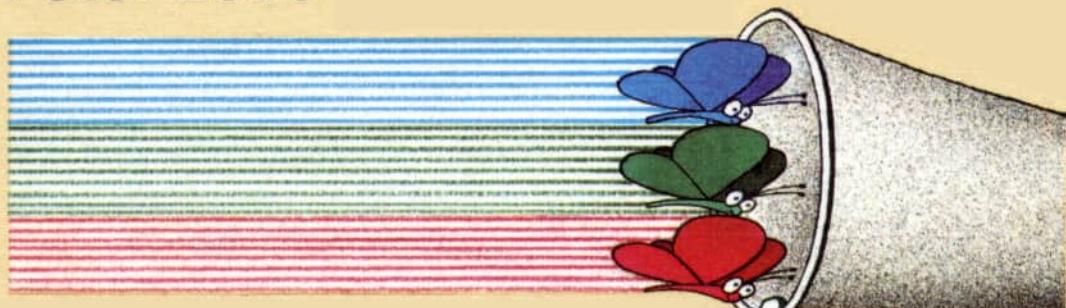


# Hören und Sehen leicht zu verstehen

Peter Leue



Technische Verständigung

Bedienungstips

Fernsehen

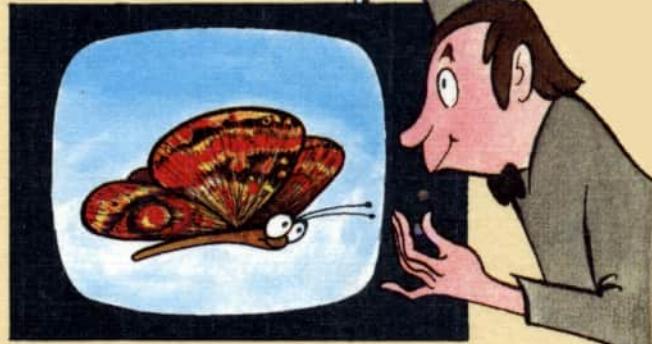
Videorecorder

Neue Medien

Kurioses

Autoradios

HiFi



---

## 1000 Tips zu Bild und Ton

---



---

**Hören und Sehen**

leicht zu verstehen

---



---

# **Hören und Sehen leicht zu verstehen**

---

**Peter Leue**

Fragen zu Ton und Bild  
leichtverständlich beantwortet

mit 4seitigem Farbteil



transpress VEB Verlag für Verkehrswesen Berlin 1988

Leue, Peter:  
Hören und Sehen – leicht zu verstehen : Fragen zu Ton u. Bild leicht-verständl. beantwortet. – 1. Aufl.  
Berlin: transpress, 1988. – 196 S. :  
139 Bilder (79 farb.), 2 Tab.



ISBN 3-344-00281-3

1. Auflage 1988  
© 1988 by transpress VEB Verlag für Verkehrswesen,  
1086 Berlin, Französische Str. 13/14  
VLN 162-925/150/88  
Printed in the German Democratic Republic  
Einband: Henryk Berg  
Grafiken: Anna Größer  
Gesamtherstellung: (140) Druckerei Neues Deutschland,  
1017 Berlin  
Lektor: Monika Borchert  
LSV 3539  
567 335 6  
01480

# Zwischen Absicht und Ziel

Der Autor möchte ein Buch über Ton und Bild schreiben, über Rundfunk und Fernsehen also und einige damit zusammenhängende Dinge. Einfach und locker soll es zu Papier gebracht werden, unterhaltsam zu lesen sein, und Rat soll es geben auf viele Fragen, die bei technisch weniger geschulten Menschen immer mal so auftauchen.

„Wie fängt man so etwas an?“ grübelt der Autor, und schließlich empfiehlt ihm seine innere Stimme: Versammle doch einige Berühmtheiten scharfer Gedanken und flinker Federn aus vergangener Zeit um dich, und mache es schließlich so, wie diese dir raten.

Die Geisterbeschwörung ist dann etwa so abgelaufen:

**Autor:** „Eine verständliche Ausdrucksweise verlangt doch auch Kenntnisse über den Aufbau unserer Sprache. Ich zitiere: *Wird das Perzeptionssystem mit Folgen quasistationärer friktivähnlicher Segmente angeregt, so werden spezifische statische Systemeigenschaften der Geräuschdetektion erkennbar ...*<sup>1</sup>“

Jedem in der illustren Runde literarischer Geister ist natürlich sofort klar, daß es sich nur um letzte Weisheiten über Reiblaute, wie etwa „fff“ oder „chchch“ handeln kann!

**Byron:** „Wissenschaftler, du erklärst uns die Wissenschaft, aber wer erklärt uns deine Erklärung?“

**Autor:** „Das würde ich gern versuchen.“  
**Brecht:** „Die Furcht vor der Kompliziertheit lähmmt viele.“

**Autor:** „Darum habe ich die Absicht, schwierige Details fortzulassen und das Kernproblem ganz simpel zu erklären.“

**Tucholsky:** „Verwickelte Dinge kann man nicht simpel ausdrücken, aber man kann sie einfach ausdrücken. Dazu muß man sie freilich zu Ende gedacht haben.“

**Autor:** „Wie aber kann ich mich dabei vor falschen Schlußfolgerungen schützen, die meine Leser verwirren könnten oder Fachleute zum Widerspruch herausfordern müßten?“

**Brecht:** „Lege den Finger auf jeden Posten, frage: Wie kommt er hierher?“

**Voltaire:** „Nur Scharlatane sind sich ihrer Sache sicher!“

Nun glaubt der Autor die Methode begriffen zu haben und begibt sich an die Arbeit. Besonders die letzten zwei Sätze des Gesprächs klingen ihm im Ohr. Erinnert er sich doch noch einer Leserzuschrift nach einem von ihm verfaßten Zeitungsartikel, in dem geschrieben stand:

Schallplatten bestehen aus einem Gemisch von Vinylchlorid und Vinylazetat.

Der sachkundige Leser gab daraufhin zu bedenken, daß diese Materialien ziemlich ungeeignet für Schallplatten seien, weil sie gasförmig sind! Da packte den ehrgeizigen Autor, der seinerzeit glaubte, alles richtig zu machen, das bleiche Entsetzen. Hastiges Nachschlagen im Fachlexikon brachte das peinliche Versehen vollends ans Licht: Unkritisch hatte er – wohl leichtsinnig geworden durch den umgangssprachlichen Begriff „Vinylplatte“ – ganz einfach die Vorsilbe Poly unterschlagen.

Spezialisten, die dieses Buch in die Hände nehmen, mögen dem Autor nachsehen, daß er anstelle so manch eingebürgerten Fachbegriffs einige umschreibende Worte gewählt hat, um eine verwirrende Sache etwas verständlich zu machen.

Zum Schluß eine Bitte an die Leser: Schreiben Sie dem Verlag, ob dem Autor das Vorhaben geglückt ist, und – das läßt uns alle schlauer werden – stellen Sie immer wieder neue ungewöhnliche Fragen zur gewöhnlichen technischen Welt.

Peter Leue

<sup>1</sup> Taschenbuch Akustik – Berlin: VEB Verlag Technik, 1984

# INHALTSVERZEICHNIS

---

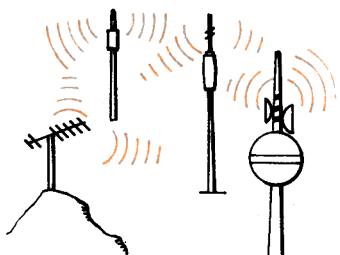
## 1. Am Anfang stand die Idee



Entdeckung der elektromagnetischen Wellen, ihre Nutzbarmachung zur Nachrichtenübermittlung 10 Wie funktionierten die ersten Radios? 12 Woher stammt der Name „Super“ für Radio, was konnte er? 14 Erforschung der Ultrakurzwellen 16 Historische Entwicklung des Fernsehens 16 Erste Übertragung einer sportlichen Reportage per Funk 18 Wer erfand die Schallplatte? 20 Das Grammophon 22 Woher kommt die Bezeichnung „Diodenstecker“? 23

---

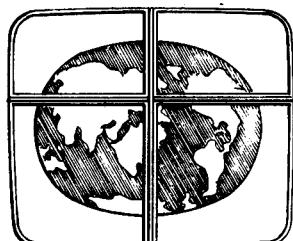
## 2. Rundfunk und Fernsehen für Millionen



Woher kommt der Name „Rundfunk“? 25 Wiederbeginn des Rundfunks 1945 in Deutschland 26 Warum benötigt man für Fernsehbilder ein so großes Frequenzband? 29 Farbfernsehverfahren SECAM und PAL 31 Rundfunkgebühren 33 Wer braucht keine Gebühren zu zahlen? 33 Radio-DDR-Ferienwelle; Sendezeiten und Frequenzen 34 Fragen und Hinweise zum Fernseh- und Rundfunkprogramm 34 Schutzkennung 35 Mikrofone mit und ohne Kabel 35 Überlange Mikrofone 36 „MAZ“-Technik 37

---

## 3. Fernsehbildschirm – Fenster zur Welt



Bildschirmgröße und Bildqualität 40 Zeilensprungverfahren 41 Synchronimpulse 42 Farbfernsehen 44 Loch- und Schlitzmaskenröhre 46 Aufstellen eines Fernsehgeräts 47 Abstand zum Fernsehbild 47 Richtiges Einstellen des Empfängers 48 Schadet helles Licht? 50 Einstellen der Konvergenz 50 Kurze Fernsehpausen für das Gerät? 51 Einfluß des Erdmagnetfeldes 51 Schneegestöber und helle Flächen 52 Leuchtendes Pünktchen auf dem Bildschirm 52 Gegenstände auf dem Empfänger 52 Altersbedingtes blaßes Fernsehbild 53 Drahtlose Fernbedienung 53 Sendetestbild auch für den Laien nützlich 55

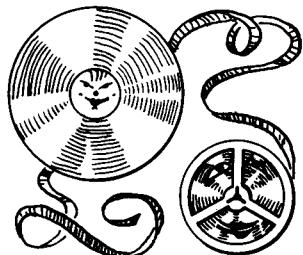
---

## 4. Moderne Zaubерworte: HiFi und Stereoton

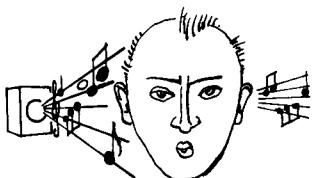


Was muß man beim Aufstellen von Stereoboxen beachten? 57 Kann man zwischen den Lautsprechern bei Stereowiedergabe Instrumente hören? 58 Wo und wie steht ein Stereooplattenspieler am günstigsten? 60 Gibt es HiFi-Qualität im Auto? 60 Vollstereo 61 Elektronische Basisverbreiterung beim Stereo-Radiorecorder 61 Pseudodquadrofonie 62 Gleitender Stereo-Mono-Übergang 62

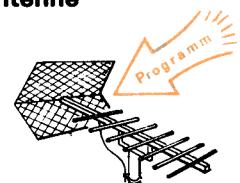
## 5. Gefangen auf Platte und Band



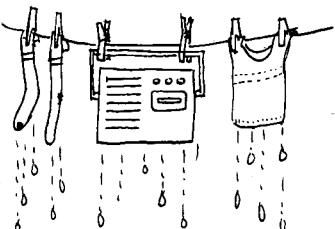
## 6. Laut und leise zum Ohr



## 7. Landebahn für Raumtransporter – die Antenne



## 8. Pflegen heißt Qualität bewahren



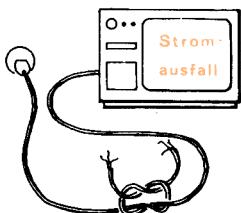
Erste Heimtonbandgeräte 64 Normalband- und Chromdioxidbandkassette 64 Sind Importkassetten besser? 65 Neubespielen von Band und Kassette 66 2 Mono-Aufnahmen auf einer Kassetten-Stereospur 66 Fernsehtonaufnahmen ohne Diodenbuchse 67 Musikkassette neu bespielt 68 Hinterbandkontrolle 68 Laufzeit von Musikkassetten 70 Rauschminderungssystem 70 Rauschen beim Tonbandgerät 70 Un erwünschte Geräusche bei Mikrofonaufnahmen 71 Nahbesprechungeffekt 72 Richtungsmischung 72 Schellackplatten 73 Stimmen Bandgeschwindigkeit und Plattentellerdrehzahl? 74 „phono“? 74 Videorecorder 75

Brauchen Lautsprecher ein Gehäuse? 79 Was ist eine Baßreflexbox? 80 Wie sieht ein Kalottenlautsprecher aus? 81 Elektrische Ausgangsleistung eines Radios oder NF-Verstärkers 81 Unterschied zwischen Nenn- und Höchstbelastbarkeit eines Lautsprechers 82 Wann spricht man von Sinus- und wann von Musikleistung? 83 Zimmerlautstärke! 84 Lautstärke für jung und alt 84 Gibt es Bedenken bei der Benutzung von „Walkmen“? 86 Orthodynamischer Kopfhörer 87

Gibt es Colorantennen? 89 Was ist ein Einbuchseneingang? 89 Bedingungen für eine Unterdachantenne 90 Fensterantenne 91 Anschluß eines Zweit-Fernsehempfängers bei vorhandener Antennenanlage 92 Bildstörung durch Antenne oder Empfänger? 94 Warum stehen Antennenstäbe manchmal senkrecht? 95 Wartung von Antennenanlagen 96 Beachtenswertes beim Aufstellen von Fernsehantennen 97

Pflege des Kassettenrecorders 98 Kopfreinigung 99 Sind Reinigungskassetten schädlich? 100 Ein naß gewordener Recorder 100 Richtige Lage des Andruckfingers 100 Schaden Magnetfelder den Tonbandaufnahmen? 101 Staubfreie Schallplatten 102 Langes Leben für Platten 102 Ist Schallplattenwäsche empfehlenswert? 103 Antistatikspray, ja oder nein? 104 Staubfreie Abtastnadeln 104 Was tun bei welligen Platten? 104 Instandsetzen verrotteter Antennen 105

## 9. Ohne Strom kein Bild, kein Ton



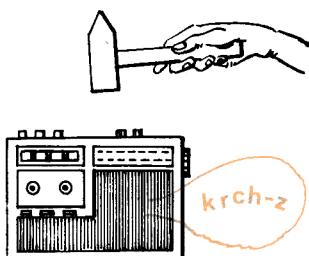
Aufbewahrung von Batterien 106 Wie lange hält ein Satz Batterien in einem tragbaren Gerät? 106 Kurzschlußstrommessung bei Batterien – wie wird's gemacht? 107 Kann man verbrauchte Batterien wieder aufladen? 108 Speisung von Batteriegeräten aus dem Kraftfahrzeug-Bordnetz 109 Spannungskonstanthalter und Stelltransformator 110 Ist die Hochspannung von über 20 000 Volt im Fernsehempfänger gefährlich? 111

## 10. Der unterhaltsame Beifahrer – der Autosuper



Besonderheiten beim Autoradio 112 Hinweise zum Selbsteinbau des Autoradios 113 Auswahl und Einbau von Autoantennen 114 Günstige Einbauvarianten für Autolautsprecher bei Stereo-autoradios und Kassettenabspielgeräten 116 Einbau von Lautsprechern in die Autotüren 116 Schaltung für das Anschließen mehrerer Lautsprecher an ein Autoradio 117 Funk-Entstörung beim Pkw mit Autoradio 119 Läßt sich ein Auto-radio in ein Sportboot einbauen? 119

## 11. Kleinigkeiten werden selbst erledigt



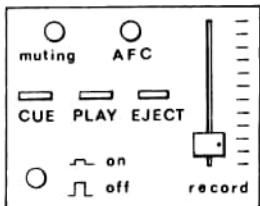
Verfangenes Tonband im Recorder 121 Verheddertes Kassettenband 122 Wie wird Kassetten-tonband geklebt? 123 Entmagnetisieren des Tonkopfs 123 Reinigungsarm für Schallplatten 124 Verlängern diverser Anschlußleitungen 125 Verlängern von Lautsprecherleitungen 126 Zweitlautsprecher für Stereo-Rundfunk-empfänger 127 Aufnahme über ein Mono-Mikrofon auf beide Stereokanäle des Recorders 127 Anschluß des Walkman an Stereoanlage 128 Umrüstung eines Kopfhörers mit Klinikenstecker auf Würfelstecker 129 Farbige Flecken an der Farbbildröhre 130

## 12. Scheinbar unmögliche Erscheinungen



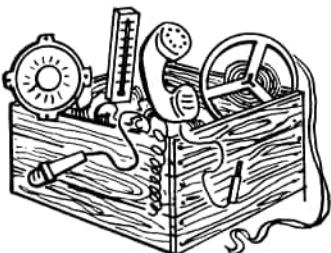
Können herumlaufende Personen den Empfang stören? 131 UKW-Antenne aus Leuchtstoffröhre? 132 Schallplatte ohne Rille! 132 Läßt man Batteriegeräte bei Abwesenheit am Netz? 133 Genügt bei Gewitter die herausgezogene Antenne? 134 Unterschiedliche Lebensdauer von Monozellen 134 Geisterbilder 135 Wechselnder Hintergrund im Bild – Trick 17! 137

### **13. Verständigungsschwierigkeiten, (k)ein Problem**



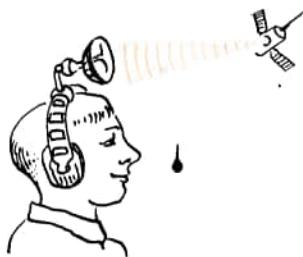
Wir unterscheiden zwischen Fachjargon und Fachbegriff 141 Was bedeuten die Begriffe „Sound“ und „Power“? 141 Einhalten technischer Daten 142 Was heißt „bewertet gemesen“? 142 Was ist Raumlichtautomatik? 143 Wozu braucht man Pegel? 143 „Cue“ und „Review“ 145 Computer-AFC 146 Unterschied zwischen Sensor-, Kurzhub- und Tippaste 146 Was drückt man durch den Begriff „Dynamik“ aus? 148 Kompatibilität 149

### **14. Sammelsurium**



Selbstbau elektronischer Heimgeräte, ja oder nein? 151 Abfotografieren vom Fernsehbildschirm 152 Was tun, wenn der Fernseher brennt? 153 Wohin mit dem ausrangierten, defekten Fernseher? 153 Wie schütze ich meine Heimgeräte vor Blitzschäden? 154 Familiensteker 154 Darf man mehrere Lautsprecher an einen Lautsprecherausgang anschließen? 155 Warum gibt es keine magischen Augen mehr? 155 Aufnehmen von Telefongesprächen auf Band 156 Garantieansprüche bei Kassetten und Batterien 157 Temperaturen für Heimgeräte 158 Funkstörungen 158

### **15. Was gibt es schon, wo geht es hin?**



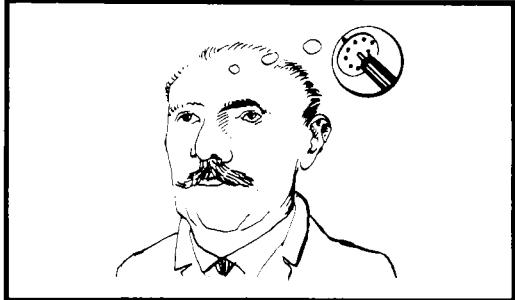
Satellitenfunk 162 Was versteht man unter Kabelfernsehen? 164 SIMULCAST-Verfahren 165 Wo wird das Hochzeilenfernsehen angewendet? 165 Kassettensysteme für die Tonspeicherung 166 Was sind Metallbänder? 168 Mehrmotorenantrieb und Logiksteuerung beim Kassettenbandgerät 168 Wozu dienen Mikroprozessoren in Kassettenbandgeräten und Plattenspielern? 169 Was verstehen wir unter „digital“ in bezug auf die Tonaufzeichnung und -übertragung? 170 „Digital Recording“ und „Direct Metal Mastering“ 173 Compact Disc 174 Solarzellen als Energiespender 176 Videorecorder 176

### **16. Schlußexamen**



Kreislaufstörungen 182 Irrtum des Reporters 182 Leerstelle 183 Berliner Luft 183 Filmmeinstellung 183 Von Saßnitz bis Suhl 183 Trügerisches Stroboskop 183 Gegensätze ziehen sich an 183 Kostenfrage 184 Auf der Lauer: Funken und Halunken 184 Von Geistern umgeben 184 Lösungen zu den Aufgaben 184

<b>Farbteil</b>	177
<b>Literaturhinweise</b>	188
<b>Sachwortverzeichnis</b>	189



## 1. Am Anfang stand die Idee

Richtungsweisende Erfindungen und Neuerungen im Nachrichtenwesen begeisterten die Menschen schon immer. Bedeuteten solche für sie doch nicht weniger, als daß sie auf diese Weise ihre Sinnesorgane „verlängern“ konnten. Befindet sich der geliebte Mensch in der Ferne, so will man doch wenigstens mit ihm telefonieren. Wer keine Karten fürs Fußballänderspiel bekommen hat oder die weite Reise dahin nicht antreten kann, der möchte heute jedenfalls die Begegnung am Bildschirm verfolgen. Das aktuelle Geschehen in aller Welt ist immer interessant!

Nicht nur kommerziell wurde jede neue Erfindung der Nachrichtenübertragung, jede Möglichkeit der Informationsspeicherung alsbald ausgewertet, sondern sie lockte stets Bastler und Knobler auf den Plan, und die Allgemeinheit forderte ihren unmittelbaren Anteil.

So läßt sich die aufgeregte Begeisterung jener Berliner Range heute noch verstehen, die, zu einer Zeit, als das Wort „Radio“ noch vielerorts unbekannt war, in die Wohnung gestürzt kam mit dem Ruf: „Mutta, in'n Laden um de Ecke is een Frollein, die jibt ei'm wat um de Ohren, und denn hört man Musike!“

Wo wäre manche Entwicklung ohne die Ideen

### 1.1. Wer hat die elektromagnetischen Wellen entdeckt, und wie sind sie zur Nachrichtenübermittlung nutzbar gemacht worden?

In den elektromagnetischen Wellen spiegelt sich einer der wenigen Fälle alter Entdeckungen wider, bei denen eine gefestigte, heute noch gültige Theorie ihre praktische Bestätigung erst später erfuhr.

ganzer Amateurgenerationen? Sogar die Kurzwelten zum Beispiel wurden bereits von den Funkamateuren erschlossen, als sonst noch niemand etwas mit diesem eigenwilligen und unsicheren Funkbereich anzufangen wußte.

