gesichtspunkten aus geben also die folgenden Ausführungen einen losen Anhalt. Es muß dem Geschick der den Störungsfall bearbeitenden Techniker überlassen werden, wieweit das gegebene Schema im Einzelfall angewandt werden kann und soll. Obgleich die meßtechnische Erfassung (9, 13) eines Störungsfalles mit einfachen Methoden und mit einfachen Geräten schon jetzt möglich ist, ist zunächst davon abgesehen, näher darauf einzugehen. Allerdings dürfte die Zeit nicht mehr fern sein, wo der Sachbearbeiter für Rundfunkentstörung und der Entstörungsfachmann den Tatbestand und die getroffenen Maßnahmen auf Grund von Messungen erfassen und erledigen werden.

#### B. Feststellungen vor Durchführung von Maßnahmen an der Empfangsanlage.

a) **Einstellung des beeinflussten Empfängers.** Das Empfangsgerät des Gestörten wird auf den am Empfangsort stärksten deutschen Sender, das ist der Bezirkssender oder u. U. der Deutschlandsender, eingestellt, wobei evtl. durch Lockern der Antennenkopplung und gleichzeitiges Anziehen der Rückkopplung eine gute Selektivität ohne Herabsetzung der Klanggüte und Wiedergabe herbeigeführt wird.

b) **Feststellung von Wackelkontakten.** Ist die Störung bei Abstimmung auf den Bezirkssender vorhanden und läßt sich aus ihrem Charakter auf Fehler in der Installation der Empfangsanlage, des Empfangsgeräts oder der Wohnungs- bzw. Hausinstallation schließen, so wird versucht, durch Abklopfen der mit dem Empfänger verbundenen Leitungen (Antenne, Erde, Lautsprecherleitung und Netzzuleitung) etwaige Wackelkontakte zu erkennen. Desgleichen wird der Empfänger im Betrieb einer Schüttelprobe unterzogen.

Fehler in der Wohnungsinstallation kann man häufig durch eine leichte Erschütterung der Wohnung — durch Aufstampfen mit dem Fuß usw. — oder durch Abklopfen der Stellen, an denen Wackelkontakte besonders leicht aufzutreten pflegen (Kronleuchter, Abzweigdosen usw.) mit einem Holzstab feststellen, sofern man nicht durch abschnittweises Außerspannungsetzen eine Eingrenzung des Fehlers herbeiführen will

oder kann. Sind solche Fehler vorhanden und leicht zu beheben, so soll das nach Möglichkeit sofort geschehen.

Führen die obigen Maßnahmen zu keiner Störungsminde- rung, so ist die Wirkung einfacher Entkopplungsmaßnahmen festzustellen.

### C. Maßnahmen am Empfängergerät.

**a) Richtige Aufstellung des Empfängers.** Der Empfänger soll — soweit es praktisch möglich ist — von den Störungsträgern (Installationsleitungen usw.) entfernt aufgestellt werden. Außerdem muß die Netzleitung des Empfängers sorgfältig sowohl von der Lautsprecherleitung als auch besonders von der Antennen- und Erdleitung getrennt geführt werden. Zu lange Lautsprecherleitungen, außenliegende Spulen und Sperrkreise können eine Erhöhung der Störeffektivität herbeiführen, die durch Abschirmung beseitigt werden kann.

**b) Hochfrequenter Verschuß gegen das Netz.** Bei Netzanschlußempfängern sollte, namentlich bei älteren und einfachen Empfängertypen, ausprobiert werden, ob durch hochfrequenten Verschuß des Empfängers gegen das Netz, d. h. durch Zwischenschaltung eines HF-Siebes eine Minderung der Störungen erreichbar ist (Abb. 14). Der Symmetriepunkt der Kondensatorkombination der HF-Sperre ist entweder gesondert zu erden oder mit dem Empfängergehäuse bzw. der Empfängererde zu verbinden. Besonders ist auf eine entkoppelte Anordnung der Induktivitäten des HF-Siebes zu achten oder diese durch Abschirmung zu sichern.

**c) Niederfrequenter Verschuß gegen das Netz.** Handelt es sich um tonfrequente Brummstörungen in Gleichstromnetzen (12), so können folgende Maßnahmen angewandt werden:

1. Der Empfänger wird mit einem der marktgängigen NF-Siebe gegen das speisende Netz verriegelt. Bei Zwischenschaltung eines solchen NF-Siebes ist darauf zu achten, daß die im Sieb vorhandene Drosselspule im Außenleiter liegt. Bei falscher Polung ist ein NF-Sieb nur von geringer Wirkung. Die richtige Polung wird einfach durch Umpolen erzielt oder bei Gleichstromgeräten, in denen ein solches Sieb eingebaut ist, durch eine im Innern des Gerätes meistens vorgesehene einfache Umschaltmöglichkeit.

2. Die für Niederfrequenz besonders empfindlichen Teile werden abgeschirmt, soweit das nicht bereits der Fall ist. Praktisch genügt es meistens, dem Audion eine geerdete Stanniolkappe aufzusetzen und die Gitterleitung des Audions bei zu großer Länge zu verkürzen oder in Bleikabel zu verlegen, dessen Mantel mit der Kathode verbunden ist. Dasselbe gilt für Gitterleitungen zur Anschlußbuchse der elektrischen

Schalldose, die fest mit dem Audiongitter usw. verbunden sind. Evtl. müssen bei einem mehrstufigen NF-Verstärker mit hochohmig verblockten Gittern, die vielfach in älteren Empfängern zu finden sind, auch die Verstärkerröhren und die Gitterleitung in der oben beschriebenen Weise abgeschirmt werden.

3. Bei einfachen älteren Einkreisempfängern mit galvanischer Antennenkopplung kann durch Vorschalten eines einfachen Blockkondensators, dessen Größe 200 ... 300 pF betragen soll, zwischen Antenneneingang und Antenne das Eindringen von niederfrequenten Störungen in den Eingangskreis verhindert werden (Abb. 31).

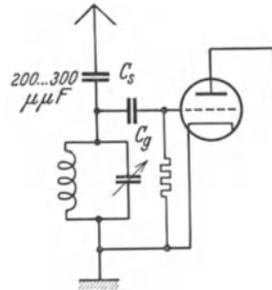


Abb. 31. Schutzkondensator ( $C_s$ ) gegen das Eindringen niederfrequenter Störungen bei Einkreisempfängern mit galvanisch angekoppelter Antenne.

#### D. Maßnahmen an den Aufnahmeorganen.

**a) Kritik der vorhandenen Möglichkeiten.** Bereits durch Abhören der Störungsintensität bei der richtigen trennscharfen Einstellung des Empfängers unter Abschätzung der Nutz- und Störfeldverteilung und -größe am Empfangsort kann oberflächlich darauf geschlossen werden, in welcher Weise weitere Entkopplungsmaßnahmen an den Aufnahmeorganen von Erfolg sein werden. Ein sicheres Urteil, namentlich in schwierigen Fällen, ergibt sich am besten durch eine kurze Untersuchung des Störfeldes in der Umgebung der Empfangsanlage nach VBh.

**b) Maßnahmen an Anlagen mit Innenantennen.** Werden Lichtnetzantennen benutzt, so ist der Übergang zu einer mit möglichst geringer Kopplung zu den Störungsträgern verlegten Innenantenne ratsam, sofern nicht die Errichtung einer Außenantenne möglich ist.

Bei Beeinflussungen von Anlagen mit Innenantennen können in Abhängigkeit von den vorliegenden Nutz- und Störfeldverhältnissen folgende Maßnahmen in Frage kommen:

1. Umlegung schlecht angebrachter, d.h. eng mit dem Störfeld gekoppelter Antennen,
2. Übergang zu Außenantennen,
3. Übergang zu Außenantennen mit teilweiser oder völliger Verlegung der Antennenzuleitung in abgeschirmtem Antennenkabel.

Die wichtigsten Anhalte bezüglich der Maßnahmen zu 1., 2. und 3. sind in VAc—d, VI und VIIC gegeben. Weiterhin ist folgendes beachtenswert:

Für eng bebaute Stadtgebiete sollte namentlich bei Verwendung von

Empfängern höherer Empfindlichkeit die Stockantenne mit abgeschirmter Zuleitung angewandt werden, weil an den störepfindlichen Innenantennen oder Netzantennen die Empfindlichkeit hochwertiger Empfänger in den meisten Fällen gar nicht ausgenutzt werden kann. Für offen bebaute Gebiete sollte die entkoppelt verlegte Außenantenne, deren im Hausinnern liegende Teile, sofern nicht die Aufstellung des Empfängers an der Eintrittsstelle in das Gebäude möglich ist, abgeschirmt werden,

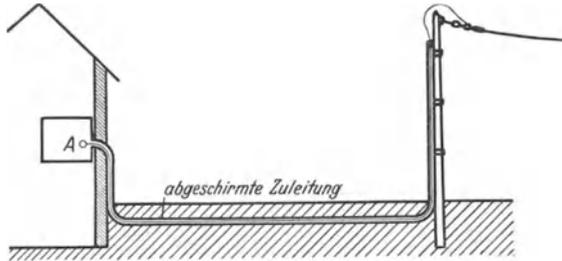


Abb. 32. Anlage einer Antenne außerhalb des Störfeldes eines Hauses bzw. einer Freileitung.

den Regelfall darstellen, falls besonderer Wert auf qualitativ einwandfreien Empfang gelegt wird.

In schwierigen Fällen (Störungen durch benachbarte Hochspannungsleitungen usw.) kann man in offen bebauten Gebieten eine außerhalb des Störfeldes errichtete L-Antenne benutzen, die mit dem Empfänger durch ein auf oder in der Erde liegendes abgeschirmtes Kabel verbunden ist (Abb. 32). Allerdings ist die praktische Grundlage zur Durchführung dieser weitergehenden Entkopplungsmaßnahme nur dann gegeben, wenn ein besonders störrarmer Feldort in nicht allzu großer Entfernung vom Aufstellungsort des Empfängers ermittelt werden kann.

### Dritter Teil.

## Störsuche.

### X. Technik der Störsuche.

#### A. Voraussetzungen für die erfolgreiche Störsuche.

Die Störsuche kann nur dann schnell und sicher vonstatten gehen, wenn der Störsucher ungefähr mit dem Mechanismus der Ausbreitung der Störungsenergie, welche von der Störquelle in das Starkstromnetz geliefert wird, vertraut ist. Im Abschnitt V B sind diese Ausbreitungsvorgänge eingehend besprochen. Aus der Kenntnis dieser Gesetzmäßigkeiten in der Ausbreitung des Störfeldes kann dann abgeleitet werden,

nach welcher Methode die Störsuche im Einzelfall wirkungsvollsten durchgeführt wird, und welche allgemeinen Gesichtspunkte berücksichtigt werden müssen, um Fehlschläge auszuschließen.

#### B. Allgemeine Gesichtspunkte, die bei der Störsuche zu beachten sind.

Dem vorliegenden Tatbestand in der Störfeldausbreitung hat sich die Störsuche anzupassen. Es wird daher im allgemeinen nicht möglich sein, den Störer etwa mit Hilfe eines Störsuchgeräts bzw. eines Empfängers mit Rahmenantenne direkt anzupeilen. Die normale Methode der Störsuche wird vielmehr — vielleicht mit Hilfe der Peilung — zunächst irgendeinen Störungsträger feststellen, z.B. eine Freileitung oder ein Kabel, welches mit dem Störer in Verbindung steht. Durch Vorgehen längs des Störungsträgers in Richtung wachsender Störungsintensität wird man dort, wo die Intensität den größten Wert hat, im allgemeinen den Störer ermitteln. Wo Abweichungen von diesem Normalfall auftreten, muß der Entstörungsfachmann durch klare Beurteilung des technischen Tatbestandes Fehlschlüsse zu vermeiden suchen. Es empfiehlt sich dabei, die im Suchempfänger hörbare Intensität der Störung während des Suchganges möglichst immer an der Grenze der Ohrempfindlichkeit zu halten, weil in diesem Intensitätsgebiet eine Zunahme der Störung am einwandfreiesten festgestellt werden kann. Außerdem muß die Kopplung des Suchempfängers bzw. seines Aufnahmeorgans mit dem Störungsträger ständig konstant gehalten werden, da sonst leicht eine nicht vorhandene Zunahme oder Abnahme der Intensität vorgetäuscht werden kann, die in Wirklichkeit nur in einer Änderung der Kopplung des Suchempfängers mit dem Störungsträger besteht. Wie das Störsuchverfahren im einzelnen durchgeführt wird, richtet sich nach den örtlichen Umständen und wird für typische Fälle unter den Ausführungen über „Praxis der Störsuche“ beschrieben.

#### C. Das Störsuchgerät.

Zur Durchführung der Störsuche wird normalerweise ein Störsuchgerät, im wesentlichen bestehend aus einem tragbaren Kofferempfänger, der mit eingebauten Batterien betrieben wird, verwendet. Um mit dem Empfänger einen Störer oder einen Störungsträger anpeilen zu können, ist er mit einer Rahmenantenne ausgerüstet, die meist in das Chassis des Empfängers mit eingebaut wird. Bei Abhörversuchen unter diesen Leitungen ist maximale Kopplung mit dem Störungsträger dann vorhanden, wenn die Rahmenantenne parallel zur Leitung steht (Abb. 33). Bei Senk-

rechtstellen des Rahmens zur Leitung tritt ein Störungsminimum auf. Beim Anpeilen von senkrechten Störungsträgern, wie Dachrinnen, Eisen-



Abb. 33. Anpeilen des Störfeldes einer waagerechten Leitung mit Rahmenantenne.  
Stellung *a*: Störungshöchstwert;  
Stellung *b*: Kleinstwert der Störung.

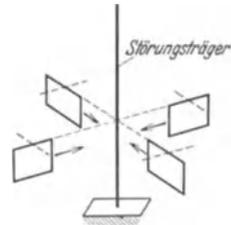


Abb. 34. Anpeilen des Störfeldes eines senkrechten Störungsträgers (Freileitungsmast) mit Rahmenantenne.

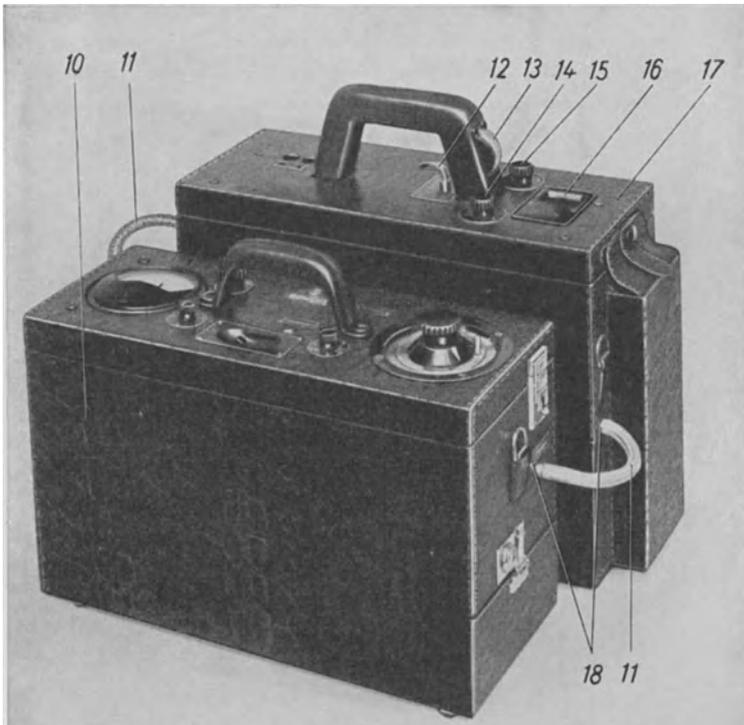


Abb. 35. Störsuchgerät von S. u. H. mit Meßzusatz.

träger usw., tritt die maximale Störlautstärke bzw. die maximale Kopplung dann auf, wenn die Rahmenantenne auf den Störungsträger zeigt

(Abb. 34). Bei dem bekannten Störsuchgerät von S. & H. (Abb. 35) kann man außerdem den Empfängereingang von Rahmenantenne auf einen normalen Eingangskreis, der mit einer Tastantenne verbunden ist, umschalten (Abb. 36). Diese Tastantenne, welche in einem Stab aus Isolierstoff eingebettet ist, dient dazu, durch Berührung von Eisenträgern

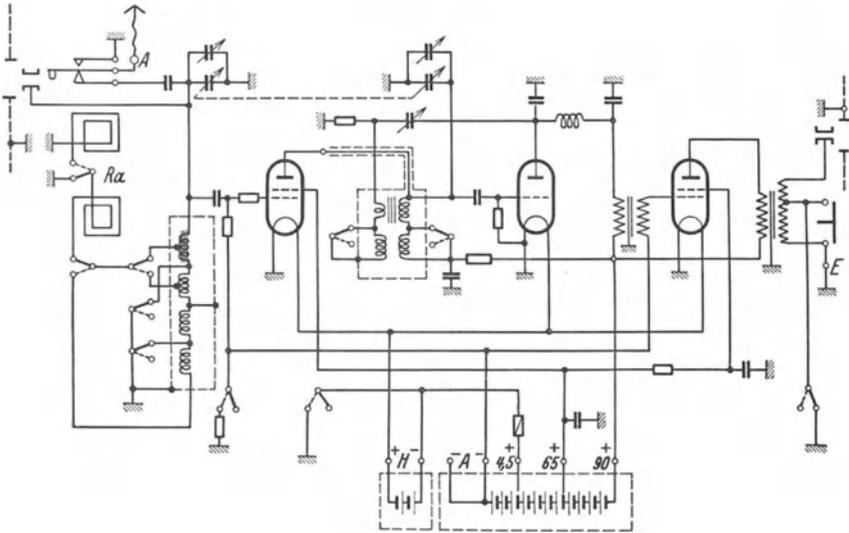


Abb. 36. Schaltbild des Störsuchgerätes von S. & H.

Klingelknöpfen, Hausanschlußkasten usw. eine definierte, verhältnismäßig enge Kopplung mit einem Störungsträger bzw. mit der Störquelle selbst herzustellen. Zu dem erwähnten Störsuchgerät (S. & H.) ist neuerdings ein Meßzusatz entwickelt worden (Abb. 35), der gestattet, sowohl Stör- und Nutzspannungen in der Antenne als auch Störerklemmenspannung an der Störquelle mit hinreichender Genauigkeit zu messen.

## XI. Praxis der Störsuche.

### A. Feststellung beim Gestörten.

Um die Feststellung des Störers zu erleichtern, müssen die Angaben der Gestörten herangezogen werden. Vielfach gelingt es schon aus den Beobachtungen der Hörer Art und Lage der Störquelle zu bestimmen. Diese Möglichkeit ist vor allem in Klein- und Mittelstädten mit ihren nahen nachbarlichen Beziehungen gegeben.

Im anderen Falle wird der Funkhelfer aus dem Klangcharakter des Störungsgeräusches und der Zeit des Auftretens gewisse Anhaltspunkte über die Störsuche sowie Gesichtspunkte für die durchzuführende Störsuche entnehmen.

### B. Störsuche in Gebieten mit Freileitungsverteilung.

Im allgemeinen wird in Gebieten mit Freileitungsverteilung die Freileitung als Störungsträger angepeilt werden. Unter der Leitung stehend wird die Rahmenantenne des Kofferempfängers mit ihrer Ebene parallel zur Leitung gestellt und die Störung empfangen. Dabei wird auf geringe Lautstärke eingestellt. Es wird in Richtung wachsender Störungsintensität vorgegangen, bis der Hausabzweig erreicht ist, an dem das Störungs-

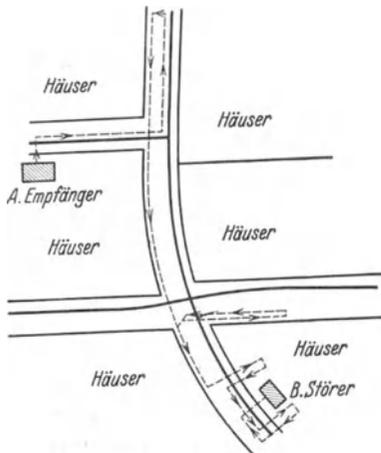


Abb. 37. Störsuche in einem Gebiet, das von Freileitungen gespeist wird.

maximum auftritt. Störungsmaxima, die in der Nähe von Eisenmasten bei der Störsuche auftreten, sind meistens auf festere Kopplung des Kofferempfängers mit dem Eisenmast als sekundärem Störungsträger zurückzuführen. Man kann solche Fehlermöglichkeiten bis zu einem gewissen Grade dadurch vermeiden, daß man auf der der Freileitung abgewandten Straßenseite parallel zur Leitung vorgeht, oder den Abhörversuch immer in der Mitte zwischen zwei Masten vornimmt. Innerhalb des Hauses, an dessen Abzweig das Störungsmaximum festgestellt

ist, kann die Steigeleitung bzw. irgendeine andere durch alle Stockwerke führende Leitung (Klingelleitung) als weiterer Störungsträger dienen.

In Abb. 37 ist ein Störsuchgang in einem Gebiet, das mit Freileitung versorgt wird, dargestellt. Vom Empfänger bei A ausgehend, dringt der Störsucher längs der Leitung vor. Durch Abhören unter der Leitung, wobei auf konstante Kopplung geachtet werden muß, gelingt es ihm trotz mehrmaligen Abweichens von der richtigen Richtung immer wieder, die nach dem Störer führende Leitung zu finden, bis er bei B das Störungsmaximum und damit das Haus, in welchem sich der Störer befindet, feststellt. Im Haus selbst benutzt er die im Treppenhaus liegende Steige-

leitung bzw. die Klingelleitung zur Feststellung des Stockwerkes, in welchem die Störquelle liegt.

### C. Störversuche in Gebieten mit Kabelnetzen.

Normalerweise sind Gebiete, in denen die elektrische Energie durch Kabel verteilt wird, sehr dicht bebaut. Man kann analog wie unter XI B vorgehen, d. h. das Kabel als Störungsträger zur Störsuche benutzen. Allerdings ist diese Möglichkeit nur dann gegeben, wenn die Lage des Kabels ungefähr bekannt ist. Im anderen Falle wird man sich durch Abhörversuche mit einer Tastantenne an den Klingelknöpfen der Haustüren oder an den Hausanschlußkästen bzw. den Steigeleitungen bei konstant gehaltener Kopplung in Richtung wachsender Intensität an den Störer herantasten. Eine Störsuche dieser Art ist namentlich dann unbequem, wenn keine elektrischen Klingeln vorhanden sind. Man kann dann nicht einfach von Hauseingang zu Hauseingang auf Grund eines einfachen Abhörversuchs am Knopfbrett der elektrischen Klingelanlage die Richtung wachsender Intensität bestimmen, sondern muß die Abhörversuche im Hausinnern an der Steigeleitung usw. vornehmen. Ein Suchgang dieser Art ist in Abb. 38 dargestellt. Bei *A* am Ort des gestörten Empfängers ist der Ausgangspunkt der Störsuche, die dann bei *B* an der Störquelle endet, wie aus Abb. 38 des näheren hervorgeht.

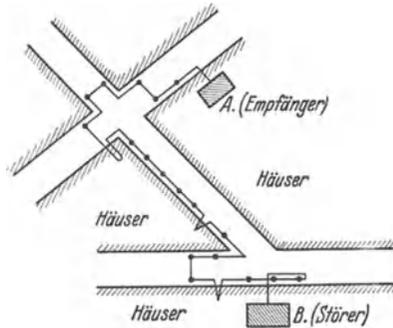


Abb. 38. Störsuche in einem Gebiet, das durch Kabel gespeist wird.

## Vierter Teil.

### Entstörungsmaßnahmen an den Störquellen.

#### XII. Kennzeichnende elektrische Eigenschaften der Störquellen.

##### A. Ursache der Störungen.

Wie in V B gezeigt wurde, entstehen bei schnell verlaufenden elektrischen Zustandsänderungen, wie Ein- und Ausschalten von Stromkreisen, schnellen Stromänderungen bei Kommutierungsvorgängen u. dgl. hochfrequente Ströme bzw. Spannungen über einen breiten Frequenzbereich, die unter Umständen zu Rundfunkbeeinflussungen führen können.

### B. Die Störquelle als HF-Generator.

Die Störquelle wirkt als Generator für Hochfrequenzenergie, der dadurch besonders gekennzeichnet ist, daß nicht nur für eine bestimmte Hochfrequenz, sondern für ein ganzes Band von Frequenzen Störleistungen abgegeben werden (s. V Bb).

Zur anschaulichen Klärung der Verhältnisse ist die Störquelle in Abb. 39 als Hochfrequenz-Generator dargestellt, der für jede der von ihm erzeugten störenden Frequenzen durch eine bestimmte Leerlaufspannung und einen bestimmten inneren HF-Widerstand gekennzeichnet werden kann. Dieser Generator ist durch den hochfrequenten Widerstand der Speiseleitung belastet. Von der Starkstrombelastung des Störers kann, soweit nicht die erzeugten hochfrequenten Leerlaufspannungen von der Starkstrombelastung abhängig sind, abgesehen werden.

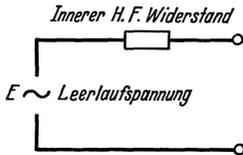


Abb. 39. Einfachstes Ersatzschaltbild der als HF-Generator betrachteten Störquelle.

Im allgemeinen nimmt die Größe der erzeugten Leerlaufspannung (EMK) der Störquelle nach dem Langwellenbereich bzw. nach niedrigeren Frequenzen hin zu (Abb. 24).

### C. Wovon ist die Größe der abgegebenen Störleistung abhängig?

Die Größe der bei einer bestimmten Frequenz abgegebenen Störleistung und damit auch die Störfähigkeit der Störquelle ist, abgesehen von der Größe der Kopplung der Aufnahmeorgane der gestörten Empfangsanlage mit dem jeweiligen Störungsträger, abhängig:

1. von der Größe der erzeugten Stör-EMKe,
2. vom Größenverhältnis des inneren HF-Widerstands der Störquelle zum HF-Widerstand der anhängenden Speiseleitung.

Die abgegebene Störungsenergie ist gering, wenn der innere HF-Widerstand der Störquelle groß und der HF-Widerstand der Speiseleitung klein ist und umgekehrt (Kurzschluß der Störquelle und Leerlauf der Störquelle). Sie hat dagegen einen Höchstwert, wenn der Widerstand der Störquelle und der der belastenden Leitung für HF für eine bestimmte Frequenz den Resonanzfall ergeben.

### D. Die Störquelle als symmetrisch und unsymmetrisch wirkender Generator.

Jede Störquelle gibt eine HF-Leistung sowohl zwischen den Anschlußklemmen als auch zwischen Anschlußklemme und Erde ab (Abb. 5).

Demzufolge kann jede Störquelle bezüglich ihrer Wirkung von vornherein in zwei HF-Generatoren zerlegt werden, einen, der die Störenergie für das sog. symmetrische Feld, d.h. zwischen den Speiseleitungen geführte Feld und einen, der die Störenergie für das unsymmetrische Feld, d.h. zwischen beiden Speiseleitungen und Erde geführte Feld liefert (Abb. 40).

Da bei Ausbreitung der Störenergie in Niederspannungsnetzen infolge vieler Abzweige usw. zahlreiche „Stoßstellen“ im Leitungszug vorhanden sind, kann eine Umwandlung von symmetrischen, d.h. zwischen den Leitungen geführten Feldern bzw. Energien, in unsymmetrische, d.h. zwischen Leitung und Erde geführten, stattfinden (14). Daher ist es für die Beeinflussungstechnik wichtig, die oben angeführten kennzeichnenden elektrischen Größen von Störquellen und Belastung sowohl für den symmetrischen als auch für den unsymmetrischen Fall zu kennen.

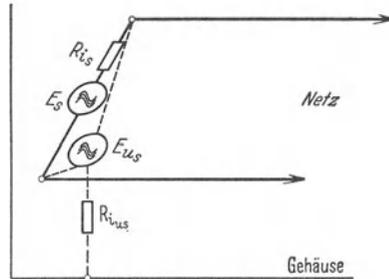


Abb. 40. Vollständiges Ersatzschaltbild der Störquelle für das symmetrische und das unsymmetrische Verhalten.  
 $R_{i_s}$  bzw.  $R_{i_{us}}$  = symmetr. bzw. unsymmetr. innerer HF-Widerstand.  $E_s$  bzw.  $E_{u_s}$  = symmetr. bzw. unsymmetr. HF-Leerlaufspannung.

### XIII. Allgemeines über Entstörungsmaßnahmen an Störquellen.

#### A. Arten der Entstörungsmaßnahmen.

Ziel aller Entstörungsmaßnahmen muß sein, die Abgabe hochfrequenter Störenergie vor allem im Wellenband des Rundfunks zu vermeiden, oder mindestens möglichst herabzusetzen. Das wird im allgemeinen durch folgende Maßnahmen erreicht:

1. Herbeiführung des Kurzschlusses der Störquelle für Hochfrequenz durch geeignete Beschaltung mit HF-Widerständen.
2. Veränderung des störenden Vorgangs durch Belastung der Kontaktstelle, an welcher die Störung entsteht, mit HF-Widerständen geeigneter Art und Größe.
3. Verhinderung der Abstrahlung von Störenergie.

#### B. Arten und elektrische Eigenschaften der Entstörungsmittel.

Als Entstörungsmittel werden folgende verwandt:

1. Kapazitäten,
2. Kapazitäten mit Widerständen,
3. Induktivitäten bzw. Drosseln,

4. Siebketten aus Induktivitäten und Kapazitäten,
5. Abschirmungen.

Zu 1 und 2: Kapazitäten wirken für Gleichstrom bekanntlich als Blockierung. Der Widerstand einer Kapazität für Gleichspannung ist also lediglich gegeben durch den sehr hohen Isolationswiderstand. Für Wechselstrom sind Kapazitäten dagegen „durchlässig“. Der Wechselstromwiderstand ist um so kleiner, je höher die Frequenz des angelegten Wechselstroms ist. In Zahlentafel I<sup>1</sup> sind die Wechselstromwiderstände für in der Störschutztechnik am meisten benutzte Kapazitätswerte sowohl für verschiedene Rundfunkfrequenzen als auch für die Frequenz des technischen Wechselstromes (50 Hz) berechnet. Die Werte der Zahlentafel I geben den kapazitiven Blindwiderstand unter Vernachlässigung des Wirkwiderstandes und des induktiven Blindwiderstandes, die namentlich bei großen Kapazitätswerten und höheren Frequenzen zu berücksichtigen sind, wieder.

Zu 3: Drosseln werden zur Erhöhung des HF-Widerstandes von Störquellen bzw. von Leitungsabschnitten benutzt. Der Widerstand solcher Drosseln bzw. Induktivitäten wächst mit der Frequenz, wenn nicht die Größe der Windungskapazitäten Abweichungen von dieser Gesetzmäßigkeit für gewisse Frequenzbereiche bedingt. Um einen Überblick über die Größe der HF-Widerstände solcher Induktivitäten zu erhalten, sind in Zahlentafel II die Werte des Wechselstromwiderstandes von Induktivitäten gebräuchlicher Größe für verschiedene Rundfunkfrequenzen und die Frequenz des Betriebswechselstromes berechnet. Dabei sind der Wirkwiderstand der Induktivitäten sowie die kapazitiven Blindwiderstände, welche namentlich bei größeren Induktivitäten und höheren Frequenzen zu berücksichtigen sind, vernachlässigt.

Zu 4: Die in der Störschutztechnik verwendeten Siebketten für Hochfrequenz sind im einfachsten Falle nach Abb. 14 geschaltet. Der Dämpfungsverlauf einer solchen Drosselkette ist in Abb. 41 schematisch dargestellt. Die Abbildung zeigt, daß die Dämpfung der Drosselketten für alle Frequenzen oberhalb einer bestimmten Frequenz — der Grenzfrequenz — hohe Werte hat, während die Dämpfung unterhalb der Grenzfrequenz gering ist. Durch Ausbildung solcher Ketten zu mehrgliedrigen Siebketten wird die Dämpfung im Sperrbereich erhöht und außerdem die Steilheit des Dämpfungsanstiegs in der Nähe der Grenzfrequenz ebenfalls vergrößert. Dabei ist darauf zu achten, daß die Sperrwirkung der Drosselketten sowohl für die symmetrisch als auch für die unsymmetrisch längs der Leitungen vordringende Störenergie vorhanden sein muß.

---

<sup>1</sup> Die Zahlentafeln befinden sich am Schluß des Buches.

Infolge der Undefiniertheit einer „Erde“ für Hochfrequenz namentlich in den oberen Stockwerken von Gebäuden ist es oft notwendig, auch Erdleitungen in die HF-Sperrung einzubeziehen. Die Größe von In-

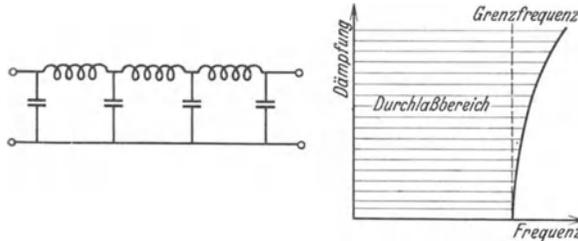


Abb. 41. Dämpfungsverlauf einer Drosselkette.

duktivitäten und Kapazitäten für solche Drosselketten kann nach Festlegung einer Grenzfrequenz, die normalerweise auf 100 kHz gelegt wird, bei Kenntnis des Wellenwiderstands der Leitung bzw. des HF-Widerstands der Störquelle errechnet werden.

Zu 5: Zur Abschirmung kann, da es sich um Hochfrequenz handelt, sowohl für die Abschirmung der elektrischen als auch der magnetischen Felder dünne Metallfolie bzw. grob geflochtene Gaze oder Maschendrahtgeflecht verwendet werden. Als ungeeignet zur Abschirmung haben sich mehrfach Metallschläuche (Gaszuleitung) erwiesen, bei denen die Umantelung aus einer Metallspirale mit isolierender Gummizwischenlage erstellt ist.

### C. Herbeiführung des HF-Kurzschlusses der Störquelle.

a) **Maßnahmen an Störquellen mit großem inneren HF-Widerstand.** Störquellen mit großem inneren HF-Widerstand werden im allgemeinen durch Beschalten mit Kapazitäten für Hochfrequenz kurzgeschlossen. Wie aus Zahlentafel I hervorgeht, haben solche Kapazitäten für die Frequenz des Rundfunkbereichs einen genügend kleinen Widerstand, während sie für den Betriebsstrom entweder einen unendlich hohen Widerstand bei Gleichspannung bzw. einen praktisch genügend hohen Widerstand bei Wechselspannung besitzen (s. auch XIV B).

Der Kurzschluß muß sowohl für das symmetrische als auch für das unsymmetrische Verhalten der Störquelle herbeigeführt werden. Das geschieht nach Abb. 42a und b in einfacher Weise durch Überbrücken der Anschlußklemmen der Störquelle unter sich und nach dem Gehäuse mit Kapazitäten geeigneter Größe. Die prinzipiellen Schaltungen der Abb. 42a u. b werden in praxi vereinfacht zu den Schaltungen von

Abb. 43a u. b. Die Schaltung nach Abb. 43a wird vornehmlich bei solchen Geräten angewandt, die zwischen Außenleiter und Nulleiter angeschlossen sind, die Schaltung nach Abb. 43b dagegen bei solchen, die zwischen zwei Außenleitern liegen.

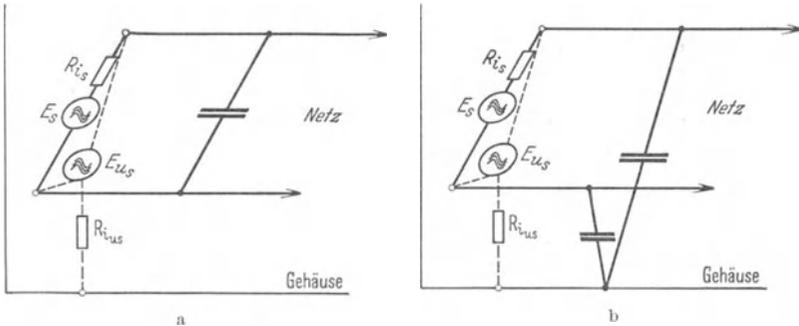


Abb. 42. Kurzschluß der HF-Störspannung (Leerlaufspannung) durch Kondensatoren. a für den symmetrischen Fall, b für den unsymmetrischen Fall.

Die Größe der Minderung der Störfähigkeit durch die Einfügung der Kondensatoren ist bei dieser Maßnahme wesentlich bestimmt durch das Verhältnis der Größe des inneren HF-Widerstands der Störquelle zum HF-Widerstand des Kondensators.

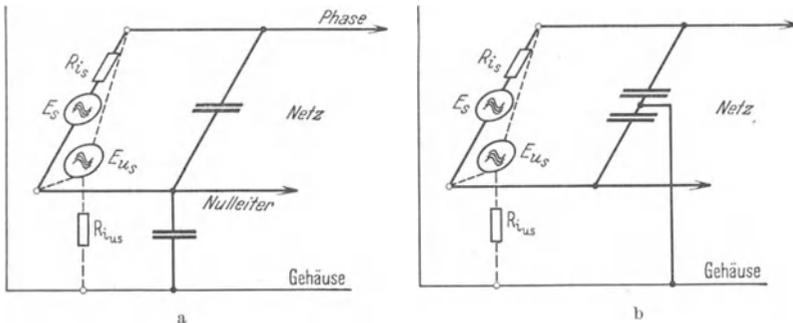


Abb. 43. Praktisch angewandte Schaltungen zum Kurzschluß der symmetrischen und unsymmetrischen HF-Störspannungen durch Kondensatoren. a Gebräuchliche Schaltung für Störquellen, die zwischen Nulleiter und Außenleiter liegen. b Gebräuchliche Schaltung für Störquellen, die zwischen die Außenleiter geschaltet sind.

#### b) Maßnahmen an Störquellen mit kleinem inneren HF-Widerstand.

Falls der innere HF-Widerstand der Störquelle nicht zu niedrige Werte hat, kann unter Umständen durch Kurzschließen mit Kapazitäten genügender Größe noch eine hinreichende Minderung der abgegebenen Störenergien herbeigeführt werden. Im allgemeinen sind aber dann

ziemlich große Kapazitäten notwendig. Aus starkstromtechnischen Gründen ist aber, wie später gezeigt wird, zum mindesten in Wechselstromnetzen die Verwendung von Kapazitäten  $>0,1 \mu\text{F}$  für den symmetrischen Fall nach Möglichkeit, und  $0,05 \mu\text{F}$  bzw.  $0,01 \mu\text{F}$  für den unsymmetrischen Fall ganz zu vermeiden. In Gleichstromnetzen bestehen Einschränkungen bezüglich der Größe der zu verwendenden Kapazitäten bis jetzt nicht. In praxi geht man auch hier selten über Kapazitätswerte von  $2 \mu\text{F}$  hinaus.

Um den Kurzschluß eines Störgenerators mit kleinem inneren HF-Widerstand in den Fällen zu erreichen, wo die direkte Beschaltung des Störers mit Kapazitäten zulässiger Größe nicht ausreicht, kann man nach Abb. 44 so verfahren, daß man erst den inneren Widerstand des Störers durch Einfügen von HF-Drosseln erhöht und dann die Störquelle mit dem künstlich erhöhten inneren Widerstand für HF durch Belastung mit einer Kapazität, deren Wert infolge des nun erhöhten inneren Widerstands der Störquelle entsprechend geringer sein kann, kurzschließt.

In praktischen Fällen genügt vielfach die Anbringung solcher HF-Drosseln ohne zusätzlichen Kurzschluß durch Kondensatoren, da der innere Widerstand des elektrischen Geräts unter Einbeziehung des HF-Drosselwiderstands so groß ist, daß der HF-Widerstand des speisenden Netzes bereits als Kurzschluß wirkt. Das gilt namentlich in solchen Fällen, wo die Speisung der Maschinen über Kabelleitungen erfolgt.

Eine andere Möglichkeit der Verwendung von Drosseln bei Störern mit kleinem inneren HF-Widerstand für Hochfrequenz zeigt Abb. 45. Hier ist der HF-Widerstand der anhängenden Leitung durch Einfügen der Drosseln ebenfalls erhöht und der innere Widerstand des Störers zusätzlich durch Beschalten mit einer genügend großen Kapazität herabgesetzt. Die Wirksamkeit dieser Art der Beschaltung kann zusätzlich

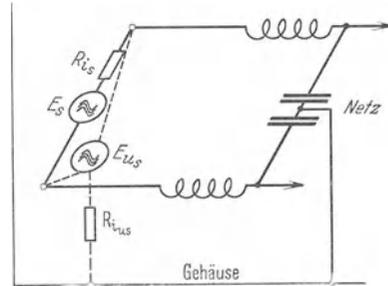


Abb. 44. Kurzschluß der HF-Störspannung (Leerlaufspannung) nach Erhöhung des inneren HF-Widerstandes der Störquelle durch Einfügen von HF-Drosseln.

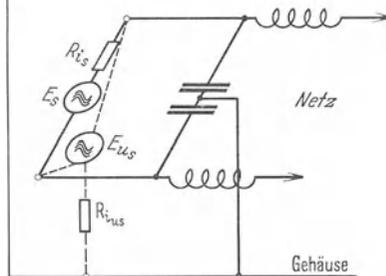


Abb. 45. Kurzschluß der HF-Störspannung durch Unteranpassung der Störquelle, herbeigeführt durch Erhöhen des HF-Widerstandes des speisenden Netzes mittels HF-Drosseln.

noch erhöht werden, wenn der HF-Belastungswiderstand des Netzes, wie in Abb. 45 durch Anbringung einer Kapazität genügender Größe außerdem noch herabgesetzt wird.

c) **Einfluß der Erdung auf die Störfähigkeit und die Wirkung von Störschutzmitteln.** Bei nicht geerdeten elektrischen Maschinen und Geräten ist je nach der Art der Aufstellung in der Nähe oder in größerer

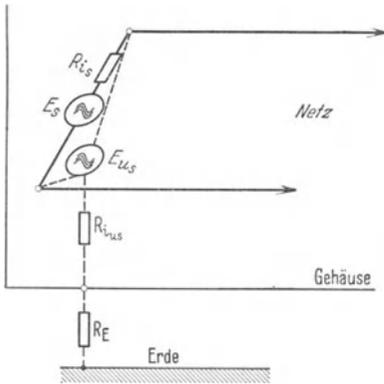


Abb. 46. Spannungsteilung der unsymmetrischen HF-Störspannung durch den Erdwiderstand.

Entfernung von Metallteilen zwischen Erde und Gehäuse der Störquelle ein variabler Widerstand vorhanden, der beispielsweise bei Aufstellung auf einer trockenen Holzplatte (Tisch) vorwiegend kapazitiv ist. Infolgedessen wird die unsymmetrische Leerlaufspannung, wie Abb. 46 zeigt, über den inneren HF-Widerstand des Störers, den HF-Widerstand zwischen Gehäuse und Erde und den HF-Widerstand des speisenden Netzes geteilt. Wird der Erdwiderstand beispielsweise — etwa durch Berühren des Gehäuses von einer gut geerdeten Person — teilweise überbrückt, so wird die zwischen Leitung und Erde an-

stehende unsymmetrische Störspannung und normalerweise auch die abgegebene Störungsenergie erhöht. Das hat zur Folge, daß bei geerdeten Maschinen infolge des durch das Fehlen des Erdwiderstands herabgesetzten inneren Widerstands für den unsymmetrischen Belastungsfall, zum Kurzschluß der unsymmetrischen Komponente der Leerlaufspannung im allgemeinen größere Kapazitäten notwendig sind als bei nicht geerdeten Maschinen.

#### D. Maßnahmen zur Änderung des zeitlichen Ablaufs des störenden Vorgangs.

Solche Maßnahmen werden vorwiegend bei der direkten Beschaltung von Kontakten, Kommutatorbürsten usw. angewandt. Sie haben zum Ziel, durch künstliche Belastung des Kontaktes mit HF-Widerständen wie Kondensatoren usw., eine Änderung des Zeitverlaufs des störenden Vorgangs zu erreichen, etwa derart, daß das Spektrum der Störspannung nach Abb. 47 verändert wird.

Die zu diesem Zweck angewandten Schaltungen sind in Abb. 48 u. 49 dargestellt, von denen Schaltungen nach Abb. 48a u. 49a am häufigsten

angewandt werden. Die Entstörungsmaßnahmen nach Abb. 48 b u. 49 b finden in solchen Fällen Anwendung, bei denen infolge Einbaus in ein Metallgehäuse, das unter Umständen noch geerdet ist, eine größere unsymmetrische Störspannung auftritt. Zu Abb. 48 sei bemerkt, daß die einfache Belastung des Kontaktes mit einer Kapazität nicht immer die gewünschte Wirksamkeit besitzt. Außerdem führt die Belastung des Kontaktes mit einer Kapazität im allgemeinen zu einer erhöhten Beanspruchung der Kontaktstelle durch Schaltfunken und bewirkt damit eine raschere Abnutzung des Schalters. Diese Gesichtspunkte sind auch bei der oft empfohlenen direkten Beschaltung von Kommutatorbürsten mit Kapazitäten u. U. zu beachten.

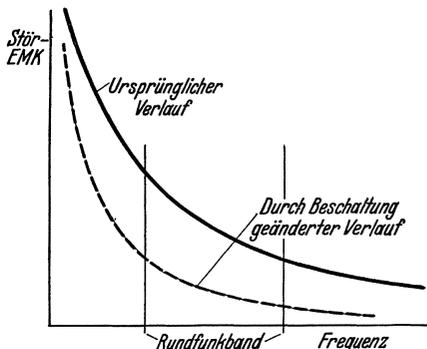


Abb. 47. Schematische Darstellung der Veränderung des Spektrums der HF-Störspannungen eines Kontaktes durch Belastung des Kontaktes mit HF-Widerständen.

Wirksamer und daher häufiger angewandt ist die Beschaltung der Kontaktstelle durch eine Serienschaltung von Kapazität und Widerstand (Abb. 49). Man bezeichnet eine solche Serienschaltung gewöhnlich als Funkenlöschung. Die für die wirksamste Minderung notwendige Größe von Kapazität und Widerstand ist abhängig von den jeweiligen Eigenschaften der Kontaktstelle und der anhängenden Leitung. Sie müssen also durch Versuche im Einzelfall festgestellt werden. Im allgemeinen liegen die Werte für C zwischen 0,1—1  $\mu\text{F}$  und für R zwischen 5 bis 500 Ohm.

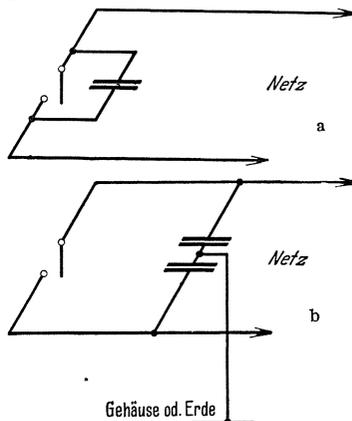


Abb. 48. HF-Belastung eines Kontaktes mit Kondensatoren  
 a für den symmetrischen und  
 b für den asymmetrischen Fall.

Bei solchen Kontakten, die als besonders starke Beeinflussungsquelle gelten, sei es infolge der starkstrommäßigen Belastung oder sei es durch die den elektrischen Schaltvorgang ungünstig beeinflussenden mechanischen Eigenschaften der Kontaktbetätigung, kann eine Beschaltung nach Abb. 50 angewandt werden. Diese Art der Beschaltung (Larsen) macht die Kontaktstelle durch Vorschaltung von



symmetrischen Störkomponente im allgemeinen eine weitergehende Störungsminderung erreicht werden.

#### E. Maßnahmen zur Verhinderung der Abstrahlung von Störenergie.

Zu diesem Zweck wird normalerweise die Abschirmung angewandt. Sie soll die Einwirkung des Störfeldes von Leitungen bzw. des Störfeldes der Störquelle selbst auf die unmittelbare Umgebung verhindern bzw. eine Kopplung mit sekundären Störungsträgern, die unter Umständen eine Abstrahlung der Störungsenergie herbeiführen, unterbinden. Bei Leitungen kann das, falls diese Maßnahme vom wirtschaftlichen Standpunkt aus tragbar ist, geschehen durch Verlegen in einer Metallummantelung (s. VIII C). Bei kurzen Leitungsabschnitten, die unter hoher Spannung stehen, wie Verbindungen zwischen mechanischen Gleichrichtern und Entstaubungsanlagen oder Röntgenröhren werden oft einfache Metallreusen angewandt. Die Abschirmung der Störquelle selbst ist normalerweise als Schutzmittel nur bei typischen HF-Erzeugern, wie Diathermiegeräte usw. notwendig, die zu diesem Zweck in ein geschlossenes Metallgehäuse eingebaut bzw. in einem Käfig aus Metallgewebe aufgestellt werden.

### XIV. Praktische Anwendung der Entstörungsmaßnahmen.

#### A. Arten der Störquellen.

Normalerweise werden die Störquellen in folgende Hauptgruppen unterteilt:

##### a) Kontaktstörer:

1. Kontakte bzw. Schaltgeräte ohne unmittelbar vorgeschaltete Magnetwicklung.

2. Kontakte bzw. Schaltgeräte mit unmittelbar vorgeschalteter Magnetwicklung.

3. Mechanische Gleichrichter.

##### b) Motoren, Generatoren, rotierende Umformer:

1. Hauptschlußmaschinen.

2. Nebenschlußmaschinen,

a) mit Feldwicklungen im Hauptstromkreis,

b) ohne Feldwicklungen im Hauptstromkreis.

3. Drehstrommotoren.

4. Umformer.

##### c) Gasgefüllte Entladungsgefäße:

1. Quecksilberdampfstromrichter kleiner Leistung.

2. Gasgefüllte Glühkathodengleichrichter.
3. Neonleuchtröhren.

**d) Hochfrequenzerzeuger:**

1. Hochfrequenzheilgeräte.
2. Diathermiegeräte.
3. Zeileis-Apparaturen.

Unter Gruppe a sind im wesentlichen diejenigen elektrischen Geräte zusammengefaßt, welche durch eine hinreichende Zahl von Schaltbetätigungen pro Zeiteinheit, die in unregelmäßiger oder regelmäßiger Folge ablaufen, Rundfunkbeeinflussungen erzeugen können.

Gruppe b umfaßt im wesentlichen elektrische Maschinen mit Kommutatoren. In diesem Fall sind also die infolge der Kommutierung eintretenden Strom- bzw. Spannungssprünge die Ursache einer evtl. auftretenden Beeinflussung.