Rundfunk- und Fernsehsendungen, in den Anfangsjahren beim Empfang örtlich sehr begrenzt, krächzend und flackernd, können heute weltumspannend über Nachrichtensatelliten an jeden Punkt der Erde gestrahlt werden. Und das in perfekter Qualität!

Wo sich gleiche Interessen herausbildeten – auch wenn das Geld fehlte, um teure Empfangsgeräte zu erwerben –, haben sich die Menschen schon immer zu Gemeinschaften zusammengeschlossen. So wurde bereits am 10. April 1924 der Arbeiter-Radio-Klub e. V. gegründet, eine starke Bewegung, die sich ihre Apparate selbst baute, ihren Mitgliedern das nötige Wissen dazu vermittelte und später mutig gegen die arbeiterfeindliche Rundfunkpolitik der Weimarer Republik auftrat. Heute sind es ungezählte Arbeitsgemeinschaften in der gesamten DDR, gesellschaftlich unterstützt und von Fachleuten betreut, die sich dem Elektronikbasteln (auch von Bild- und Tongeräten) verschworen haben. Viele private Liebhaber und Sammler schlossen sich in der Interessengemeinschaft „Geschichte der Rundfunktechnik“ zusammen und übernahmen zusammen mit einigen Museen die Pflege unseres nachrichtentechnischen Erbes. Ihre Ausstellungen alter Empfangsapparate und Tonspeichergeräte sind sehenswert.

Das erste Kapitel soll kein historischer „Rundumschlag“ werden, sondern streiflichterartig wollen wir einige Ereignisse und Entwicklungen erhellern, für die Sie immer wieder Interesse bekunden. Nur wer die Nachrichtengeschichte sowie die Probleme und Nöte der Erfinder kennt (die meist keinen „Vordenker“ hatten) und die Bedingungen ihrer Zeit, nur der kann heute den technischen Fortschritt auf diesem Gebiet in aller Konsequenz begreifen. Jeder Bastler, der in seine gutgefüllte Elektronikkiste greift oder einen fertigen Bausatz erwirbt, möge an unsere Altvorderen der Radiotechnik denken, die sich ihre Spulen und Kondensatoren zum Teil noch selbst herstellen mußten.

James Clerk MAXWELL, dem englischen Physiker, war aller praktischer Kram zuwider. Sein Reich waren die physikalischen Formeln und die Mathematik. Es mißfiel ihm im höchsten Maße, daß die bisher bekannten elektrischen Erscheinungen scheinbar unabhängig voneinander existieren sollten. Könnte man sie nicht in ein System, in eine mathematische Form bringen? So formulierte Maxwell seine Aufgabe, und

es gelang ihm, sie 1873 zu lösen. Die Maxwell'schen Gleichungen brachten überraschende Ausblicke: Es müßten theoretisch Verknüpfungen zwischen den Erscheinungen bestehen, Wellen, die in der Lage sind, magnetische und elektrische Kräfte mit unvorstellbar großer Geschwindigkeit durch den Raum zu transportieren – elektromagnetische Wellen, wie sie heute genannt werden. Maxwell gelang es auch, ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit zu berechnen, nämlich 300 000 km in der Sekunde (Lichtgeschwindigkeit). Es ist die höchste Geschwindigkeit, die in Materie überhaupt möglich ist. Einen Mangel hatte das ganze Maxwell'sche Gedankengebäude: Es war praktisch nicht bewiesen!

Die Berliner Akademie griff diese Ideen auf und stellte eine Preisaufgabe, die den Beweis elektromagnetischer Strahlung erbringen sollte. Davon hörte auch der deutsche Physiker Heinrich Rudolf HERTZ. Im Jahre 1885 begann er mit seinen Experimenten. Ein Gebilde zur Erzeugung elektrischer Schwingungen war seit der theoretischen Beschreibung durch KELVIN im Jahre 1853 bekannt: der elektrische Schwingkreis, bestehend aus Drahtspule und Kondensatorplatten. Mit dieser Anordnung konnte man jedoch nur bis zu einigen 100 000 Schwingungen je Se-

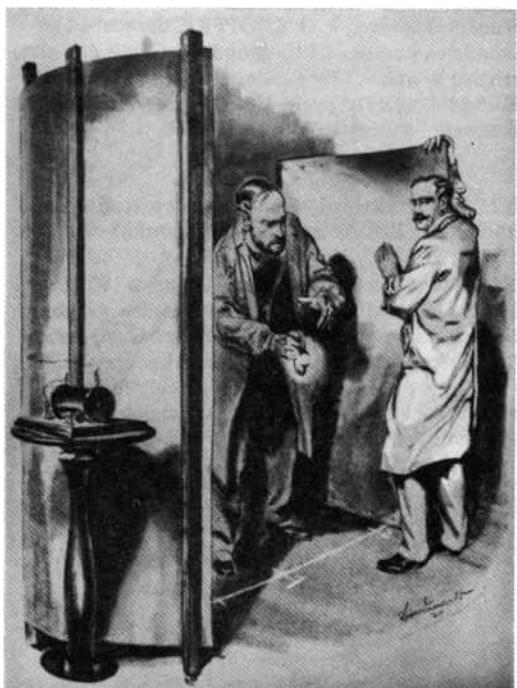


Bild 1.1 Heinrich Hertz bei seinem Experiment zum Nachweis elektromagnetischer Wellen, zeitgenössische Darstellung. Quelle: Rundfunkjahrbuch – Berlin, 1931

kunde erzeugen, die bei ihrer Ausbreitung zu Wellen von über 100 Metern Länge führen müßten (den Zusammenhang: Wellenlänge = Lichtgeschwindigkeit / Schwingfrequenz kennen Sie doch?). Das war aber für die Hertz'schen Versuche viel zu lang, wollte er sie doch in der Enge seiner Laborräume ausführen! Er erinnert darum eine Anordnung, die viel schnellere Schwingungen mit bedeutend kürzeren Wellenlängen erzeugen konnte. Auch heute noch wird sie als Hertz'scher Dipol bezeichnet und bildet die Grundlage aller Antennenkonstruktionen für kurze Wellenlängen. Die Grundidee war dabei folgende: Wenn man die Spule des Schwingkreises immer mehr verkleinerte und dabei auseinanderzog, so müßte sie schließlich zu einem geraden Stab entarten. Gleichzeitig wäre auch für den erforderlichen winzigen Kondensator gesorgt: Die beiden Stabenden und der Stab selbst würden ihn bilden. So wurde es auch gebaut. Eine Funkenentladung regte den „Schwingkreis“ (von Hertz Vibrator genannt) zur Aussendung elektromagnetischer Wellen von 10 m, später unter 60 cm Länge an. Zum Nachweis diente ein ganz ähnliches, in einiger Entfernung aufgestelltes Gebilde, genannt Resonator. Der Beweis, daß die Wellen den Raum zwischen Vibrator und Resonator überbrückt hatten, war erbracht, als sich am Resonator winzige Fünkchen zeigten, immer dann, wenn auch der Vibrator durch Funkenstoss angeregt wurde.

Wie bitte? Sie glauben nicht, daß ein kurzer Funkenstoss Wellen anregen kann? Beim Wasser ist es doch ganz ähnlich! Werfen Sie einen kleinen Stein hinein, ein kurzer Blubser, und schon breiten sich auf der vorher ruhigen Wasseroberfläche die schönsten Wellenringe nach allen Seiten aus.

Die Hertz'schen Versuche zogen sich bis 1888 hin. Während dieser Zeit verfaßte Hertz mehrere Arbeiten, in denen er außer dem eigentlichen Nachweis der „Strahlen elektrischer Kraft“ (die Bezeichnungen Hertz'sche Strahlen oder elektromagnetische Wellen wurden erst später eingeführt) auch die Gesetze der Reflexion, Brechung und Polarisation (→ 7.7.) bei diesen Strahlen beschrieb. Selbst die Wellenlänge seiner erzeugten Strahlung konnte er schon an stehenden Wellen messen, die er mit Hilfe eines Reflexions schirms erzeugte.

Trotz der hervorragenden Pionierarbeit von Hertz ließ sich nicht übersehen, daß ein fast unsichtbares Fünkchen kaum zur Nachrichtenübermittlung taugte, und darum glaubte der Forscher selbst nicht so recht an eine technische Nutzung seiner Entdeckung. Als größtes Hemmnis stellte sich vor allem der Um stand heraus, daß es nicht gelingen wollte, eine andauernde Schwingung zu erzeugen. Mit Funken waren am Schwingkreis nur kurze, schnell an Stärke abnehmende Wellenpakete anzuregen, bestenfalls geeignet zur Übertragung von Punkten und Strichen,



„Im Gegensatz zum Telefon erfolgt die Übertragung dieser neuen Erfindung völlig drahtlos!“

Bild 1.2 Der Karikaturist Louis Rauwolf erinnert sich: „...“  
Quelle: Eulenspiegel – Berlin, 1983

Morsebuchstaben also, Telegrafie! Auch empfindliche Empfangsgeräte fehlten zunächst.

In Rußland experimentierte POPOW mit Hertzschen Strahlen (1895/96), in Italien und England MARCONI (1895 bis 1901), in Deutschland SLABY und v. ARCO (1897). Schon 1901 überflogen Morsezeichen den Atlantik, aber die Übertragung von Sprache wollte nicht gelingen. Und so mußten weiter die Funken fliegen, damit Nachrichten weltweit ausgetauscht werden konnten.

Den Durchbruch auch an dieser Nachrichtenfront ermöglichte schließlich die Elektronenröhre, die etwa 1913 zur Produktionsreife entwickelt war. Mit ihrer Hilfe gelang es dem Deutschen A. MEISSNER, einen

Sender für kontinuierliche Schwingungen zu konstruieren. Stoßweise wurde nach dem Rückkopplungsprinzip Energie in den Schwingkreis gepumpt, welche die Schwingungen in gleichmäßiger Stärke aufrechterhielt (auch heute wird diese Meißnerschaltung noch verwendet).

Von nun an verläuft die technische Entwicklung sehr schnell. Überall auf der Welt werden Versuche zur Sprach-, sogar Musikübertragung über elektromagnetische Wellen mit mehr oder weniger überzeugendem Erfolg unternommen. In Deutschland wird am 19. November 1919 erstmals auf Initiative des Reichspostministeriums bei der Berliner Urania für ausgewählte Interessenten die drahtlose Übertragung von Sprache und Musik vorgeführt. Im Dezember 1920 überträgt man experimentell ein Weihnachtskonzert mit Instrumentalmusik, und begeisterte Amateure, sogar aus England, den Niederlanden und aus Skandinavien, melden guten Empfang (über 2000 km!). Weitere Übertragungsversuche mit immer besseren Ergebnissen folgen, und am 29. Oktober 1923 um 20.00 Uhr ist es endlich auch in Deutschland soweit. Aus Berlin meldet sich über einen abenteuerlich konstruierten 250-Watt-Sender mit 2 Röhren – das Mikrofon hängt in gefährlicher Nähe des hochspannungsführenden Anodenschwingkreises – der erste Rundfunkansager, F. G. KNÖPFKE, der soeben gegründeten Berliner-Radio-Stunde A. G. mit den historischen Worten: „Hier Sendestelle Berlin-Voxhaus, Welle 400“. Der offizielle Unterhaltungsradiofunk ist eröffnet!

## 1.2. Wie funktionierten die ersten Radios nach der Einführung des Rundfunks?

Nachdem in Deutschland am 29. Oktober 1923 der Unterhaltungsradiofunk eingeführt worden war, konnten sich nur wenige einen Empfänger leisten, um aus der neuen Quelle der „Unterhaltung in einem höheren Sinne“ – wie der Anspruch des Rundfunks zunächst propagiert wurde – auch zu schöpfen. Daher waren die ersten Empfangsgeräte meist sogenannte

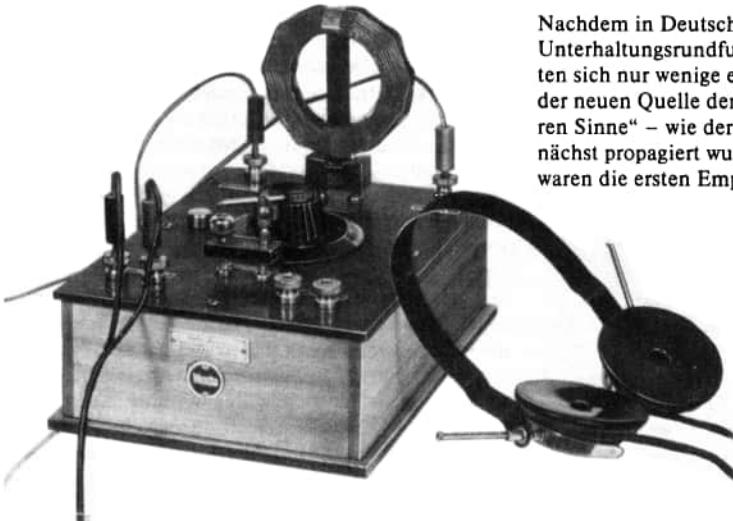


Bild 1.3  
Detektorempfänger der zwanziger Jahre.  
Foto: Leue

Detektorapparate, die man sich leicht selbst zusammenbasteln konnte. Sie arbeiteten noch völlig ohne Signalverstärkung – also ohne Röhren –, d. h., die mit der Antenne aufgefangene Hochfrequenzenergie mußte für den Kopfhörer ausreichen. Dementsprechend sahen die Antennengebilde auch aus: lange Drähte, zum Teil über dem Dachfirst oder sogar zwischen den Häusern aufgespannt. „Die Antenne ist der beste Hochfrequenzverstärker!“ Dieses geflügelte Wort – das allerdings auch heute noch volle Gültigkeit hat – wurde zu jener Zeit geprägt. Das Herz des Detektorempfängers war ein kleiner Kristallsplitter aus Karborund oder Bleiglanz in einem Schutzgehäuse. Auf dem Kristall mußte der Radioamateur mit Hilfe eines kleinen, an einem Hebel befestigten Drahtchens so lange herumkratzen und -suchen, bis endlich das Programm im Kopfhörer zu erahnen war. Im Prinzip wird dieser Gleichrichtereffekt an einem Kristall auch heute noch bei den modernen Gleichrichterdioden ausgenutzt. Es ist klar, daß das Ganze damals eine äußerst diffizile Angelegenheit war; schon geringste Erschütterungen oder ein Funkenüberschlag in der Nähe genügten, und der enttäuschte Radiohörer mußte wieder eine neue Stelle auf dem Kristall aufspüren. Der Detektorempfänger war äußerst einfach aufgebaut (Bild 1.4): Die von der An-

tenne aufgefangenen Wellen verschiedener Sendestrukturen mit den aufgeprägten Musik- und Sprachsignalen wurden einem Schwingkreis zugeführt. Dieser bildet – je nach Größe von Spule und Kondensator – für das Funksignal einer bestimmten Empfangsfrequenz einen sehr hohen Widerstand, – ist in Resonanz, wie man sagt. Veränderte man den Wert des Kondensators, z. B. indem man an einem Abstimmknopf ein Plattenpaket heraus- oder hineindrehte, so ließ sich dadurch auch die Lage der Resonanzfrequenz des Schwingkreises verändern, und man konnte verschiedene Sendeprogramme auf unterschiedlichen Wellenlängen empfangen. Für Funksignale auf Frequenzen, bei denen der Schwingkreis nicht in Resonanz gerät, bildet er einen Kurzschluß, sie werden gegen Erde abgeleitet. Der Kristall schließlich trennte die eingestellte Hochfrequenzschwingung von den Programmsignalen (das nennt man Hochfrequenzgleichrichtung oder Demodulation), denn nur letztere wurden benötigt und dem Kopfhörer zugeleitet. Eine Versorgungsspannung brauchte der Detektorempfänger nicht, die Energie stammte ja aus dem elektromagnetischen Feld.

Der Gedanke des Detektorempfängers wurde übrigens Anfang der sechziger Jahre von unserer Industrie noch einmal aufgegriffen. Ein winziges Radio mit der Typenbezeichnung T 1 oder T 2 war damals im Handel, gewissermaßen ein früher, wenn auch sehr primitiver „Walkman“ mit Kopfhörern. Anstelle des Kristalls benutzte man allerdings einen Germaniumtransistor, der außer der Demodulation des Signals auch noch etwas verstärkte. Eine 1,5-V-Batterie übernahm die Stromversorgung. Für die damalige Zeit war das ein kleines, praktisches und sehr preiswertes Gerät, allerdings nur zum Empfang von Ortssendern geeignet. Heute kann man mit fast gleichen Abmessungen einen UKW-Taschensuper kaufen! Empfangsstärker waren natürlich Radios mit Elektronenröhren – von Lee de FOREST und Robert v. LIEBEN erfunden und ab etwa 1913 in Serienproduktion –, die auch Lautsprecherwiedergabe erlaubten. Diese ersten Lautsprecher waren lediglich überdimensional vergrößerte Kopfhörersysteme, zunächst mit einem imposanten Trichterhorn, später mit großen, nach außen gewölbten tütenförmigen Pappmembranen (→ Bild 6.1a), die ihre Töne noch recht krächzig erschallen ließen. Danach entstanden die schon klangvolleren Freischwingerlautsprecher, aber erst nach 1932 wurden mit dem elektrodynamischen Lautsprecher befriedigende Klangeigenschaften erreicht. Er ist – natürlich in bedeutend verbesserter Ausführung – auch heute noch fast überall der bevorzugte Lautsprechertyp. Doch noch einmal zurück zum Empfänger. Mit Zunahme der Sendestrukturen – bereits Ende 1926 gab es in Deutschland etwa 20 teilweise recht starke Rundfunksender auf Mittel- und Langwellen, die von über

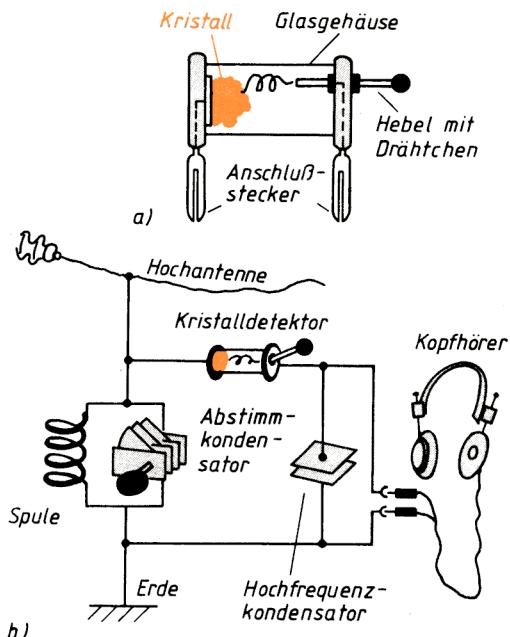


Bild 1.4 a) Detektorkristall im Schutzgehäuse b) Schaltung eines kompletten Detektorempfängers

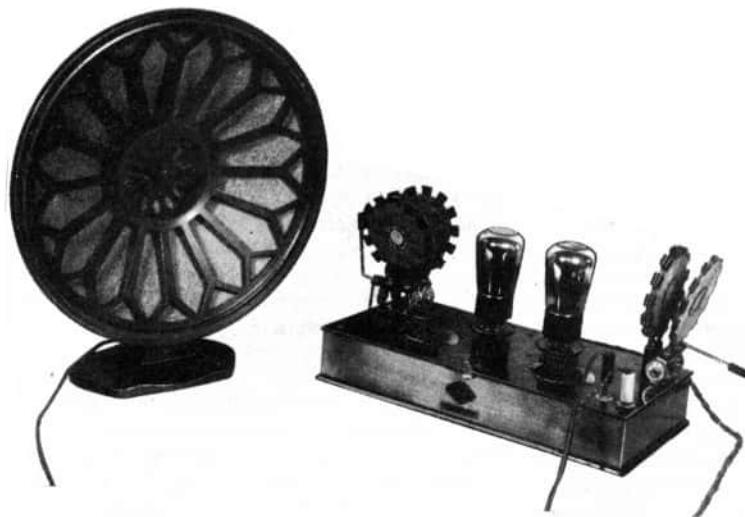


Bild 1.5  
Röhren-Zweikreiser von 1928.  
Foto: Leue

einer Million Rundfunkhörer empfangen wurden – mußte man auch mit deren gegenseitiger Beeinflussung in den Radios fertigwerden, sie trennschärfer bauen. Dazu schaltete man mehrere Schwingkreise hintereinander, so daß sich ihre Resonanzwirkungen überlagerten, den erwünschten Sender klarer herausfilterten und die benachbarten besser unterdrückten. So gab es Zwei-, Drei-, schließlich sogar Vierkreisempfänger. Allerdings war zunächst jeder Schwingkreis einzeln an einem Knopf einstellbar, ein Geduldsspiel für den damaligen Radiohörer! Empfänger aus dieser Zeit sind durch eine Vielzahl von Knöpfen, klapp- und austauschbaren Spulen zur Bereichswahl (Mittel- oder Langwellen) und zur Empfindlichkeitsregulierung gekennzeichnet. Die Röhren waren zur besseren Kühlung meist obenauf gesteckt. Das voluminöse Stromversorgungsteil, die Netzanode, und der Lautsprecher wurden getrennt aufgestellt. Solche Radioapparate kann man heute noch bei Sammlern und in einigen Museen bewundern und – wenn man Glück hat – mit ihnen sogar noch ein Rundfunkprogramm anhören.

Erst später wurden alle Schwingkreise zur Abstimmung mechanisch gekoppelt (Einknopfabstimmung). Je mehr Kreise aber, um so schwieriger wurde es auch, diese so zu verbinden, daß ihre Resonanzfrequenzen an jeder Stelle der Skale übereinstimmten. Vor allem dieses Problem begünstigte die Einführung des Superhets (→ 1.3.) ab etwa 1932. Während der Naziherrschaft waren die Machthaber begreiflicherweise nicht daran interessiert, daß in Deutschland ausländische Sender empfangen werden konnten. Schließlich gab es 1936 bereits über 7 Millionen Rundfunkteilnehmer, die auf diese Weise etwas über das wahre Gesicht des Faschismus hätten erfahren

können. Andererseits wollte man möglichst viele „Volksgenossen“ mit der eigenen Propaganda erreichen. Darum wurden wieder ganz einfache und billige Einkreisempfänger (der Volksempfänger vom Typ VE 301 und der Deutsche Kleinempfänger DKE) gebaut; der respektlose Volksmund taufte sie gar bald in „Goebbelsschnauzen“ um. Mit ihnen sollte der Empfang ferner Sender unmöglich gemacht werden. Geholfen hat's schließlich nichts; denn auch schon damals galt der allzeit gültige Satz: Unterdrücken heißt nicht widerlegen!

### 1.3. Woher stammt die Bezeichnung „Super“ für Radio, und wie funktionierte er prinzipiell?

Super sagt man zu einem bestimmten Typ von Radio, der nach einem besonderen Prinzip funktioniert. Schon sehr früh wurde er fast gleichzeitig von dem US-Amerikaner ARMSTRONG (die Namensgleichheit mit dem großen „Uncle Satchmo“ ist rein zufällig) und dem Deutschen SCHOTTKY entwickelt, nämlich im Jahre 1918, zu einer Zeit also, da ein Unterhaltungsradio noch nirgendwo eingeführt war. Diese Super wurden darum zunächst nur für den Telegrafieempfang (Morsezeichen) benutzt und erst etwa 1932 in Deutschland bei Rundfunkempfängern verwirklicht. Der Super hat nämlich die Fähigkeiten, unerwünschte Nachbarsender gut zu unterdrücken (Trennschärfe) und auch schwache Signale von ferneren Sendern auffangen zu können (Empfindlichkeit). Wie funktioniert nun ein Super? Vor seiner Einführung gab es nur die sogenannten Geradeausempfänger mit meist mehreren auf die Frequenz des gewünschten Programms abzustimmenden Schwingkreisen. Da-

zwischen lagen jeweils Hochfrequenzverstärkerstufen, und das Empfangssignal durchlief alle Schwingkreise nacheinander. Jeder der Schwingkreise mußte exakt mit der Empfangsfrequenz in Resonanz sein, und wenn das – zum Beispiel bei mechanisch gekoppelten Schwingkreisen – nicht der Fall war, dann hatte der Mehrkreisempfänger u. U. sehr mangelhafte Empfangseigenschaften. In diesem Fall sprach man von Gleichlauffehlern. Beim Superhet ging man einen anderen Weg. Hier wurde nicht die Resonanzfrequenz der Schwingkreise genau der Empfangsfrequenz angepaßt, sondern ein Hochfrequenzverstärker geschaffen, der nur Schwingungen mit festgelegter Frequenz (der Zwischenfrequenz) hindurchließ. Da er nur Signale einer einzigen Frequenz<sup>1</sup> verstärken mußte, konnte man diesen sogenannten ZF-Verstärker sehr leicht auf hohe Verstärkung und gute Trennschärfe optimieren. Im ZF-Verstärker war kein Verstellen der frequenzbestimmenden Schwingkreise mehr erforderlich, folglich entstand auch kein Gleichlauffehler.

Nun sind aber die Empfangsfrequenzen sehr verschieden, z. B. liegen sie bei UKW-Empfang zwischen 87,5 und 104 MHz (Megahertz). Die Zwischenfrequenz eines UKW-Supers dagegen beträgt exakt 10,7 MHz. Man muß also die gewünschte Empfangsfrequenz gewissermaßen auf den Wert von 10,7 MHz verschieben, damit das Signal den ZF-Verstärker auch durchlaufen kann. Dieser Verschiebung wird dadurch erreicht, daß man der Empfangsfrequenz eine abstimmbare Hilfsfrequenz (die Oszillatorkreisfrequenz) in einer Mischstufe überlagert. Die Oszillatorkreisfrequenz liegt jeweils genau um den Betrag der Zwischenfrequenz höher als die Frequenz des gewünschten Senders im Gemisch aller von der Antenne empfangenen Programme. Bild 1.6 zeigt an einem Beispiel das Entstehen der Zwischenfrequenz. Es braucht nur noch ein Schwingkreis<sup>2</sup> zur Abstimmung auf den gewünschten Sender verändert zu werden, nämlich der für die Oszillatorkreisfrequenz.

Hinter dem ZF-Verstärker wird das Signal mit dem noch immer aufgeprägten Rundfunkprogramm wie bei einem normalen Geradeausempfänger gleichge-

richtet, nochmals verstärkt und über Lautsprecher hörbar gemacht.

Schon zur Zeit des Supers konnte man es sich nicht verkneifen, ein an sich einfaches und logisches Prinzip hinter einem hochtrabenden, dem Laien kaum verständlichen Namen zu verstecken (lediglich gebrauchte man damals noch die Altsprachen Griechisch und Latein, heute bevorzugt man dafür Englisch!). So bastelte man aus den Vorsilben „super“ (über), „hetero“ (anders) und dem Wort „Dynamis“

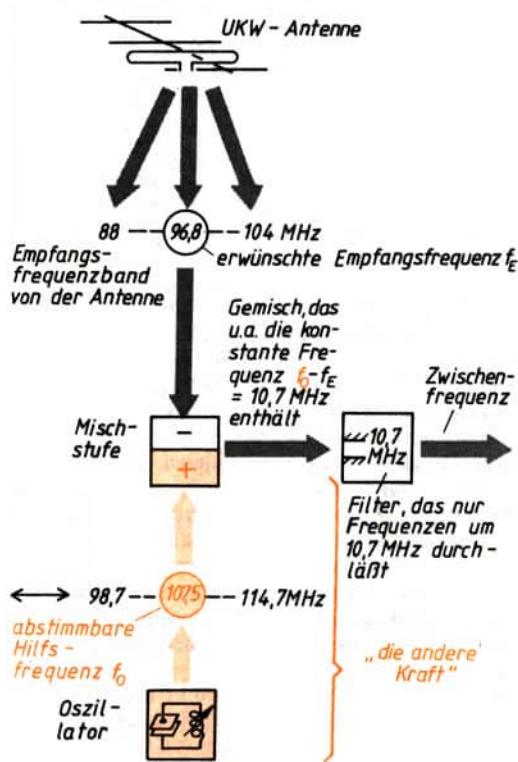


Bild 1.6 Superhet-Prinzip am Beispiel von UKW-Empfang, Kanal 33, 96,8 MHz (Radio DDR über Sender Frankfurt/O)

<sup>1</sup> Exakt betrachtet ist es doch ein, allerdings recht schmales Frequenzband, weil der zu verstärkenden Hochfrequenzschwing noch das Programmsignal aufgeprägt ist, das sie um einen Mittelwert schwanken läßt.

<sup>2</sup> In der Praxis wird jedoch mindestens noch ein weiterer Schwingkreis mit abgestimmt, nämlich einer, der in der Antennenleitung vor der Mischstufe eingefügt ist. Dieser sogenannte Vorkreis, er funktioniert genau wie der Abstimmkreis beim Detektorempfänger (→ 1.2.), sorgt dafür, daß an der Mischstufe vorrangig nur das Signal der gewünschten Empfangsfrequenz ankommt, danebenliegende von anderen Sendestationen aber schon geschwächt sind. Das verbessert weiterhin die Trennschärfe!

(Kraft) das schwierige Kunstwort Superheterodyne-Empfänger zusammen, das etwa soviel bedeutet wie „über eine andere Kraft“, nämlich die Hilfsfrequenz! Daraus wurde bald Superhet, schließlich Super, wie es auch heute noch im Sprachgebrauch ist. So bleibt nur zu ergänzen, daß alle derzeitigen Rundfunk- und Fernsehempfänger nach dem Superhet-Prinzip arbeiten.

#### **1.4. Wann wurden die Ultrakurzwellen erstmalig erforscht, und wann wurden sie zur Rundfunkübertragung praktisch angewendet?**

Von Ultrakurzwellen (UKW) spricht man, wenn die Wellenlängen etwa zwischen 1 und 10 m liegen, das entspricht einem Frequenzbereich von etwa 30 bis 300 MHz (1 MHz sind eine Million Schwingungen je Sekunde). Ebenso haben sich dafür die Bezeichnung Meterwellen und die englische Abkürzung VHF (Very High Frequency = sehr hohe Frequenzen) eingebürgert. Wegen der heutigen Anwendung beim Hörrundfunk verstehen wir unter UKW nur den Bereich von 87,5 bis 104 MHz (CCIR-Norm).

Es ist ein Kuriosum der Nachrichtengeschichte, daß ausgerechnet jene Wellenlängen beim Nachweis elektromagnetischer Strahlung durch Heinrich HERTZ eine Rolle gespielt haben, die für Rundfunkübertragungen erst relativ spät erforscht und noch später praktisch angewendet wurden. Dieser deutsche Physiker verwendete nämlich bei seinen Versuchen in den Jahren 1885 bis 1888 Wellenlängen von nur 60 cm bis etwa 10 m: Ultrakurzwellen!

Ein weiterer Hinweis zur Erforschung der Ultrakurzwellen findet sich in einem Rundfunkjahrbuch von 1931. Am technisch-physikalischen Institut der Universität Jena war 1925 ein UKW-Sender mit einer Leistung von 100 W (Watt) gebaut worden, der Wellen mit einer Länge von 3 m abstrahlen konnte. Weil es dabei gelungen war, Nachrichtensignale aufzuprägen – die Ultrakurzwellen zu modulieren – galten sie seit dieser Zeit für die Rundfunkübertragung als erforscht. Die erste praktische Anwendung fand UKW in Deutschland ab 1934 zur Übermittlung von Fernsehbildern mit 180 Zeilen. Man mußte dabei in diesen Bereich ausweichen, da sich nur im oberen Hochfrequenzbereich die große Bandbreite von damals etwa 500 kHz des Fernsehsignals unterbringen ließ. Ansonsten hätte man dafür z. B. den halben Mittelwellenbereich benötigt. Die öffentlichen Fernsehübertragungen auf UKW wurden schließlich Ende 1943 wieder eingestellt, weil die Sendeanlagen bei Luftangriffen zerstört worden waren.

Erst Ende der vierziger Jahre – nach Gründung der DDR – mußte man sich wieder auf die Ultrakurzwellen besinnen. Die Kopenhagener Wellenkonferenz im Jahre 1948 hatte eine Neuauflistung der Sendefrequenzen für die europäischen Staaten festgelegt; die ab 1950 wirksam wurde. Dabei war aber die junge DDR recht ungünstig weggekommen, und es mußte eine bedeutende Verschlechterung der Rundfunkversorgung eintreten. Ungünstige, vor allem aber zu wenige Sendefrequenzen auf Mittelwellen, starke und damit störende ausländische Sender, die recht häufig sogar unplanmäßig ihren Betrieb aufnahmen, waren die Ursache dafür. Auch der darauffhin ab etwa 1952

forcierte Großsenderbau in der DDR und die Hilfe der Sowjetunion, die eine exklusive Mittelwellenfrequenz aus ihrem eigenen Kontingent zur Verfügung stellte, konnten die Schwierigkeiten nicht vollständig beheben. Darum wurden gleichzeitig eigene UKW-Sender entwickelt, und der erste konnte bereits am 1. November 1950 in Berlin, Mauerstraße, seinen Betrieb aufnehmen. Es folgte 1951 der UKW-Sender auf dem Brocken im Harz, und bereits Ende 1954 wurden weite Teile der DDR über 11 UKW-Sender mit Programm versorgt. Heute ist das UKW-Sendernetz komplett ausgebaut (mehr als 70 Sender sind über das Territorium unseres Landes verteilt), so daß es beim UKW-Empfang keine Versorgungslücken mehr gibt. Auch die DDR-Fernsehsender des I. Programms arbeiten auf UKW (VHF, Bereiche I und III). Die Einführung der Ultrakurzwellen brachte für die Rundfunkübertragung einen beachtlichen Qualitätsgewinn. So hat man in diesem breiten Frequenzbereich viel Platz und kann ein besonderes Verfahren zur Aufprägung der Programmsignale anwenden, die sogenannte Frequenzmodulation (abgekürzt FM, daher gelegentlich die Bezeichnung UKW-FM). Gegenüber dem Verfahren auf Lang-, Mittel- und Kurzwellen (Amplitudenmodulation) sind zwar viel breitere Hochfrequenzkanäle erforderlich (300 kHz für jedes Programm gegenüber 9 kHz bei den klassischen Rundfunkbereichen), dafür lassen sich aber Klänge vom tiefsten Baß bis hin zum höchsten Diskant sauber übertragen. Das Verfahren der Frequenzmodulation ist außerdem nur wenig anfällig gegen Übertragungsstörungen, wie sie zum Beispiel von Blitzen, störenden Haushaltsgeräten oder Autos hervorgerufen werden. Ultrakurzwellen reichen allerdings längst nicht so weit wie die Wellen der übrigen Hörrundfunkbereiche. Das bringt jedoch nicht nur den Nachteil mit sich, daß man das ganze Staatsterritorium mit einem dichten UKW-Sendernetz überziehen muß, es hat auch den Vorteil, daß weiter entfernte, im gleichen oder im unmittelbar benachbarten Kanal arbeitende Sendestationen die Übertragung nicht stören können.

Und schließlich: Wer möchte heute noch auf Stereosendungen verzichten, die sich in HiFi-Qualität nur auf UKW übertragen lassen?

#### **1.5. Wie verlief die historische Entwicklung des Fernsehens bis hin zu einer brauchbaren elektronischen Bildübertragung?**

Die Entwicklungsgeschichte des Fernsehens ist lang und dornenreich; ganze Generationen von Forschern und Entwicklern haben sie mitgestaltet. Daß sich ausgerechnet der Name des deutschen Ingenieurs Paul NIPKOW mit der Erfindung des Fernsehens so fest

verwurzelt hat, ist wohl nicht zuletzt darauf zurückzuführen, daß der Name dieses durchaus verdienstvollen Mannes während der Naziherrschaft schamlos für Propagandazwecke ausgenutzt wurde. Vor allem der Reichssendeleiter war daran beteiligt, daß Nipkow zu einer Symbolfigur für deutschen Erfindergeist und Forscherdrang erhoben wurde. So wird der inzwischen 74jährige Nipkow im Jahre 1935 zum Ehrenpräsidenten in der Fernseharbeitsgemeinschaft der Reichsrundfunkkammer ernannt, und der Berliner Fernsehsender wird „Paul-Nipkow-Sender“ getauft.

Wir ehren heute Paul Nipkow nicht als „Vater des Fernsehens“, sondern als Pionier, dem „der entscheidende Gedanke“ gekommen ist, wie es NITSCHE in seinem gleichnamigen Buch<sup>1</sup> auch darzustellen

weiß. Nipkow brachte seine Idee lediglich zu Papier und ließ sie sich am 6. Januar 1884 patentieren. Auf ihrer Basis konnten hervorragende Forscherpersönlichkeiten und erfinderische Knobler mit viel Schweiß das praktische Fernsehen entwickeln. Nipkow selbst hat niemals eine funktionierende Bildübertragung vorführen können; er soll tief bewegt gewesen sein, als er 45 Jahre später (1928) das erste Fernsehbild, übertragen auf der Basis „seiner“ spiralgelochten Bildzerlegungsscheibe, betrachten durfte (→ 3.1.).

Aus heutiger Sicht hatte das mechanisch-optische Prinzip keine Chance, eine Dauerlösung zur Bildübertragung zu werden, wenn sich auch Nipkowscheiben bis hinein in die dreißiger Jahre drehten. Als zukunftssicher stellten sich schließlich nur die auch heute noch angewendete vollelektronische Bildzerlegung, -übertragung und -wiedergabe heraus.

Die Idee zu seinem elektrischen Teleskop soll dem 23jährigen Studenten Nipkow am Weihnachtsabend

<sup>1</sup> Der entscheidende Gedanke / Nitsche, E. – Berlin: Verlag Neues Leben, 1974.

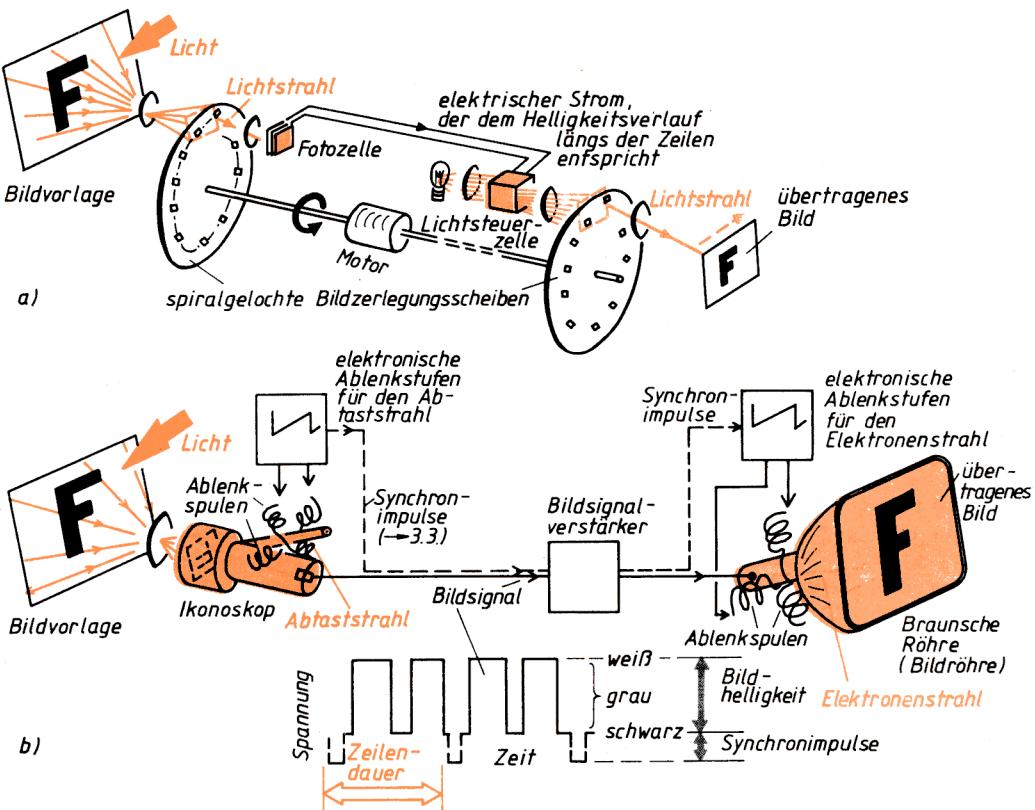


Bild 1.7 Grundprinzipien der Bildzerlegung und -zusammensetzung

a) mechanisch-optisch mit Nipkowscheiben b) elektronisch mit Ikonoskop und Braunscher Röhre

des Jahres 1883 gekommen sein, als er mit einem Fernrohr die sich drehenden Räder einer Kutsche mit den flirrenden Speichen beobachtete. Er soll sich dabei an eine drehende Scheibe mit aufgemalter Spirale erinnert haben, die er in einem Schaufenster gesehen hatte und bei der infolge der schnellen Rotation die Spirale zu einer einheitlich empfundenen Farbfläche verschmolzen war. Nipkow konnte weiterhin auf Ideen aus den Jahren 1851 und 1875 zur Übertragung stehender Bilder von BAIN, BAKEWELL und CAREY zurückgreifen. Die Selenzelle nach de PAIVA, die aus Helligkeitsschwankungen entsprechende elektrische Signale erzeugte, war ebenfalls bekannt. Das eigentliche Problem war die Abtastung bewegter Bildvorlagen, um sie als elektrisches Signal über möglichst nur eine einzige Leitung schicken zu können und danach wieder sichtbar zu machen. Nacheinander müßten die Punkte eines Bildes abgetastet und übertragen und nacheinander wieder zu einem Ganzen zusammengesetzt werden. Damit das Auge ein einheitliches Bild und nicht ein Nacheinander einzelner Punkte wahrnimmt, wäre es erforderlich, die ganze Prozedur der Bildzerlegung sehr schnell – mindestens 16 mal je Sekunde – ablaufen zu lassen. Nipkow erdachte eine rotierende Scheibe mit spiralförmig angeordneten vierseitigen Löchlein, die eine Bildvorlage zeilenweise abtasten und zu Punkten zerlegen konnte. Mit einer ganz gleichen Scheibe sollte das in Form elektrischer Impulse übertragene Bild schließlich wieder zusammen gesetzt werden (Bild 1.7a). Es ist leicht einzusehen, daß dazu beide Scheiben vollkommen gleichschnell laufen müssen. Außerdem muß jeweils das entsprechende Loch bei beiden Scheiben stets an der gleichen Stelle sein. Das aber war das Hauptproblem, das eine praktische Verwirklichung der Nipkowschen Idee zunächst verhinderte: Eine Synchronisierung der Drehzahl beider Scheiben ließ sich über größere Entfernungen nicht erreichen. Das gelang erst dem Engländer BAIRD im Jahre 1924, so daß er der Welt die erste öffentliche Fernsehübertragung bescheren konnte. Ein anderer Forscher ersetzte die Nipkowsche Scheibe durch ein besser wirkendes Spiegelrad, MECHAU benutzte sogar einen Linsenkranz, mit dessen Hilfe er einen Filmabtaster für Fernsehbilder konstruierte, wie er noch bis in die fünfziger Jahre hinein – auch von unserem Fernsehen – bei der Sendung von Filmen benutzt wurde.

Erst in den dreißiger Jahren ging man zur vollelektronischen Bildabtastung und -wiedergabe über. Dabei sind es vor allem 4 Namen, die besondere Erwähnung verdienen. Der Physiker Karl Ferdinand BRAUN hatte bereits 1897 Schwingungsbilder mit einer Kathodenstrahlröhre gezeigt (Braunsche Röhre), für die der deutsche Physiker Fritz SCHRÖTER im Jahre 1927/28 experimentell die Eignung als Bildwiedergaberröhre nachweisen konnte. Doch erst dem Wissen-

schaftler Manfred v. ARDENNE ist es 1930 gelungen, diese Röhre so weit zu verbessern, daß sie sich praktisch zu einer Wiedergabe ausreichend heller und scharfer Fernsehbilder eignete. Etwa zu dieser Zeit stellte auch der russische Physiker ZWORYKIN seine vollelektronische Bildaufnahmeröhre, das Ikonoskop, vor. Unter Verwendung eines selbstentwickelten Leuchtfleckabtasters konnte Ardenne im Jahre 1931 die erste vollelektronische Bildübertragung der Welt auf der 8. Berliner Funkausstellung vorführen. Dieses Grundprinzip wird auch heute noch bei der Fernsehübertragung angewendet.