Gruppe c ist, da der Stromrichter als „gesteuerter Schalter“ anzusehen ist, einerseits verwandt mit Gruppe a, andererseits infolge der regelmäßigen Betätigung des „Lichtbogenschalters“ im Stromrichter auch in Beziehung mit Gruppe b.

Gruppe d umfaßt die typischen HF-Störer, welche für irgendeinen Zweck im wesentlichen HF-Energie in einem definierten verhältnismäßig engen Frequenzband erzeugen. Die Einteilung kann selbstverständlich keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Sie erfaßt nur die wesentlichen Gruppen der Geräte und Maschinen, welche unter Umständen Rundfunkbeeinflussungen erzeugen.

## B. Zulässige Größe der Kapazität der Störschutz-Kondensatoren.

Aus Gründen der starkstromtechnischen Sicherheit und auch mit Rücksicht auf die Entstörungskosten können zur Entstörung nicht Kapazitätswerte beliebiger Größe verwendet werden. Namentlich aus Rücksicht auf die starkstromtechnische Sicherheit sind deshalb besondere Einschränkungen sowohl für die Größe als auch für die Isolationsfestigkeit der Kondensatoren in elektrischen Maschinen und Geräten notwendig geworden (15).

**a) Anforderungen an Kondensatoren zwischen den spannungsführenden Netzleitungen.** Als Anhalt für die Isolationsfestigkeit werden bestimmte Prüfspannungen vorgeschrieben. Die Prüfung wird so durchgeführt, daß eine genügend hohe Gleichspannung eine Sekunde lang an den zu prüfenden Kondensator angelegt wird. Dabei ist die Höhe der Gleichspannung so gewählt, daß sie einerseits eine genügend hohe Beanspruchung darstellt, um fehlerhaftes oder schlechtes Material auszu-

schalten und andererseits keine Beschädigung der Isolation durch zu hohe Beanspruchung herbeiführt. Die als notwendig angesehene Prüfspannung beträgt für Kondensatoren zwischen den Netzleitungen

1. für Kondensatoren an Gleichspannung das 3fache der Betriebsspannung,
2. für Kondensatoren an Wechselspannung das 4,5fache der Betriebsspannung.

Bezüglich der Größe der Kapazitäten bestehen für Kondensatoren zwischen den Netzleitungen nur insofern Festsetzungen, als keine Herabsetzung der Betriebssicherheit und des Wirkungsgrads bei den mit Kondensatoren beschalteten Maschinen eintreten darf. Die praktisch angewandten Höchstwerte liegen

1. für Kondensatoren an Gleichspannung bei ca. 1—2  $\mu\text{F}$ ,
2. für Kondensatoren an Wechselstromnetzen im allgemeinen bei ca. 0,1  $\mu\text{F}$ .

Gegen die Verwendung noch größerer Kapazitätswerte, beispielsweise 4—6  $\mu\text{F}$  zwischen den Netzleitungen (symmetrischer Fall) bestehen in Gleichstromnetzen keine Bedenken. Nur liegen die Verhältnisse meist so, daß eine wesentliche Verbesserung durch Verwendung so großer Kapazitätswerte nicht eintritt.

In Wechselstromnetzen sollte dagegen im allgemeinen der Wert von 0,1  $\mu\text{F}$  für den symmetrischen Fall nicht überschritten werden. Diese Forderung auf Verwendung kleiner Kapazitäten in Wechselstromnetzen ergibt sich aus der Tatsache, daß Kondensatoren für Wechselstrom keine Blockung darstellen, sondern einen Widerstand, dessen Wert um so kleiner ist, je größer die Kapazität ist (s. Zahlentafel I).

Als praktische Regel gilt daher, daß man immer versuchen soll, die notwendige Störungsminderung, namentlich in Wechselstromnetzen, mit möglichst kleinen Kapazitätswerten zu erreichen. Erst bei nicht genügender Wirksamkeit sollten die obengenannten Maximalwerte angewandt werden.

**b) Kondensatoren zwischen Netzleitungen und der Berührung zugänglichen Teilen (Berührungsschutzkondensatoren).** Es ist verständlich, daß an die Kondensatoren, die zwischen Netzleitungen und der Berührung zugänglichen Teilen, z. B. zwischen Netzleitungen und Gehäuse liegen, besonders hohe Anforderungen zunächst bezüglich der Isolationsfestigkeit gestellt werden, da ja bei Durchschlag dieser Kondensatoren der Berührung zugängliche Teile unter Betriebsspannung kommen. Man bezeichnet solche Kondensatoren, weil sie verhindern, daß bei der Berührung zugänglicher Teile gefährliche Ströme durch den Körper fließen, als Berührungsschutz-Kondensatoren. In den Schaltbildern ist an der

Stelle, wo in der Beschaltung ein Berührungsschutz-Kondensator eingefügt werden muß, falls die vorgeschalteten Kondensatoren den Anforderungen an Berührungsschutz-Kondensatoren nicht genügen, die Bezeichnung (b) eingesetzt. Es ist vorgesehen, daß jeder dieser Kondensatoren

a) bei Verwendung in Gleichstromnetzen mit der 6fachen Betriebsspannung, jedoch mit mindestens 1,5 kV,

b) bei Verwendung in Wechselstromnetzen mit der 9fachen Betriebsspannung, jedoch mit mindestens 2,25 kV geprüft sein muß.

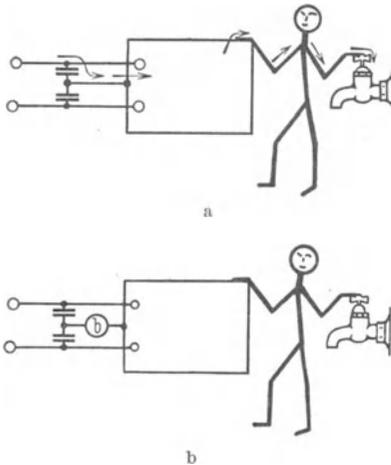


Abb. 51. Möglichkeit der Gefährdung bei Entstörungsmaßnahmen an Wechselstromgeräten durch Verwendung zu großer Kapazitäten.  
a ohne Berührungsschutz-Kondensator,  
b mit Berührungsschutz-Kondensator.

Die Prüfung findet in beiden Fällen mit Gleichspannung statt. Das Bestreben der Starkstromtechnik geht dahin, zu erreichen, daß die Isolationsfestigkeit und Lebensdauer dieser Kondensatoren denselben Stand erreicht wie die der normalen Geräteisolation und auch in gleicher Weise geprüft wird.

Abgesehen davon, daß der Berührungsschutzkondensator hinsichtlich seiner Isolationsfestigkeit besonderen Bedingungen unterliegen muß, ist auch die Größe der Kapazität, namentlich im Hinblick auf solche elektrischen Geräte, die in Wechselstromnetzen oder in Gleich- und Wechselstromnetzen Verwendung finden, zu beschränken. In Abb. 51 ist gezeigt, wie

bei Gehäuseberührung durch den Körper ein Strom fließen kann. Die Größe dieses Stroms ist bei guter Erdung des Körpers, also beispielsweise bei gleichzeitiger Gehäuseberührung und Berührung der Wasserleitung bzw. Zentralheizung lediglich durch die Größe des Wechselstromwiderstands des Kondensators, welcher der spannungführenden Phase vorgeschaltet ist, bestimmt. Es muß gefordert werden, daß die Größe des Berührungsschutzkondensators so gewählt wird, daß nicht nur jede Gefährdung nach der Beschaltung mit Schutzmitteln bei zufälliger gleichzeitiger Berührung von Gehäuse und Erde ausgeschlossen ist, sondern auch keinerlei Schreckwirkung nach Beschaltung bei Gehäuseberührung auftreten kann.

Wegen der eben angeführten Forderungen sind für Wechselstrom-

netze bezüglich der Größe der Kapazitäten von Berührungsschutzkondensatoren Einschränkungen festgelegt worden. Man gibt aus praktischen Gründen bei diesen Einschränkungen nicht die Größe der Kapazität, sondern die Größe des durch diese Kapazität im ungünstigsten Betriebsfall zulässigen bzw. möglichen Stromes an. Aus dieser Stromstärke kann die Größe der Kapazität bei Kenntnis der im ungünstigsten Fall vorhandenen Spannung leicht errechnet werden bzw. aus der als Anhalt beigegebenen Zahlentafel III entnommen werden. Es ist folgendes festgesetzt worden:

a) für nicht geerdete und nicht genullte Geräte und Maschinen, die ortsfest oder ortsveränderlich sind:

Die Größe des Berührungsschutzkondensators ist in diesem Fall so bemessen, daß zwischen Gehäuse und Erde kein größerer Strom als 0,4 mA bei fabrikmäßig entstörten und 0,8 mA bei nachträglich entstörten Geräten und Maschinen auftritt. Die Größe solcher Kondensatoren beträgt nach Zahlentafel III für eine Wechselspannung von 220 V  $0,006 \mu\text{F}$  bzw.  $0,012 \mu\text{F}$ .

b) für geerdete Geräte und Maschinen, die ortsveränderlich sind:

Weil es sich in diesem Fall um eine Gruppe von Geräten handelt, die unter besonders schwierigen Betriebsverhältnissen verwendet werden, sind trotz des Vorhandenseins einer Erdung die höchstzulässigen Stromstärken zwischen Gehäuse und Erde wie für nicht geerdete Geräte zu bemessen, also 0,4 mA für in der Fabrikation entstörte und 0,8 mA für nachträglich entstörte.

Falls diese Kapazitätswerte zur Minderung der unsymmetrischen Störspannung nicht ausreichen, ist der Einbau von Kondensatoren bis zu einem Stromhöchstwert von 3,5 mA in der Schutzleitung an der Steckdose statthaft.

c) für geerdete Maschinen und Geräte, die ortsfest sind:

Als höchstzulässiger Stromwert ist für diesen Fall 3,5 mA festgesetzt. Die Abstimmung auf diesen Wert war deshalb notwendig, weil die Schutzherde durch die Einschaltung von Kondensatoren zwischen spannungsführender Phase und Gehäuse zu einer ständig Betriebsstrom führenden Leitung wird. Für eine Betriebsspannung von 220 V beträgt dann die zulässige Größe des Berührungsschutzkondensators  $0,05 \mu\text{F}$ .

d) für genullte ortsfeste und ortsveränderliche Geräte, die zwischen Außenleiter und Betriebsstrom führenden geerdeten Nulleiter betrieben werden:

Ein Berührungsschutz-Kondensator ist hier nicht nötig, da die unsymmetrische Störspannung bereits durch die Nullung, d.h. durch Verbindung von Gehäuse und Nulleiter kurzgeschlossen ist. In diesem Fall

wird also lediglich ein Kondensator zur Minderung der symmetrischen Störspannung zwischen Außenleiter und Nulleiter angebracht (Abb. 52), für dessen Größe nur die allgemeinen Forderungen bezüglich Vermeidung einer merkbaren Herabsetzung des Wirkungsgrads der beschalteten Maschine usw. gelten.

Es sei besonders darauf hingewiesen, daß die Nullung nur zulässig ist in solchen Fällen, in denen der Nulleiter geerdet ist. Bei Durchführung derartiger Maßnahmen ist also die Kenntnis der Netzverhältnisse bzw. der angewandten zusätzlichen Schutzmaßnahmen, wie Nullung und Erdung, notwendig.

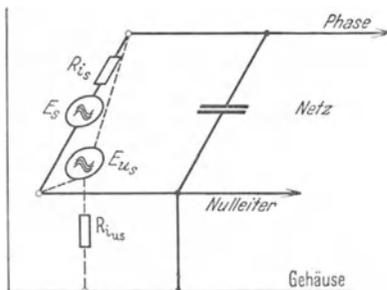


Abb. 52. Kurzschluß der symmetrischen HF-Störspannung bei einer genullten Maschine durch Kondensatoren (die unsymmetrische HF-Spannung ist durch die Nullung kurz geschlossen).

Sind mit den zulässigen Werten der Berührungsschutzkondensatoren keine genügenden Störungsminderungen zu erreichen, so kann durch Verwendung von Drosseln, Gehäuseisolierung usw., falls das vom wirtschaftlichen Standpunkt möglich ist, eine weitergehende Minderung erreicht werden.

Erstrebenswert von seiten der Starkstromtechnik ist die Innehaltung eines max. Stromwerts von 0,1 bis 0,2 mA, der unter ungünstigsten Umständen selbst bei sehr empfindlichen Personen keinerlei Schreckwirkung erwarten läßt. Zweifelsohne wird die Entwicklung bestrebt sein, diese Werte zu erreichen, ohne die Möglichkeit der Entstörung zu vermindern. In dieser Hinsicht ist beispielsweise zu beachten, daß die Gehäuseisolierung, auf die in den Schweizer Vorschriften besonders hingewiesen wird, weitere Möglichkeiten bietet. Weiterhin ist auch anzunehmen, daß die Konstruktion der elektrischen Geräte unter Berücksichtigung HF-technischer Gesichtspunkte ohne jede Anbringung von Schutzmitteln Verbesserungen bezüglich der Störfähigkeit der Maschinen erwarten läßt.

### C. Schutzmaßnahmen an Kontaktstörern.

a) Welche Umstände bedingen eine wesentliche Störung durch Kontakte? Schutzmaßnahmen an Kontakten sind im allgemeinen nur dann nötig, wenn der Kontakt bzw. Schalter häufig betätigt wird. In Österreich (16) ist folgende Begriffsbestimmung für diesen Zweck festgelegt worden:

„Ein Störgeräusch gilt als unzulässig, wenn es eine größere Lautstärke als die um 40 Phon verminderte Lautstärke des Normalempfangs be-

sitzt, mindestens 1 sec andauert und in 5 min wenigstens einmal auftritt. Ebenso gelten als Störgeräusche Knackgeräusche, sofern sie die vorangeführte Intensität erreichen und dem Zweck der Vorrichtung, die sie hervorbringt, entsprechend sich in kürzeren Intervallen wiederholen.“

Im allgemeinen erübrigen sich Maßnahmen an Lichtschaltern. Dasselbe gilt für Leistungsschalter der EW in Nieder-, Mittel- und Hochspannungsnetzen, die bekanntlich verhältnismäßig selten betätigt werden.

**b) Maßnahmen zur Störungsminderung an Kontakten, denen keine Magnetwicklungen unmittelbar vorgeschaltet sind.** In praxi sind folgende Arten solcher Kontakte bzw. von Schaltapparaten mit Kontakten als Störquellen aufgetreten:

1. Thermokontakte älterer Konstruktion, vor allem in Heizkissen.
2. Kontakte in elektrischen Registrierkassen.
3. Kontakte in den Wählern von Selbstanschlußämtern, Fernsprechapparaten und Fernschreibern.
4. Fliehkraftschalter in Kleinstmotoren.
5. Steuerschalter von Glockenläutwerken.
6. Walzenschalter einer Lichtreklame.
7. Wanderschriftenanlagen.

Für die genannten Arten von Schaltern und Schaltgeräten kommen im wesentlichen folgende Schutzmaßnahmen zur Anwendung:

1. Beschaltung der Kontaktstelle mit einer Funkenlöschung (Abb. 49).
2. Beschaltung der Kontaktstelle mit Induktivitäten und Kapazitäten (Abb. 50) (Larsenschaltung).
3. Verwendung von HF-Sperren in den abgehenden Leitungen.

Bei der praktischen Anwendung der Schutzmaßnahmen wird am besten in der aufgezeigten Reihenfolge verfahren. Weiterhin soll immer versucht werden, mit den einfachsten Maßnahmen auszukommen.

Im einzelnen sei zu den beschriebenen Maßnahmen noch folgendes bemerkt:

Zu 1: Die Beschaltung der Kontakte mit einer Funkenlöschung stellt die meist angewandte und billigste Form der Störungsminderung bei Kontakten dar und ist bei richtiger Anwendung in den meisten Fällen auch genügend wirksam.

Zu 2: Nur in wenigen Ausnahmefällen wird es notwendig sein, einen störenden Kontakt zusätzlich mit Induktivitäten zu beschalten. Praktisch ist die Anwendung dieser Schaltung eingeengt durch den Raumbedarf der Induktivitäten und ihren Preis. Außerdem ist darauf hinzuweisen, daß diese Art der Beschaltung vielfach, wie Abb. 50 zeigt, falsch durchgeführt wird, indem die Kapazität direkt über die Kontaktstelle

ohne Vorschaltung der Drosseln gelegt wird. Dann tritt nicht nur durch Erhöhung des Schaltfunken eine Minderung der Lebensdauer des Kontaktes ein, sondern es wird auch die störungsmindernde Wirkung der Anordnung bedeutend herabgesetzt. Man muß, um die gleiche Minderung der abgegebenen Störleistung zu erreichen, ca. 50 mal größere Induktivitäten als bei der richtigen Schaltung anwenden (17).

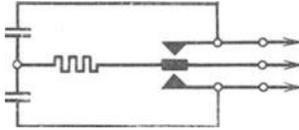
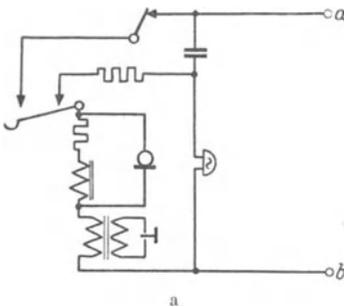


Abb. 53. Anbringung einer Funkenlöschung am Doppelkontakt einer elektrischen Registrierkasse.

Zu 3: Die Verwendung von HF-Sperren beschränkt sich auf Sonderfälle, wo Maßnahmen nach 1 oder 2 nicht ausreichen oder wo infolge zu großer Zahl von Kontakten eine Beschaltung der einzelnen Kontakte

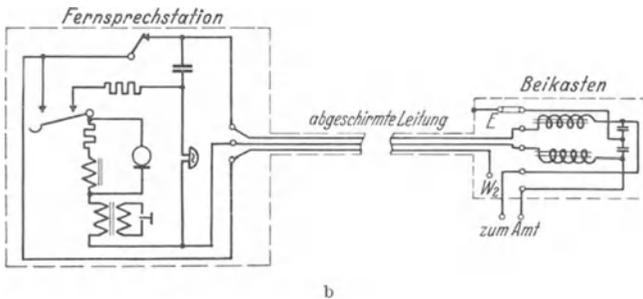
nicht vorgenommen werden kann.

Als praktische Grundregel gilt bei der Anwendung der erörterten Schutzmaßnahmen, daß die Schutzmittel nach Möglichkeit in unmittelbarer Nähe des Kontaktes anzubringen sind.



a

Die Anwendung der beschriebenen Schaltungen ist gezeigt in Abb. 53 a und b für die Kontakte einer elektrischen Registrierkasse, Abb. 54 für die Kontakte des Wählers eines SA-Fernsprechapparates, Abb. 55 für die Kontakte eines Fernschreibers, Abb. 56 für den Fliehkraftschalter eines Kleinmotors,



b

Abb. 54. Entstörungsmaßnahmen an einem SA-Fernsprechapparat (nach Eibel S. & H.).  
a Anwendung der Funkenlöschung, b zusätzliche Anwendung einer HF-Sperre.

Abb. 57 für die durch einen Elektromotor betätigten Kontakte eines Glockenläutwerkes, in Abb. 58 für den Walzenschalter einer Lichtreklame, in Abb. 59 für eine Wanderschriftenanlage.

Im einzelnen ist hinsichtlich der Entstörungsmaßnahmen an den unter 1—7 aufgeführten Störquellen noch folgendes zu sagen:

Zu 1 — Thermokontakte: Im allgemeinen kann durch Beschaltung elektrischer Thermokontakte mit einer Funkenlöschung eine genügende Störungsminde- rung erreicht werden. Bei Heizkissen ist es jedoch in den meisten Fällen einfacher, einen neuartigen Thermo- kontakt durch den Hersteller einbauen zu lassen, der durch Anwendung mechanischer Vorspannungen eine ruckartige und daher „störungsarme“ Ein- und Aus- schaltung sichert.

Im Interesse einer schnelleren Erledigung kann man auch auf jede Maßnahme am Heizkissen bzw. Wärme- gerät verzichten und die Störungsminde- rung durch Zwischenschalten einer der markt- gängigen Typen von HF-Sperren erreichen, sofern nicht die Beschaffung eines neuen Heizkis- sens mit „störungsarmen“ Thermokon- takt von vornherein die wirtschaft- lichste Lösung ist. Es empfiehlt sich allerdings, die Wirkung einer solchen HF-Sperre an Ort und Stelle auszu- probieren, namentlich bei Verwendung langer Zuleitungen zwischen HF-Sieb und Störquelle sind zuweilen nicht ge- nügende Störungsminde- rungen festge- stellt worden.

Zu 2: Kontakte an Wählern für SA-Fernsprecher usw.: Bei An- wendung der Funkenlöschung in Wäh- lern von SA-Fernsprechern und Fern- schreibern dürfen durch die Beschaltung die ausgelösten Impulse nicht zu weit- gehend verändert werden. Infolgedessen müssen hier ganz bestimmte Größen für Kapazitäten und Wider- stände eingehalten werden, wenn nicht Fehlwahl bei Selbstanschluß- Fernsprechern usw. eintreten soll.

$C = 0,25 \mu F$  bis  $1 \mu F$ ,  $R = 100-200 \Omega$ .

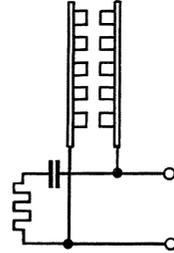


Abb. 55. Anwen- dung einer Funkenlö- schung an den Kontakten eines Fernschreibers.

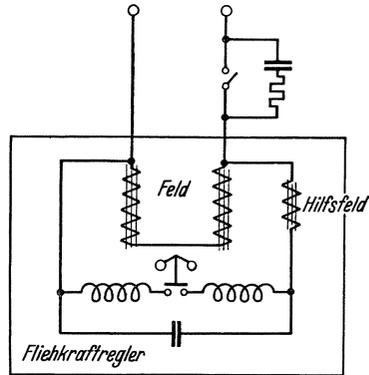


Abb. 56. Funkenlöschung und Larsenschaltung angewandt bei einem Kleinmotor mit Anlasser und Fliehkraftregler.

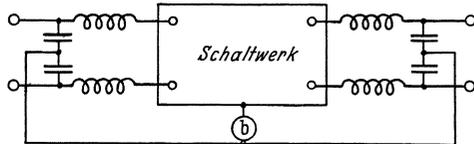


Abb. 57. Anwendung der Larsenschaltung am Um- schalter eines Glockenläutwerks.

Reicht die störungsmindernde Wirkung einer Funkenlöschung mit Impulskontakt nicht aus, so kann eine weitere erhebliche Herabsetzung durch Anwendung einer HF-Sperre in der Zuleitung, erreicht werden (Abb. 54a u. b).

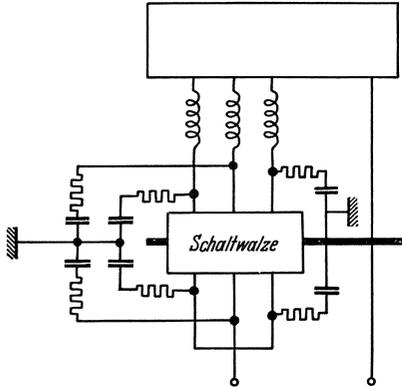


Abb. 58. Schaltwalze einer Reklamebeleuchtung mit Funkenlöschung.

Zu 4: Fliehkraftschalter: Unter Umständen kann auch die Beschaltung des Fliehkraftschalters lediglich durch eine Funkenlöschung eine genügende Störungsminderung herbeiführen.

Zu 5: Steuerschalter von Glockenläutwerken: Ist mit der Durchführung der in Abb. 57 gezeigten Maßnahme am Steuerschalter keine genügende Minderung erreicht, so kann durch zusätzliche Maßnahmen, welche die Ausbreitung und die Abstrahlung

der Störungen verhindert, eine weitergehende Störungsminderung herbeigeführt werden. Solche Maßnahmen sind:

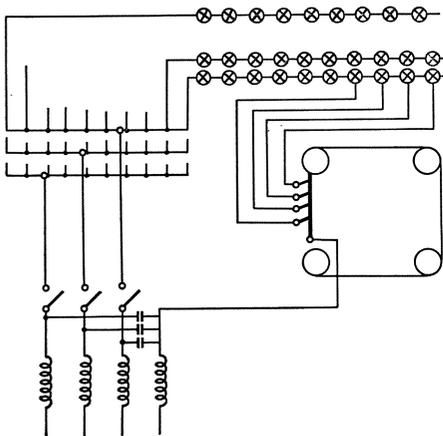


Abb. 59. Wanderschriftenanlage mit HF-Sperre in der Schaltung.

1. Durchverbindung der Metallumhüllung der Zuleitung.

2. Erdung der Metallumhüllung der Zuleitungen.

Selbstverständlich müssen auch Gehäuse des Schaltgeräts und der Antriebsmotoren mit der Metallumhüllung verbunden bzw. mit dieser geerdet werden. Eine solche Erdung muß den Ansprüchen an eine Starkstromsutzerde genügen.

Zu 6: Die Anwendung von HF-Sperren wird im allgemeinen nicht notwendig sein.

Zu 7: Infolge der großen Zahl der Kontakte kommt als

einzigste Maßnahme in diesem Fall die Anwendung von HF-Sperren in den Hauptzuleitungen in Frage. Dabei muß besonders darauf hingewiesen werden, daß infolge der Lage solcher Wanderschriften auf Dächern auch in die Erdleitungen eine HF-Drossel eingefügt werden muß.