Der erste öffentliche und regelmäßige Fernseh-Versuchsbetrieb der Welt – ausgestrahlt über den UKW-Sender Berlin-Witzleben – konnte am 1. April 1934 mit einer 180-Zeilens-Norm beginnen. Daran schloß sich ab 22. März 1935 ein regelmäßiger Programmbe trieb an 3 Wochentagen von jeweils 20.30 bis 22.00 Uhr an. Die einführenden Worte zu diesem historischen Ereignis – gesprochen von Chefingenieur Dr. HUBMANN – waren bereits vorher auf Tonfilm aufgenommen worden. Dann wurde der Ansager eingeblendet, der, in einer winzigen „Dunkelzelle“ sitzend und von einem zuckenden Lichtfleck angestrahlt (Lichtpunkt-Abtastung), unsagbar schwitzend das erste offizielle Programm ankündigen durfte. Gesendet wurden zunächst vor allem Tonfilme und Wochenschauen, später auch aktuelle Reportagen mit Hilfe des Zwischenfilmwagens (→ 1.6.). Die ersten größeren Studiosendungen gab es erst ab 1938, als in Berlin ein 300 m<sup>2</sup> großes Rundstudio im Deutschlandhaus in Betrieb genommen wurde.

## 1.6. Welches waren die ersten sportlichen Ereignisse, die per Funk übertragen wurden?

Die Übertragung von Sportereignissen per Funk muß die Gemüter schon sehr früh bewegt haben. An vielen Literaturstellen finden sich Fakten. Die allererste Sportreportage, lange bevor an eine Einführung des öffentlichen Rundfunks überhaupt zu denken war, scheint eine drahtlose Übertragung von Bord der Jacht „Thelma“ bei einer Segelregatta auf dem Eriesee (USA) gewesen zu sein. Sie soll am 15. Juli 1907 stattgefunden haben, und die überbrückte Entfernung bis zur Uferempfangsstelle in Fox Dox betrug 7 km. Dieses Ereignis will außerdem das Privileg einer ersten Übertragung der menschlichen Stimme für sich in Anspruch nehmen. Das allerdings muß angezweifelt werden, denn in einer anderen Quelle werden Versuche von Dipl.-Ing. O. NUSSBAUMER aus Graz (Österreich) beschrieben und als Geburtsstunde des Rundfunks bezeichnet. Damals, jedoch schon 3 Jahre früher, soll sogar Musik über kurze Entfernungen übertragen worden sein.

In einem Rundfunkjahrbuch von 1931 findet sich ein Hinweis zur ersten öffentlichen Rundfunk-Sportreportage. Am 21. Juni 1925 wurde sie von einer Ruderegatta über den Sender Münster ausgestrahlt. Man muß dabei bedenken, daß damals nur Direktschaltungen zum Sendeort möglich waren; die ersten brauchbaren Tonbandgeräte erschienen erst 10 Jahre später! Erste Sportnachrichten im Programm wurden dagegen schon 1924 gebracht.

Bemerkenswert ist der Verlauf der ersten Fußballreportage des Rundfunks. Dem Reporter wurde eine schachbrettartige Aufteilung des Spielfeldes vorgegeben, die man auch in der Programmzeitung abgedruckt hatte. Die alberne Schilderung: „Nun fliegt das Leder von C 6 nach D 7, wird vom Mittelstürmer gestoppt und nach E 4 gekickt“, war selbst dem Reporter bald zu dumm, und er kommentierte das Spiel nach eigenem Ermessen.

Auch das neue Medium Fernsehen in Deutschland entdeckte bald die Publikumswirksamkeit von Sportübertragungen, aber es gab dabei zunächst fast unüberwindliche Schwierigkeiten. Zu Beginn des Fernsehens, Mitte der dreißiger Jahre, konnte man Fernsehbilder entweder nur von einem Film oder Dia-positiv abtasten, oder der Ansager bzw. Darsteller mußte in einem vollkommen dunklen Raum – von einem wandernden Lichtpunkt angestrahlt – aufgenom-

men werden. Schlechte Bedingungen für Sportler! Trotzdem gelang mit einem heute einfach erscheinenden Kniff die Fernsehübertragung von Sportereignissen und anderem aktuellem Geschehen bei Tageslicht. Die Lösung bestand in einem sogenannten Zwischenfilm-Reportagewagen, einem Spezialfahrzeug, auf dessen Dach eine Filmkamera montiert war. Der beleuchtete Filmstreifen mit der aufgenommenen Szene lief durch den Kamerafuß und eine Öffnung im Wagendach direkt in eine Entwicklungsmaschine im Inneren des Fahrzeugs und wurde – noch naß – vom Fernsehfilmprojektor abgetastet. Dadurch entstand zwischen Aufnahme und Sendung lediglich ein Zeitversatz von etwa 90 s, den der Fernsehzuschauer nicht bemerkten konnte.

Erstmalig wurde ein solcher Zwischenfilmwagen am 30. März 1935 vorgeführt. In der folgenden Zeit bewährte er sich bei vielen Außenübertragungen, besonders aber bei den XI. Olympischen Sommerspielen vom 1. bis 16. August 1936 in Berlin. Neben der mit Fernsehkameras schon rein elektronischen Bildaufnahme wurden die 48 Übertragungen von den Spielen auch mit Zwischenfilmwagen aufgenommen und in den insgesamt 33 öffentlichen Fernsehstuben über 190 000 Fernsehzuschauern zugänglich gemacht. Die Übertragungen wurden nach besten Kräften von den Nazis unter Regie des Goebbels-Ministeriums geför-

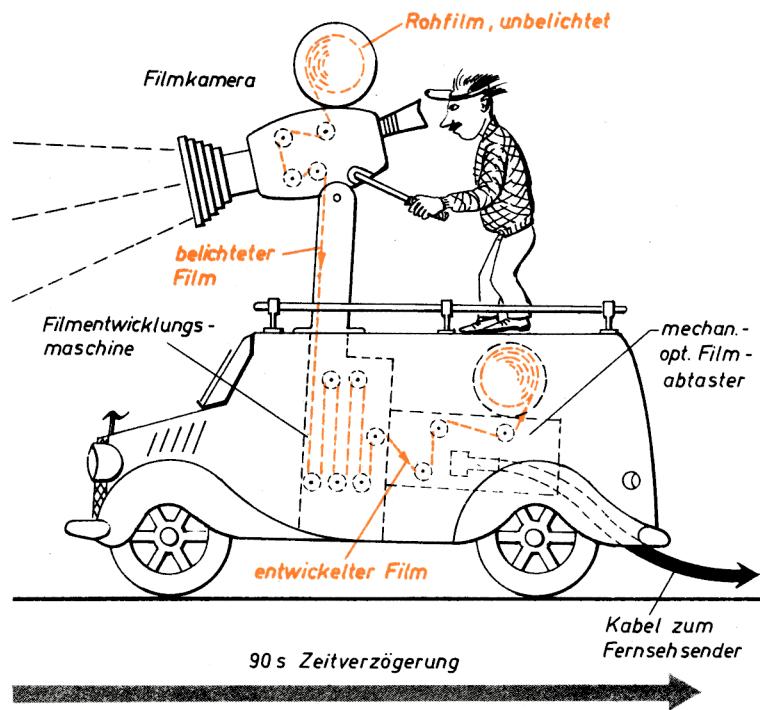


Bild 1.8  
Prinzip des Zwischenfilm-  
Reportagewagens



Bild 1.9  
„Mausi, heute haben wir aber einen starken Empfang!“  
Karikatur: Dubout; Quelle: Total verrückt. – Berlin, 1957

dert, ließen sich die Spiele doch bestens als Propagandaplattform nutzen.

Fußballanhänger wird es interessieren, daß das erste direktübertragene Spiel – ausgetragen zwischen Italien und Deutschland – am 15. Dezember 1936 über die Bildschirme flimmerte. Eine gewissermaßen symbolhafte Wiederholung erfuhr es (nun bereits mit elektronischen Kameras übertragen) am 26. November 1939 als 3. Fußball-Länderspiel zwischen Italien und Deutschland.

### 1.7. Wer gilt als der Erfinder der Tonspeicherung in Schallrillen?

Was die Priorität der Erfindung des Nadeltonverfahrens angeht, des Verfahrens also, das auch noch bei unseren heutigen Schallplatten angewendet wird, sind die Verhältnisse so verworren, wie bei vielen anderen Erfindungen auch. Allgemein gilt der US-Amerikaner Thomas Alva EDISON als sein Erfinder, weil er im Jahre 1877 seinen „Phonographen“ vorstellte und darauf ein Patent erwarb. Aber so einfach ist die Sache nicht. Zwar gebührt Edison der Verdienst, ein Gerät als erster zur Funktionsreife entwickelt zu haben, mit dem man Schall in Rillen speichern konnte – und zwar auf einer stanniolbespannten Walze –, aber bereits kurze Zeit vor der Patentanmeldung für den Phonographen, nämlich am 30. April 1877, hatte ein Franzose, Charles CROS, bei der Pariser Akademie einen versiegelten Umschlag hinterlegt, in dem ein

bis ins Detail dem Phonographen ähnliches Gerät, das der Erfinder „Parléophone“ nannte, beschrieben war.

Jedenfalls konnte Cros keinen Erfinderanspruch mehr geltend machen, denn als er schließlich von Edisons Apparat Kunde bekam und am 12. Dezember den

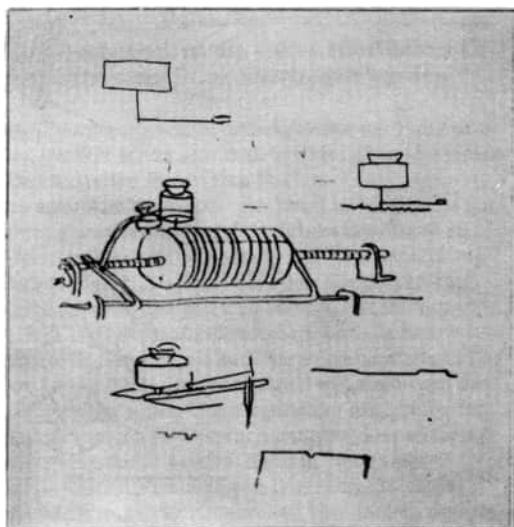


Bild 1.10 Die erste Skizze Edisons zum Phonographen.  
Reproduktion: Archiv Leue

Umschlag öffnen ließ, war es längst zu spät. Cros ließ seiner allzu berechtigten Enttäuschung freien Lauf: „Die Zeitungen sind voll von der Erfindung dieses Mister Edison aus Amerika. Dieser Erfindung, die ich gemacht habe. ... Ja, es ist meine Erfundung. Nur weil ich kein Geld hatte, das Patent anzumelden, und weil ich niemanden fand, mein Parléophone zu bauen, ist mir dieser Amerikaner zuvorgekommen!“ – Erfinderschicksal!

Das französische Volk ist natürlich trotzdem stolz auf seinen großen Sohn und ehrt ihn als den Begründer der Tonspeicherung. Eine Akademie wurde nach ihm benannt, die alljährlich einen „Grand Prix du Disque“ (Großer Preis der Schallplatte) vergibt.

Aber auch schon viele Jahre davor hatten einige Erfinder Schallwellen gespeichert. So gelang es dem Deutschen Wilhelm Eduard WEBER bereits im Jahre 1830, die Schwingungen einer Stimmgabel auf geschwärztem Papier aufzuziehen, dem Franzosen Leon SCOTT 1859 sogar die Darstellung von Sprachschwingungen auf dem berütteten Pappzyylinder seines

„Phon-Autographen“. Beide vermochten es allerdings nicht, ihre Aufzeichnungen als Töne wieder hörbar zu machen, und darauf kommt es ja schließlich an! Es ist nicht sicher, ob Edison diese Experimente überhaupt gekannt hat. Vielmehr wurde er nach eigenen Angaben zum Bau des Phonographen inspiriert, als er sich an Versuche erinnerte, die er bereits in den Jahren 1864/65 mit automatischen Telegraphenwiederholern gemacht hatte. Er hatte dabei bemerkt, daß die auf einer Platte eingeritzten Punkte und Striche einer Morsebotschaft bei beschleunigter Drehung einen summenden Ton erzeugten.

Den scheibenförmigen mechanischen Tonträger – die Schallplatte also – hat erst im Jahre 1887 der in Hannover gebürtige Deutschamerikaner Emil BERLNER entwickelt und gleich dazu ein passendes Wiedergabegerät, das der respektlose Volksmund ob seiner stark einem bekannten Küchengerät ähnelnden Gestalt „Kaffeemühlengrammophon“ nannte. Berliner benutzte anstelle von Walzen wachsüberzogene

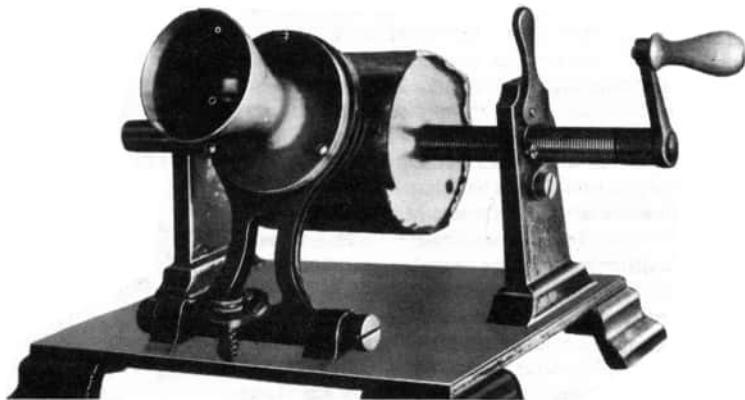


Bild 1.11  
Und so sah der erste funktionierende Phonograph tatsächlich aus. Diesem Apparat fehlt noch das Schwungrad. Man beachte, daß die Schalldose durchaus dem Telephon nachgebildet ist.  
Foto: Archiv Leue



Bild 1.12  
Berliners „Kaffeemühlengrammophon“.  
Foto: Archiv Leue

Zinkplatten. In das Wachs wurde von einer Nadel, die die Schallschwingungen einer Membran übertrug, eine spiralförmig verlaufende Rille geritzt. Wurde die Platte anschließend in Chromsäure getaucht, ätzte sich die Rille mit ihren Schwingungszügen in die Zinkplatte ein, und man konnte das Wachs wieder entfernen. Berliner Platten hatten anfänglich einen Durchmesser von 17 cm (wie die heutige Single); sie mußten mit etwa 70 Umdrehungen pro Minute angetrieben werden. Ihre Laufdauer betrug anfangs eine armselige Minute.

Der große Vorteil dieser neuen Scheiben aber war die Möglichkeit, sie leicht vervielfältigen zu lassen. Erstmals ließen sich billig große Stückzahlen von der gleichen Aufnahme herstellen, was zur schnellen Verbreitung der Schallplatte beitrug. Schon 1900 wurden etwa 2,5 Millionen davon verkauft. Jedoch konnten sie ihren Kampf gegen die Edison-Walzen erst siegreich beenden, nachdem im Jahre 1929 der letzte Phonograph hergestellt worden war.

Daß sich Schallplatten auch beidseitig bespielen lassen, wurde erstmals 1904 offenbar, nämlich als Neuheit auf der Leipziger Frühjahrsmesse. Einen gewaltigen Qualitätssprung erreichte man 1925, nachdem sich der Schallplattenschnitt mit elektrisch gesteuerten Apparaturen durchgesetzt hatte. Die Laufdauer stieg bis auf 5 min, erstmals wurde die Drehzahl mit 78 U/min genormt. Die Schallplatteninterpreten machten Bekanntschaft mit dem Mikrofon. Vorher mußten sie bei der Plattenaufnahme in einen riesigen Schalltrichter hineinsingen oder -sprechen, und die Schallwellen wurden rein mechanisch in die Rillen übertragen.

Nach Ablösung der Schellackplatten (→ 5.15.) durch die modernen Vertreter mündete schließlich die Schallplattenentwicklung in der hochwertigen Stereo-Langspielplatte, wie wir sie heute kennen.

### 1.8. Wie funktionierte der Plattenspieler der zwanziger Jahre, das Grammophon?

Ein Trichtergrammophon hat wohl jeder schon einmal gesehen, zumindest auf einer Abbildung. Doch wie es da drinnen aussah und wie es funktionierte, das wissen viele schon nicht mehr.

Soviel wir auch spähen, eine Netzschur oder ein Kabel zum Anschluß an ein Radio sehen wir nicht. Das ist auch kein Wunder, denn die Schallplatten wurden ebenso, wie sie aufgenommen wurden (nämlich rein mechanisch), abgespielt. Wie auch sonst? Radios oder Verstärker für den Hausgebrauch gab es ja erst nach 1923.

Die Drehung der Platte übernahm ein starker Federmotor mit Fliehkraftregler, der zunächst vom Musikliebhaber mit Hilfe einer Handkurbel aufgezogen wer-



Bild 1.13 Trichtergrammophon der zwanziger Jahre.  
Foto: Leue

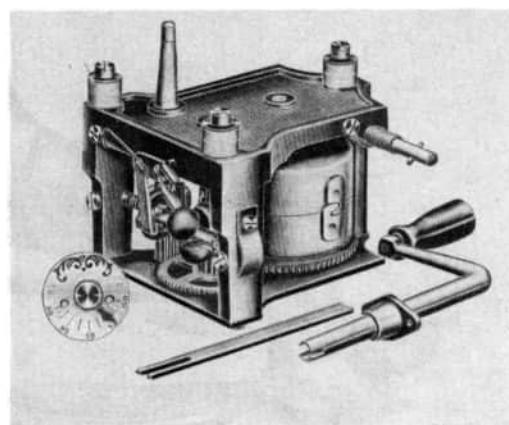


Bild 1.14 Federmotor eines Grammophons von 1920.  
Foto: Archiv Leue

den mußte. Die Federkraft reichte meist für eine bis eineinhalb Plattenseiten aus, und wer es verpaßte und nicht rechtzeitig „nachlud“, der mußte es erleben, daß nach dem Wenden der Platte der Ton leierig und immer leieriger wurde.

Vollkommen abweichend von der heute üblichen Schallplattenabtastung mit einem mechanisch-elektronischen Abtastsystem verwendete man zu Zeiten unserer Vorfahren eine Schalldose. Sie war am Ende eines gekrümmten Rohrs – des Tonarms – befestigt. In der Schallrille der Platte lief eine auswechselbare Stahl- oder Messingnadel, von der die Schallschwingungen über einen Bügel auf eine Zelluloidmembran in der Schalldose gelangten. Die Schwingungen dieser Membran übertrugen sich auf die Luftsäule im Tonarmrohr, gelangten von dort in den aufgesteckten riesigen Schalltrichter, der sie zu den Ohren der andächtigen Zuhörerschaft strahlte. Zur Lautstärkeregulierung bediente man sich verschiedener, heute seltsam anmutender Verfahren: Schon durch die Auswahl des



Bild 1.16 Transportabler Büchsenplattenspieler „NIRONA“ mit Reflex-Schalltrichter.

Foto: Leue

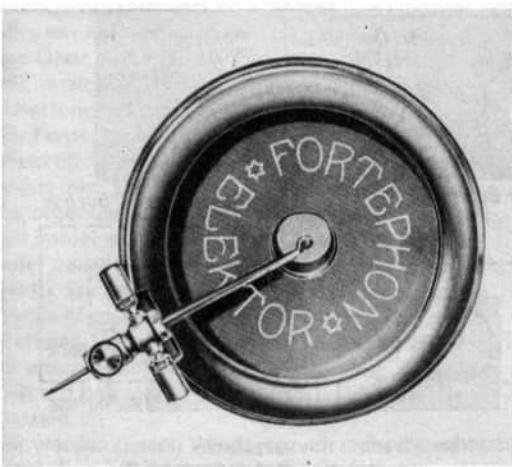


Bild 1.15 Schalldose mit Zelluloidmembran und auswechselbarer Nadel.

Foto: Archiv Leue

Nadelmaterials konnte man die Wiedergabe entweder laut und schmetternd oder dezent-verhalten klingen lassen. Die Nadel mußte übrigens nach höchstens 2 Plattenseiten gegen eine neue ausgewechselt werden. Eine andere Methode zur Lautstärkebeeinflussung bestand darin, daß man die Klappen eines im Gehäuse des Grammophons eingebauten Trichters mehr oder weniger öffnete. Ein für unser heutiges Qualitätsverständnis schier unglaubliches Verfahren, wurde

doch der Klang beim Schließen der Klappen ganz dumpf und verlor jegliche Brillanz! Das aber spielte derzeit eine untergeordnete Rolle; die Platten selbst klangen ja schon näseld und stumpf.

Schließlich wußte man sich bei zu großer Lautstärke auch dadurch zu helfen, daß man einfach ein Tuch in den Trichter stopfte.

Die Ausstattung damaliger Plattenspieler mit bedienungsfreundlichen Mechanismen könnte teilweise mit heutigen Modellen konkurrieren. So gab es zum Beispiel bereits Drehzahlfeinregulierungen und automatische Endabschaltung. Sogar ein „Campingmodell“ in Keksdosenform konnte der reiselustige Musikliebhaber erwerben.

### 1.9. Woher stammt die Bezeichnung „Diodenstecker“?

Die ersten Tonbandgeräte für den Heimgebrauch tauchten Anfang der fünfziger Jahre in den Geschäften auf. Nun hieß es, sie auch an die vorhandenen Buchsen des Radios anzuschließen. Für die Aufnahmemeilung eignete sich dabei der Ausgang für den Zweitlautsprecher, für Wiedergabe der Plattenspieleranschuß im Rundfunkgerät. Diese Anschlußtechnik brachte aber einige Nachteile mit sich: Am Lautsprecherausgang betrug die Signalspannung bei der dama-

ligen Röhrentechnik bis zu 100 Volt, sie war außerdem von der eingestellten Lautstärke am Radio abhängig. Wer zusätzlich noch einen Plattenspieler betreiben wollte, mußte zwischen Tonband- und Plattenwiedergabe ständig umstecken. Darum vereinigte man später die Anschlüsse für Aufnahme und Wiedergabe in einem neu entwickelten 3poligen Steckverbinde. Hierbei wurde der Ausgang zur Aufnahme elektrisch an eine günstigere Stelle im Empfänger verlegt, nämlich direkt hinter den Hochfrequenzgleichrichter.

Dort beträgt die Spannung nur Bruchteile eines Volts

und ist von der Stellung des Lautstärkeeinstellers und der Klangeinsteller vollkommen unabhängig. Weil der Hochfrequenzgleichrichter mit Gleichrichterdioden arbeitet, bekamen die neuen Steckverbinder die Namen Diodenbuchse (im Rundfunkempfänger) und Diodenstecker (am Anschlußkabel). Aus dem ursprünglich nur 3poligen Steckverbinde ist später (nach Einführung der Stereophonie), als 3 Anschlußkontakte nicht mehr ausreichten, der heute fast ausschließlich benutzte 5polige runde Signalsteckverbinder hervorgegangen. Auch er wird im Sprachgebrauch meist als Diodensteckverbinder bezeichnet.

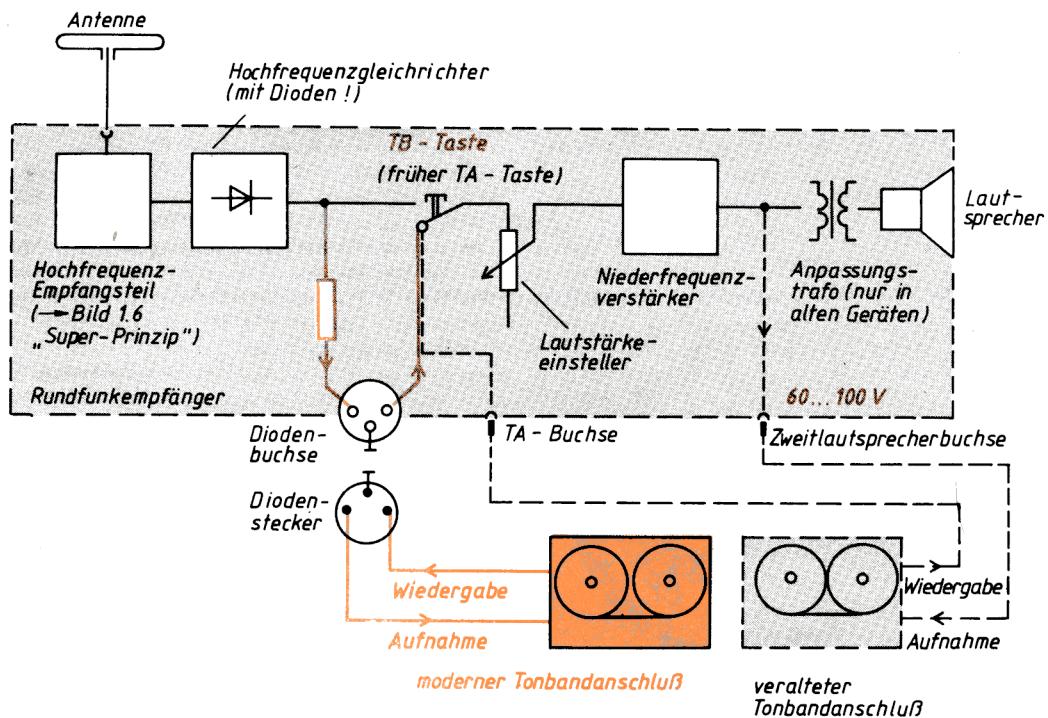
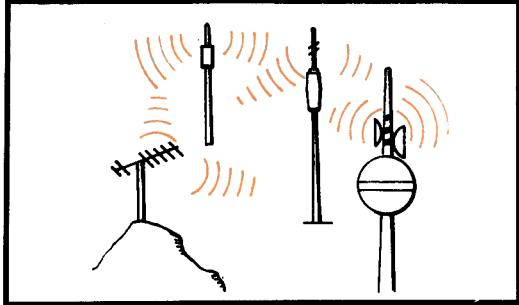


Bild 1.17 Anschluß eines Tonbandgeräts an einen Rundfunkempfänger zur Aufnahme und Wiedergabe: modernes Prinzip über Diodenbuchse und früherer Anschluß an TA- und Zweitlautsprecherbuchse



## 2. Rundfunk und Fernsehen für Millionen

Der Fernsehbildschirm bringt uns die Welt ins Heim. Kaum jemand möchte mehr auf seine regelmäßige Nachrichtensendung, auf den Lieblingsfilm, ein Kulturmagazin bzw. eine Übertragung aus Oper, Konzertsaal oder dem Palast der Republik verzichten. Für das Problem der Kartenbeschaffung bei einer gefragten Veranstaltung hat der Fernsehteilnehmer bestenfalls ein müdes Lächeln übrig, nicht einmal die guten Sachen muß er aus dem Schrank holen. Er kann während des Kunstgenusses soviel mit Bonbonpapier rascheln, wie immer er mag, sogar ein Bier dabei trinken (oder besser – der Situation angemessen – Sekt!). Ein Segen ist das Fernsehen für alte oder kranke Menschen, für Schichtarbeiter und den „Fernseh-Normalverbraucher“, teilweise ein Fluch für ehemals kulturell aktive Zeitgenossen, die nun in ihrem bequemen Sessel vor der „Glotze“ festwurzeln.

Wir werden diesen Widerspruch nicht lösen! Fernsehen gehört nun einmal zu den Lieblingskin-

dern unserer Zeit, und welche Neuerung hätte nicht immer auch Auswüchse sprießen lassen! Rundfunk ist dagegen viel unaufdringlicher. Da kann man sich mit Musik berieseln, ein Hörspiel vorbeirauschen lassen oder Nachrichten konsumieren und trotzdem seinen gewohnten Verrichtungen nachgehen. Die Augen bleiben schließlich frei für andere Eindrücke, beobachten das Tätigkeitsfeld, und das Gehirn kann sowieso parallel schichtig arbeiten und die tätigen Hände dirigieren. Bei monotonen Beschäftigungen mag das ja noch auf diese Weise angehen, ob das aber auch sonst die richtige Methode für ein Hörerlebnis ist, wird jeder HiFi-Enthusiast und jeder Programmschaffende energisch verneinen. Auch Rundfunksendungen sind mit Liebe gestaltet, sie können ein Genuß sein und tiefes Erleben vermitteln! Darum sollten wir uns wenigstens ab und an mit Muße und völlig entspannt einem guten Programm – durch nichts abgelenkt – zuwenden.



Bild 2.1 „Agnes, du übertreibst wie immer!“  
Karikatur: Bach

### 2.1. Woher stammt der Name „Rundfunk“?

Die ersten zur Telegrafie benutzten elektromagnetischen Wellen wurden durch Funken angeregt (→ 1.1.). Funkengeknatter war die jahrelange Begleitmusik der „drahtlosen Telegrafisten“ jener Zeit bei ihrem Gehämmern auf den Morsetasten. Das Übertragungsverfahren erhielt daher logischerweise die Bezeichnung Funk, der Telegrafist war der Funker, der seine Nachricht über Funkwellen in die Ferne sandte. Normalerweise sollte die Botschaft einen festen Adressaten erreichen, ein Schiff oder eine Gegenfunkstelle ir-

gendwo auf dem Land. Es gab aber bereits ab 1919 in Deutschland einen Pressefunkdienst mit der Hauptsendestelle in Königs Wusterhausen, über den die neuesten Nachrichten zu etwa 80 bei Postämtern installierten Empfangsgeräten übermittelt und über Telefon an Zeitungsredaktionen und andere Interessenten weitergeleitet wurden. An die Stelle des einzelnen Funkpartners rückte ein ganzer Abnehmerkreis. Diese „in die Runde gefunkt“ Mitteilungen gaben dem Kind seinen Namen: Rundfunk.

Selbst später, als die Funkensender längst passé und durch Röhrensender ersetzt waren, blieb man bei der



Bild 2.2 Schiffsfunker an seinem Telegrafiesender.  
Quelle: Langer Weg zur kurzen Welle / Illing, W. – Leipzig, 1954

gewohnten Wortschöpfung. Allerdings wurde nach Einführung des öffentlichen Rundfunks für jeden zur besseren Unterscheidung von Unterhaltungsradio gesprochen.

Heute nimmt das Funkwesen einen festen Platz unter den Nachrichtenmedien ein. Rundfunk wird jedoch als Oberbegriff verstanden und in Hörrundfunk und Fernsehrundfunk unterteilt. Trotzdem ist meist noch aus alter Gewohnheit Rundfunk gebräuchlich, wenn man die drahtlose Tonübertragung für die Allgemeinheit meint. Die umgangssprachliche Alternative für das neuere Medium ist dann Fernsehen.

## 2.2. Unter welchen Bedingungen begann nach der Zerschlagung des Hitlerfaschismus der Rundfunk in Deutschland wieder zu senden?

Gesetzmäßig und für alle Zeiten bezwungen lag am 8. Mai 1945 der Faschismus am Boden. Ganz Deutschland war ein Ruinenfeld, und die Goebbelsschen Durchhalteparolen im „Reichsrundfunk“ waren zum Schweigen gebracht worden. Doch schon 2 Tage nach der bedingungslosen Kapitulation – am 10. Mai also – wurden deutsche Antifaschisten und Kommunisten von der sowjetischen Militärverwaltung in Deutschland mit der Wiederinbetriebnahme des Rundfunks beauftragt.

Bild 2.4 Handschriftlicher Programmablaufplan der historischen Sendung vom 13. Mai 1945, der ersten Rundfunksendung in Deutschland nach Kriegsende.  
Quelle: Redaktion Neues Deutschland

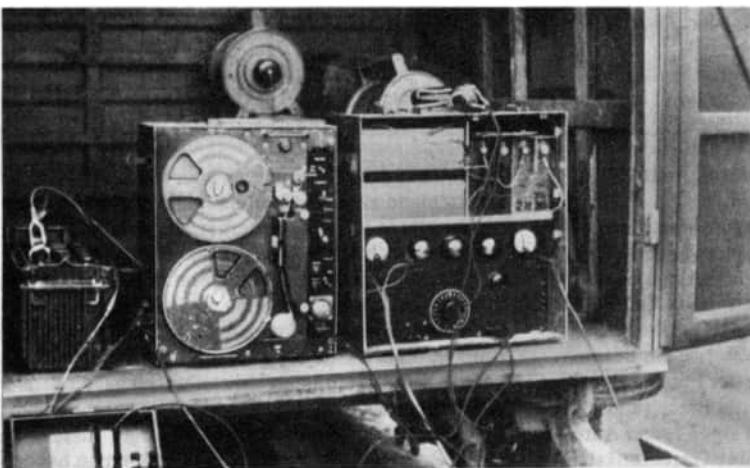


Bild 2.3  
So sah 1945 die „technische Einrichtung“ eines Ton-Übertragungswagen aus (Landessender Weimar).  
Foto: Archiv Studiotechnik Rundfunk

Hier spricht Berlin! Hier spricht Berlin! Willkomm  
Räumlichkeiten <sup>eingebauten</sup> wir beginnen um 20 Uhr mittwochs zu  
Um 20 Uhr hören Sie den Sender Berlin

(8 Uhr) Wir beginnen die Sendungen des Senders Berlin

- 1) Sie hören jetzt die Hymne der Sowjetunion.
- 2) Sie hören jetzt die amerikanische Nationalhymne
- 3) Sie hören jetzt die englische Nationalhymne
- 4) Sie hören jetzt die französische Nationalhymne
- 5) Botschaft Sie hören auf die Botschaft des Marschalls der Sowjetunion,  
~~Joseph~~ Stalin an das Volk der Sowjetunion aus Anlass der  
siegreichen Beendigung des Krieges.
- 6) Marsch  
Sie hören zu einem sowjetischen Armeemarsch
- 7) Und nun übertragen wir den Wortlaut der Urkunde über die  
bedingungslose Kapitulation der deutschen Streitkräfte  
Frage:
- 8) Marsch des Sieges a) Churchills
- 9) b) Sie hören die Botschaft des Präsidenten der Vereinigten Staaten  
Vereinigte Staaten <sup>Franklin D. Roosevelt</sup> an den Marschall der Sowjetunion Stalin und  
die Antwort <sup>Churchill</sup> Stalins  
Stalin antwortete:
- 10) Wir lassen Ihnen nicht - - - - -

Doch das Funkhaus in der Berliner Masurenallee war nicht betriebsbereit, das Rundfunkkabel zum Sender Tegel zerbombt. Aber man improvisierte: Ein Mikrofon wurde direkt am Sender Tegel angeschlossen, und schon am Abend des 13. Mai konnte ein Programm von reichlich einer Stunde ausgestrahlt werden. Bereits eine Woche danach wurde wieder ein volles Programm von morgens 6.00 bis nachts 1.00 Uhr gesendet.

Wie aber sah der Rundfunkbetrieb praktisch aus? Von den provisorisch hergerichteten redaktionellen und technischen Räumen im Funkhaus Masurenallee war ein Kurierdienst zum Tegeler Sender eingerichtet worden, und über eine Botenstafette gelangten die Sendebeiträge per Auto, Boot und Fahrrad durch das zerstörte Berlin. Pioniereinheiten der Roten Armee war es schließlich zu verdanken, daß eine behelfsmäßige Feldtelefonleitung durch die Ruinen verlegt wurde. Über diese „Rundfunkleitung“ gelangte dann das Programm zum Sender.

Der Sendebetrieb vollzog sich mit heute unvorstellbar primitiven technischen Mitteln.

Im Laufe des Jahres wurden weitere Sendestationen in Betrieb genommen; ein zweites Programm kam schließlich hinzu. Im Dezember 1945 wurde das Rundfunkwesen von der sowjetischen Militärverwaltung auf die deutsche Zentralverwaltung für Volksbildung übertragen. Ein Vertrauensbeweis der sowjetischen Freunde in die demokratische Entwicklung im neuen Deutschland!

In den Folgejahren stabilisierte sich der Rundfunkbetrieb weiter, und bereits im März 1947 gab es 2 Millionen registrierte Rundfunkhörer.

Der erstarkende Rundfunk im demokratischen Teil

Deutschlands mußte auf die aggressiven Kräfte in den Westzonen wie ein Stachel im Gehirn wirken. Es waren darum keine subtilen Mittel, mit denen die schnelle Entwicklung gehemmt, ja nach Möglichkeit unterbunden werden sollte. Von heimtückischer Verleumdung über materiellen Druck bis hin zu verbrecherischer Sabotage reichte die Palette. Es begann im Dezember 1948 mit der Sprengung der Sendeturme des in den Berliner Westzonen gelegenen Senders Tegel – angeblich aus Gründen der Baufälligkeit! Für die erfindungsreichen und kampferprobten Rundfunktechniker jener Tage war das keine ernste Hürde; noch am gleichen Tag liefen die Sendungen mit vollem Programm über einen Mittelwellensender in Potsdam.

Ein weiterer ernster Störversuch folgte am 1. November 1950, als das gesamte Rundfunkrecht bereits von der Regierung unserer am 7. Oktober 1949 gegründeten DDR ausgeübt wurde. Die Energiezufuhr zum Funkhaus in der Masurenallee wurde auf Geheiß der Verwaltung der Berliner Westsektoren abgeschaltet, und weil das keinen Erfolg hatte (schließlich gab es Notstromgeneratoren), kam man später auf eine noch „grandiosere“ Idee: Während der Pfingstfeiertage 1952 wurde über das Funkhaus eine totale Blockade verhängt, indem es mit Stacheldrahtverhauen abgeriegelt wurde. Der eingeschlossene kleine Mitarbeiterstab harrte aus, bis es gelungen war, die Funkschule in Berlin Grüna zu einem provisorischen Funkhaus umzugestalten. Nicht eine einzige Programmstunde fiel aus!

Die ständigen, zwar erfolglosen, aber doch kräftezehrenden Störversuche hatten bereits in der DDR den Entschluß reifen lassen, ein neues modernes Funk-

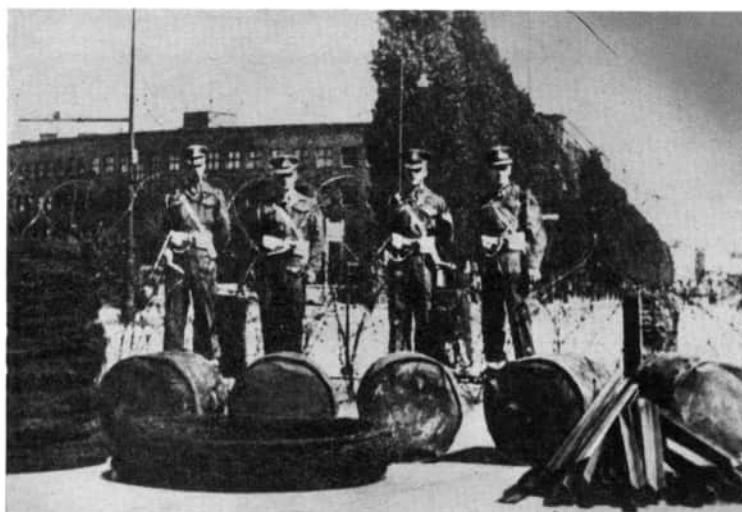


Bild 2.5  
Britische Besatzer riegelten  
Pfingsten 1952 das Funkhaus in  
der Masurenallee ab.  
Quelle: ADN-Zentralbild

haus in der Hauptstadt Berlin, und zwar in der Nalepastraße, zu errichten. Und so konnte im September 1952 der offizielle Rundfunkbetrieb in der ersten Ausbaustufe des für 3 unabhängige Programme projektierten Funkhauses aufgenommen werden.

Aber die Sabotageakte rissen nicht ab, und so gingen im Jahre 1955 zwei große Sendesäle infolge von Brandstiftung in Flammen auf.

In ohnmächtigem Zorn, aber mit ungebrochenem Willen machten sich die Baubrigaden erneut an die Arbeit. Schon ein Jahr später konnten die wiedererbauten Sendesäle und technischen Einrichtungen dem Rundfunkbetrieb übergeben werden.

Heute erreicht der Rundfunk der DDR mit 5 ständigen, mehreren regionalen Programmen und über die Auslandssendungen von Radio-Berlin-International seine Hörer im In- und Ausland. Das umfangreiche Studio- und Sendernetz ist stabil, und wir wissen es wirkungsvoll zu schützen!

### **2.3. In einem einzigen Fernsehkanal soll man etwa 25 UKW-Rundfunkkanäle unterbringen können! Warum ist der Frequenzbedarf für Fernsehbilder um so vieles größer?**

In dieser Frage steckt ein ganzes Bündel von Einzelproblemen.

Weder Ton noch Bild läßt sich mit nur einer einzigen Schwingung übertragen. Es ist immer eine ganze Gruppe von unterschiedlichen Frequenzen, die wir auf die Reise schicken müssen. Man spricht dabei auch vom Frequenzband oder -bereich; die Breite von der niedrigsten vorkommenden Frequenz bis zur höchsten heißt Bandbreite. Wir müssen außerdem unterscheiden, ob wir die Ton- oder Bildschwingungen in der Originalfrequenzlage übertragen wollen (z. B. über ein Kabel) oder drahtlos über elektromagnetische Wellen, wie es mit dem Rundfunk- und Fernsehprogramm normalerweise geschieht.

Das Frequenzband der vom Menschen wahrnehmbaren Schallschwingungen liegt bei einem gesunden jugendlichen Ohr etwa zwischen 20 Hz (tiefste Bässe) und 20 000 Hz (höchste Ober töne). Dieser Bereich wird gern angegeben, wohl, weil sich diese Zahlen so gut merken lassen. Faktisch liegen die Grenzen beim einzelnen Menschen durchaus unterschiedlich, vor allem die Obergrenze verschiebt sich im Alter bedeutend nach unten. Übertragen wird beim UKW-Rundfunk und Fernsehen allerdings nur ein Bereich zwischen 40 und 15 000 Hz. Das reicht vollkommen aus, von den allermeisten Zuhörern wird noch keine Einbuße an Klangbrillanz bemerkt, und die Anlagen in den Tonstudios müssen nicht ganz so aufwendig sein.

Kommen wir nun zum Frequenzband, wie es zur

Bildübertragung benötigt wird. Jedes zu übertragende Bild wird in der Fernsehkamera in 625 untereinanderliegende Streifen (die Zeilen, ähnlich wie auf einer Buchseite) zerlegt. Der Einfachheit halber nehmen wir zunächst an, daß jede Zeile wiederum aus winzigen quadratischen Pünktchen zusammengesetzt ist. Diese Pünktchen, das sogenannte Raster, entsprechen etwa den Buchstaben auf einer Buchzeile. Wäre das Fernsehbild quadratisch, dann würde sich die Gesamtpunktzahl aus dem Quadrat der Zeilenzahl errechnen:  $625^2 = 390\,625$  Pünktchen. Weil aber der Fernsehbildschirm mit einem Größenverhältnis Breite:Höhe = 4:3 festgelegt ist, muß die errechnete Bildpunktzahl noch mit diesem Verhältnis multipliziert werden. Es ergeben sich auf diese Weise rund 520 000 Pünktchen.

Nun ändert sich aber das zu übertragende Bild laufend, und wir müssen das bewegte Bild wieder und immer wieder übertragen. Sollen die Bewegungen nicht ruckartig erscheinen, so muß das 25mal je Sekunde geschehen. Das ergibt bereits etwa 13 Millionen zu übertragende Pünktchen je Sekunde.

Nur von Punkt zu Punkt kann sich die Helligkeit im Fernsehbild ändern, im Extremfall so oft, wie es Pünktchen im Bild gibt. Vergleichen wir diese Helligkeitsänderungen mit einer Schwingung (Bild 2.7a), so zeigt sich, daß sich immer 2 Pünktchen mit einer vollen Schwingungsperiode übertragen lassen, wenn wir zum Beispiel vereinbaren, daß der obere Bogen der Schwingung einer ganz hellen Stelle, der untere dagegen einer vollkommen dunklen entsprechen soll. Wir benötigen demnach für unsere 13 Millionen Pünktchen je Sekunde die halbe Anzahl von Schwingungen, nämlich 6,5 Millionen Schwingungen je Sekunde. Das sind 6,5 Millionen Hertz (6,5 MHz)!