**c) Maßnahmen zur Störungsminderung an Kontakten mit unmittelbar vorgeschalteten Magnetwicklungen.** Als Schaltgeräte dieser Art, die in praktischen Fällen Rundfunkbeeinflussungen verursacht haben, sind folgende zu nennen:

1. Einrichtungen mit magnetischem Selbstunterbrecher, wie elektrische Klingeln u. a.
2. Polwechsler.
3. Pendelgleichrichter.

Bei der Durchführung von Schutzmaßnahmen zur Störungsminderung an den aufgeführten Arten von Störquellen geht man in folgender Weise vor:

1. Vorhandene Magnetwicklungen werden, soweit möglich, so geschaltet, daß der die Störungen erzeugende Kontakt zwischen ihnen liegt (Abb. 60). Man bezeichnet diese Art der Schaltung als symmetrische Schaltung.

2. Die Kontaktstelle wird mit einer Funkenlöschung überbrückt.

3. Die vom Schaltgerät fortführenden Leitungen werden mit einer HF-Sperre verriegelt.

Zu den angeführten Maßnahmen ist im einzelnen folgendes zu bemerken:

1. **Symmetrierung:** Der Zweck der Symmetrierung ist, die Kontaktstelle von der speisenden Seite aus gesehen zu einem HF-Generator mit höherem inneren HF-Widerstand zu machen und dadurch sowohl die Größe der abgegebenen Störungsenergie herabzusetzen (Unteranpassung) als auch die Wirkung der noch weiter durchzuführenden Maßnahmen zu erhöhen.

2. Bezüglich der bei Anwendung der Funkenlöschung zu beachtenden Gesichtspunkte sei auf XIII C und XIV C b verwiesen.

3. **HF-Sperren:** Diese Maßnahme dürfte nur in Frage kommen, wenn eine Symmetrierung technisch nicht möglich ist und durch „Funkenlöschung“ eine genügende Minderung der Störfähigkeit nicht erzielt werden kann.

Bei der praktischen Durchführung der Maßnahmen wird empfohlen, sie in der beschriebenen Reihenfolge anzuwenden. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit werden diese Schutzmaßnahmen normalerweise nur soweit angewandt, daß eine genügende Störungsminderung normal empfindlicher Empfangsanlagen für Bezirksempfang und evtl. noch für den Empfang des Deutschlandsenders erreicht wird.

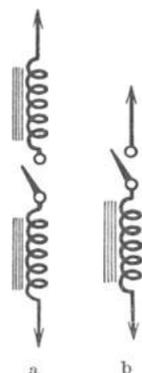


Abb. 60 Symmetrische (a) und unsymmetrische (b) Anordnung der Magnetwicklungen eines Unterbrechers.

Im einzelnen zeigen Abb. 61a—c die nacheinanderfolgende Durchführung von Entstörungsmaßnahmen an einer elektrischen Klingel, Abb. 62 die Beschaltung eines Pendelgleichrichters, Abb. 63 die Beschaltung eines Polwechslers.

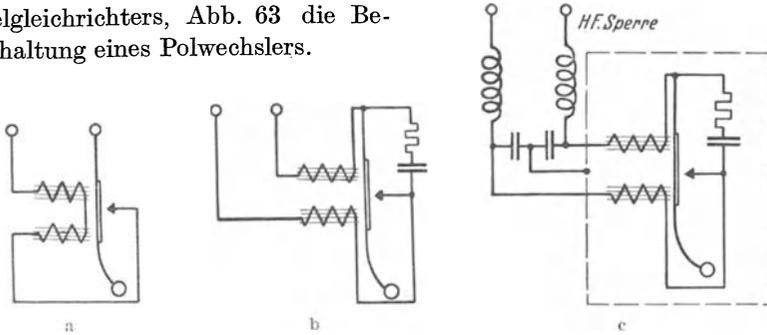


Abb. 61. Maßnahmen zur Störungsminde rung an einer elektrischen Klingel mit Unterbrecher. a symmetrische Anordnung der Magnetwicklungen, b zusätzliche Verwendung einer Funkenlöschung am Unterbrecherkontakt, c zusätzliche Anwendung einer HF-Sperre in der Schaltung.

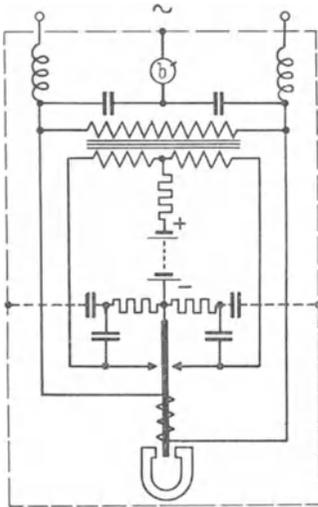


Abb. 62. Durchführung von Entstörungsmaßnahmen am Pendelgleichrichter: 1 Funkenlöschung am Unterbrecherkontakt, 2 HF-Sperre in der Zuleitung.

Ergänzend ist für die einzeln angeführten Typen von Kontaktstörern noch folgendes zu sagen:

Zu 1 — Elektrische Klingeln: Bei Starkstromklingeln, die an Wechselstromnetze über einen Klingeltransformator angeschlossen sind, kann die Entstörung am einfachsten dadurch erfolgen, daß der Unterbrecher außer Betrieb gesetzt wird und somit der Klöppel ohne Stromunterbrechung durch das Wechselfeld des Elektromagneten betätigt wird.

Zu 2 u. 3 — Polwechsler, Pendelgleichrichter: Die Anwendung von HF-Sperren wird hier nur in besonderen Fällen nötig sein.

d) Maßnahmen an mechanischen Hochspannungs-Gleichrichtern. Eine besondere Stellung in der Gruppe der Kontaktstörer nehmen die mechanischen

Gleichrichter zur Erzeugung hoher Gleichspannung, wie sie bei Staubfiltern und älteren Röntgenanlagen Verwendung finden, ein. Eine Beschaltung der Hochspannungskontakte der Gleichrichter mit Funkenlöschung kommt infolge der hohen Spannung nicht in Frage. Man

benutzt vielmehr, wie in Abb. 64 für ein elektrisches Staubfilter gezeigt ist, Hoch-Ohm-Widerstände bis zu 10 000 Ohm oder Hochfrequenzdrosseln, die unmittelbar hinter den die Störung erzeugenden Kontakt eingebaut werden. Da die Stromstärke nur wenige mA beträgt, kann der durch Einbau der Hoch-Ohm-Widerstände entstehende Spannungsabfall vernachlässigt werden. Des weiteren

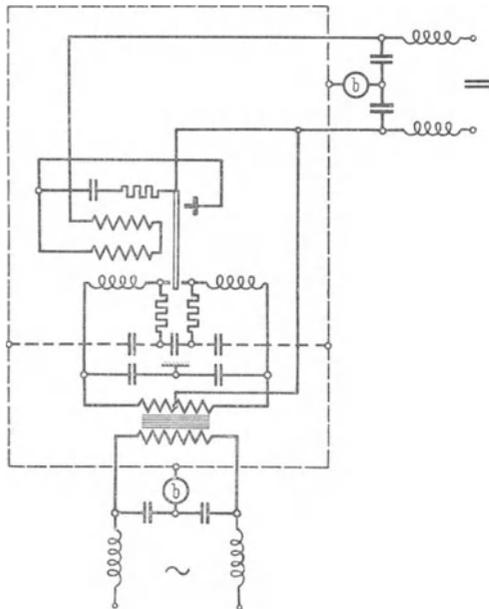


Abb. 63. Entstörungsmaßnahmen am Polwechsler:  
1 Funkenlöschung am Unterbrecherkontakt, 2 Larsenschaltung am Unterbrecherkontakt, 3 Einfügen von HF-Sperren in die Zuleitungen.

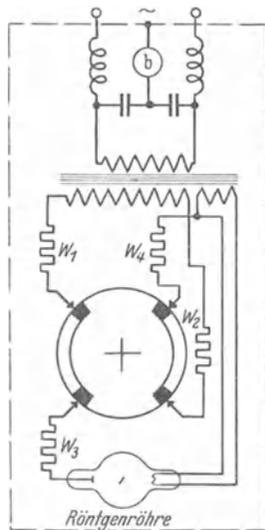


Abb. 64. Entstörungsmaßnahmen an einer Röntgen-Anlage: 1 Einfügen von Hoch-Ohm-Widerständen in die Zuleitungen, zu den Unterbrecherkontakten, 2 HF-Sperre in der Speiseleitung, 3 Abschirmung.

kann die Niederspannungsseite des speisenden Transformators mit Kondensatoren oder in schwierigen Fällen mit Hochfrequenzsperrern gegen das speisende Netz abgeschlossen werden. Ist der Abstand zwischen Filter und mechanischem Gleichrichter groß, so können die Verbindungsleitungen noch durch mehrere geerdete Drähte bzw. eine geerdete Drahtreize zur Verhinderung der Abstrahlung bzw. Übertragung der Störenergie auf andere Leitungen abgeschirmt werden.

In ähnlicher Weise verfährt man bei Entstörungsmaßnahmen an älteren Röntgenanlagen mit mechanischem Gleichrichter (Abb. 65). Es werden hier gleichfalls Hoch-Ohm-Widerstände bzw. Drosseln in die Kontaktzuleitung eingefügt und sowohl der Hochspannungs-Transforma-

tor für den Gleichrichter als auch der Transformator für den Heizkreis der Röntgenröhre durch Kondensatoren oder in Ausnahmefällen durch Hochfrequenzsperrn gegen das speisende Netz verriegelt. Längere Leitungsführungen zwischen Röntgenröhre und mechanischem Gleichrichter können durch geerdete Drahtreusen abgeschirmt werden. Evtl. zum

Betrieb der Anlage benötigte Motoren können, falls sie Störungen verursachen, nach den unter XIV D geschilderten Maßnahmen beschaltet werden.

Befindet sich eine solche Röntgenanlage in einem eng bebauten Wohngebiet in senderferner Gegend, so kann, falls die geschilderten Maßnahmen nicht genügen, die gesamte Apparatur in einem Käfig aus Metallgaze aufgestellt werden. Allerdings wird im allgemeinen eine solche weitgehende Maßnahme nicht nötig sein, wenn die Empfindlichkeit der gestörten Empfangsanlage auf ein normales Maß herabgesetzt worden ist. Ehe solche weitergehenden und deshalb auch wirtschaftlich schwerer zu tragenden Maßnahmen durchgeführt werden, sollte daher dafür gesorgt werden, daß die Mängel an den gestörten Empfangsanlagen bezüglich einer zu weitgehenden Störsensibilität durch entsprechende Entkopplungsmaßnahmen beseitigt werden.

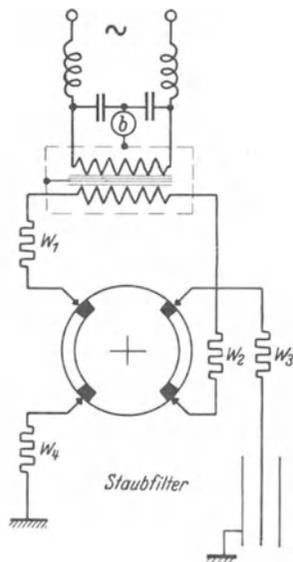


Abb. 65. Entstörungsmaßnahmen an einem Staubfilter: 1 Einfügen von Hochohmwiderständen in die Zuleitungen zu den Unterbrecherkontakten, 2 Einfügen eines HF-Filters in die Speiseleitung.

#### D. Entstörungsmaßnahmen an Motoren, Generatoren und Umformern.

a) Wovon ist die Störfähigkeit von Motoren, Generatoren und Umformern abhängig? Da im allgemeinen nur Maschinen mit Kommutator als Störquelle auftreten, kann sich die Beantwortung der gestellten Frage auf diese beschränken. Es ist offensichtlich, daß der Verlauf des Kommutierungsvorganges, da er ja die Größe der entstehenden Strom- bzw. Spannungssprünge bestimmt, auch die Größe der Störfähigkeit wesentlich mitbestimmt. Demgemäß gilt, daß die Störfähigkeit im allgemeinen um so geringer ist, je feinlamelliger der Kollektor und je geringer die Tourenzahl ist. Weiterhin ist von maßgebender Bedeutung für die Störfähigkeit die Stellung der Kommutatorbürsten. Die Störfähigkeit

hat ein Minimum bei Einstellung der Bürsten in die neutrale Zone. Bei modernen Maschinen ist die richtige Lage der Stromabnehmerbürsten bzw. die Sicherung des funkenfreien Laufs bei veränderlicher Belastung selbsttätig durch Wendepole oder u. U. durch Wendepole und Kompensationswicklungen gesichert.

Eine besondere Stellung nehmen hier die Kleinstmotoren, wie sie beispielsweise in Haushaltgeräten Verwendung finden, ein. Aus praktischen Gründen können bei diesen Kleinstmotoren nur fest eingebaute Bürsten und ziemlich grob lamellige Kollektoren verwandt werden, so daß die genaue Einstellung in die neutrale Zone Schwierigkeiten macht. Ob durch Weiterentwicklung an derartigen Maschinen noch Verbesserungen erzielt werden können, dürfte noch zu klären sein.

**b) Art und Reihenfolge der Entstörungsmaßnahmen.** Folgende Maßnahmen kommen zur Störungsminderung in Frage:

1. Kontrolle und genaue Einstellung der Stromabnehmer-Bürsten.
2. Symmetrische Anordnung der Feldwicklungen im Hauptstromkreis, soweit solche vorhanden sind.
3. Kurzschließen der Maschinen für Hochfrequenz an den Eingangsklemmen durch Beschalten mit Kondensatoren.
4. Direkte Beschaltung der Kommutatorbürsten usw. mit Kondensatoren bzw. Funkenlöschung.
5. HF-Sperrung gegen das Netz durch Einfügen von HF-Drosseln in die Zuleitung.

Zu den einzelnen Maßnahmen sei folgendes bemerkt:

Zu 1: Da die Störfähigkeit wesentlich durch die Güte der Stromwendung bedingt ist, muß bei allen Kollektormaschinen

1. auf den Zustand der Kohlebürsten und der Auflagefläche,
2. auf den Zustand des Kollektors und
3. auf die richtige Einstellung der Kohlebürsten geachtet werden.

Sehr oft ist, namentlich bei Motoren oder Umformern kleinerer Leistung, die Ursache einer zu großen Störfähigkeit darin zu suchen, daß bei sonst einwandfreiem Zustand des Kollektors die Bürsten nicht mit genügend Druck auf den Kollektor gepreßt werden. Die Ursache kann folgende sein:

- a) Verschmutzung der Kontaktfedern der Kohlebürsten,
  - b) Klemmen der Bürsten in den Führungen,
  - c) schlechte Auflage der Oberfläche der Kohlebürsten auf den Kollektor.
- Diese Fehler können in folgender Weise behoben werden:

Zu a: Reinigen der Federn, unter Umständen Ersatz ermüdeter Federn.

Zu b: Reinigung der Kohleführung, unter Umständen Einpassen der Bürste in die Führung.

Zu c: Richtiges Einsetzen der Kohlebürsten, bzw. richtiges Einschleifen der Auflageflächen.

Wie gesagt, treten Fälle dieser Art hauptsächlich bei schlecht gewarteten Maschinen kleinerer Leistungen auf. Oft genügen die beschriebenen Maßnahmen in solchen Fällen, um die Störfähigkeit ohne Einsatz von Schutzmitteln genügend zu mindern. Die nicht genügende Wirksamkeit von Entstörungsmitteln bei Maschinen dieser Art ist meistens auch auf die erwähnte Ursache zurückzuführen und demgemäß in einfacher Weise zu beheben.

Bei großen Maschinen ohne Wendepole kann u. U. durch Überwachung der Bürsteneinstellung die Innehaltung eines niedrigen Störpegels herbeigeführt werden. Ob eine solche ständige Überwachung mit einem einfachen Empfänger, der in irgendeiner Weise angekoppelt ist, notwendig ist und durchgeführt werden kann, läßt sich nur von Fall zu Fall entscheiden.

Zu 2: Es ist trivial, festzustellen, daß die Symmetrierung nur bei solchen Maschinen in Frage kommt, die Feldwicklungen usw. im Hauptstromkreis besitzen. Diese Wicklungen wirken nach der Symmetrierung, gesehen vom speisenden Netz, als vorgeschaltete HF-Widerstände und erhöhen den inneren Widerstand der Maschine für Hochfrequenz. Falls die Enden der Feldwicklungen nicht an die Klemmleisten geführt sind, wie das bei Kleinstmotoren zuweilen der Fall ist, erfordert die Durchführung dieser Maßnahmen einen weitergehenden Eingriff, der nur von Installateuren mit entsprechenden Fachkenntnissen durchzuführen ist. Auf richtige Polung der Wicklung ist dann zu achten.

Zu 3: Das Kurzschließen der Maschinen für Hochfrequenz an den Eingangsklemmen mit Kondensatoren stellt die am meisten angewandte Form der Beschaltung dar. Die durch diese Maßnahme erzielte Störungsminderung ist bei „symmetrierten“ Maschinen größer als bei nicht-symmetrierten.

Namentlich bei Maschinen ohne Feldwicklung im Hauptstromkreis sind in Abhängigkeit vom Verlauf des Kommutierungsprozesses zuweilen noch zusätzliche Maßnahmen notwendig.

Zu 4: Die gebräuchliche direkte Beschaltung der Kommutatorbürsten mit Kondensatoren hat nach III D zum Ziel, durch Belastung der Kontaktstelle mit HF-Widerständen den Verlauf des störenden Vorganges zu ändern. Es sei darauf hingewiesen, daß unter Umständen durch Verwendung von „Funkenlöschung“ für diesen Zweck einwandfreiere Ergebnisse zu erhalten sind. Durch Verwendung solcher Funkenlöschung wird gleichzeitig das in Einzelfällen beobachtete Auftreten von Resonanzschwingungen weitgehend unterbunden. Die wirksamsten

Werte von Kapazität und Widerstand für solche „Funkenlöschungen“ müssen im Einzelfall festgestellt werden.

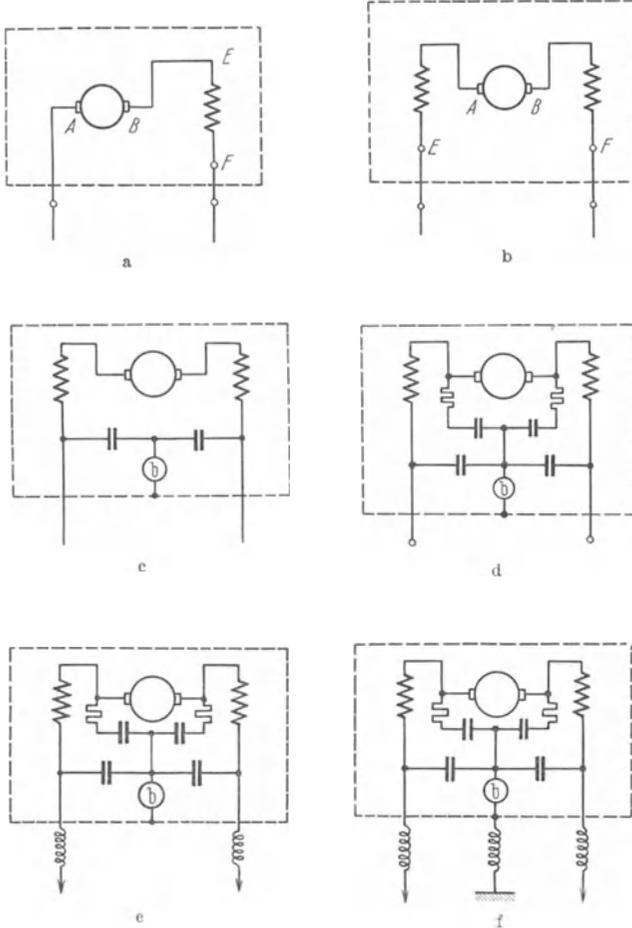


Abb. 66. Entstörungsmaßnahmen an einer Hauptstrommaschine, die zwischen die Außenleiter geschaltet ist: a Maschine unbeschaltet, b symmetrische Anordnung der Feldwicklungen, c zusätzlicher Kurzschluß der HF-Störspannung durch Kondensatoren an den Eingangsklemmen, d zusätzliche Belastung der Kontaktstellen am Kommutator durch Funkenlöschung bzw. Kondensatoren, e zusätzliche Unteranpassung an das Netz durch Einfügen von HF-Drosseln in die Zuleitungen, f zusätzliche Verriegelung der Erleitung durch HF-Drosseln.

Zu 5: Wenn die Störempfindlichkeit der in Einzelfällen beeinflussten Empfangsanlagen ein normales Maß besitzt, genügen die unter 1—3 behandelten Maßnahmen normaler Weise völlig für die Sicherung eines

einwandfreien Rundfunkempfangs. Die Verwendung von HF-Drosseln zur Erhöhung der Netzimpedanz bzw. zur Erhöhung des inneren HF-Widerstandes findet demgemäß im allgemeinen nur in besonders gelagerten Fällen statt.

Handelt es sich in solchen besonderen Fällen um geerdete Maschinen, die in den oberen Stockwerken von bewohnten Gebäuden aufgestellt sind, so ist unter ungünstigen Verhältnissen unter Umständen auch die HF-Sperrung der Erdleitung durch Einbau einer HF-Drossel in diese notwendig. Allerdings dürften solche weitergehenden Maßnahmen nur

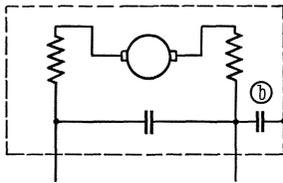


Abb. 67. Entstörungsmaßnahmen an einer Hauptstrommaschine, die zwischen Außenleiter und Nulleiter geschaltet ist. 1 symmetrische Anordnung der Feldwicklung, 2 zusätzlicher Kurzschluß der HF-Störspannungen durch Kondensatoren an den Eingangsklemmen.

seltene Ausnahmefälle betreffen. Aus wirtschaftlichen Gründen bleibt ohnehin die Verwendung der HF-Drossel praktisch auf Maschinen kleinerer Leistung beschränkt.

Bei Maschinen größerer Leistung ist aus wirtschaftlichen Gründen die Verwendung von Drosseln im allgemeinen unmöglich. Man kann sich so behelfen, daß man in einem gewissen Abstand von der Maschine Kondensatoren zum Kurzschließen des symmetrischen und unsymmetrischen Störfeldes der Leitung anbringt. Solche Anordnungen wirken unter Einbeziehung der dazwischen liegenden Induktivität des Leitungsabschnittes wie ein HF-Sieb.

Um die Verwendung von Drosseln zu umgehen, macht man von dieser Art der Beschaltung oft auch bei Maßnahmen an Maschinen mittlerer und kleinerer Leistung Gebrauch, indem man beispielsweise nicht nur Kondensatoren nach 1 und 2 in bzw. an der Maschine, sondern zusätzlich Kondensatoren an der Steckdose, aus der die Maschine betrieben wird bzw. an einer geeignet gelegenen Stelle der evtl. fest verlegten Zuleitung der Maschine anbringt.

c) Anwendung der Entstörungsmaßnahmen. Die für diese Gruppe erörterten Entstörungsmaßnahmen sind für folgende typische Arten von Maschinen in der vorangehenden erwähnten Reihenfolge durchgeführt:

1. Hauptstrommaschine (Abb. 66a—f; 67).
2. Nebenschlußmaschine mit zusätzlicher Feldwicklung im Hauptstromkreis (Abb. 68a—c).
3. Wechselstrom-Hauptschlußmotor für einphasigen Wechselstrom (Abb. 67).
4. Drehstrom-Hauptschlußmaschine (Abb. 69a—b).
5. Kompensierter Drehstrommotor (Abb. 70a—b).

6. Induktionsmotor mit Schleifringanker (Abb. 71).

7. Einanker-Umformer (Abb. 72a—e).

Bezüglich der Beschaltung der angeführten elektrischen Maschinen ist im einzelnen noch folgendes zu bemerken:

Zu 1: Abb. 66a—f zeigt die Beschaltung einer Hauptstrommaschine unter Verwendung der sog. „symmetrischen“ Kondensatoranordnung.

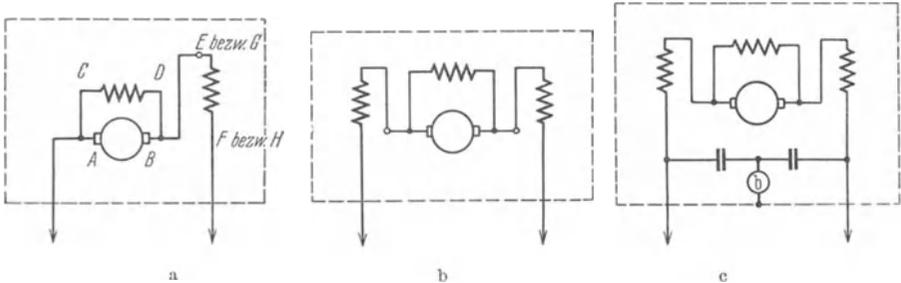


Abb. 68. Entstörungsmaßnahmen an einer Nebenschlußmaschine. a unbeschaltete Maschine, b symmetrische Anordnung evtl. vorhandener Hauptstromwicklungen, c Kurzschluß der HF-Störspannung durch Kondensatoren an den Eingangsklemmen.

Maßnahmen nach Abb. 66 finden vorwiegend Anwendung bei Maschinen, die zwischen die Außenleiter geschaltet sind. In den meisten Fällen wird die Durchführung der Maßnahmen nach Abb. 66a—c genügen; die Beschaltung nach Abb.