Das ist aber nur ein theoretischer Wert, in der Praxis sieht es etwas günstiger aus. Erstens: Die Anteile des Fernsehbilds muß man nicht während der ganzen Zeit übertragen. Ein kleiner Teil, nämlich etwa 8 % der Zeilenzahl und knapp 20 % der Zeilenlänge, enthält keinen Bildinhalt, sondern wird für Hilfs- und Nebenaufnahmen bei der Fernsehübertragung verwendet (z. B. werden darin die im Abschnitt 3.3. erwähnten Synchronimpulse übertragen). Diese Anteile verschwinden gewissermaßen außerhalb der Bildschirmränder. Zweitens läßt sich im Fernsehbild nicht in jedem Falle eine Vertikalauflösung erreichen, wie sie einem Bild mit 625 Zeilen entspricht. Liegt zum Beispiel ein Bilddetail mit Zeilenbreite genau auf einer abgetasteten Zeile, dann wird es auch breitengetreu auf dem Bildschirm abgebildet. Liegt es jedoch zwischen 2 Zeilen, dann wird es auch in beiden Zeilen, und zwar mit veränderter Helligkeit abgebildet und wirkt somit verschwommen (Bild 2.7b). Weil aber die horizontale Auflösung im Fernsehbild (längs der Zeilen) nicht größer zu sein braucht als die vertikale,



Bild 2.6

So wird ein Schwarzweißbild zeilenweise übertragen: Die gekennzeichnete Fernsehzeile zeigt abwechselnd Bilddetails zwischen hellstem Weiß über verschiedene Grauwerte bis hin zum tiefsten Schwarz. Von der Bildaufnahmeröhre in der Fernsehkamera werden diese Helligkeitsänderungen längs der Zeile in entsprechende Signalspannungen umgewandelt. Diese ändern sich in dem gleichen Zeittakt, in dem auch der Abtaststrahl in der Bildaufnahmeröhre von links nach rechts über die Zeile läuft. Einem weißen Bildpunkt entspricht ein großer Spannungswert, einem dunklen Bildpunkt ein sehr kleiner.

Foto: Leue

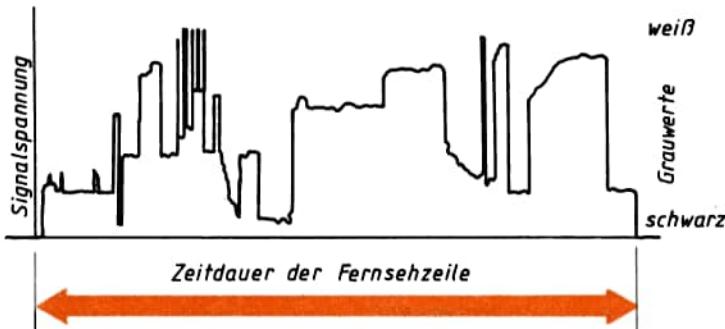


Bild 2.7 Auflösung eines Fernsehbilds

a) in Zeilenrichtung b) Auflösungsverlust in vertikaler Richtung bei Details, die „zwischen den Zeilen“ liegen

müssen wir auch nicht von quadratischen Pünktchen ausgehen (wie zunächst vereinfacht angenommen), sondern die Pünktchen können länglich sein, und dadurch reicht eine geringere Anzahl. Trotzdem wird jedes davon in der unvorstellbar kurzen Zeit von nur 0,1 µs (0,000 000 1 s) übertragen. Unsere Fernsehnorm sieht aufgrund dieser Tatsachen darum eine höchste im Fernsehbild vorkommende Frequenz von 5 MHz vor.

Der Bereich von der tiefsten im Fernsehbild vorkommenden Frequenz von 0 Hz bis zu den erwähnten 5 MHz wird Videofrequenzbereich genannt (von lateinisch *vidēre* = sehen). In der tiefsten Frequenz (0 Hz entspricht einem Gleichspannungswert, keine Schwingung) widerspiegelt sich zum Beispiel ein gleichmäßig grauer Bildschirm, in den höchsten Frequenzen um 5 MHz liegt die letzte Auflösung feinsten Details, die brillante Schärfe des Fernsehbilds also. Man kann jedoch keinesfalls sagen, daß die obere Videofrequenz von 5 MHz einen bildtypischen Wert darstellt, wie etwa die 20 kHz für höchste Töne des Hörschalls typisch sind. Die 5 MHz sind vielmehr eine fernsehbildtypische Frequenz. Sie sind nicht von der zu übertragenden Fernsehszene abhängig, die ja ursprünglich keinesfalls aus winzigen Pünktchen besteht, sondern davon, in wie viele Rasterpunkte man das Originalbild in der Fernsehkamera zerlegt und wie oft man diese Rasterpunkte je Sekunde überträgt. Die 5 MHz sind demnach eine Folge der gewählten und ökonomisch vertretbaren Fernsehnorm. An dieser Stelle sei der Hinweis angebracht, daß Fernsehern schon immer – und so wird es wohl noch sehr lange Zeit bleiben – ein Kompromiß zwischen den technisch-ökonomischen Möglichkeiten und den Bedürfnissen der Zuschauer ist. So begrenzt die zur Verfügung stehende Kanalbreite zur Hochfrequenzübertragung die Qualität des Fernsehbilds, andererseits sind aber die Grenzen der menschlichen Sinneswahrnehmung bei weitem noch nicht erreicht. Man könnte sich Fernsehbilder durchaus schärfster, viel größer, flimmerfreier, räumlicher, mit Stereoton und weniger Störungen behaftet wünschen. Ganz leicht ließe sich bei einer feineren Bildzerlegung ein Teil dieser Wünsche befriedigen (→ 15.4.); das würde aber dann auch einen bedeutend erweiterten Videofrequenzbereich erfordern, und auf welchen Funkfrequenzen sollte man diesen zur Zeit übertragen? Bei gröberer Struktur des Fernsehbilds, wie zum Beispiel 1934 mit nur 180 Zeilen, benötigte man dagegen nur etwa 0,5 MHz für die Übertragung!

Vergleichen wir den Videofrequenzbereich bis 5 MHz mit einer Bandbreite von etwa 15 kHz für Tonsignale, dann ließen sich anstatt eines Fernsehbilds theoretisch sogar über 300 Tonprogramme übertragen, allerdings nur über ein Kabel. Dazu müßte man sie zwar in ihrer Frequenzlage gegeneinander verschieben und

frequenzmäßig nacheinander einschachteln, aber das ist technisch kein Problem und wird in der Fernsprechtechnik schon viele Jahre angewendet, um eine Telefonleitung für mehrere Gespräche gleichzeitig ausnutzen zu können.

Doch sehen wir weiter! Um Ton- und Bildsignale durch den Raum schicken zu können, muß man sie elektromagnetischen Wellen mit viel höherer Schwingungsfrequenz aufprägen. Auch dann entsteht wieder ein Frequenzband, das man in einem entsprechend breiten (HF-)Kanal überträgt. Nun werden aber für Ton- und Bildsignale unterschiedliche Verfahren zur Aufprägung (Modulation) auf die Hochfrequenzschwingung verwendet. Beim Bildsignal (Amplitudemodulation) bleibt die Videobandbreite von 5 MHz erhalten. Weil man aber zusätzlich noch den Fernsehton übertragen muß und außerdem etwas Abstand von HF-Kanal zu HF-Kanal schaffen will (damit sich benachbarte Programme nicht gegenseitig stören können), werden die HF-Kanäle etwas breiter als 5 MHz angelegt. Die Fernsehkanäle im VHF-Bereich Kanal 2 bis 12 sind je 7 MHz breit, im UHF-Bereich die Kanäle 21 bis 60 sogar 8 MHz.

Bei UKW-Rundfunkübertragung dagegen (Frequenzmodulation) steigt die Bandbreite von ursprünglich 15 kHz beim Aufprägen auf die Hochfrequenzschwingung auf fast 300 kHz an, so daß also auf UKW jeder HF-Kanal 300 kHz breit ist.

Kommen wir nun auf die eingangs getroffene Feststellung zurück: Ein UKW-Kanal von 300 kHz (0,3 MHz) Bandbreite paßt in einen UHF-Fernsehkanal mit 8 MHz Bandbreite tatsächlich gut 25mal hinein. Man könnte durchaus 25 Rundfunkprogramme anstatt eines Fernsehprogramms übertragen. Woher aber sollen die kommen, und ... möchten Sie tauschen? Andererseits könnte man auf dem gesamten UKW-Bereich von 87,5 bis 104 MHz mit seinen 55 Rundfunkkanälen nur 2 Fernsehprogramme übertragen.

## 2.4. Warum werden international so verschiedene, untereinander nicht verträgliche Farbfernsehverfahren, wie zum Beispiel SECAM und PAL, angewendet?

Dem ursprünglichen, in den USA entwickelten Farbfernsehverfahren NTSC (National Television System Committee; Organ der Bundesnachrichtenbehörde der USA) hafteten nach seiner Einführung in den Jahren 1953/54 noch sehr viele Mängel an. So wurden die Farben bei der Übertragung oft stark verfälscht, was dem Systemkürzel bald seine verbalhornende Auslegung „Never The Same Colour“ (niemals die gleiche Farbe) einbrachte. Als Weiterentwicklung dieses Systems entstand im Frankreich der fünfziger Jahre auf Anregung Henry de FRANCE das SECAM-Verfahren

(Séquence de Couleurs Avec Mémoire, etwa „Farbfolge mit Speicherung“, heute auch in der Kurzform Séquentiel à Mémoire), das Farbverfälschungen bei der Übertragung weitestgehend ausschließt. Etwas später wurde von Prof. Dr. Walter BRUCH in der BRD das PAL-Verfahren entwickelt (Phase Alternating Line = in der Phase wechselnde Zeilen). Obwohl beide Verfahren innerhalb der europäischen Länder durchaus gegeneinander abgewogen wurden – auch in praktischen Qualitätsvergleichen unter schwierigen Übertragungsbedingungen –, kam man schließlich zu keiner einheitlichen Normenfestlegung. Es überwogen in den Entwicklungsländern die nationalen Interessen. Jedes führte sein eigenes Verfahren ein, Frankreich das SECAM-System und die BRD ihr PAL. Andere Länder schlossen sich dem einen oder dem anderen Verfahren an. Für das in der DDR einzuführende Farbfernsehverfahren (1969) standen somit mindestens 2 ausgereifte und bereits in mehreren europäischen Staaten angewandte Systeme zur Diskussion. Gravierende Qualitätsunterschiede bestanden zwischen SECAM- und PAL-Farbabbild bei den inzwischen höchstentwickelten Varianten SECAM III b und Standard-PAL zu dieser Zeit nicht mehr. Alle Farbfernsehsysteme sind ohnehin Kompromißlösungen, die ihre Schwächen und Stärken nur an jeweils anderen Stellen zeigen. Bei SECAM sind zum Beispiel einige Nachteile bei der studiotechnischen Verarbeitung der Programme zu bewältigen (so bei der Bildmischung), PAL dagegen erfordert einen etwas höheren Aufwand bei der Sende- und Empfangstechnik. Die DDR hat sich unter ihren gegebenen technisch-ökonomischen Bedingungen für das SECAM-Verfahren entschieden, wie übrigens schon vorher die UdSSR und die meisten sozialistischen Staaten auch danach (z. B. Bulgarien, die ČSSR und Polen). Schließlich ist der Programmaustausch in Farbe zwischen den befreundeten Staaten ein bedenkenswertes Kriterium für ein einheitlich einzuführendes Farbfernsehverfahren<sup>1</sup>.

Welches sind nun die Hauptunterschiede zwischen den beiden untereinander nicht farbverträglichen Verfahren SECAM und PAL?

Beim SECAM-Verfahren werden die beiden Farbanteile<sup>2</sup> abwechselnd von Zeile zu Zeile übertragen. Das setzt aber voraus, daß im Farbempfänger abwechselnd jeweils einer der beiden Anteile für die Dauer einer Zeile zwischengespeichert werden muß, um ihn in der darauf folgenden – wenn der andere Farbanteil übertragen wird – noch zur Verfügung zu haben. Dadurch verringert sich zwar etwas die Farbauflösung in vertikaler Richtung, was aber keinerlei praktische Bedeutung hat. Unser Auge ist nämlich für Farbauflösungen etwa 3mal weniger empfindlich als für die Auflösung von Helligkeitsunterschieden. Das liegt darin begründet, daß im Auge Dreiergruppen von Reizaufnehmern (Zäpfchen) angeordnet sind, von denen je eines für die Farben Rot, Grün und Blau empfindlich ist. Jedes Zäpfchen allein kann zwar einen Helligkeitswert zum Gehirn melden, aber immer nur die Dreiergruppe zusammen den zugehörigen Farbwert (→ Bild 5 im Farbteil).

Beim PAL-System dagegen werden die Farbanteile gleichzeitig und in jeder Zeile übertragen. Dazu muß bei PAL ein sehr kompliziertes Einschachtelungsverfahren der Farbanteile im Helligkeitssignal angewendet werden, um es ebenso unempfindlich gegen Farbverfälschungen auf dem Übertragungsweg zu machen, wie es das SECAM-Verfahren schon von Natur aus ist. Stark vereinfacht gesagt, wird eine bestimmte, der Farbübertragung dienende Schwingung (Farcträger) vor der Übertragung von Zeile zu Zeile in zweckmäßiger Weise umgeschaltet und erst im Farbfernsehempfänger wieder zurückgetauscht. Dadurch werden Übertragungsfehler in jeweils 2 aufeinanderfolgenden Zeilen gegeneinander aufgerechnet, und es kommt fast zu keinen merklichen Farbverfälschungen im Bild.

Aus all diesen Unterschieden zwischen SECAM und PAL ist erkennbar, daß beide Systeme untereinander nicht farbverträglich sein können. Will man also Farbsendungen nach beiden Verfahren farbig empfangen, so muß das Farbfernsehgerät mit Dekodern für SECAM und PAL ausgerüstet sein. Ist der Dekoder nur für eines der beiden Verfahren ausgelegt, dann erscheinen die Bilder im jeweils anderen lediglich in Schwarzweiß.

<sup>1</sup> Man kann zwar das Signal aus dem einen Farbfernsehverfahren jederzeit in ein anderes „umarbeiten“ (transkodieren) – sogar bei unterschiedlichen Zeilenormen (z. B. aus den USA mit 525 Zeilen) –, aber das ist fast immer mit einem Qualitätsverlust verbunden.

<sup>2</sup> Wie unter 3.4. noch ausführlich erläutert wird, verwendet man zur Übertragung nicht die originalen Farbwertsignale für die Grundfarben des Farbfernsehens Rot, Grün und Blau, sondern man formt sie in 3 andere Signale um. Eines davon ist das Helligkeitssignal, welches die Schwarzweißempfänger brauchen, um ebenfalls Bilder erzeugen zu können. Die anderen beiden Signale tragen die Farbanteile, die der Farbfernsehempfänger zusätzlich zum Helligkeitssignal benötigt, um ein farbiges Bild erzeugen zu können.

## **2.7. Was bietet die Radio-DDR-Ferienwelle den Urlaubern, und zu welchen Zeiten sendet dieses Programm auf welchen Frequenzen?**

Wer seinen Urlaub schon einmal im Norden der DDR verlebt hat – und wer hätte das nicht – der kennt sie meist gut, die Radio-DDR-Ferienwelle. Über eine ganze Kette von Sendestationen wird in der Haupturlaubszeit von Mai bis September ein Programm mit viel Musik, aktueller Information, Ausflugs- und Veranstaltungstips sowie Verkehrs- und Wetterhinweisen ausgestrahlt.

Das dazugehörige Studio befindet sich in Rostock und nimmt Ihre persönlichen Wünsche, Kritiken und Fragen entgegen. Grußbotschaften werden ins laufende Programme eingeflochten, so daß jeder Urlauber die Sendungen mitgestalten kann.

Die Anschrift lautet: Radio-DDR-Ferienwelle, Sender Rostock, Rostock 1, 2500. Auch ein Telefonanruf ist unter der Rostocker Nummer 37 061 möglich.

Die Ferienwelle ist von Montag bis Freitag von 5.00 bis 20.00 Uhr, Samstag von 6.00 bis 14.00 Uhr und Sonntag von 6.00 bis 17.00 Uhr zu empfangen, wenn der Empfänger auf eine der folgenden Frequenzen eingestellt wird:

UKW: 88,5 MHz/Kanal 5 (Schwerin), 88,6 MHz/Kanal 5 (Putbus), 91,0 MHz/Kanal 13 (Marlow) oder Mittelwellen: 558 kHz (Neubrandenburg und Rostock), 729 kHz (Putbus).

## **2.8. Wohin wende ich mich, wenn ich Fragen bzw. Hinweise zum Rundfunk- oder Fernsehprogramm habe, und welches Interesse besteht überhaupt an meiner Zuschrift?**

Die Rundfunk- und Fernsehprogramme sind für die Allgemeinheit gemacht. Sie sind darum in unserer Republik Teil der Politik zum Wohle des Volkes. Mit den Programmen soll ein Beitrag geleistet werden, alle Bürger unseres Staates zu informieren, zu bilden und zu unterhalten – man könnte auch sagen, einen Beitrag zum Wohlbefinden in unserem sozialistischen Staat zu leisten.

Aus diesem hohen Anspruch leitet sich der ständige Kampf aller Programmschaffenden um eine gute künstlerische und technische Qualität ab. Den Zuschauern und Rundfunkhörern muß das Programm gefallen, und darum sind die Programmgestalter an deren Meinung interessiert. Sie fördern diese „Rückkopplung“ nach besten Kräften.

Nur wenn es gelingt, das Programm informativ, interessant und erzieherisch wirksam zu gestalten und zu günstigen Zeiten auszustrahlen, ist zu erwarten, daß die Sendungen ihre Adressaten erreichen und sich bei ihnen Empfangsbedürfnisse sowie feste Hör- und Seh-

gewohnheiten herausbilden. Wer sich dagegen langweilt, der schaltet kurzerhand ab oder – was noch bedenklicher ist – sucht Zerstreuung auf den Schwarzen Kanälen. Jedermann kann seine Meinung zum Programm kundtun, bzw. er kann Vorschläge zu dessen Verbesserung machen. Dabei wird vor allem eine sachlich fundierte Kritik immer willkommen sein, und natürlich freuen sich die „Programmacher“ auch über Zustimmung!

Der einfachste und direkteste Weg ist immer ein Brief an den Rundfunk oder das Fernsehen der DDR. Dabei sollte bei der Anschrift zusätzlich das Programm (Radio DDR 1 oder 2, Stimme der DDR, Berliner Rundfunk, Jugendradio DT 64 bzw. Fernsehen der DDR, I. oder II. Programm) vermerkt werden. Zusätzlich kann man außerdem die Redaktionen nennen (z. B. Sport, Funkdramatik, Nachrichten, Außenpolitik, Musik, „PRISMA“ usw.). Im Brief sollten Titel und Zeit der Sendung angegeben sein, auf die Bezug genommen wird.

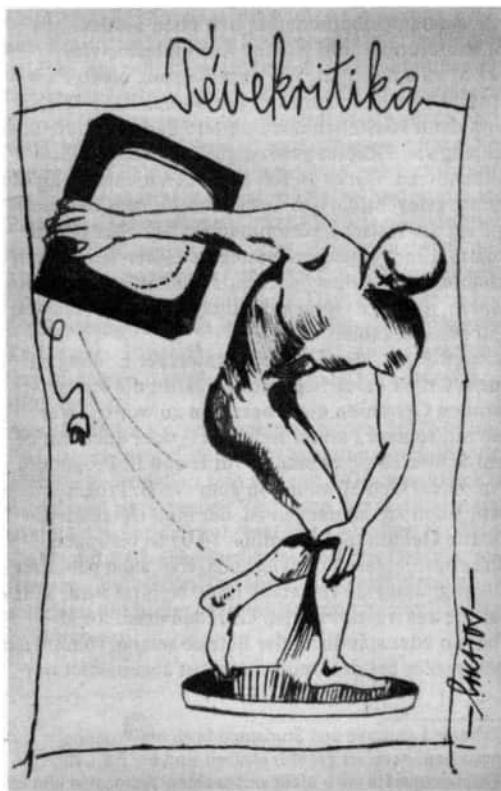


Bild 2.8 Ärger über langweilige Programme gibt es offenbar überall einmal.

Foto: Archiv Leue

An folgende Anschriften kann die Post gerichtet werden:

- Rundfunk der DDR, Nalepastr. 18/50, Berlin, 1160
- Fernsehen der DDR, Rudower Chaussee 1, Berlin, 1199

Die Regionalstudios von Radio DDR sind über folgende Adressen zu erreichen:

- Wilhelm-Külz-Str. 11, Cottbus, 7500
- Lingnerplatz 1, Dresden, 8010
- Wildenbruchstr. 12, Frankfurt, 1200
- Julius-Sturm-Str. 6, Gera, 6500
- Waisenhausring 8/9, Halle, 4020
- Theaterplatz 1, Karl-Marx-Stadt, 9000
- Springerstr. 24, Leipzig, 7022
- Karl-Marx-Str. 110, Magdeburg, 3040
- Friedrich-Engels-Ring 51, Neubrandenburg, 2000
- Puschkinallee 4, Potsdam, 1500
- Richard-Wagner-Str. 7, Rostock, 2500 (auch Fe-  
rienwelle!)
- Schloßgartenallee 61, Schwerin, 2700
- Otto-Nuschke-Str. 5, Suhl, 6000
- Humboldtstr. 36a, Weimar, 5300.

Die Anschriften der regionalen Fernsehstudios lau-  
ten:

- Ostseestudio Rostock, Tiergartenallee 2, Rostock,  
2500
- Studio Halle, Waisenhausring 8/9, Halle, 4020
- Studio Dresden, Ernst-Thälmann-Str. 3, Dresden,  
8010.

Auch unsere Programmillustrierte FF Dabei nimmt  
Meinungen und Hinweise zum Programm gern ent-  
gen. Ausgewählte Zuschriften werden dann auf den  
Seiten 2 und 3 abgedruckt (alle lassen sich natürlich  
nicht unterbringen!), Fragen von allgemeinem Inter-  
esse werden von autorisierten Fachleuten beantwortet.  
Diese Zuschriften richten Sie an den

- Berliner Verlag, Redaktion FF Dabei, Karl-Lieb-  
knecht-Str. 29, Berlin, 1026.

## 2.9. Warum wird seit einigen Jahren in einer Ecke des Fernsehbilds das Zeichen DDR I bzw. DDR 2 eingeblendet?

Für bestimmte Sendungen von Rundfunk und Fernse-  
hen bestehen – wie für Filme, Schallplatten, Musik-  
kassetten u. a. übrigens auch – Urheberrechte (für die  
Autoren, Komponisten, Grafiker usw.) und Leistungs-  
schutzrechte (für Interpreten, Produzenten, Fotogra-  
fen usw.).

Nur für den ausschließlich persönlichen oder berufligen  
Gebrauch und wenn keine Vorführung in der  
Öffentlichkeit stattfindet, darf man Rundfunk- und  
Fernsehsendungen auf Magnetband aufnehmen bzw.  
Schallplatten und Tonbänder kopieren. In allen ande-  
ren Fällen sind darüber Vereinbarungen mit dem In-

haber der Rechte oder seinem juristischen Vertreter  
abzuschließen, und es ist ein Entgelt zu zahlen<sup>1</sup>.

Bei den seit Februar 1984 eingeblendeten Symbolen  
DDR 1 bzw. DDR 2 handelt es sich um Schutzken-  
nungen, die verhindern sollen, daß man unsere Fern-  
sehsendungen – die ja auch im Ausland empfangen  
werden – auf Videorecorder mitzeichnen und miß-  
bräuchlich verwenden kann (sogenanntes Raubkopie-  
ren). Das betrifft vom Fernsehen der DDR produ-  
zierte und geschützte Sendungen ebenso wie auslän-  
dische Beiträge, für die unser Fernsehen die  
Senderechte erworben hat. (z. B. Filme, Fernseh-  
spiele). Bei solchen muß dem Inhaber der Rechte ga-  
rantiert werden, daß der Beitrag nur für den vereinbar-  
ten Zweck – die Fernsehausstrahlung – verwendet  
und bestmöglich gegen unerlaubte Weiterverwendung  
gesichert wird. Das ergibt sich aus Artikel 1 des Welt-  
urheberrechtsabkommens vom 6. 9. 1982, das die  
DDR mitunterzeichnet hat, wie auch andere interna-  
tionale Schutzverträge für Urheber.

Zwar sind geschützte Sendungen bereits durch den  
Copyright-Vermerk (© oder © by ...) im Vor- oder  
Abspanntitel kenntlich gemacht, der aber nichts dar-  
über aussagt, ob eine in der Öffentlichkeit auftau-  
chende Kopie mißbräuchlich beschafft oder das Ver-  
vielfältigungsrecht dazu legal erworben wurde.

Die in unregelmäßiger Folge in das Fernsehbild einge-  
blendete Schutzkennung ist quasi ein nicht entfernbare-  
res Brandmal, mit dem geschützte Programmbeiträge  
zusätzlich gekennzeichnet werden: Achtung, fremdes  
Eigentum!

## 2.10. Warum werden bei Fernsehsendungen Mikrofone mit und ohne Kabel verwendet?

Für professionelle Tonaufnahmen gibt es sehr viele  
Mikrofontypen, die sich vor allem in ihrer Hellhörig-  
keit (Empfindlichkeit), ihrem Vermögen, Schall aus  
unterschiedlichen Richtungen verschieden stark auf-  
zufangen (Richtcharakteristik), aber auch in anderen  
wichtigen Eigenschaften beträchtlich voneinander un-  
terscheiden. Es ist nun Sache des Toningenieurs, das  
jeweils richtige Mikrofon für den vorgesehenen Auf-  
nahmезweck auszusuchen und günstig an der Schall-  
quelle in Position zu bringen. Auch dabei, auf welche  
Weise die Mikrofone am Tonmischtisch angeschlossen  
werden, um dort ihr Tonsignal „abzuliefern“, gibt es  
Unterschiede: Mikrofone mit Anschlußleitung, über  
die das Tonsignal direkt übertragen wird, und Mikro-  
fone, die es drahtlos zu einem Empfänger irgendwo

<sup>1</sup> Ausnahmen bestehen nur in bestimmten Fällen für Vor-  
schuleinrichtungen, Schulen, Betriebe und gesellschaftliche  
Organisationen.

## **2.5. Was ist zu beachten, wenn man einen Rundfunk- oder Fernsehempfänger in Betrieb nehmen will?**

Jeder Mensch ist berechtigt, die Sendungen von Rundfunk und Fernsehen zu empfangen, jedoch unter der Bedingung, daß er sein Gerät vor der Inbetriebnahme beim zuständigen Postamt anmeldet<sup>1</sup> und daß er – wenn keine Gebührenbefreiung (→ 2.6.) vorliegt – die entsprechenden Gebühren bezahlt. Bei Anmeldung nach dem 20. des Monats setzt die Gebührenpflicht am 1. des Folgemonats ein.

Die Deutsche Post unterscheidet 3 Gebührenarten:

- |                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| – Hörrundfunk (Radios)          | 2,- M/Monat  |
| – Fernsehrrundfunk I. Programm  | 7,- M/Monat  |
| – Fernsehrrundfunk II. Programm | 10,- M/Monat |
- (in diese höchste Gebührenart zählen auch alle Farbfernsehempfänger!).

Jede Gebührenart schließt die niedrigeren mit ein, es ist also immer die höchste in Frage kommende, und die nur einmal je Haushalt, zu entrichten. Dann können beliebig viele Geräte der gleichen und der darunterliegenden Gebührenarten betrieben werden. Mit der Rundfunkgebühr ist eine Kulturabgabe von 0,05 M zu entrichten. Wer zum Beispiel einen Farbfernsehempfänger hat, zahlt pro Monat 10,05 M und kann dann zusätzlich noch weitere Fernsehgeräte und beliebig viele Radios gewissermaßen unentgeltlich mitbenutzen. Daran ändert sich auch nichts, wenn die Geräte gelegentlich den Ort wechseln, zum Beispiel mit auf die Datsche genommen werden oder in den Urlaub. Eine Ausnahme besteht lediglich bei fest eingebauten Autoradios; jedes einzelne muß angemeldet werden, und es ist eine monatliche Zusatzgebühr von 0,50 M zu bezahlen.

Zeitweilig gestörter oder sehr schwacher Empfang an einem Ort ist keine Begründung dafür, die entsprechenden Gebühren nicht bezahlen zu wollen. Wer also mit seinem Farbfernsehgerät – oder auch mit einem Schwarzweißempfänger für I. und II. Programm – in einem Gebiet wohnt, in dem das II. Programm nicht stabil zu empfangen ist, der muß trotzdem die höchste Gebührenart, nämlich 10,05 M berappen. Eine angemeldete Empfangsanlage ist auch gebührenpflichtig, wenn sie zeitweilig nicht benutzt wird. Will man sie aus irgendwelchen Gründen ersatzlos abschaffen oder ständig außer Betrieb setzen, so muß sie auch wieder bei der Deutschen Post abgemeldet wer-

den. Das geschieht schriftlich beim zuständigen Postamt bis spätestens zum 20. des Monats, wenn die Abmeldung für den folgenden Monat wirksam werden soll. Bleiben danach Geräte einer niedrigeren Gebührenart weiter in Betrieb (ein Radio ist wohl in jedem Haushalt zu finden), so muß diese Gebührenart anschließend weiter entrichtet werden. Das ist bei der Abmeldung eines Geräts dem Postamt mitzuteilen. Die laufenden Rundfunk- und Fernsehgebühren können im Abonnement zusammen mit den bezogenen Presseerzeugnissen bezahlt werden, günstig ist auch eine laufende automatische Abbuchung vom Konto.

## **2.6. Welcher Personenkreis braucht keine Rundfunk- bzw. Fernsehgebühren zu bezahlen?**

Die Rundfunk-Anordnung sieht für bestimmte Personen eine Befreiung von den Gebühren vor. Dazu zählen u. a. alle Alters- und Invalidenrentner, Kämpfer gegen den Faschismus und Verfolgte des Naziregimes im Pensionsalter, Unfallrentner mit einem Körperschaden ab 66 2/3 % und Schwerstbeschädigte mit einem Ausweis der Stufe IV. Auch Gehörlose, Eltern mit schwerstbeschädigten Kindern (Stufe IV), Empfänger von Sozialfürsorge, erwerbsunfähige Angehörige von Wehrpflichtigen im Grundwehrdienst sowie im Internat wohnende Lehrlinge, Schüler und Studenten – wenn ihre Einkünfte (Lehrlingsentgelt, Stipendium) die Leistungen der Sozialfürsorge nicht überschreiten – gehören dazu.

Bei allen genannten Personengruppen – mit Ausnahme der Schwerstbeschädigten – gibt es jedoch eine Einschränkung, wenn es sich um die Fernsehgebühren handelt. Wohnt nämlich ein solcher Bürger mit Familienmitgliedern zusammen, die im Berufsleben stehen, dann muß davon ausgegangen werden, daß ein Fernsehempfänger, auch wenn er einer Person mit Anspruch auf Gebührenfreiheit gehört, von anderen Familienmitgliedern ebenfalls benutzt wird. In diesem Falle sind die Fernsehgebühren der betreffenden Gebührenart (→ 2.5.) zu zahlen.

Hat eine gebührenzahlende Person ab einem bestimmten Zeitpunkt die Möglichkeit, sich davon befreien zu lassen – zum Beispiel beim Eintritt ins Rentenalter ab dem ersten Monat, in dem Rente bezogen wird –, dann muß das beim zuständigen Postamt unter Vorlage der entsprechenden Belege und des Personalausweises gemeldet werden, und zwar spätestens einen Monat vor Eintritt des Anspruchs. Wer diesen Antrag auf Gebührenbefreiung zu spät einreicht, erhält die vor diesem Zeitpunkt bereits gezahlten Rundfunk- und Fernsehgebühren nicht mehr zurück. Und das wäre doch schade.

<sup>1</sup> Schüler, Lehrlinge und Studenten in einem Wohnheim brauchen, wenn sie gebührenbefreit sind (→ 2.6.), ihre Empfangsgeräte auch nicht anzumelden. Ansonsten gibt es von der Anmeldepflicht für die in einem Haushalt betriebenen Geräte keine Ausnahme. Untermieter und getrennt lebende Familienangehörige gelten als eigener Haushalt.

hinter der Kulisse senden, von dem es dann über eine Leitung ebenfalls zum Tonmischpult gelangt. Diese drahtlose Übertragung ist einer normalen Rundfunkübertragung auf UKW recht ähnlich, spielt sich jedoch in anderen Frequenzbereichen ab und reicht nur einige hundert Meter weit.

Obwohl die Kabel von Studiomikrofonen recht lang sein können (mehrere hundert Meter) und so genügend Bewegungsfreiheit lassen, sind sie bei besonders temperamentvollen Sängern oder Sprechern, zumal wenn diese weitläufig ihren Standort wechseln müssen, nicht besonders günstig. Das Kabel behindert, wird stark beansprucht und ist auch für die Fernsehzuschauer nicht immer eine Augenweide. Da ist ein Akteur mit einem drahtlosen Mikrofon weitaus besser bedient!

Mikrofone mit UKW-Übertragung gibt es prinzipiell in 2 Bauformen: Beim drahtlosen Handmikrofon (auch Bühnensender genannt) schaut unten ein „Schwänzchen“ oder ein kurzer Stab als Sendeanenne heraus. Der Sender und die Batterien zur Stromversorgung sind im Mikrofongehäuse untergebracht. Diese Mikrofone liefern gute Tonqualität, eignen sich auch hervorragend für Gesang, der Interpret kann den Mikrofonabstand zum Mund variieren und ihn bei der Klangwirkung gestalterisch einsetzen. Allerdings hat er nicht die Hände frei. Viele Interpreten sehen das als Mangel an, bei Spielmeistern könnte das zur direkten Behinderung werden.

Beim Umhänge-, Knopfloch- oder Ansteckmikrofon, teilweise winzige Dinger, die man nur bei genauem Hinsehen an der Kleidung ausmachen kann oder überhaupt nicht erkennt, werden auch ein Sender und eine Antenne benutzt. Beides trägt der Sprecher – unauffällig für die Zuschauer – unter der Kleidung. Damen benutzen dazu manchmal auch ein Umhänge-

täschchen, wenn sich unter der Robe kein Platz mehr findet. Solche kleinen Mikrofone mit Taschensender eignen sich aber für Gesangsdarbietungen weniger. Drahtlose Mikrofone lassen sich nicht überall und nicht in unbegrenzter Anzahl einsetzen. Starke Hochfrequenzstörer in der Nähe oder auch komplizierte Dekorationen beeinflussen die drahtlose Übertragung, ganz ähnlich, wie es auch bei einer Rundfunkübertragung passieren kann. Für diese Mikrofone sind nur wenige spezielle Funkkanäle freigegeben, denn sie dürfen keine anderen Funkdienste stören. Andererseits darf auch nicht der Fernsehton von anderen Funkübertragungen beeinflusst werden.

So gilt es bei großen Fernsehsendungen sinnvoll zu entscheiden, wer von den Mitwirkenden ein drahtloses und wer ein Mikrofon mit Kabel bekommt. Schließlich werden sehr viele gebraucht: für die Sänger, die Moderatoren, für Orchester und Instrumentalsolisten, sogar für den Beifall der Zuschauer im Saal. Deren Mitgehen bei einer öffentlichen FernsehSendung ist nämlich nicht nur ein wesentlicher Ansporn für die Künstler auf der Bühne, sondern vermittelt auch den Zuschauern zu Hause am Bildschirm einen überzeugenden Eindruck von der Stimmung im Saal.

## 2.11. Manchmal sieht man bei Fernsehsendungen überlange, stangenförmige Mikrofone. Was haben diese für Besonderheiten?

Es handelt sich bei diesen Typen um Rohr-Richtmikrofone. Einem normalen Kondensatormikrofon ist dabei vom Hersteller ein rohrförmiges akustisches Element mit seitlichen Schlitzten vorgesetzt worden. Dadurch nimmt dieses Spezialmikrofon den aus Richtung der Rohrachse kommenden Schall beson-

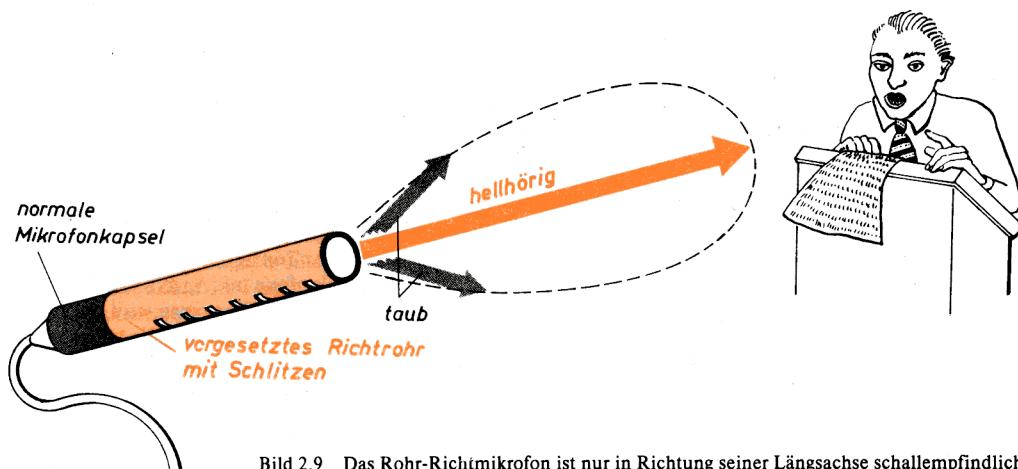


Bild 2.9 Das Rohr-Richtmikrofon ist nur in Richtung seiner Längsachse schallempfindlich

ders gut auf. Seitlich einfallende Schallanteile löschen sich gegenseitig aus und erscheinen in der Tonaufnahme nur stark abgeschwächt.

Wenn man mit einem solchen Mikrofon genau auf die gewünschte Schallquelle zielt, dann sind Tonaufnahmen sogar aus größerer Entfernung als mit anderen Mikrofonen möglich, ohne daß im Raum befindliche Lärmquellen oder übertriebener Nachhall den Nutzschall überdecken. Reporter können mit diesen Mikrofonen sogar die Worte eines Redners aus einer größeren Menschenmenge herausangeln, aber auch in lärmfüllter Umgebung sind sie bei Tonaufnahmen günstig oder wenn es nicht möglich ist, mit dem Mikrofon dicht an die Schallquelle heranzukommen. Allerdings darf sich der Sänger, Sprecher – oder was immer man aufnehmen möchte – nicht seitlich zum Mikrofon so schnell oder sehr ungleichmäßig bewegen. Die Nachführung würde sonst zu schwierig werden, starke Lautstärkeschwankungen wären die störende Folge.

Bei Reportagen und Sportaufnahmen im Freien werden diesen Richtmikrofonen zum Schutz vor Windgeräuschen oft lange, dicke Windschutzkörbe übergezogen; sie sehen dann aus wie riesige, waagerecht aufgehängte Sülzwürste.

## 2.12. Welche Aufgaben hat der auf dem Abspann einer Fernsehsendung genannte Mitarbeiter für Beschallung?

Wenn auf dem Abspanntitel einer Fernsehsendung unter Beschallung oder Beschallungstechnik ein Name erscheint, dann handelt es sich normalerweise um eine öffentliche Sendung mit Publikum. Das kann ebenso eine Übertragung aus dem Friedrichstadtpalast in Berlin sein, wie eine Freilichtveranstaltung – z. B. der Oberhofer Bauernmarkt –, eine Großkundgebung oder eine Sportsendung.

Die bei einer Fernsehsendung zu bedienende Tontechnik ist sehr umfangreich und erfordert u. a. die Arbeitsaufgaben Beschallung und Tonmischnung. Für die letztere, bei jeder Fernsehsendung notwendige Tätigkeit ist der Toningenieur verantwortlich, der den guten Ton am Mischpult zusammenmixt („Ton: Volker Lehmann“ steht dann z. B. auf dem Abspann der Sendung). Der für die Beschallung verantwortliche Mitarbeiter sorgt dafür, daß auch das Publikum im Saal den Ton der Sendung gut verfolgen kann. Er ordnet vor der Übertragung die Lautsprecher zweckmäßig an (entfällt, wenn im Saal – wie in allen größeren Kulturbauten – bereits eine Beschallungsanlage fest installiert ist) und steuert den Ton so, daß jeder Zuschauer auf seinem Sitzplatz ein günstiges Klangbild empfindet.

Das ist nicht so einfach, wie man zunächst glaubt. Be-

sonders bei ausgedehnten Publikumsflächen, in großen Sälen, bei ausgedehnten Handlungsräumen, wenn Nebenspielorte in die Sendung einbezogen sind oder bei Filmeinblendungen gibt es für diesen Mitarbeiter viel zu tun. Schließlich soll die Beschallung unauffällig sein und sich harmonisch dem Geschehen auf der Aktionsfläche einfügen. Sie soll möglichst aus der gleichen Richtung kommen, wie das Handlungsgeschehen vom Zuschauer aus gesehen wird, der Ton soll ohne Echos gehört werden und darf nicht zu halig sein. Unter keinen Umständen darf akustische Rückkopplung entstehen (→ 16.1.).

Nicht zu vergessen ist die Einspielung von Effektgeräuschen. So kann man zum Beispiel bei einer Karnevalssendung ein noch etwas zurückhaltendes Publikum mit eingespieltem Beifall und Gelächter vom Band aus der Reserve locken.

Mit allen diesen Aufgaben wäre der Toningenieur allein bei einer großen Sendung überlastet, die Qualität könnte darunter leiden. Die Beschallung wird darum vom Sendeton weitestgehend getrennt – wenn sie auch nicht vollkommen gelöst von diesem sein kann – und von einem eigens darauf spezialisierten Mitarbeiterstab betreut. Es müssen umfangreiche Beschallungsmittel verwaltet werden, auch Spezial-Übertragungswagen mit kräftigen Leistungsverstärkern, einem Sortiment von Tonsäulen und Speziallautsprechern, mit eigenen Tonmischnischen, die bei den Sendungen von Rundfunk und Fernsehen je nach Bedarf eingesetzt werden.

## 2.13. Was bedeutet der Begriff „MAZ-Technik“, der zum Beispiel oft auf dem Fernseh-Abspann erscheint?

MAZ ist nichts anderes als die Abkürzung von magnetischer Aufzeichnung(sanlage). Der standardisierte Begriff dafür heißt zwar Videospeichergerät, aber MAZ (gesprochen: Matz) klingt wohl freundlicher in den Ohren, kommt flüssiger über die Lippen und hat sich darum in den Fernsehstudios eingebürgert.

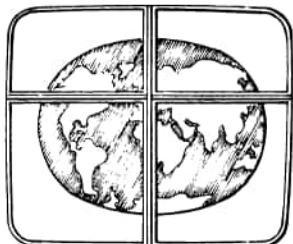
Bei einer MAZ wird das Fernsehbild auf 3/4- oder 1 Zoll<sup>1</sup>, früher auch 2 Zoll breitem Videomagnetband aufgezeichnet, ähnlich, wie es auf jedem Kassettenrecorder mit dem Ton geschieht. Auch der zum Fernsehbild zugehörige Ton befindet sich auf diesem Videomagnetband. Die Anlagen sind zwar größer und viel komplizierter, aber das Grundprinzip ist dasselbe. In den fünfziger und Anfang der sechziger Jahre gab es als Vorläufer der MAZ die sogenannte FAZ (Filmaufzeichnungsanlage). Mit ihr konnte man von einer

<sup>1</sup> 1 Zoll = 1" = 25,4 mm.

elektronischen Fernsehkamera aufgenommene Bilder auf 16- oder 35-mm-Kinofilm speichern. Dazu wurden die Bilder gewissermaßen von einem kleinen und sehr hellen Bildschirm abgefilmt. Die Auflösung – vom Fernsehzuschauer subjektiv als Bildschärfe empfunden – war allerdings nicht so gut wie im Originalbild, denn man konnte nur immer ein Halbbild mit 312 Zeilen (→ 3.2.) projizieren, die Zeit des zweiten Halbbildes benötigte die Filmkamera zum Transport des Films zum nächsten Bild. Außerdem mußte man den Film, bevor er gesendet werden konnte, erst noch entwickeln und trocknen; das brauchte seine Zeit! Mit der modernen magnetischen Aufzeichnungsanlage kann das Fernsehbild – natürlich in Farbe – mit der vollen Auflösung seiner 625 Zeilen gespeichert werden. Es läßt sich mehrfach auf Anlagen gleicher Art überspielen, also vervielfältigen. Sofort nach dem Rückspulen des Videobandes ist der Beitrag sendebereit. Ebenso wie Tonbänder lassen sich auch die Videobänder wieder löschen und zu einer Neuaufzeichnung verwenden.