66d wird schon seltener anzuwenden sein. Die weiteren Schutzmaßnahmen nach Abb. 66e—f sind nur der Vollständigkeit halber angeführt und erübrigen sich bei Abstimmung auf Bezirksempfang und Voraussetzung normalempfindlicher Empfangsanlagen immer.

Die Verwendung

von Funkenlöschung an den Stromabnehmerbürsten nach Abb. 66 d ist namentlich bei Maschinen mit größeren Leistungen zu erwägen. Die Einfügung von HF-Drosseln in die Erdleitung nach Abb. 66f ist im

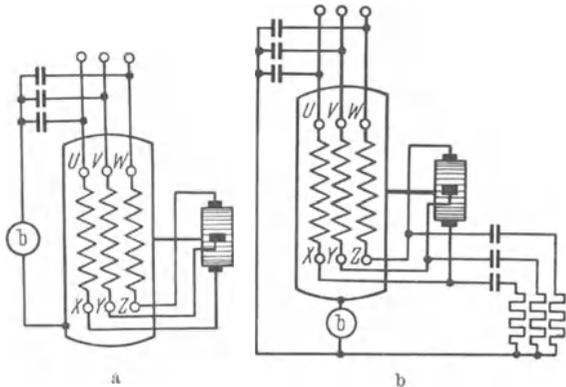


Abb. 69. Entstörungsmaßnahmen an einem Drehstrom-Hauptschlußmotor. a Kurzschluß der HF-Störspannung durch Kondensatoren an den Eingangsklemmen, b zusätzliche HF-Belastung der Kontaktstellen im Kommutator durch Funkenlöschung.

allgemeinen nur nötig, wenn aus irgend einem Grunde eine in höheren Stockwerken aufgestellte geerdete Maschine für Fernempfang entstört werden soll oder muß. Das sind aber seltene Ausnahmefälle. Das gleiche

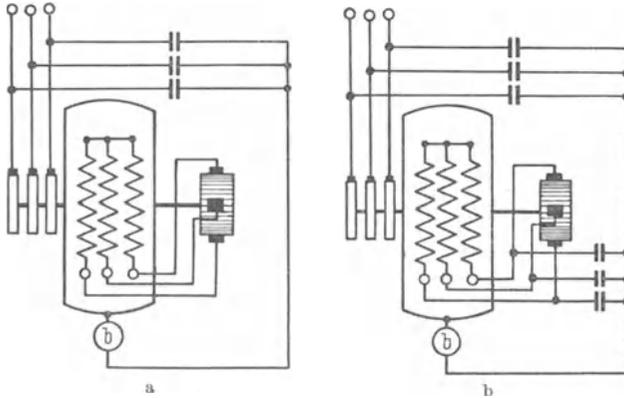


Abb. 70. Entstörungsmaßnahmen an einem kompensierten Drehstrommotor. a Kurzschluß der HF-Störspannung am Eingang durch Kondensatoren, b HF-Belastung der Kontaktstellen des Kommutators mit Kondensatoren oder Funkenlöschung.

gilt für die Verwendung von HF-Drosseln in den Zuleitungen, namentlich bei größeren Maschinen.

Abb. 67 zeigt die Beschaltung einer Hauptstrommaschine mit einer

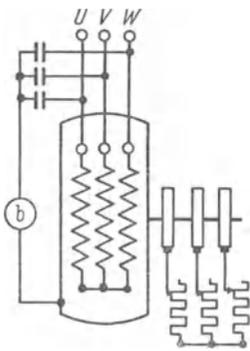


Abb. 71. Entstörungsmaßnahmen an einem Asynchronmotor mit Schleifringanlasser (Kurzschluß evtl. HF-Störspannungen durch Kondensatoren an den Eingangsklemmen).

sog. „unsymmetrischen“ Kondensator-Anordnung. Diese Art der Beschaltung wird namentlich bei Maschinen, die zwischen Nulleiter und Außenleiter geschaltet sind, d.h. also auch bei dem größten Teil der elektrischen Haushaltsgeräte, angewandt. Bei Verwendung der „unsymmetrischen“ Kondensatoranordnung (Abb. 67) ist die größte Kapazität zwischen die Leitungen, die kleinere zwischen Leitung und Gehäuse der Maschinen zu legen. Ein prinzipieller Unterschied in der Wirkungsweise der symmetrischen und unsymmetrischen Beschaltung mit Kondensatoren, betrachtet vom Gesichtspunkt der Beeinflussungstechnik, besteht nicht. Die Maßnahmen, welche in Abb. 66d—f durchgeführt sind, können, falls erforderlich, für den in

Abb. 67 dargestellten Fall sinngemäß angewandt werden, was aber nur in Ausnahmefällen notwendig sein wird.

Zu 2: Im allgemeinen genügt die Durchführung der Maßnahmen

nach Abb. 68a—c. In besonderen Fällen können weitere Maßnahmen nach Abb. 60 d—f sinngemäß angewandt werden. Das zu 1 Gesagte gilt dann entsprechend.

Bei Nebenschlußmaschinen ohne Feldwicklung im Hauptstromkreis werden zur wirksamen Herabsetzung der abgegebenen HF-Leistung im allgemeinen größere Kapazitäten benötigt. Diese Tatsache ist verständlich, weil in diesem Falle nicht, wie bei den Hauptschlußmaschinen, Feldwicklungen als HF-Widerstände den Stromabnehmerbürsten und damit dem Ursprung der Störspannung vorgeschaltet sind. Da derartige Nebenschlußmaschinen lediglich in Gleichstromnetzen verwendet werden, können zur Beschaltung Kapazitäten von ca.  $1-2 \mu\text{F}$  verwendet werden.

Zuweilen wird die Meinung vertreten, daß, wenn in solchen Fällen durch Beschaltung mit Kapazitäten von  $2 \mu\text{F}$  keine genügende Störungsminderung zu erzielen ist, durch Beschaltung mit Kapazitäten von 4 oder gar  $8-10 \mu\text{F}$  eine Verbesserung erreicht werden könnte. In den meisten Fällen ist das nicht möglich.

Zu 3: Als Wechselstromhauptschlußmotor für Ein-

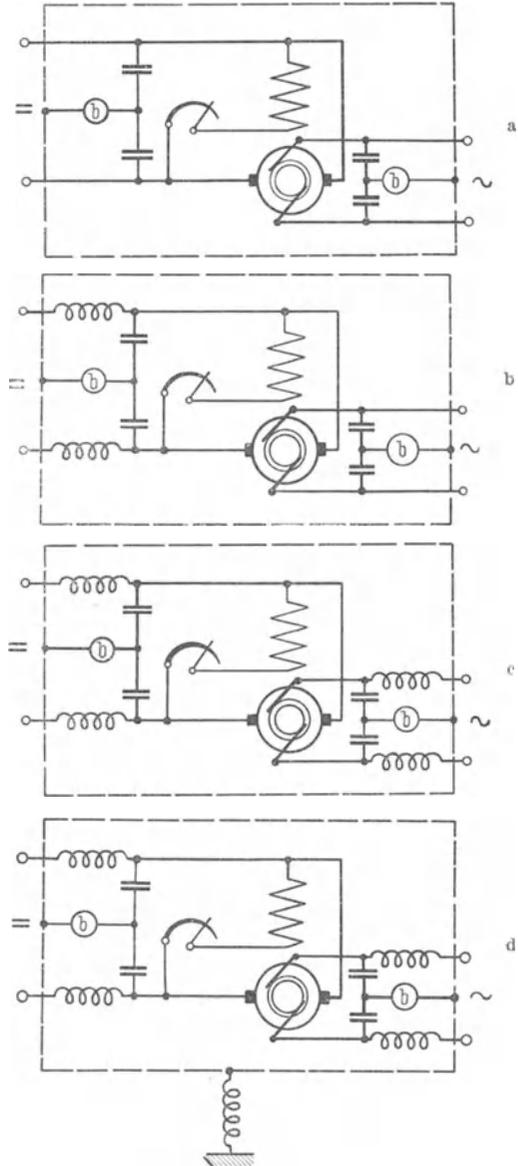


Abb. 72. Entstörungsmaßnahmen am Einanker-Umformer. a Kurzschluß der HF-Störspannungen durch Kondensatoren an den Eingangsklemmen auf der Gleichstrom- und Wechselstromseite, b und c zusätzliche Unteranpassung der Störquelle an die weiterführenden Leitungen durch Einfügung von HF-Drosseln, d zusätzliche Verriegelung der Erdleitung durch HF-Drossel.

phasen-Wechselstrom kommen im wesentlichen die sog. Universalmotoren in Haushaltgeräten in Frage. Ihre Beschaltung wird meistens nach der in Abb. 67 bzw. Abb. 66 gezeigten Weise durchgeführt. Demgemäß gilt für diese Art von elektrischen Maschinen das zu 1 Gesagte.

Zu 4: Die Beschaltung der Eingangsklemmen einer Drehstrom-Hauptschlußmaschine mit Kondensatoren nach Abb. 69a genügt normalerweise. Bezüglich der zuweilen in Frage kommenden weiteren Beschaltung der Stromabnehmerbürsten mit Kondensatoren muß darauf hingewiesen werden, daß für diesen Zweck zur Vermeidung von Resonanzen mit höheren Harmonischen des speisenden Wechselstromnetzes an Stelle von Kapazitäten besser Funkenlöschungen verwendet werden können. In besonderen Fällen können Maßnahmen gemäß Abb. 66d—f sinngemäß angewandt werden.

Zu 5: Die Durchführung der Maßnahmen nach Abb. 70a dürfte im allgemeinen genügen. Des weiteren gilt das zu 1 bzw. 4 Gesagte sinngemäß.

Zu 6: Induktionsmotore, namentlich solche mit Kurzschlußanker, verursachen keine Störungen. Diese Tatsache ist deshalb verständlich, weil ja bei diesen Motoren keine Kommutierungsvorgänge stattfinden und infolgedessen auch keine Möglichkeit zur Entstehung von Störungen gegeben ist, soweit nicht Defekte an der Maschine vorhanden sind. Man hat aus diesem Grunde vorgeschlagen, an Stelle der kleinen Universalmotoren namentlich in Haushaltgeräten Kurzschluß-Anker-Motoren zu verwenden. Diese Maßnahme läßt sich jedoch nicht bei allen Geräten durchführen. Sie wird beispielsweise bei Kleinventilatoren angewandt.

Induktionsmotore größerer Leistung, die mit einem Anlaßwiderstand angefahren werden, der über Schleifringe mit dem Motor verbunden ist, können durch die Schleifringe unter Umständen HF-Störungen verursachen. Vorsorglich sind deshalb für solche Fälle in Abb. 71 Maßnahmen zur Störungsminderung gegeben. Werden die Störungen durch unrunde oder defekte Schleifringe hervorgerufen, so ist durch Beseitigung dieses starkstromtechnischen Fehlers der störungsfreie Betrieb am einwandfreiesten zu sichern.

Zu 7: Entstörungsmaßnahmen nach Abb. 72a u. b genügen in den meisten Fällen, Maßnahmen nach Abb. 72c—e betreffen seltene Ausnahmefälle.

Bei der Durchführung von Entstörungsmaßnahmen an Kaskadenumformern und Motor-Generatoren wird sinngemäß verfahren. Sind die Einzelmaschinen solcher Umformer räumlich getrennt auf verschiedenen Grundplatten aufgestellt, so müssen, um eine wirksame Störungsminderung zu erreichen, erfahrungsgemäß in den meisten Fällen die

Grundplatten metallisch miteinander verbunden werden. Normalerweise sind die beschriebenen Entstörungsmaßnahmen nur an Umformern kleiner Leistung, wie sie zum Betrieb von Tonfilmapparaten usw. Verwendung finden, notwendig, namentlich wenn diese in bewohnten Gebäuden Aufstellung finden.

#### E. Beschaltung von Gasentladungsgefäßen.

a) **Maßnahmen an Quecksilberdampfgleichrichtern.** 1. Ursache und Größe der Störfähigkeit von Quecksilberdampfgleichrichtern. Beeinflussungen durch Quecksilberdampfgleichrichter größerer Leistung sind nur in einigen Fällen in senderfernen Gegenden durch Glasgleichrichter, die auf Freileitungsnetz arbeiten, eingetreten. Dabei treten die Beeinflussungen nur bei solchen Anlagen auf, die sehr störempfindlich sind und in größerer Nähe des Gleichrichters bzw. der Gleichrichterstation liegen. Das bedeutet, daß eine Reihe ungünstiger Umstände zusammenkommen müssen, wenn eine HF-Beeinflussung durch Quecksilberdampfgleichrichter größerer Leistung stattfinden soll.

Die unter Umständen an Empfängern in Netzen, die von Quecksilberdampfgleichrichtern größerer Leistung gespeist werden, auftretenden Brummstörungen sind niederfrequenter Natur. Sie betreffen im allgemeinen nur ältere Empfangsgeräte, deren Siebmittel zu knapp bemessen sind bzw. deren Netzanschlußteil unweckmäßig gebaut ist usw. Diese NF-Störungen können im allgemeinen durch verhältnismäßig einfache Maßnahmen an Empfangsanlagen behoben werden (s. IX C c).

Ursache der HF-Störfähigkeit des Quecksilberdampfgleichrichters sind die durch den Lichtbogen, der als gesteuerter Schalter anzusehen ist, verursachten Strom- bzw. Spannungssprünge bei Be- und Entlasten der Anoden des Gleichrichters. Die durch die Schaltvorgänge von jeder Anode erzeugten HF-EMKe sind normalerweise bei Mehrphasengleichrichtern geringer als bei 1-Phasen-Gleichrichtern. Außerdem werden die HF-EMKe — namentlich bei Gleichrichtern größerer Leistung — durch die im Stromkreis liegenden Induktivitäten, wie Kathoden- und Anodendrossel, bzw. Streuinduktivitäten des speisenden Transformators, geteilt, so daß am Ausgang des Gleichrichters eine verhältnismäßig geringe HF-Spannung ansteht.

2. Art der Entstörungsmaßnahmen. 2a) *Entstörungsmaßnahmen bei Gleichrichtern, die auf der Gleichstromseite entstört werden sollen.* Im allgemeinen werden folgende Maßnahmen in der angeführten Reihenfolge durchgeführt:

1. HF-Kurzschluß des Gleichrichters durch Beschaltung mit Kondensatoren am Gleichrichterausgang.

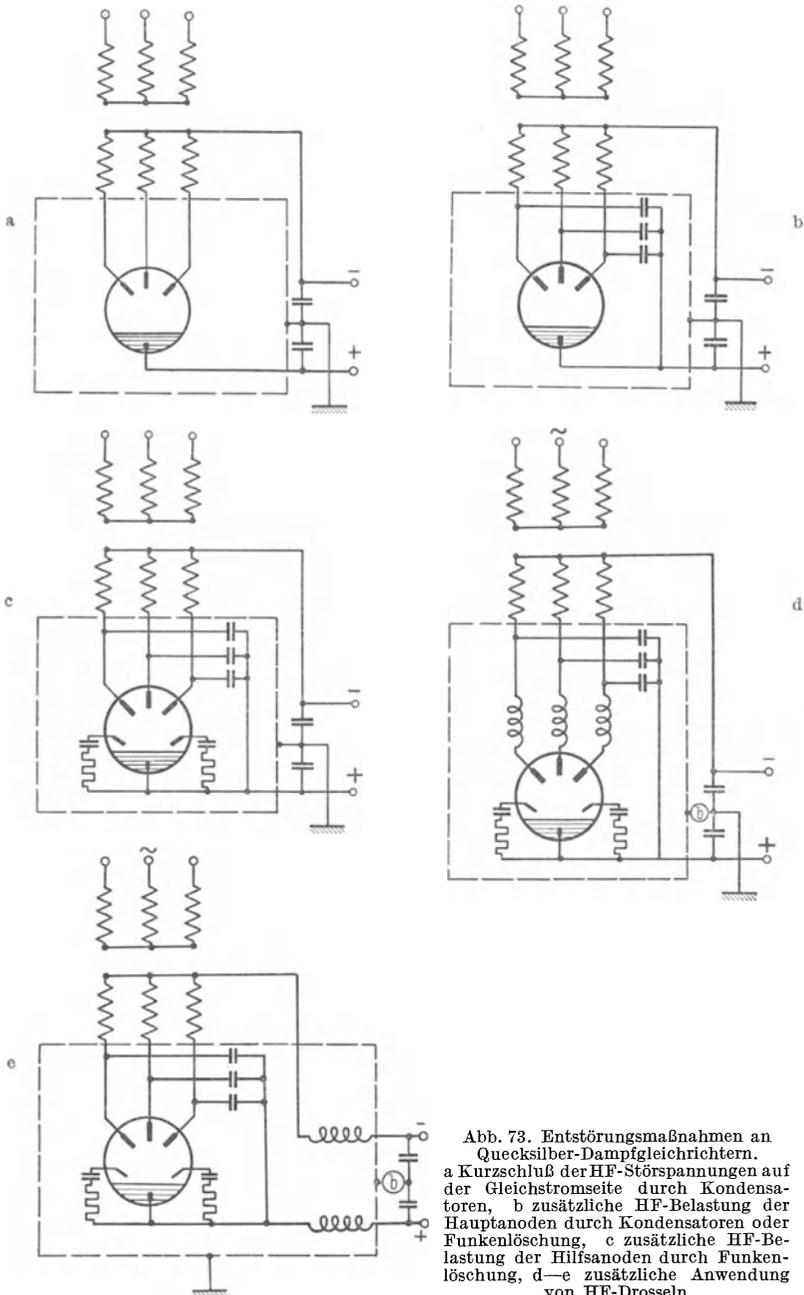


Abb. 73. Entstörmaßnahmen an Quecksilber-Dampfgleichrichtern.  
 a Kurzschluß der HF-Störspannungen auf der Gleichstromseite durch Kondensatoren, b zusätzliche HF-Belastung der Hauptanoden durch Kondensatoren oder Funkenlöschung, c zusätzliche HF-Belastung der Hilfsanoden durch Funkenlöschung, d—e zusätzliche Anwendung von HF-Drosseln.

2. HF-Belastung der Hauptanoden durch Überbrückung des Lichtbogenventils mit Kondensatoren bzw. Funkenlöschungen.

3. HF-Belastung der Erregeranoden durch Funkenlöschungen.

4. HF-Kurzschluß der Niederspannungsseite des speisenden Transformators mit Kondensatoren.

5. Erhöhung des inneren Widerstandes des Lichtbogenventils durch Drosseln an den Anodenzuleitungen.

Zu 1: Der HF-Kurzschluß durch Beschaltung des Gleichrichterausgangs mit Kondensatoren stellt im allgemeinen die wirksamste Maßnahme zur Störungsminderung dar. Normalerweise werden Kapazitäten von  $2 \mu\text{F}$  verwandt. Die Anwendung dieser Maßnahme zeigt Abb. 73a für einen Gleichrichter, der ein 3-Leiter-Netz speist.

In den Ausnahmefällen, wo Gleichrichterstationen in senderfernen Gebieten Rundfunkbeeinflussungen in ihrer unmittelbaren Umgebung hervorrufen, genügt im allgemeinen die Durchführung dieser Maßnahme, um eine genügende Beeinflussungsminderung zu erreichen. Die Kondensatoren werden in solchen Fällen am besten in dem Teil des Sammelschienensystems angebracht, von dem die Speiseleitungen in das Niederspannungsnetz abgehen.

Zu 2: Zur HF-Belastung des „Lichtbogenventils“ werden die Anoden nach der Kathode überbrückt mit Kondensatoren von  $0,1$  bis  $0,5 \mu\text{F}$  oder Serienschaltungen von  $0,1 \mu\text{F} + 50 \text{ Ohm}$  usw. (Abb. 73b). Im allgemeinen sind die Unterschiede, welche durch die angeführten beiden Arten der Schutzmittel in der Beeinflussungsminderung erreicht werden, nicht groß.

Sollen diese Maßnahmen an einer ganzen Gruppe von Gleichrichtern, die parallel geschaltet sind und von einem Transformator gespeist werden, vorgenommen werden, so genügt es, einen Kondensatorsatz am Stromverteiler für die Anoden der Gruppe anzubringen.

Zu 3: Die HF-Belastung der Erregeranoden mit Widerständen wird normalerweise durch eine Funkenlöschung ( $1 \mu\text{F} + 30 \text{ Ohm}$ ) vorgenommen. Die durch diese Maßnahme auf der Gleichstromseite des Gleichrichters erzielte Minderung der Störspannung ist unter normalen Umständen nicht wesentlich (Abb. 73c).

Zu 4: Diese Maßnahme hat normalerweise nur Zweck, wenn Gleichrichter und Transformator in größerer räumlicher Entfernung aufgestellt sind. Wenn die Maßnahmen zu 1 und 2 durchgeführt sind, wird durch die zusätzliche Beschaltung der Niederspannungsseite des speisenden Transformators im allgemeinen keine wesentliche zusätzliche Minderung der vom Gleichrichter erzeugten HF-Spannung am Gleichrichterausgang erzielt.

Zu 5: Die Verwendung von Drosseln kommt bei Gleichrichtern größerer Leistung schon aus wirtschaftlichen Gründen nicht in Frage und ist, wie bereits angedeutet, meistens unnötig. Auch bei Gleichrichtern kleinerer Leistung wird diese Maßnahme nur unter besonderen Umständen durchgeführt, beispielsweise wenn es in einem physikalischen Institut darauf ankommt, höchstempfindliche hochfrequente Meßapparaturen in unmittelbarer Nähe des Gleichrichters zu betreiben usw. Die Art der Beschaltung mit HF-Drosseln ist in Abb. 73 d. u. e gezeigt.

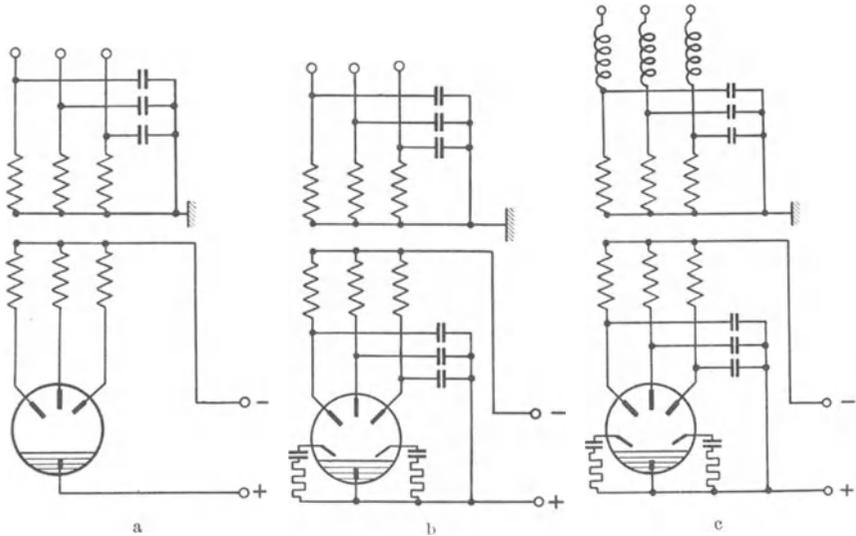


Abb. 74. Entstörungsmaßnahmen an Quecksilber-Dampfgleichrichtern. a Kurzschluß der HF-Spannungen auf der Wechselstromseite (Primärseite des speisenden Trafos) durch Kondensatoren, b zusätzliche Belastung der Haupt- und Hilfsanoden mit Kondensatoren bzw. Funkenlöschung, c zusätzliche Unteranpassung der Störquelle an das speisende Wechselstromnetz durch Verwendung von HF-Drosseln.

Bei Gleichrichtern, die Zweileiternetze, deren einer Pol geerdet ist, speisen, können die in Abb. 73a—e gezeigten Maßnahmen in vereinfachter Form angewandt werden.

2b) *Maßnahmen an Gleichrichtern, die auf der Wechselstromseite entstört werden sollen.* Diese Art von Entstörungsmaßnahmen wird bei solchen Gleichrichtern in Frage kommen, die beispielsweise zur Ladung kleiner Batterien usw. benutzt und in deren unmittelbaren Nähe betrieben werden. Gleichrichter dieser Art haben also keine ausgedehnten Gleichstromnetze, in welchem Beeinflussungen verursacht werden könnten. Da sie normalerweise direkt aus dem Niederspannungsnetz betrieben werden, müssen die evtl. auftretenden Beeinflussungen im speisenden

Wechselstrom-Niederspannungsnetz beseitigt werden. Folgende Maßnahmen kommen in Frage:

1. Kurzschluß des Eingangs des speisenden Transformators durch Kondensatoren.

2. HF-Belastung des Lichtbogenventils sowie der Erregeranoden durch Kondensatoren oder Funkenlöschung.

3. HF-Sperrung der Eingangs- oder Ausgangsseite des Transformators.

Zu 1: Normalerweise werden für diesen Zweck Kondensatoren von höchstens  $0,1 \mu\text{F}$  verwendet. Die Durchführung der Maßnahmen ist in Abb. 74a gezeigt.

Zu 2: Siehe vorhergehende Ausführungen unter 2a, Abb. 74b.

Zu 3: Im allgemeinen werden diese Maßnahmen nur in Ausnahmefällen notwendig sein. Die Durchführung der Maßnahmen ist in Abb. 74c und 74d gezeigt. Über die zweckmäßigste Art der Beschaltung entscheiden die Strom- und Spannungsverhältnisse auf der speisenden und auf der gespeisten Seite.

Bei direkter Speisung von einphasigen Gleichrichtern ohne zwischengeschalteten Transformator werden die Schaltungen zu 2 und 3 sinngemäß angewandt.

b) Maßnahmen an gasgefüllten Glühkathodengleichrichtern. Die für Quecksilberdampfgleichrichter kleiner Leistung gemachten Ausführungen gelten sinngemäß auch für Glühkathodengleichrichter, wie sie beispielsweise in Empfängern usw. Verwendung finden. Folgende Maßnahmen kommen praktisch zur Anwendung:

1. Kurzschluß der vom Gleichrichter abgehenden Gleich- und Wechselstromleitungen durch Kondensatoren nach dem Gehäuse.

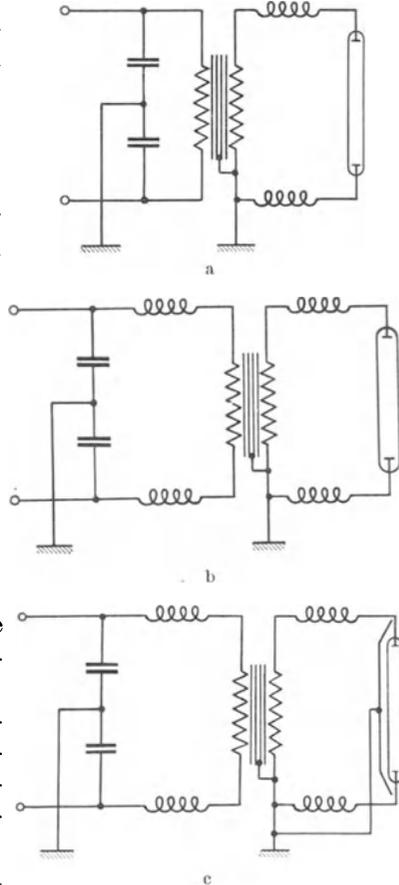


Abb. 75. Entstörungsmaßnahmen an einer wechselstromgespeisten Leuchtröhrenanlage. a Kurzschluß der HF-Störspannung auf der Primärseite des speisenden Transformators durch Kondensatoren und Anwendung von HF-Drosseln in den Hochspannungszuleitungen; b zusätzliche Ausbildung der Eingangsseite des Transformators zur HF-Sperre durch Einbau von HF-Drosseln; c zusätzliche Abschirmung der Leuchtröhren.

2. Einbau von Drosseln in die Anodenleitungen oder in die Zuleitungen.

3. HF-Belastung des Lichtbogenventils mit Kondensatoren bzw. Funkenlöschung.

Im Handel sind Sockel zum Zwischenstecken für die in Empfängern gebräuchlichen Gleichrichter erhältlich, in welche die Schutzmittel eingebaut sind. Die eben erörterten Maßnahmen für gasgefüllte Glühkathodengleichrichter finden sinngemäße Anwendung auf die sog. Glimmgleichrichter mit kalter Kathode.

c) **Maßnahmen an Leuchtröhrenanlagen.** Als Störquelle ist bei Leuchtröhrenanlagen in Gleichstromnetzen normalerweise der zum Betrieb notwendige Kleinumformer anzusehen, jedoch treten zuweilen auch in solchen Leuchtröhrenanlagen, die von Wechselstrom gespeist werden, Störungen vermutlich durch Instabilität der Gasentladung ein. Eine vollständige Schutzschaltung zur Störungsminderung für den letzterörterten Fall zeigt Abb. 75 a—c. Danach geht man folgendermaßen vor:

1. Beschaltung der Primärseite des speisenden Transformators mit Kondensatoren (Abb. 75 a).

2. Beschaltung der Zuleitung mit Hochfrequenzdrosseln (Abb. 75 b).

3. Abschirmung der Leuchtröhren durch eine untergelegte Metallfläche (Abb. 75 c).

Da die Leuchtröhren mit Hochspannung betrieben werden, verwendet man in den Zuleitungen nur Einfachdrosseln, die geeignet anzuordnen sind. Die wirksamste Lage der Drosseln muß bei Vorhandensein längerer Zuleitungen infolge der Ausbildung von stehenden Spannungs- bzw. Stromwellen auf den Leitungen, durch Versuche festgestellt werden.

#### F. Beschaltung von Geräten, bei denen eine absichtliche Erzeugung von hochfrequenter Energie stattfindet.

Während gut instandgehaltene Motoren und andere elektrische Geräte in solchen Gebieten, die gut mit Rundfunkenergie versorgt sind, bei einwandfrei installierten Empfangsanlagen, deren Störanfälligkeit entsprechend gering ist, wenig oder gar nicht, zum mindesten nicht den Empfang des Bezirkssenders stören, führt die Betätigung der unter dieser Gruppe zu besprechenden Störquellen fast immer zu einer starken Beeinflussung des Empfangs, die nur dadurch gemildert wird, daß vielleicht die Behandlungszeit für Diathermiegeräte nicht mit den Hauptsendezeiten zusammenfällt. Wegen der großen Intensität dieser Störer wird man im Einzelfall sowohl bei der Untersuchung der Empfangsanlage als auch bei der Untersuchung der Störquelle besonders sorgfältig zu Werke

gehen müssen, um mit tragbaren Mitteln eine genügende Störungsminde-  
rung für den Bezirksempfang zu erreichen.

**a) Maßnahmen an Hochfrequenzheilgeräten.** 1. Ursache der Stö-  
rungen durch HF-Heilgeräte. Wie in Abb. 76a gezeigt ist, enthält  
das HF-Heilgerät einen elektromagnetischen Unterbrecher. Die Unter-  
brechungsstelle ist mit einem

Kondensator überbrückt, der  
durch eine parallel geschal-  
tete Spule zu einem Schwin-  
gungskreisergänzt wird. Durch  
die Spannungssprünge bei Be-  
tätigung des Unterbrechers  
wird der parallel zur Unter-  
brechungsstelle liegende  
Schwingungskreis zu gedämpf-  
ten Schwingungen mit einer  
Eigenfrequenz, die zweck-  
mäßigerweise außerhalb des  
Bereichs der Rundfunkfre-  
quenzen, d. h. bei ca.  $3,75 \cdot 10^5$   
Hz liegen sollte, angestoßen.

Durch eine mit der Schwin-  
gungskreissspule gekoppelte  
zweite Spule wird nach dem  
Tesla-Prinzip die zweite Spule  
ebenfalls zu Eigenschwingun-  
gen erregt. Da die Kapazität  
dieses Sekundärkreises ledig-  
lich durch die Eigenkapazität  
der Spule gegeben, also sehr  
klein ist, treten an dieser  
zweiten Spule sehr hohe hoch-  
frequente Spannungen auf, die  
über eine gasgefüllte Elek-  
trode an den zu Behandelnden  
angelegt werden.

Demnach sind gewissermaßen zwei Störungsquellen am Hochfre-  
quenzheilgerät vorhanden:

1. der elektromagnetische Unterbrecher,
2. der offene, HF-Energie führende Behandlungskreis.

Die Störwirkung eines HF-Heilgerätes ist außerdem stark von der

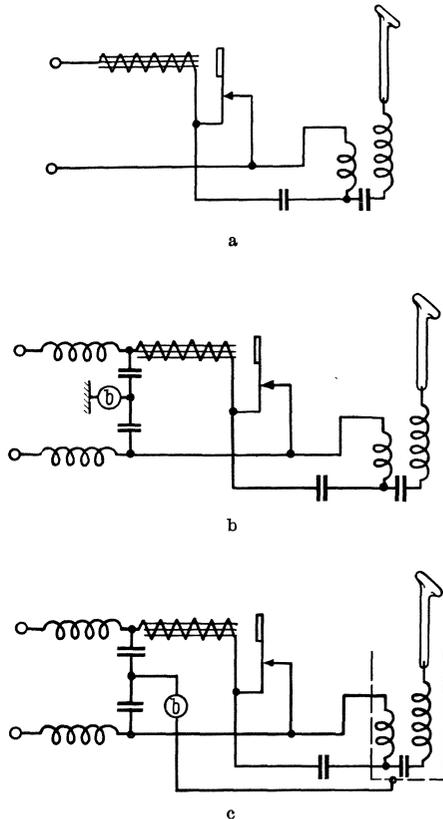


Abb. 76. Entstörungsmaßnahmen an einem HF-Heil-  
gerät. a Heilgerät unbeschaltet, b Einbau einer HF-  
Sperrre in die Zuleitung, c Schließen des offenen Be-  
handlungskreises durch Metallmanschette mit  
Verbindung zur HF-Sperre.

Art und Weise abhängig, in der es benutzt wird. Man soll es, um minimale Störwirkung zu erreichen, an eine Steckdose anschließen, die möglichst weit namentlich von senkrechten Metallgebilden, wie Regenerinnen, Eisenträger usw. entfernt ist, um eine Übertragung der Störung durch Strahlung des offenen Behandlungskreises auf diese Gebilde zu unterbinden.

## 2. Art und Durchführung der Entstörungsmaßnahmen.

Angewandt werden folgende Maßnahmen:

1. Möglichst entkoppelte Aufstellung des HF-Heilgerätes während des Betriebs.

2. HF-Sperrung der Speiseleitung (Abb. 76b).

3. Schließen des offenen Behandlungskreises (Abb. 76c).

Zu 1: Man soll sich bei Gebrauch des Gerätes soweit von der Steckdose bzw. der speisenden Starkstromleitung und anderen Leitersystemen, wie Zentralheizung, Gasleitung und Wasserleitung, entfernt halten, wie es die Apparatezuleitungen gestatten, um eine direkte Übertragung von Störungen auf die Starkstromleitung möglichst herabzusetzen. Vielfach ist die Wirkungslosigkeit von Störschutzmitteln an HF-Heilgeräten dadurch zu erklären, daß der Benutzer des Gerätes in zu großer Nähe der Steckdose sitzt und damit auch in großer Nähe der von der Steckdose fortführenden Speiseleitungen, so daß durch eine direkte Übertragung der hochfrequenten Energie von dem Benutzer bzw. von dem offenen Behandlungskreis auf die Speiseleitung eine evtl. vorhandene HF-Sperre einfach überbrückt wird.

Zu 2: Zur HF-Sperrung gegen das speisende Netz wird normalerweise ein einfaches Drosselglied, das als Zwischenstecker ausgebildet ist, verwendet (Abb. 76b).

Zu 3: Das Schließen des offenen Behandlungskreises, dessen Antennenwirkung während der Behandlung durch den Patienten vergrößert wird, geschieht im einfachsten Falle nach Abb. 76c durch Umhüllen des Handgriffs, in dem normalerweise der Tesla-Transformator untergebracht ist, mit einer geschlitzten Metallhülse, die durch einen Kondensator mit dem zweiten Pol des Tesla-Transformators bzw. mit dem Symmetriepunkt der HF-Sperre verbunden ist. Wird die Behandlung durch eine zweite Person durchgeführt, so ist der Patient gesondert durch eine, den marktgängigsten Störschutzmitteln normalerweise beigegebene Metall-Elektrode mit der Metallhülse am Handgriff des Tesla-Transformators zu verbinden.

**b) Maßnahmen an Diathermiegeräten.** 1. Ursache der Störfähigkeit von Diathermiegeräten. Zweck der Anwendung von Diathermiegeräten ist die Erzeugung starker hochfrequenter Ströme (ca. 1—5 A),

um örtliche Erwärmung kranker Körperstellen zu erreichen. Zu diesem Zweck wird nach Abb. 77 a mittels eines Transformators hochgespannte Wechselspannung auf eine Löschfunkenstrecke gegeben, welche einen Primärkreis zu Eigenschwingungen anstößt, der seinerseits mit dem Be-

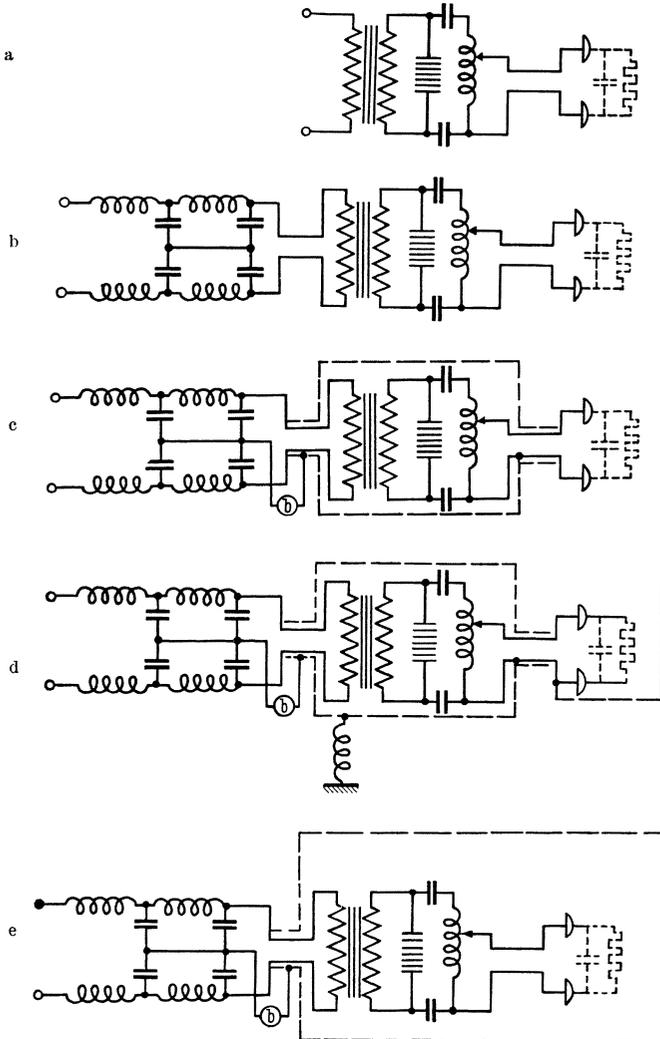


Abb. 77. Entstörungsmaßnahmen am Diathermiegerät. a Schaltung des Diathermiegerätes, b Einfügung einer HF-Sperre in die Zuleitung, c zusätzliche Abschirmung des Diathermiegerätes und des Behandlungskabels, d zusätzliche Teilabschirmung des behandelten Patienten und Sperrung der Erdleitung durch HF-Drossel, e vollständige Abschirmung durch Einbau in Gaze Käfig.

handlungskreis gekoppelt ist. Vom Behandlungskreis werden mehr oder weniger lange Zuleitungen zu den Elektroden geführt, die an den Patienten angelegt werden. Als wesentlicher Träger bzw. Erzeuger von Störungsenergie kommt in Frage:

1. die Funkenstrecke,
2. die HF-Energie führenden Abstimmkreise im Gerät,
3. die Zuleitungen zum Patienten und der Patient selbst.

Die Störfähigkeit eines Diathermiegeräts ist infolge der in ihm erzeugten größeren HF-Energie in bedeutend stärkerem Maße von der Art der Aufstellung abhängig, als das beim HF-Heilgerät der Fall ist. Infolgedessen muß bei der Aufstellung nach Möglichkeit darauf geachtet werden, daß direkte Störungsübertragung vom Diathermiegerät auf sekundäre Störungsträger, wie Dampfheizung, Wasserleitung und Gasleitung, Eisenträger usw. vermieden wird.

2. Art der Entstörungsmaßnahmen an Diathermiegeräten.  
Folgende Maßnahmen werden angewendet:

1. Verhinderung der Ausbreitung von Störungsenergie nach dem speisenden Netz durch HF-Filter (Abb. 77 b).
2. Abschirmung des Diathermiegeräts und der Zuleitung bis zum HF-Filter (Abb. 77 c).
3. Verhinderung der Abstrahlung von hochfrequenter Energie durch die Behandlungskabel und den Patienten (Abb. 77 d).
4. Verhinderung der Übertragung von Störungsenergie auf sekundäre Störungsträger in der Umgebung (Abb. 77 e).

Zu 1: Kapazität und Induktivität solcher Filter müssen so bemessen sein, daß bei der Eigenwelle des Diathermiegeräts maximale Sperrwirkung vorhanden ist. Da an den Spulen starke Hochfrequenzspannungen entstehen, müssen sie gut isoliert sein. Der Symmetriepunkt der bei den Filtern verwendeten Kondensatoren ist mit dem Gehäuse des Diathermiegeräts (bzw. mit Erde) zu verbinden.

Zu 2: Die Abschirmung des Geräts kann dadurch erreicht werden, daß zum Bau des Gehäuses Metallblech verwendet wird oder — falls Holz verwendet ist — eine Auskleidung des Holzgehäuses mit Metallfolie stattfindet. Neuerdings sind von verschiedenen Firmen für ältere nicht abgeschirmte Diathermiegeräte kleine mit Metallgaze bespannte Käfige erstellt worden, deren Größe so bemessen ist, daß ein normales Diathermiegerät gerade hineinpaßt. Die Abschirmung der Zuleitung erfolgt durch Verwendung einer geklöppelten Metallumhüllung.

Zu 3: Die Abstrahlung von Störungen durch die Behandlungsleitung kann durch die Verwendung abgeschirmter, normalerweise einadriger Hochfrequenzkabel vermieden werden. Bei derartigen Kabeln dient die

Kabelader als Hinleitung zum Patienten, der Kabelmantel als Rückleitung.

Um eine Abstrahlung durch den Patienten zu unterbinden, kann man das Behandlungsbett auf einen Gummit Teppich stellen, dessen Unterseite mit Kupfergaze bzw. Kupferblech unterlegt ist, welches mit der Apparateschirmung verbunden ist.

Bei dieser Maßnahme ist streng darauf zu achten, daß der Behandelte immer gut gegen diese Metallunterlage isoliert ist, weil sonst Gefahrenmomente entstehen können. Außerdem ist die isolierte Zwischenlage so zu gestalten, daß die Kapazität des Patienten gegen die Metallunterlage so klein gehalten wird, daß eine Ablenkung wesentlicher Beträge von HF-Strom, bezogen auf die Größe der angewandten Behandlungsstromstärke, nicht stattfindet.

Zu 4: Ist das Diathermiegerät in einer dicht besiedelten Wohngegend aufgestellt und an einem Ort, der verhältnismäßig weit vom Bezirksender entfernt ist, so ist unter Umständen damit zu rechnen, daß die getroffenen Schutzmaßnahmen noch nicht ausreichen. Geringe Beträge von hochfrequenter Energie in der Umgebung des Patienten können dann noch auf die aus dem Raum führenden Leitungen oder in die Wand eingebaute Eisenträger usw. übertragen werden und genügen, um in senderfernen Gegenden zumindest störepfindliche Empfangsanlagen zu beeinflussen.

In solchen Fällen wird man sich zuerst überzeugen, wo die für die Beschaltung in Frage kommenden Strömungsträger liegen. Man kann oft durch eine geeignetere entkoppelte Aufstellung des Heilgeräts und des Patienten in demselben Raum wesentliche Störungsminderungen erreichen. Ist das nicht der Fall, so kann man erwägen, die sekundären Störungsträger, wie in Abb. 77e angedeutet ist, mit Kupfergaze oder auch mit Flächen aus stoffbespannter Kupfergaze abzuschirmen.

Führen diese Teilabschirmungen nicht zum Ziel, so bleibt als einzige wirkungsvolle Maßnahme übrig, das Diathermiegerät samt dem Patienten in einer Behandlungskabine aus Kupfergaze, wie sie von verschiedenen Firmen hergestellt werden, aufzustellen. Alle in diesen Gazekäfig führenden Leitungen müssen an der Eintrittsstelle durch Kondensatoren für Hochfrequenz nach dem Käfig kurzgeschlossen oder gar durch Einfügen von HF-Sperren verriegelt werden. Neuerdings werden auch Metalltapeten für die Abschirmung von Zimmern, in denen Diathermiegeräte aufgestellt sind, angeboten.

Der Einsatz der letzterwähnten Mittel erfordert erhebliche Aufwendungen. Man muß daher in solchen Fällen vor Ergreifen der Schutzmaßnahmen die Empfangsanlagen sorgfältig untersuchen und eine evtl.

vorhandene zu weitgehende Störemfindlichkeit nach den im ersten Teil geschilderten Methoden herabsetzen.

**c) Maßnahmen an Zeileis-Geräten.** 1. Ursache und Größe der Störfähigkeit von Zeileis-Geräten. Zeileis-Geräte haben in ähnlicher Weise wie Diathermiegeräte eine durch hochgespannten Wechselstrom gespeiste Plattenfunkenstrecke, die einen Schwingungskreis, dessen Eigenfrequenz normalerweise zwischen 100—200 kHz liegt, zu gedämpften Eigenschwingungen anstößt. Die erzeugte HF-Leistung ist größer als die bei Diathermiegeräten. Nach dem Tesla-Prinzip findet weiterhin eine Transformation auf sehr hohe HF-Spannungen statt. Demgemäß treten in der Umgebung eines solchen Zeileisgeräts starke Störfelder auf.

2. Maßnahmen zur Minderung der Störfähigkeit von Zeileis-Geräten. Im allgemeinen ist eine genügende Störungsminde- rung nur zu erreichen bei Aufstellung des Zeileisgeräts in einem Gaze- käfig bzw. in einem mit Gaze oder Metalltapete ausgeschlagenen Zimmer. Alle Leitungen, die aus dem abgeschirmten Käfig bzw. Zimmer herausführen, vor allem aber die Speiseleitungen des Zeileis-Geräts müssen an der Aus- trittsstelle durch HF-Sperren verriegelt werden.

## **XV. Anforderungen an die Installation der Entstörungsmittel.**

### **A. Arten der Installation.**

Bis jetzt haben sich folgende Arten der Installation ausgebildet:

1. Einbau in die zu entstörenden elektrischen Maschinen und Geräte,
2. Anbau an die zu entstörenden Maschinen und Geräte,
3. Einbau in die Zuleitung,
4. Anbau oder Einbau in Steckdose oder Stecker.

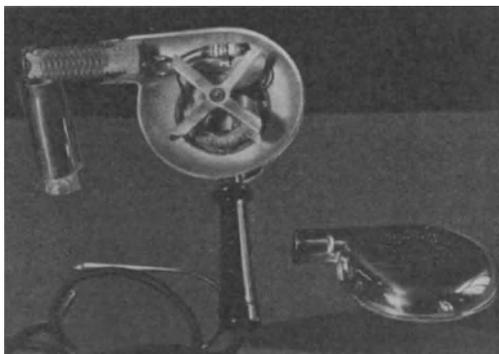
### **B. Allgemeine Anforderungen an die Installation der Entstörungsmittel (I8).**

Es sind folgende allgemeine Forderungen bezüglich der Installation aufzustellen:

1. Die Berührungsschutzsicherheit muß einwandfrei gewährleistet sein.
2. Die Entstörungsmittel dürfen den Wirkungsgrad der zu beschal- tenden Geräte nicht herabsetzen.

Nach Möglichkeit sollte danach gestrebt werden, die Lebensdauer und die Isolationsfestigkeit der Entstörungsmittel denjenigen Anforderungen anzupassen, die an die Lebensdauer und Isolationsfestigkeit der mit diesen Entstörungsmitteln beschalteten elektrischen Geräte gestellt werden. Mit besonderer Sorgfalt sind die Kontakte zwischen Entstörungsmittel

und zu entstörendem Gerät zu erstellen. Erfahrungsgemäß steht fest, daß ungenügende Wirksamkeit von Entstörungsmitteln oft durch ungenügende Säuberung der Kontaktstellen, namentlich der Gehäuseverbindungen, hervorgerufen werden. Alle Verbindungsstellen sind also sorgfältig bei der Installation zu säubern. Die vom HF-technischen Standpunkteinwandfreiste Verbindung ist eine gut hergestellte Lötverbindung.



### C. Besondere Anforderungen an die verschiedenen Arten der Installation von Entstörungsmitteln.

Zu den einzelnen Formen der Installation, die unter A aufgeführt wurden und deren Anwendbarkeit verschieden bewertet werden muß, je nachdem es sich um ortsfeste Maschinen und Geräte oder ortsveränderliche handelt, ist folgendes zu sagen:

Zu A 1: Es ist von vornherein klar, daß der Einbau von Entstörungsmitteln sowohl für ortsfeste als auch für ortsbewegliche Maschinen und Geräte, die vom Sicherheitsstandpunkt einwandfreieste Form der Anbringung der Entstörungsmittel darstellt. Man sollte deshalb von dieser Möglichkeit der Beschaltung, sofern sie anwendbar ist, in erster Linie bei der Installation Gebrauch machen (Abb. 78).

Zum Einbau werden im allgemeinen Kondensatoren mit einzeln herausgeführten Anschlußleitungen verwendet. Der Kondensatorwickel ist zum Schutz normalerweise in

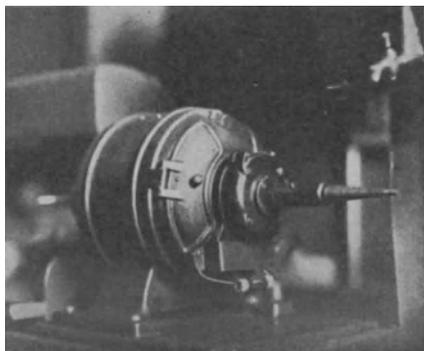


Abb. 78. Entstörung durch Einbau eines Kondensators. a richtig (Einbaukondensator innen vorschriftsmäßig befestigt), b falsch (Einbaukondensator außen behelfsmäßig mit Isolierband befestigt), c falsch (Einbaukondensator zum ungeschützten Anbau verwandt).

einem Glas- oder Pertinaxröhrchen eingebaut. Die Verbindung der Kondensatoranschlußleitung mit dem Gerät oder der Maschine kann durch Lötung oder Verschraubung hergestellt werden.

Zu A 2: Bei Anbau der Entstörungsmittel sollen diese mit der beschalteten Maschine durch Schrauben oder Schellen fest verbunden werden. Weiterhin soll der Anbau möglichst geschützt erfolgen, um eine möglichst große Sicherheit gegen mechanische Einwirkungen und damit auch gegen durch Defekte bedingte unzulässige Berührungsspannungen zu erreichen (Abb. 79). Wo also beispielsweise der Anbau so möglich ist, daß als Schutz gegen Einwirkungen aller Art am Stromverbraucher vorhandene Abdeckungen (Klemmleiste usw.) verwendet werden können, soll von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht werden. Besondere Sorgfalt ist auf die feste, gegen mechanische Einwirkungen geschützte Verlegung der Zuleitungen zu verwenden.

Für ortsbewegliche Geräte ist der Einbau der Entstörungsmittel nach Möglichkeit dem Anbau der Entstörungsmittel vorzuziehen. Geräte dieser Art sind meistens größeren technischen Beanspruchungen ausgesetzt, so daß ein Defektwerden des angebauten Entstörungsmittels, wenn der Anbau nicht besonders sorgfältig und einwandfrei erfolgt, unvermeidbar ist.

Es ist selbstverständlich, daß die Entstörungsmittel, welche zum Anbau an Geräte in feuchten Räumen usw. verwendet werden, den für diesen Fall zusätzlich an die Installation zu stellenden Anforderungen genügen müssen. Die Industrie hat für solche Fälle besondere Typen geschaffen.

Soweit Kondensatoren zum Anbau verwendet werden, finden folgende Typen Anwendung:

a) Kondensatoren, deren herausgeführte Anschlußleitungen durch eine Umhüllung, die den geltenden Anforderungen entspricht (19), geschützt sind;

b) Kondensatoren, deren herausgeführte Anschlußleitungen den geltenden Anforderungen (19) nicht entsprechen;

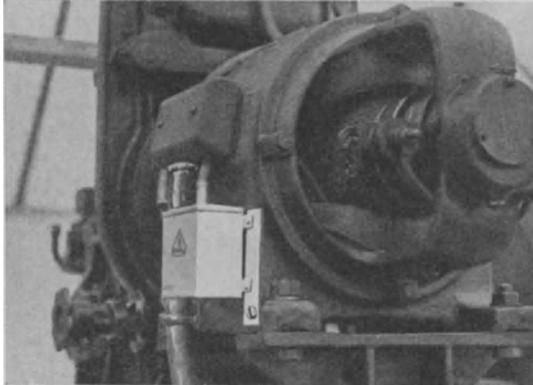
c) Kondensatoren mit Klemmleiste und Abdeckkappe.

Feste Richtlinien über die Art der Installation bzw. den Anwendungsbereich der vorgenannten Typen bei Anbau an Maschinen und Geräten bestehen nicht. Als praktischer Anhalt kann folgendes dienen:

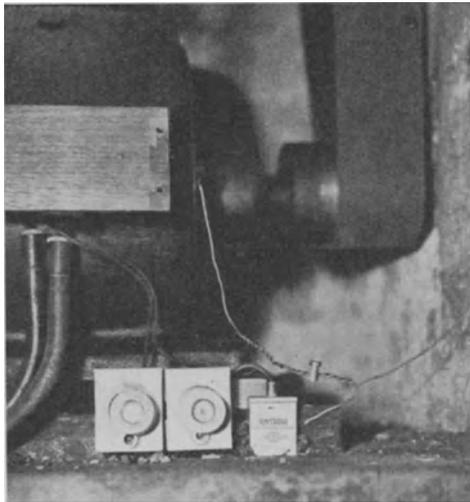
Zu a: Kondensatoren dieser Art werden zum Anbau verwendet, wenn die herausgeführten Anschlußleitungen ohne Verlängerung an die Anschlußklemmen des Stromverbrauchers angeschlossen werden können. Der Kondensator soll fest mit dem Gehäuse des Stromverbrauchers verbunden werden. Die vorhandene gemeinsame Umhüllung der fabri-

kationsmäßig herausgeführten Anschlußleitungen muß den normalen Anforderungen entsprechen. Die herausgeführten Anschlußleitungen sollen zugentlastet sein. Sie werden ohne Verlängerung direkt mit den Anschlußklemmen des Stromverbrauchers verbunden (Abb. 79a u. b).

Zu b: Kondensatoren dieser Art werden, wie die unter a behandelten, zum Anbau verwendet, wenn die herausgeführten Anschlußleitungen ohne Verlängerung an die Anschlußklemme des Stromverbrauchers angeschlossen werden können. Der Kondensator ist fest mit dem Gehäuse des Stromverbrauchers zu verbinden. Er sollte bei dieser Art der Installation mit einer Abdeckkappe versehen sein, die die Einführung einer Schutzhülle für die herausgeführten Anschlußleitungen gestattet, so daß im Handbereich die geschützte Weiterführung der herausgeführten Anschlußleitungen bis an die Anschlußklemme des zu entstörenden Geräts möglich wird (Abb. 80). Im übrigen gelten die unter a gemachten Ausführungen sinngemäß.



a



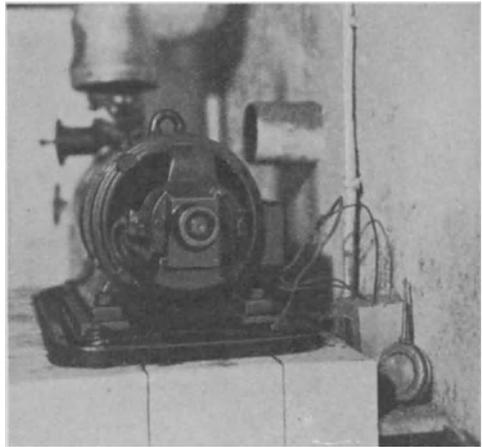
b

Abb. 79. Entstörung durch Anbau eines Kondensators mit herausgeführten Zuleitungen, deren Isolation den bestehenden Anforderungen genügt. a richtig, 1 Kondensatorgehäuse durch besondere Befestigung fest mit Maschinengehäuse verbunden, 2 herausgeführte Zuleitung des Kondensators ohne Verlängerung an Maschinenklemmen geführt, 3 herausgeführte Zuleitung vor mechanischen Einwirkungen möglichst geschützt verlegt; b falsch.

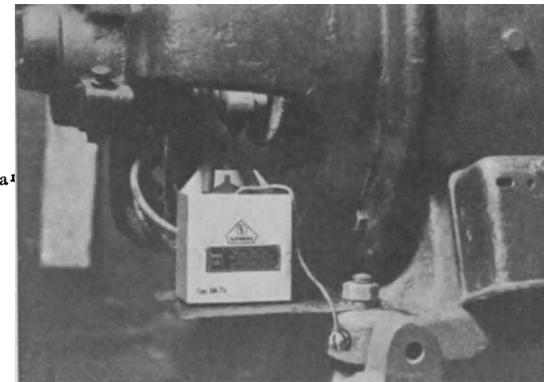
Zu a und b: Ist eine Verlängerung der fabrikmäßig herausgeführten Anschlußleitungen bei Verwendung der unter a und b angeführ-



a



b

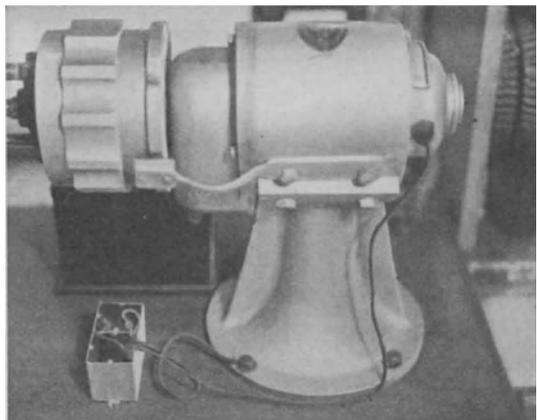


a¹

ten Kondensatorarten notwendig, so wird am besten so verfahren, daß die herausgeführten Anschlußleitungen mit unmittelbar am Kondensator zusätzlich angeordneten Anschlußklemmen verbunden werden. Diese Anschlußklemme sollte gemeinschaftlich mit dem Kondensator durch eine Abdeckung geschützt werden. Die Verbindungsleitungen zwischen Kondensator

bzw. Kondensator-klemmleiste und dem Stromverbraucher sind im Handbereich durch Schutzhülle zu schützen.

Es wird also in solchen



b¹

Abb. 80. Entstörung durch Anbau eines Kondensators mit herausgeführten Zuleitungen, deren Isolation nicht den vorschriftmäßigen Anforderungen genügt. a, a¹ richtig, 1 Kondensatorgehäuse durch besonderes Blech fest mit Motorgehäuse verbunden, 2 Zuleitung besonders geschützt und ohne Verlängerung an die Maschinenklemme geführt; b, b¹ falsch.

Fällen, wo Kondensatoren nach a und b nicht so verwendet werden können, daß die herausgeführten Anschlußleitungen direkt mit der Anschlußklemme des Stromverbrauchers verbunden werden können, zweckmäßiger sein, von vornherein die unter c bezeichneten Kondensatortypen ohne Anschlußklemme jedoch mit abgedeckter Klemmleiste und angebauten Klemmen zu verwenden.

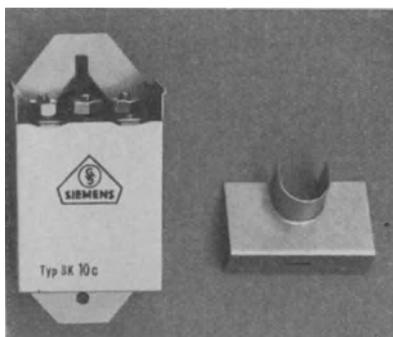
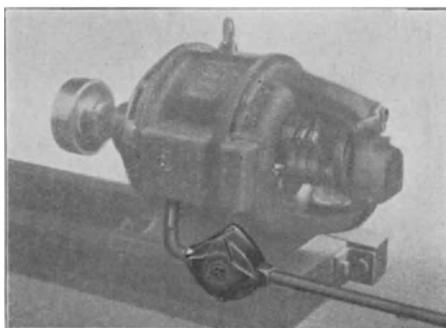
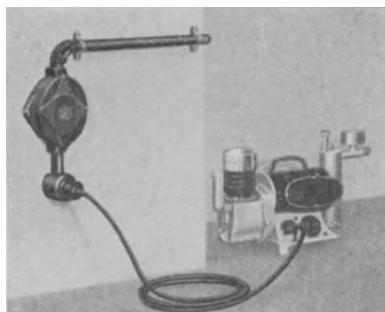


Abb. 81. Entstörungskondensator mit Klemmleiste und Abdeckkappe.

Zu c: Kondensatoren mit abgedeckter Klemmleiste (Abb. 81) werden zum Anbau nach dem vorangehenden verwandt, wenn die unter a und b angeführten Typen aus den oben bezeichneten Gründen zweckmäßigerweise nicht verwendet werden können. Das ist also beispielsweise der Fall, wenn der Kondensator soweit von den Klemmen der Maschine usw. entfernt angebracht werden muß, daß bei Verwendung eines Kondensators mit herausgeführten Anschlußleitungen eine Verlängerung dieser Anschlußleitungen notwendig würde. Die Verbindung zwischen den Klemmen des Kondensators und der Maschine bzw. des Geräts erfolgt dann entsprechend der in Starkstromanlagen üblichen Ausführungsart.



a



b

Abb. 82. Beispiele für die Installation von Stör- schutzmitteln in festverlegten Zuleitungen: a feuchtraumsicherer Einbau eines Kondensators in die Zuleitung unmittelbar unter den Eingangsklemmen eines Motors; b Installation eines Kondensators unmittelbar über der Steckdose.

In den erwähnten Fällen wird man an Stelle von Kondensatoren mit Klemmleisten auch Kondensatoren, die in Dosen eingebaut

sind, welche in die Zuleitung eingefügt werden können, mit Erfolg verwenden (s. auch zu A 3, Abb. 82).

Zu A 3: Findet der Einbau in die Zuleitung ortsfester Geräte statt, so muß die Art des Einbaus entsprechend der im einzelnen Fall vorhandenen Verlegungsart der Installationsleitung erfolgen. Namentlich für die Installation in feuchten Räumen, aber auch ganz allgemein sind daher solche Lösungen zu begrüßen, die gestatten, Kondensatoren usw. in Dosen anzubringen, die die bequeme Einfügung der Entstörungsmittel in den Zug der Installationsleitung ermöglichen (Abb. 82).

Die Anbringung der Entstörungsmittel in der Zuleitung ortsbeweglicher Maschinen und Geräte wird meist nur dann angewandt, wenn der

Einbau der Entstörungsmittel unmöglich ist. Bei den großen mechanischen

Beanspruchungen, vor allem der Zuleitungen solcher Geräte, kann diese Installation zu Defekten in der Zuleitung führen, namentlich wenn die Anschlußzuleitung an das Entstörungsmittel nicht zugentlastet ist. In der Praxis wird zuweilen die bei Entstörungsmitteln dieser Art notwendige Verbindungsleitung zum Gehäuse der elektrischen Maschine um die vorhandene Starkstromzuleitung lose herumgeschlungen. Das ist jedoch unzulässig (29). Es muß

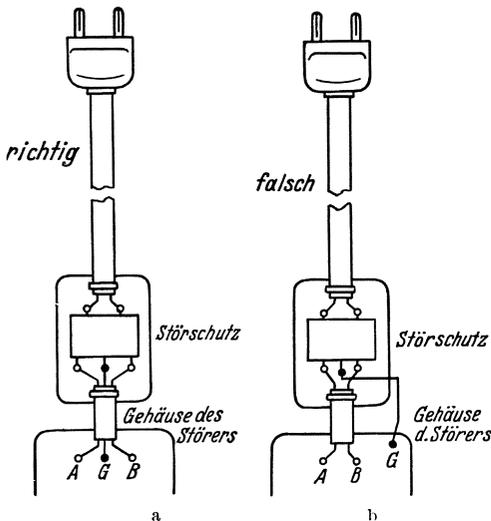


Abb. 83. Installation von Entstörungsmitteln in der Zuleitung ortsveränderlicher Geräte. a richtig, 1 Zuleitungen zugentlastet, 2 Verbindung zwischen Störerschutzmittel und Gehäuse des Störers durch Dreifachleitung; b falsch (Gehäuseverbindung durch lose geführte dritte Leitung erstellt).

vielmehr in diesem Fall stets eine 3-fach-Leitung zur Verbindung zwischen Entstörungsmittel und Stromverbraucher verwendet werden, welche außer den Leitungen für die Stromzuführungen die Verbindungsleitung zwischen Entstörungsmittel und Gehäuse des Stromverbrauchers in der gemeinsamen Schutzhülle enthält (Abb. 83). Ein Teil der für diesen Zweck vorgesehenen Entstörungsmittel läßt auch eine Anschlußmöglichkeit für eine evtl. erforderliche Schutzleitung vermissen.

Zu A 4: In praxi wird die Verbindung zwischen Entstörungsmittel und Gehäuse bei dieser Installationsart häufig durch eine völlig unge-

schützt verlegte dritte Leitung herbeigeführt. Bereits unter 3 wurde darauf hingewiesen, daß das unvorschriftsmäßig ist, vielmehr muß auch hier eine 3-fach-Leitung Verwendung finden.

Folgende Installationsmöglichkeiten sind für diesen Fall gegeben:

1. Das Entstörungsmittel ist als Zwischenstecker ausgebildet, der zwischen Steckdose und Gerätestecker geschaltet wird (Abb. 84).

2. Das Entstörungsmittel ist zum festen Anbau an die Steckdose vorgesehen (Abb. 82).

3. Das Entstörungsmittel ist in dem Gerätestecker eingebaut.

Ehe auf die aufgezeigten Möglichkeiten eingegangen wird, sei noch darauf hingewiesen, daß diese Art der Installation von Entstörungsmitteln oft eine ungenügende Störungsminde rung zur Folge hatte, namentlich bei Vorhandensein längerer Zuleitungen zwischen Stromverbraucher und Entstörungsmittel. Es sind deshalb Bestrebungen im Gange, die in solchen Fällen beobachteten ungenügenden Störungsminde rungen dadurch zu verbessern, daß die zwischen Entstörungsmittel und Gerät u. U. notwendige dritte Leitung als Abschirmung ausgebildet wird, die die Starkstromzuleitungen umhüllt und selbstverständlich durch eine entsprechend isolierende Umhüllung gegen Berührung gesichert ist.

Im einzelnen ist zu den aufgezeigten Möglichkeiten folgendes zu sagen:

Zu 1: Zwischenstecker können nur bei Stromverbrauchern, deren Stromaufnahme 10 Amp. nicht überschreitet, angewandt werden (21). Sie müssen den bestehenden Bestimmungen über die Anforderungen an Steckdosen und Stecker entsprechen, namentlich bezüglich der Kontakthülsen und Kontaktstifte (22). Ist eine besondere Verbindung vom Zwischenstecker nach dem Gehäuse des Stromverbrauchers notwendig, so sollte sie gemäß den vorangehenden Ausführungen durch eine 3-fach-Leitung erstellt werden. Demgemäß müßte dann der Zwischenstecker den für eine solche Verbindung erforderlichen Anschluß einer 3-fach-Leitung mit einem 3-fach-Stecker ermöglichen.

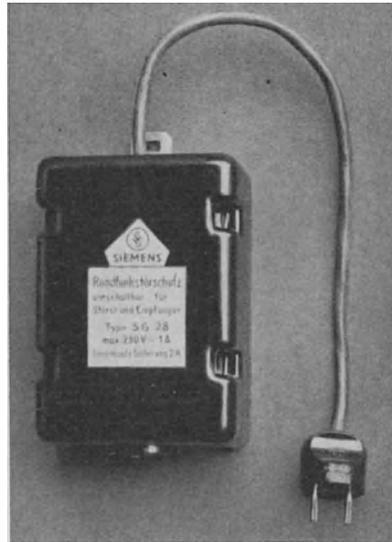


Abb. 84. Installation von Entstörungsmitteln als Zwischenstecker.

Zu 2: Diese Art der Installation kommt nur in Frage für Maschinen und Geräte, die immer aus derselben Steckdose betrieben werden. Bezüglich dieser Anwendungsform der Entstörungsmittel ist zu sagen, daß gegenwärtig noch keine bewährte Lösungsform vorhanden ist. Die praktische Lösung wird in einwandfreier Form so möglich sein, daß die Steckdose das Entstörungsmittel u. U. auswechselbar enthält, und der Anschluß des zu entstörenden Geräts über eine 3-fach-Leitung mit 3-fach-Stecker, bei der die dritte Leitung u. U. als Abschirmung ausgebildet ist, stattfindet. Der behelfsmäßige völlig ungeschützte Anbau an Steckdosen ist unstatthaft. In recht brauchbarer Weise kann der Anbau an Steckdosen durch Verwendung von Entstörungsmitteln, die in Dosen eingebaut sind, welche unmittelbar vor der Steckdose in den Zug der Installationsleitungen eingefügt werden, schon heute praktisch ausgeführt werden (Abb. 82).

Zu 3: Auch diese Form der Installation des Entstörungsmittels stellt, falls der Gerätestecker nicht zu schwer ausfällt, eine praktische Lösungsmöglichkeit dar. Der Anschluß der zu entstörenden Maschinen kann auch hier wieder über eine 3-fach-Leitung, deren 3. Leitung u. U. als Abschirmung ausgebildet ist, erfolgen.

Wird die zusätzliche Belastung des Gerätesteckers durch das eingebaute Schutzmittel zu groß, so kann eine Verschlechterung des Kontakts Stecker/Steckdose herbeigeführt werden, die zu Rundfunkstörungen Anlaß geben kann.

#### D. Über Erfahrungen in der Preisbildung bei der Durchführung von Entstörungen.

Die Praxis zeigt, daß Entstörungen sehr oft an der Kostenfrage scheitern, bzw. daß die Frage der Kostentragung bei der Erledigung von Störungsfällen besondere Schwierigkeiten macht. Im allgemeinen Interesse muß daher bei der Kalkulation in solchen Fällen besonders vorsichtig vorgegangen werden.

Es ist natürlich unmöglich, feste Preisvorschriften für alle vorkommenden Fälle festzulegen. Vielmehr kann es sich nur darum handeln, auf Grund der vorliegenden Erfahrungen Anhalte für die Preisbildung in Regelfällen zu geben. Dabei muß allerdings die Voraussetzung gemacht werden, daß der den Entstörungsauftrag Erledigende die technischen Grundkenntnisse zur Behandlung der Regelfälle besitzt, so daß er imstande ist, die sachgemäße Installation des Störschutzmittels in einer als normal anzusehenden Zeit durchzuführen. Besondere Erfahrungen bei der Bildung von Preisrichtlinien für Entstörungsaufträge sind an verschiedenen Stellen gemacht worden. Im Laufe einer 4jährigen, vorbildlichen Zusammenarbeit zwischen Rundfunk und Starkstrom in Hamburg

wurden beispielsweise solche Preisrichtlinien herausgearbeitet und angewandt. Auch bei der Entstörung von Baden-Baden wurden in ähnlicher Weise Preisanhalte festgelegt. Weiterhin sind bei verschiedenen Entstörungsaktionen, wohl in Anlehnung an das Verfahren in Hamburg und Baden-Baden, beispielsweise in Hannover Anhalte für die Preisbildung gegeben worden.

In den erwähnten Fällen wurden bei der Preisbildung folgende Einzelposten berücksichtigt:

1. Preis des Störschutzmittels,
2. Preis für die Montagestunden,
3. Anrechnung der Wegzeit und evtl. Fahrtkosten usw.
4. Anrechnung des zur Installation benötigten Kleinmaterials.

Die in den obenerwähnten Fällen gegebenen Preisanhalte zeigen z. T. Abweichungen, die darin begründet sind, daß das Lohnniveau in den bezeichneten Orten verschieden war, daß z. T. besondere Rabatte auf die einzelnen Posten, aus denen sich der Gesamtpreis aufbaute, bewilligt wurden, daß durch die Art der organisatorischen Erfassung teilweise besondere Erleichterungen geschaffen waren, oder daß örtliche Eigentümlichkeiten (Unterschied zwischen Groß- und Mittelstadt usw.) besondere Aufwendungen bedingten. Im folgenden sollen kurz die in den oben angeführten Fällen gewonnenen praktischen Ergebnisse der Preisbildung erörtert werden.

In Hamburg wurde so vorgegangen, daß für typische Störungsfälle zum Preise des Störschutzmittels ein Preiszuschlag gewährt wurde. Dieser betrug beispielsweise für die Entstörung eines Geräts mit Kleinstmotor durch Einbau von zwei Kondensatoren in das Gerät oder Einbau eines Kondensators in die Zuleitung 6,80 RM. Dieser Betrag wurde aus folgenden Posten gebildet:

- a) 1 ½ Montagestunden,
- b) 1 Wegstunde,
- c) Pauschalbetrag für Kleinmaterial zur Montage und Fahrtkosten 1 RM.

Bei diesem Verfahren ergaben sich folgende Preisanhalte für typische Störungsfälle:

1. Gerät mit Kleinstmotoren:  
Einbau von 1 oder 2 Kondensatoren . . . . RM 7,75 bzw. 8,70
2. Gerät mit Kleinstmotor:  
Einbau eines Kondensators in die Zuleitung . RM 10,10
3. Gleichstrommotor von etwa ½ PS an:  
Anbau eines Kondensators . . . . . RM 11,— bzw. 13.—

## 4. Elektrische Kaffeemühle:

Einbau je eines Kondensators in Motor und  
 Zuleitung . . . . . RM 17,30  
 (davon 11,30 RM Pauschalzuschlag)

## 5. Zahnbohrmaschine:

Einbau je eines Kondensators in Maschine und  
 Zuleitung, Einbau einer Drossel in die Zu-  
 leitung . . . . . RM 25,25  
 (davon 16,55 RM Pauschalzuschlag)

Diese Regelung hat sich unter den Hamburger Verhältnissen, d. h. im Zuge einer kameradschaftlichen, seit Jahren bestehenden vorbildlichen Gemeinschaftsarbeit zwischen Elektrizitätswerken, Installateuren, Elektro-Großfirmen, Reichspost und Reichsrundfunkgesellschaft bewährt (*Ia*). Aus den angeführten Beispielen ist ersichtlich, daß die Pauschalzuschläge nicht starr festgelegt waren, sondern dem verschiedenen Charakter der Störungsfälle angepaßt wurden.

Bei der Preisbildung in Baden-Baden (23) wurden zunächst nur folgende Posten berücksichtigt:

1. Preis des Störschutzmittels,
2. Kosten der Entstörungsarbeit.

Als Einheit für die Entstörungsarbeit wurden  $1\frac{1}{2}$  Std. Montage à 2,50 RM oder nach besonderer Vereinbarung à 1,95 RM angerechnet. Diese Einheit der Entstörungsarbeit wurde ähnlich wie in Hamburg als genügend zur Entstörung eines Geräts mit Kleinstmotor durch Einbau von zwei Kondensatoren erachtet. Die auf diese Weise errechneten und bezahlten Preise sind in Zahlentafel IV zusammengestellt. In einer besonderen Spalte der Zahlentafel ist gleichzeitig angegeben, wieviel Einheiten der Entstörungsarbeit den einzelnen typischen elektrischen Geräten zugeordnet wurden. Für Sondermaßnahmen, wie Symmetrierung größerer Maschinen (0,5 kW und mehr) und Erdung wurden besondere Vergütungen erstattet (Symmetrierung 7,50 RM, Erdung 3,90 RM). Später erwies sich als notwendig, für die Wegzeit, d. h. das Abholen und Zurückbringen der Geräte einen weiteren Aufschlag zu machen.

Anläßlich einer Entstörungsaktion in Hannover wurden die in Zahlentafel V angegebenen Preisanhalte zugrunde gelegt.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die erwähnten, in praxi erprobten Abmachungen lediglich praktische Anhalte für die Preisbildung geben. Es muß allerdings darauf hingewiesen werden, daß die angeführten Preise immer unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse, des organisatorischen Aufwands zur Erfassung der Einzelfälle u. dgl. mehr zu betrachten sind. Die Preise stellen daher örtlich und zeitlich bedingte

Mittelwerte dar. Der Entstörungsfachmann wird immer der Tatsache Rechnung tragen, daß eine preiswerte Erledigung von Aufträgen der beste Kundendienst und das beste Werbungs mittel für sein Geschäft ist, und er wird weiterhin den Gedanken der Berufskameradschaft bei der Preisbildung in richtiger Weise beachten.

## **XVI. Die notwendigen Hilfsmittel zur praktischen Bearbeitung von Störungsfällen.**

Die Hilfsmittel des Bearbeiters von Störungsfällen sind bedingt durch die Arbeiten bzw. Versuche, welche er u. U. durchzuführen hat. Nach dem Vorangehenden kommen folgende Tätigkeiten in Frage, die natürlich nicht in jedem einzelnen Fall durchgeführt werden:

1. Beseitigung von Wackelkontakten und richtige Aufstellung des Empfangsgeräts sowie dessen Verriegelung gegen das Netz.
2. Einfache Änderungen in der Verlegung von Antenne und Erde.
3. Weitergehende Änderungen in der Antennen- und Erdverlegung mit Abschirmungsmaßnahmen.
4. Störsuche.
5. Feststellung der einfachsten und wirksamsten Entstörungsmittel an der Störquelle.

Zur Durchführung der Maßnahmen zu 1—3 in der Empfangsanlage, die oft nur behelfsmäßig, gewissermaßen als augenscheinlicher Beweis für offensichtliche Mängel getroffen werden, sind folgende Werkzeuge bzw. Materialien erforderlich:

1. Werkzeuge zur behelfsmäßigen Verlegung von Antennen (Uhrmacherschraubenzieher, zwei Schraubenzieher von ca. 3 mm und 6 mm Breite, Beißzange, Flachzange, Hammer und Stahlstifte).
2. Material für einfache Änderungen in der Antennen- und Erdverlegung (gummiisolierter biegsamer Draht oder Litze, blanker Kupferdraht  $D = 2,5—0,5$  mm, Antennenisolatoren, Bananenstecker, Krokodilklemmen, Bindfaden, Messer).
3. Material für weitergehende Maßnahmen an Antennen (einige Stücke abgeschirmtes Kabel verschiedener Länge, Endarmaturen, zerlegbares Bambusrohr als behelfsmäßige Antenne).

4. Mittel für die Beschaltung des Empfängers (HF-Sperre zum Zwischenschalten, Störschutz-Kondensatoren, NF-Sperre zum Zwischenschalten oder Einbau, Kupfer- oder Aluminiumfolie zum Abschirmen).

Zur Störsuche und Feststellung der geeigneten Schutzschaltung an der Störquelle werden folgende Mittel benötigt:

5. Störsuchgerät u. U. mit Meßzusatz oder Kofferempfänger für Störsuche zur Beurteilung der Störstärke bzw. Störfähigkeit.

6. Ein Koffer mit den gebräuchlichsten Entstörungsmitteln (Kondensatoren verschiedener Schaltung und Größe der Kapazitätswerte, Funkenlöschung, HF-Sieb, Drosseln).

7. Hilfsmittel zur behelfsmäßigen Anbringung der Entstörungsmittel bzw. zur schnellen Behebung einfacher Fehler an Starkstromanlagen (Schraubenzieher, Universalzange, NGA-Draht, Kabelmesser, Isolierband, Schmirgelpapier usw.).

Zweifelsohne wird man nicht jede Stelle, die sich mit Rundfunkstörungen zu befassen hat, mit all diesen Mitteln ausrüsten. Es wird in praxi genügen, bei vielen Stellen nur die einfachsten der obengenannten Hilfsmittel zur Verfügung zu stellen und nur eine geringe Zahl übergeordneter Stellen, die mit der Durchführung von Entstörungsmaßnahmen betraut sind, mit allen Mitteln auszustatten.

## **XVII. Anforderungen an den Bearbeiter von Störungsfällen und Kennzeichnung ihrer Aufgabe.**

### **A. Anforderungen an den Sachbearbeiter von Entstörungsfällen.**

Selbstverständliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Tätigkeit ist ein genügender Überblick über die Technik der hochfrequenten Beeinflussung. Der Bearbeiter von Störungsfällen muß also die Art der Entstehung und Ausbreitung der Störfelder übersehen und auch eine Vorstellung über die Größenordnung, in denen sich die Vorgänge abspielen, haben. Nur dann, wenn er diese allgemeine Grundlage besitzt, wird er nicht vor jedem neuen Störungsfall als neuem Problem stehen, sondern an Hand des allgemeinen Überblicks fähig sein, früher Festgestelltes im neuen Fall zu verwenden und dadurch allmählich zu einer schnellen und schematischen Erledigung der Einzelfälle gelangen.

Aus dem Vorangehenden geht weiter hervor, daß ein Schema für die Erledigung eines Einzelfalles nicht gegeben werden kann. Namentlich das imponderable Moment, das durch die Eigenschaften und Bestrebungen der Menschen, welche an einem Störungsfall beteiligt sind, vorgegeben ist, wird in einem solchen Schema nie erfaßbar sein. Der Bearbeiter von Störungsfällen muß daher außerdem weitgehend fähig sein, die Menschen und Gründe ihrer Einstellung bzw. ihrer Handlungsweise sowie die Möglichkeit ihrer Beeinflussung zu beurteilen. Diese Fähigkeit wird es ihm ermöglichen, die an dem Störungsfall Beteiligten in geeigneter Weise zu behandeln, so daß er diejenige Erledigungsform durchsetzen wird, die er nach der Untersuchung des Falles als die richtige und tragbare erkannt hat.

Diese Fähigkeit der richtigen Menschenbeurteilung und -behandlung wird sich insbesondere in solchen Fällen zeigen müssen, wo zwischen Störer und Hörer eine persönliche Gegnerschaft besteht oder auch auf Grund des Störungsfalles entstanden ist. Es ist menschlich verständlich, daß in solchen Fällen die Aussagen von Störer und Hörer über die technischen Grundlagen des Störfalles subjektiv gefärbt sind. Infolgedessen muß dann besonderer Wert darauf gelegt werden, daß die wirklichen Tatbestände durch sachgemäße Untersuchung geklärt werden und mit der technischen Feststellung eine Beseitigung der bestehenden Gegensätze erstrebt wird. Auf jeden Fall wird man in derart gelagerten Fällen vermeiden, bestehende persönliche Gegensätze noch zu verschärfen, sondern vielmehr bestrebt sein, gestützt auf die sachlichen Ergebnisse der Untersuchungen diese Gegensätze auszugleichen.

#### B. Kennzeichnung der praktischen Aufgabe.

Es genügt natürlich nicht, dem Bearbeiter von Störungsfällen eine exakte Ausbildung zuteil werden zu lassen, damit er sich begnügt, theoretische Erwägungen über bestehende Möglichkeiten anzustellen. Was erwartet wird, ist Handeln, Beseitigung der Störungen, ganz gleich auf welchem Wege, aber so, daß im Einzelfall durch den eingeschlagenen Lösungsweg sowohl vom technisch-wirtschaftlichen als auch vom Standpunkt des Rechtsempfindens Pflichten und Rechte von Hörer und Störer in richtiger Weise berücksichtigt werden. Die Theorie wird zu diesem Zweck nur als Hilfsmittel zur Erleichterung der Arbeit dienen können.

Die praktische Tätigkeit stellt danach den Bearbeiter von Störungsfällen in den Rahmen einer großzügigen technischen Gemeinschaftsarbeit zwischen Rundfunk- und Starkstromtechnik, deren Ziel ist, eine Entkopplung von Rundfunk und Starkstrom in einer der Bedeutung des Rundfunks einerseits und der Berücksichtigung der Belange der Gesamtwirtschaft andererseits möglichst wirkungsvollen Art und Weise herbeizuführen. Das stellt die Aufgabe, immer die technischen Grundlagen einwandfrei zu klären, d. h. festzustellen, wie weit die Störempfindlichkeit der Empfangsanlage bzw. die Störfähigkeit der Störquelle die Größe der auftretenden Beeinflussung bestimmen und wie weit es erforderlich ist, Störempfindlichkeit und Störfähigkeit im Sinne einer gerechten und wirtschaftlichen Verteilung der aus der Erledigung des Falles erwachsenden Lasten herabzusetzen. Der Bearbeiter von Störungsfällen kann sich also nicht damit begnügen, nur für den Augenblick eine Lösung zu erreichen, sondern er darf das Ziel nicht aus dem Auge verlieren, durch möglichst weitgehende Entkopplung der Starkstrom- und Rundfunkeinrichtungen die Störmöglichkeit durch Maßnahmen auf beiden Seiten für

alle Zukunft auf einen Kleinstwert herabzusetzen. Die Aufklärungsarbeit, die er in dieser Richtung leistet, dient dazu, eine sichere technische Grundlage für einen qualitativ hochstehenden Rundfunk zu schaffen.

### C. Anforderungen an den Entstörungsfachmann.

Die Erledigung von Störungsfällen stellt dem Entstörungsfachmann drei Aufgaben, eine starkstromtechnische, eine hochfrequenztechnische und eine handwerklich-kaufmännische Aufgabe. Die zuletzt gestellte Aufgabe ist nicht die unwichtigste, ja sie ist zuweilen sogar entscheidend für die Erledigung eines Störungsfalles. Das Ziel einer handwerklich-kaufmännisch einwandfreien Erledigung von Entstörungen besteht darin, derartige Aufgaben schnell und sachgemäß und darum preiswert zu erledigen. Das Notwendigste in dieser Hinsicht ist bereits in den Ausführungen über die Preisbildung bei Entstörungen (XIV D) gesagt. Der sich auf diesem Gebiet Betätigende muß also zumindest mit den allgemeinen Grundlagen der Entstörungstechnik, namentlich soweit sie die Störquellen und Maßnahmen an ihnen betreffen, vertraut sein.

Weiterhin ist zu bedenken, daß der Entstörungsfachmann bei derartigen Arbeiten nachträgliche Eingriffe in Starkstromgeräte vornehmen muß. Durch diese Eingriffe darf auf keinen Fall die elektrische Sicherheit der Geräte herabgesetzt werden und nach Möglichkeit sollte auch die Lebensdauer der beschalteten Geräte nicht beeinträchtigt werden. Zur Beachtung dieser Gesichtspunkte ist daher eine genaue Kenntnis der bestehenden allgemeinen und besonderen Sicherheitsvorschriften erforderlich. Als solche sind folgende zu erwähnen: VES I, LES I, LRK, VRG, VDE 0874, VDE 0873. Beispielsweise darf auf keinen Fall ein Fehler bei der Bestimmung der Größe der notwendigen und im jeweiligen Falle zulässigen Kapazität usw. unterlaufen.

Demnach erscheint es berechtigt, an den Entstörungsfachmann, der dieses Sachgebiet bearbeitet, besondere Anforderungen zu stellen. Die Bestrebungen gehen dahin, durch Sicherstellung einer zusätzlichen Ausbildung auf diesem Gebiet den Handwerkern, die gewillt sind, sich dieses neue Arbeitsgebiet zu erschließen, das nötige Rüstzeug an die Hand zu geben, und damit die Grundlage für eine schnelle, sachgemäße und preiswerte Erledigung von Entstörungen zu schaffen.

Eine besondere Erleichterung in seiner Arbeit erhält der Entstörungsfachmann sowohl durch die von der RP als auch durch die vom zuständigen EW bestellten Sachbearbeiter. Durch eine Vereinbarung zwischen der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung und der RP ist weiterhin dafür Sorge getragen, daß der Entstörungsfachmann, namentlich bei schwierigen Entstörungsfällen, durch praktische Maßnahmen (Messung

der Störfähigkeit, Erprobung der wirksamsten Entstörungsmittel) weitgehend unterstützt wird.

#### D. Anforderungen an den Rundfunkfachmann.

Die schnelle Ausbreitung des Rundfunks in einer Zeit, wo die Rundfunktechnik selbst erst in den Anfängen der Entwicklung stand, hat es unmöglich gemacht, bestimmte Anforderungen an die Installation von Empfangsanlagen von vornherein zu stellen. Die statistische Untersuchung zeigt (25) demgemäß, daß die Störempfindlichkeit der vorhandenen Empfangsanlagen verhältnismäßig groß ist. Da es auf der Starkstromseite aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich sein wird, eine bestimmte Höhe des Störpegels zu unterschreiten, wird man im Interesse der Sicherung eines qualitativ hochstehenden Rundfunks, das Niveau der Störempfindlichkeit der bestehenden und vor allem der neu zu installierenden Empfangsanlagen zielbewußt senken müssen. Die meßtechnische Bearbeitung des Störschutzproblems gibt die Wege an, die in dieser Richtung zum Erfolg führen (26).

Daher erwächst dem Rundfunkinstallateur, der sich auf diesem Gebiete betätigt, als Fachmann und Berater seiner Abnehmer eine große und verantwortliche Aufgabe. Es genügt heute in einer Zeit, wo die Folgen einer richtigen oder falschen Installation von Empfangsanlagen zahlenmäßig übersehen werden nicht, sich lediglich mit dem Verkauf von Empfängern zu befassen und die Installation der Empfangsanlage entweder selbst ohne die erforderliche Sachkenntnis auszuführen oder diese wichtige Arbeit dem Kunden zu überlassen. Es ist auch falsch, die Empfindlichkeit eines Empfängers und die daraus resultierende Möglichkeit der Benutzung einfachster Behelfsantennen als besonderen Vorzug zu preisen, denn die Empfindlichkeit eines guten Empfängers kann an behelfsmäßigen Antennen in den meisten Fällen gar nicht ausgenutzt werden. Vielmehr bedingt diese hohe Empfindlichkeit die größte Sorgfalt in der Gestaltung der Antennenanlage, deren Kopplung mit dem Starkstromnetz oder anderen Störungsträgern nach Möglichkeit herabgesetzt werden muß. Das Schlagwort heißt vielmehr in unseren Tagen: „Zum guten Empfänger gehört die gute Antenne“. Empfehlungen wie: „Der Empfänger bringt an einem Draht von 1 m Länge 30 Sender“ sind seitens eines Funkhändlers der ein Rundfunkfachmann sein will nicht nur unsachgemäß, sondern auch verantwortungslos.

An den Rundfunkfachmann unserer Tage ist also bei dem heutigen Stand der Technik und der Praxis zunächst die Forderung zu stellen, daß er sich demgemäß betätigt. Er muß mit den für die Empfangsgüte maßgeblichen Eigenschaften der Empfangsgeräte, mit den Fragen

einer sachgemäßen Installation von Empfangsanlagen und auch mit den Grundlagen der Entstörungstechnik, z. B. der Kenntnis der Ausbreitung und Übertragung von Störfeldern vertraut sein, um seine Kunden einwandfrei beraten zu können. Nach der durch das Wirufsa-Abkommen geschaffenen Marktberreinigung dürfte es ja auch möglich sein, allmählich die Grundlage für eine straffe Ausbildung von Funkfachleuten zu schaffen, wie das in anderen Ländern, z. B. in der Schweiz, bereits in vorbildlicher Weise geschehen ist.

Der Funkfachmann, der diese Anforderungen erfüllt, leistet nicht nur sich selbst und seinen Kunden einen Dienst, sondern er trägt auch seinen Teil dazu bei, die Frage der Rundfunkentstörung einer für die Gesamtheit besonders wirkungsvollen und tragbaren Lösung entgegenzuführen.

Zahlentafel I: Blindwiderstände von Kapazitäten (berechnet).

$\mu F$	Blindwiderstände für:			
	50 Hz	150 kHz	500 kHz	1500 kHz
0,001	3,2 Mg	1000	320	100
0,01	0,32 Mg	100	32	10
0,1	32 000	10	3,2	10
0,5	64 000	2	0,64	0,2
1,0	3 200	1	0,32	0,1
2,0	1 600	0,5	0,16	0,05

Zahlentafel II: Berechnete Blindwiderstände für Induktivitäten (HF-Drosseln).

mH	Blindwiderstände für:			
	50 Hz	150 kHz	500 kHz	1500 kHz
0,01	0,003	9,43	31,4	94,3
0,1	0,031	94,3	314	943
0,4	0,125	470	1 250	4 700
1,0	0,314	943	3 140	9 430
2,0	0,63	1880	6 280	18 800
10,0	3,14	9430	31 400	94 300

Zahlentafel III: Berechnete Werte der zulässigen Größe von Berührungsschutzkondensatoren.

Betriebsspannung. (50 ~)	Zulässige Größe der Kapazität für:		
	3,5 mA	0,8 mA	0,4 mA
110 Volt	$\sim 0,1 \mu F$	$\sim 0,023 \mu F$	$\sim 0,0116 \mu F$
220 Volt	$\sim 0,95 \mu F$	$\sim 0,011 \mu F$	$\sim 0,0058 \mu F$

Zahlentafel IV: Übersicht über die in Baden-Baden gegebenen Preisanhalte.

Geräteart	Zahl d. Montageeinheiten	Preisanhalt in FM
Staubsauger . . . . .	1	4,20
Luftduschen und Nähmaschinenmotoren . . . . .	1	3,35 . . . 5,40
Ventilatoren (Tisch) . . . . .	1	4,20
(Wand) . . . . .	3,5	9,60 . . . 13,35
Haushalt- und Kleinmotoren bis 0,5 kW . . . . .	3	9,20 . . . 13,10
Gewerbliche Motoren über 0,5 kW . . . . .	5	15,40 . . . 20,80
		und mehr
Haarschneidemaschinen . . . . .	3	15,90 . . . 29,50
Zahnärztliche Bohrmaschinen . . . . .	15	versch.
Elektromed. Anschlußapparate (Pantostaten usw.) . . . . .	0	versch.
Heilgeräte . . . . .	1,5	17,75 . . . 18,60
		ohne Abschirm.
Heizkissen . . . . .	—	10,50
Läutewerke . . . . .	1	7,40

Zahlentafel V: Preisanhalte für Entstörung in Hannover.

1. Geräte mit Kontakten. RM
  - a) Schwachstromglocke . . . . . 2,50
  - b) Starkstromglocke . . . . . 4,50
  - \*c) Heizkissen . . . . . 2,50
  - d) Treppenautomat bis 0,5 Amp. . . . . 9,50
  - e) Pendelpolwechsler, pro Apparat . . . . . 7,—
  - f) Kirchenglockenläutewerke, 1 Glocke . . . . . 40,—
2. Geräte mit Kleinmotoren.
  - \*a) Staubsauger und Einbau-Kondensator . . . . . 2,—
  - b) Staubsauger mit Außenkondensator . . . . . 3,— bis 6,40
  - \*c) Tischventilator . . . . . 2,—
  - \*d) Wandventilator . . . . . 4,65
  - \*e) Nähmaschinenantrieb . . . . . 3,— bis 6,40
  - f) Heißluftdusche . . . . . 3,— bis 6,40
  - g) Kleinmotoren bis 0,3 PS . . . . . 4,50 bis 7,50
  - h) Haarschneidemaschinen . . . . . 6,50
3. Gewerbliche Maschinen.
  - a) Motore über 0,3 PS bis 5 PS . . . . . 15,— bis 20,—
  - b) Waschmaschinenmotore . . . . . 6,60 bis 12,50
  - c) Umformer . . . . . 20,—
4. Besondere Geräte und Anlagen.
  - a) Hochfrequenz-Heilgerät . . . . . 15,40
  - b) Zahnärztliche Bohrmaschinen . . . . . 20,—
  - c) Registrierkassen . . . . . 20,—
  - d) Bohrmaschinen . . . . . 20,—

Die Preise der mit \* versehenen Apparate bedingen die Ausführung in der Werkstatt. Alle anderen Apparate werden an Ort und Stelle entstört.

## Schrifttum.

1. Richtlinien für die Gemeinschaftsarbeit zwischen der Deutschen Reichspost und den Elektrizitätswerken zur Beseitigung der Rundfunkstörungen vom 7. September 1935.
- 1a. Steffen: Vier Jahre Gemeinschaftsarbeit zur Beseitigung von Rundfunkstörungen in Hamburg. *Elektr.-Wirtsch.* 34 (1935) S. 261.
2. Eckersley: Die Berechnung des Betriebsgebietes von Rundfunksendern. *Proc. Instn. Radio Engr.* 18 (1930) S. 1160.  
— Planung und Verteilung von Rundfunksender für die Versorgung eines Landes. *J. Instn. electr. Engr.* 66 (1928) S. 501.  
Espenschied: Rundfunkversorgung von Stadtgebieten. *J. Instn. electr. Engr.* 25 (1927).  
Dennhardt: Natürliche Grenzen des Rundfunks. *Elektr.-Wirtsch.* 30 (1931) S. 69.
3. Hahnemann: Vorschlag für einen Ausbau des Deutschen Rundfunksendernetzes. *R.Ft. Z. F. F. Tech. u. Elektr.-Ak.* 44 (1934) S. 203.
4. Klimke: Störung des elektro-magnetischen Feldes eines Senders durch Gebäude und Ähnliches. *ENT* 4 (1927) S. 458.
5. Dennhardt und Himmler: Effektivhöhe von Empfangsantennen im Bereiche von Sekundärstrahlern. *Z. Hochfrequenztechn. u. Elektr. Ak.* 43 (1934) S. 1934.
6. Wild: Ein Gerät zum Messen des Frequenzspektrums von Rundfunkstörern. *ETZ* 54 (1933) S. 149 u. 172.  
Müller: Messung der charakteristischen Größen von Rundfunkstörern. *Veröff. d. u. Geb. d. H.-Techn.* 4 (1934) S. 139.
7. Wild: a. a. O. (6).
8. Feldkeller: Theorie der Fortleitung von Rundfunkstörungen. *Veröff. a. d. Geb. d. Nachr.-Techn.* 4 (1934) S. 107.
9. Dennhardt: Über Anforderungen an die Installation von Empfangsanlagen geringer Störfähigkeit. *Elektr.-Wirtsch.* 30 (1931) S. 379.  
— Über Störempfindlichkeit von Empfangsanlagen und ihre quantitative Beurteilung. *Elektr.-Wirtsch.* 34 (1935) S. 197.  
Dennhardt und Himmler: a. a. O. (5).  
Eppen und Müller: Über Messung der Übertragung von Störungen aus dem Starkstromnetz auf Rundfunk-Antennen. *ENT* 11 (1934) S. 257.  
Dennhardt und Himmler: Über ein tragbares Meßgerät zur Untersuchung von Störfeldern. *ENT* 12 (1935) S. 55.
10. Forstmeyer und Wild: Geschirmte Antennenzuleitungen für Rundfunkempfang. *Telegr. u. Fernspr.-Techn.* 22 (1933) S. 219.
11. Dennhardt: Zur Frage der Rundfunkentstörung. *Elektr.-Wirtsch.* 33 (1934) S. 300.

12. Dennhardt: Beeinflussung des Rundfunkempfangs durch Quecksilberdampfgleichrichter. ETZ 54 (1933) S. 419.
13. Conrad und Schöne: Aufsuchen von Störungen des Rundfunkempfanges. ETZ 52 (1931) S. 697.  
Schöne: Störsuchgerät Su.G. 33 und Störmeßgerät St.Mg. 33. Veröff. aus d. Geb. Nachr.-Techn. 4 (1934) S. 115.
14. Feldkeller: a. a. O. (8).
15. Dennhardt: Zur Frage der Beseitigung von Rundfunkentstörungen durch Kondensatoren. ETZ 52 (1931) S. 347.  
Vieweg: Einige Versuche über Schreckwirkung beim Durchgang kleiner Wechselströme durch den menschlichen Körper. Elektr.-Wirtsch. 32 (1932) S. 311.  
Koch u. Maß: Zur Wirkung schwacher elektrischer Stromstöße auf den Menschen. Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 13 (1934) S. 63.  
VDE 0870, VDE 0874.
16. EVW 43, 1934.
17. Larsen: Über Rundfunkstörungen. E. u. M. 49 (1931) S. 641.
18. VDE 0874.
19. VDE 0250.
20. VDE 0250, § 13.
21. VDE 0100, § 13 1.
22. VDE 0610 und 0622.
23. Eppen und Sonntag: Der Rundfunkentstörungsversuch in Baden-Baden. ETZ 55 (1934) S. 509.
24. Vereinbarung zwischen der Deutschen Reichspost und der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung über die Erprobung von Störschutzmitteln durch Beauftragte der DRP in Anlagen, die an das Niederspannungsnetz der EW angeschlossen sind. — Elektr.-Wirtsch. 34 (1935) S. 165.
25. Eppen und Müller: a. a. O. (9).
26. Dennhardt: Über Störempfindlichkeit von Empfangsanlagen und ihre quantitative Beurteilung. Elektr.-Wirtsch. 22 (1935) S. 197.