Auf Videoband aufgezeichnete Beiträge müssen, wenn es sich nicht um durchgängige Mitzeichnung

bei einer Live-Sendung handelt, ebenso bearbeitet werden wie Filmbeiträge. So werden zum Beispiel ausländische Beiträge mit Ton in deutscher Sprache versehen (Videobandsynchronisation), oder Aufnahmen von einem Fernsehspiel bzw. gemischte Beiträge werden geschnitten, d. h., aus einzelnen Aufzeichnungsabschnitten oder Teilbeiträgen wird ein durchgängiger Sendebeitrag zusammengestellt. Allerdings darf man sich den Videobandschnitt nicht so vorstellen wie etwa den Schnitt einer Filmfassung. Bei Videobändern wird im Normalfall nichts mehr mechanisch durchtrennt und aus einzelnen Stücken wieder zusammengeklebt, sondern die Montage der Teile geschieht elektronisch durch aneinanderreihendes Überspielen der einzelnen Teile auf ein zweites Videoband. Das wird elektronischer Schnitt genannt, ist eleganter, ökonomischer und liefert viel bessere Qualität als der mechanische Schnitt. Der unter MAZ-Technik im Sendetitel genannte Mitarbeiter nimmt diese vielfältigen Aufgaben im Fernsehstudio wahr, was umfassende technische Kenntnisse und ein gutes künstlerisches Einfühlungsvermögen voraussetzt.



### 3. Fernsehbildschirm – Fenster zur Welt

Ein wenig belustigt, ein bißchen sprachlos betrachtet der Fernsehkennner von heute die Phantasmagorien, die der französische Publizist und Zeichner A. ROBIDA aus der Sicht des vorigen Jahrhunderts zu Papier gebracht hat. Der Betrachter erkennt auf dem länglichen Oval des Kristallbildschirms eines „Telephonoscops“ – heute würden wir Fernsehgerät dazu sagen – grausliche Schlachtenbilder eines visionären Krieges. Tanzende Mädchen, wie auf unserem Bild, gibt es da und, man höre und staune, sogar einen Fernsehreporter mit Kamera ... auf einem Dromedar! Und ist der Zauberspiegel der bösen Fee im Märchen vielleicht etwas anderes als ein Fernsehbildschirm? Phantasieprodukt und geheimer Wunsch der Fabulisten aus alter Zeit.

Heute hat das Fernsehbild – und sei es Tausende von Kilometern zu uns angereist – für die Menschen nichts Mystisches mehr. Bestenfalls unser Waldi ist noch so naiv und schaut hinter den Apparat, wenn er auf dem Bildschirm etwas Verdächtiges zu erkennen glaubt. Auf welche Weise allerdings das Fernsehbild elektrisch übertragen und auf den Bildschirm gezeichnet wird, das wissen gewiß nicht alle, die vor dem Fernsehapparat sitzen.

Besonders das Farbbild hat es ganz schön in sich! Bei der Überlegung, wie es wohl entstehen könnte, muß die uneingeweihte Denkernatur bald auf Schranken stoßen. Real aus Farbsubstanzen – wie etwa ein Gemälde oder ein Farbfoto – kann es

nicht bestehen. Schließlich bewegt es sich, müßte also ständig neu übermalt werden. Und außerdem: Schalten wir den Farbempfänger ab, so präsentiert sich der Schirm in schlichtem, gleichmäßigen Grau. Wo ist dann das zuletzt übertragene Farbbild geblieben?

Vielleicht wird das Farbfernsehbild so ähnlich wie ein Farbfilm projiziert? Dazu müßte farbiges Licht in ungezählten Nuancen unserer bunten Welt von hinten auf den Bildschirm treffen! Dagegen spricht, daß das Farbbild aus nur 3 Grundfarben besteht, nämlich aus Rot, Grün und Blau. Und woher sollte dieses vielfarbige Licht überhaupt kommen? Schließlich läuft nirgendwo im Empfänger eine Art Farbfilm ab, der es einfärben könnte. Fragen über Fragen, denen wir ebenso wie weiteren zum prinzipiellen Bildaufbau auf dem Fernsehschirm in diesem Kapitel auf die Spur kommen wollen. Aber auch viele, durchaus praktisch verwertbare Hinweise für die Fernsehzuschauer wollen wir an dieser Stelle geben.



Bild 3.1 So stellte sich der französische Publizist Albert Robida im vorigen Jahrhundert das Fernsehen vor!

### **3.1. Wie groß waren die Bildschirme der ersten Fernsehempfänger, wie war die Qualität der gezeigten Bilder?**

Mit Qualität und Größe der ersten Fernsehbilder könnte man heute keinen der verwöhnten Fernsehzuschauer vom Radio fortlocken.

Lassen wir dazu erst einmal 2 Zeitzeugen zu Wort kommen.

Im September 1928 besuchte Paul NIPKOW die 5. Berliner Funkausstellung, wo er zum ersten Male in seinem Leben ein mechanisch-optisch aufgenommenes und wiedergegebenes Fernsehbild sah, bei dem gewissermaßen seine Erfindung – die Nipkow-scheibe – angewendet wurde. Der inzwischen 68jährige äußerte sich dazu wie folgt: „Was ich vor 45 Jahren erdacht hatte, sollte ich nun erstmals verwirklicht sehen. Endlich war ich an der Reihe und trat ein, ein dunkles Tuch wurde zur Seite geschoben, und nun sah ich vor mir eine flimmernde Lichtfläche, auf der sich etwas bewegte. Es war aber nicht gut zu erkennen.“

Kein Wunder, bestand das nur  $4 \times 4$  cm große Bild der Telehor-Fernsehgeräte des ungarischen Ingeieurs Denes v. MIHALY doch lediglich aus 30 schwach gekrümmten Zeilen!

Etwas optimistischer äußerte sich 3 Jahre später schon die Vossische Zeitung, als sie von der 8. Berliner Funkausstellung berichtete.

Dort wurden von M. v. ARDENNE bereits vollelektronisch wiedergegebene Fernsehbilder mit 100 Zeilen präsentiert. Dazu schrieb die Zeitung am 22. August 1931: „Mit der interessantesten Winkel befindet sich im ersten Stock der Halle vier. Dort haben nämlich die Fernseh-

firmen ihr Alchimisten-Quartier aufgeschlagen. ... Es herrscht Halbdämmer, in dem bläuliche Flammen aufzukennen und seltsame Röhren leuchten, in denen man dann ganz plötzlich Gesichter und Menschen erblickt ... die Handlung verfolgen und sogar einzelne Gesichtszüge erkennen kann.“

Das Schirmbild war schon etwa handflächengroß! Man darf nun aber nicht glauben, daß, nachdem in Deutschland 1934 das öffentliche Fernsehen begonnen hatte, es auch Fernsehempfänger für den privaten Gebrauch zu kaufen gab. Vielmehr konnten die Bewohner (und zwar zunächst nur die von Berlin) die Fernsehsendungen lediglich in öffentlichen Fernsehstuben auf Bildschirmen von  $25 \times 30$  cm Größe verfolgen. Allerdings gab es darunter bereits 1935 eine Fernseh-Großbildstelle für etwa 300 Zuschauer im Berliner Postamt NW 27, in der ein  $3 \times 4$  m großes Fernsehbild über eine Zwischenfilmprojektion gezeigt wurde. Die Zahl der Zeilen betrug nach derzeitiger Norm 180, also war jede Zeile auf der Leinwand etwa 1,7 cm breit! Erst nachdem ab 15. Juli 1937 die voll-elektronische Übertragung nach der 441-Zeilen-Fernsehnorm (Zeilensprungverfahren, 25 Bildwechsel je Sekunde) endgültig in Deutschland eingeführt worden war, regte sich auch die Empfängerindustrie. Fernsehgeräte für die Öffentlichkeit wurden gebaut, darunter ab 1939 der Einheits-Fernsehempfänger FE 1 mit einer Bildschirmgröße von  $20 \times 23$  cm, sowie ein Gerät mit senkrecht<sup>1</sup> eingebauter Bildröhre,

<sup>1</sup> Das war bei größeren Bildschirmen günstiger, weil sonst wegen der noch sehr langen Bildröhrehälse die Empfänger unsymmetrische Proportionen angenommen hätten.



Bild 3.2

Fernsehbild mit 100 Zeilen, wie es Manfred von Ardenne auf der 8. Berliner Funkausstellung 1931 vorführte.

Quelle: Geschichte der Technik. – Leipzig, 1978

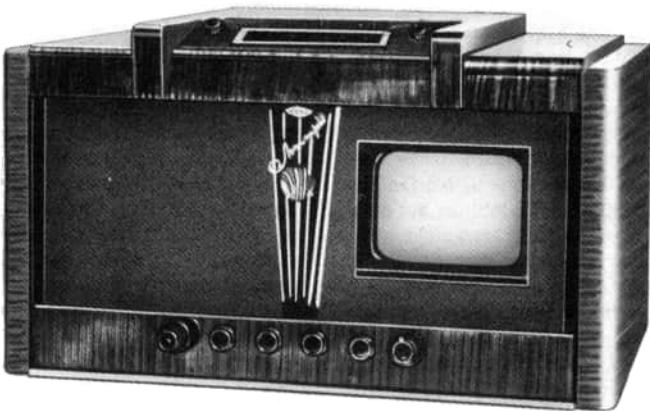


Bild 3.3 Einer der ersten industriell gefertigten Fernsehapparate mit senkrecht eingebauter Bildröhre, so daß das Bild über einen Umlenkspiegel betrachtet werden mußte.

Foto: Archiv Leue

Bild 3.4 Das erste in der DDR hergestellte Fernsehgerät „Leningrad T 1“ in sowjetischer Lizenz.

Quelle: radio fernsehen elektronik. – Berlin, Heft 9/1975



dessen waagerecht liegender Bildschirm über einen Klappspiegel betrachtet werden mußte. Wie bitte, Sie meinen, dann hätte das Bild doch kopfgestanden?

Kein Problem für die Elektronik, man läßt einfach die Zeilen nicht nacheinander von oben nach unten wie üblich, sondern von vorn nach hinten schreiben!

Mit Ausbruch des zweiten Weltkrieges erloschen überall in Europa nach und nach die Bildschirme. Einen Neubeginn des öffentlichen Fernsehens in der noch jungen DDR gab es am 4. Juni 1952, als die ersten Probesendungen mit täglich 60- bis 90minütigem Programm begannen, darunter auch unser Klassiker: Die Aktuelle Kamera!

Die ersten, vom Sachsenwerk in Radeberg ab 1951 in Serie gefertigten Fernsehempfänger – Typ Leningrad T 2 mit 32 Elektronenröhren, nach sowjetischer Konstruktion – hatten einen  $13,5 \times 18$  cm großen Bildschirm. Die mit 625 Zeilen festgelegte Fernsehnorm, damals zwar nur mit Schwarzweißbildern, ermöglichte aber schon eine Bildschärfe, wie wir sie heute gewohnt sind. Das Gerät konnte außer zum Fernsehempfang auch zum Empfang der damals so neuen UKW-Rundfunkprogramme genutzt werden.

Die größte Bildröhre, die bisher serienmäßig in einen Fernsehempfänger eingebaut wurde, hatte eine Bildschirmgröße von etwa  $76 \times 57$  cm. Messen sie das einmal aus!

### 3.2. Was bedeutet Zeilensprungverfahren bei der Fernsehbildübertragung?

Wie bereits mehrfach erwähnt, besteht unser Fernsehbild aus 625 untereinanderliegenden Zeilen, die in jeder Sekunde 25mal übertragen werden. Ein Bild aber, das nur 25mal in der Sekunde wechselt, würde der Zuschauer flimmern sehen. Aus diesem Grunde wird z. B. im Kino jedes der 24 Bilder, die pro Sekunde den Projektor durchlaufen, mindestens 2mal hintereinander auf die Leinwand geworfen. Dazu unterbricht eine umlaufende Blendenscheibe mehrmals bei stehendem Filmbild den Lichtstrahl.

So etwas geht aber beim Fernsehbild nicht zu machen, auch nicht mit einem „elektronischen Unterbrecher“, da es ja zeilenweise nacheinander auf den Bildschirm geschrieben wird und nicht gleichzeitig als Bildfläche, wie das Filmbild auf die Leinwand.

Es ist aber trotzdem möglich, das Fernsehbild 50mal auf dem Bildschirm erscheinen zu lassen, damit es flimmerfreier wird. Dazu verwendet man einen schon im Jahre 1930 von SCHRÖTER (→ 1.5.) entwickelten Kunstgriff: das Zeilensprungverfahren. Man überträgt dabei 2 Halbbilder, die unmittelbar nacheinander aufgenommen und wiedergegeben werden und die gewissermaßen ineinander verkämmt sind (Bild 3.5). Das erste Halbbild beginnt mit der ungeraden Zeile 1, es

folgen die Zeilen 3; 5; 7 bis 625<sup>1</sup>, die letzte davon allerdings nur bis zu ihrer Mitte. Dann flitzt der die Zeilen schreibende Elektronenstrahl auf dem Bildschirm senkrecht nach oben – der bewußte Zeilensprung ist das – und schreibt die 625. Zeile zu Ende. Aus dieser halben Zeile, sowie den geradzahligen Zeilen 2; 4; 6 bis 624 wird das zweite Halbbild aufgebaut. Danach springt der Strahl zum Anfangspunkt in die linke obere Bildschirmecke zurück, und das ganze Spiel beginnt von neuem. Für beide Halbbilder zusammen wird genau 1/25 Sekunde benötigt; das ganze Bild erscheint demnach in jeder Sekunde 25mal auf dem Bildschirm, wie es unserer Fernsehnorm entspricht. Bild 3.5 zeigt das Zeilensprungverfahren am Beispiel eines 11-Zeilens-Bildes. Das genügt, um das Prinzip zu erkennen.

Der Trick mit der halbierten Zeile 625 ist notwendig, damit beide Halbbilder auf dem Bildschirm ineinandergeschachtelt erscheinen und sich gleichmäßige Zeilenabstände ergeben.

Das Zeilensprungverfahren setzt die exakte Bildsynch�onisation zwischen Bildaufnahme in der Fernsehkamera und Bildwiedergabe auf dem Schirm voraus (→ 3.3.). Arbeitet die dafür im Fernsehempfänger verantwortliche Schaltung ungenau, so kann es zu paar-

<sup>1</sup> Diese Zählweise für die Zeilen wurde aus methodischen Gründen gewählt; laut Fernsehstandard sind die Zeilen je Halbbild fortlaufend nummeriert.

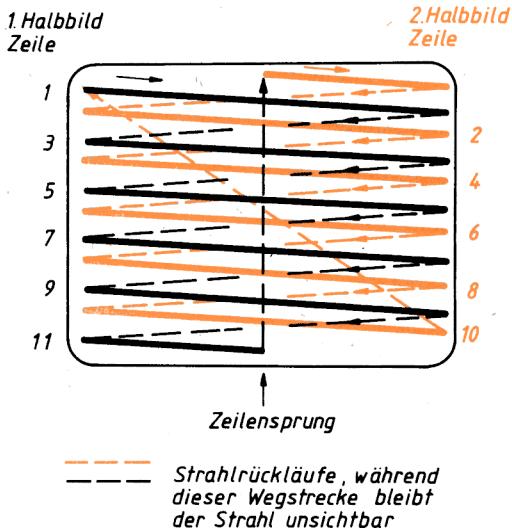


Bild 3.5 Weg des Elektronenstrahls über den Bildschirm beim Zeilensprungverfahren (Beispiel: 11-Zeilens-Bild)

weiser Anordnung der Zeilen auf dem Bildschirm kommen. Das Fernsehbild erscheint dann waagerecht feingestreift, und die horizontalen Konturen können an Schärfe verlieren.

Bei Farbfernsehgeräten läuft das Zeilensprungverfahren auf genau die gleiche Weise ab, nur werden gleichzeitig alle 3 Elektronenstrahlen für die Farben Rot, Grün und Blau über den Bildschirm geführt.

### 3.3. Was bedeutet H- bzw. V-Synchronisation, wie es manchmal an Einstellknöpfen eines Fernsehgeräts steht?

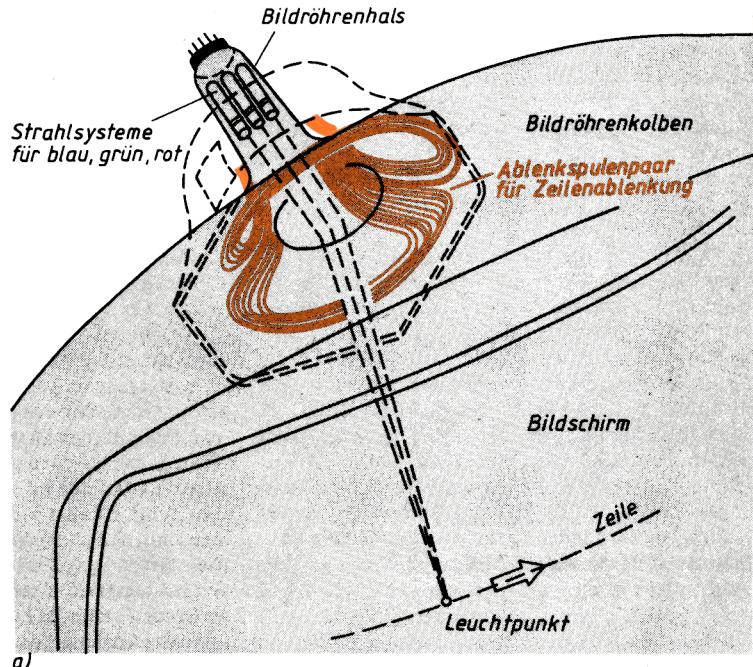
Damit der Elektronenstrahl auf dem Bildschirm seine vorgeschriebene Bahn ziehen kann (→ 3.2.), muß er in der Bildröhre entsprechend geführt werden. So muß er pro Bildwechsel 625mal gleichmäßig vom linken zum rechten Bildrand wandern, um die Zeilen zu schreiben. In derselben Zeit muß er 2mal von oben nach unten reisen, damit alle Zeilen der beiden Halbbilder mit gleichmäßigem Abstand untereinander erscheinen und den ganzen Bildschirm ausfüllen.

Diese fächerartige Bewegung des Strahls in waagerechter und seine gleichzeitige Weiterführung in senkrechter Richtung wird von 2 Ablenkspulenpaaren gesteuert, die auf den Bildröhrenhals aufgeschoben sind und deren Magnetfelder im Winkel von 90° zueinander stehen. Sie werden von Strömen durchflossen, die in speziellen Baustufen des Fernsehgeräts – den Kippgeneratoren – erzeugt werden und deren zeitliche Verläufe den Zähnen einer Säge ähneln. Daher spricht man auch von Sägezahnströmen. Es entstehen in der Bildröhre 2 Magnetfelder mit ansteigender Stärke, die den Strahl im gewünschten Zeittakt abdrängen und so gleichmäßig über den Bildschirm führen. In jeder Sekunde muß er 15 625mal von links nach rechts (25mal jeweils 625 Zeilen) und gleichzeitig 50mal von oben nach unten (Anzahl der Halbbilder je Sekunde) laufen.

Ebenso wie im Fernsehempfänger der Elektronen-Schreibstrahl wird auch in der Fernsehkamera der Bildabtaststrahl durch 2 ganz ähnliche Spulenpaare abgelenkt. Damit es aber wirklich zu einem erkennbaren Fernsehbild kommt, muß der Ablenkrhythmus im Fernsehgerät zeitlich vollkommen mit dem in der Fernsehkamera übereinstimmen. Das heißt, wenn in der Fernsehkamera der Bildabtastvorgang links oben bei der ersten Zeile beginnt, so muß genau in diesem Augenblick auch der Elektronenstrahl in der Bildröhre die erste Zeile zu schreiben beginnen; und diese Übereinstimmung muß Zeile für Zeile gewahrt bleiben. Das läßt sich durch ganz kurze Spannungsstöße (Synchronimpulse) erreichen, die den Anfang jeder neuen Zeile und jedes Halbbilds markieren und die zusammen mit dem eigentlichen Fernsehbild zum

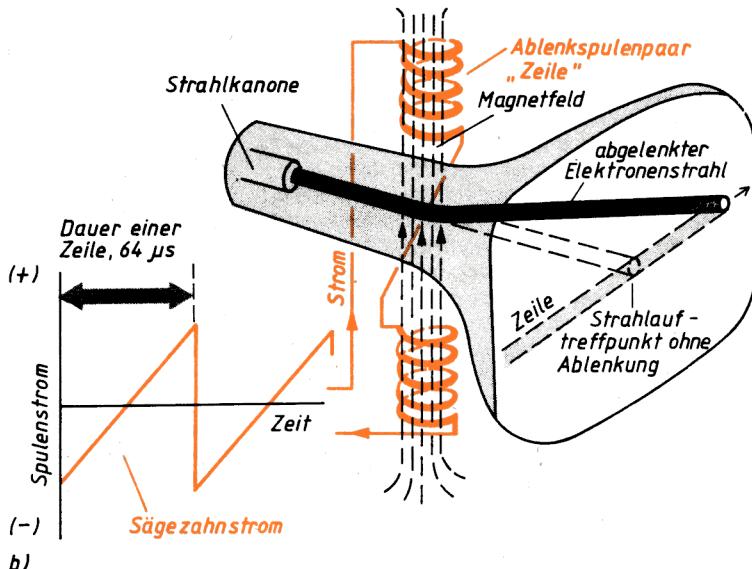
Bild 3.6

a) Zwei außen auf den Bildröhrenhals geschobene Spulenpaare sorgen für die Ablenkung des Elektronenstrahls in horizontaler und vertikaler Richtung



a)

b) Und so ist das physikalische Prinzip. (Es ist nur das Spulenpaar für die Auslenkung in Zeilenrichtung gezeichnet, das andere ist dazu um 90° versetzt angeordnet.)



b)

Empfänger übertragen werden. Dort lösen sie gewissermaßen den Startpunkt jeder Sägezahnschwingung für die Ablenkspulen laufend neu aus.

Kommt die ganze Sache, die auch als (Bild-)Synchro-

nisation bezeichnet wird, einmal außer Tritt, so zerfällt das Fernsehbild sofort in waagerechte Streifen oder läuft wie auf einer Trommel von oben nach unten – oder umgekehrt – auf dem Bildschirm durch.

Daran kann die Übertragungsstrecke schuld sein. Dieser äußerst seltene Fehler wird aber erkannt, und die Ansagerin entschuldigt ihn später als Synchronstörung. Auch Überreichweitenempfang bei besonderen Witterungsbedingungen kann Synchronstörungen hervorrufen, weil dann die Synchronimpulse eines fremden, aber im gleichen Fernsehkanal arbeitenden Senders unser eigenes Bild durcheinanderbringen können, oder ein starkes Geisterbild ( $\rightarrow$  12.7.).

Die Ursache von Synchronfehlern kann aber auch im Fernsehgerät selbst liegen. Hat das Gerät entsprechende Einstellknöpfe mit den Bezeichnungen H- bzw. V-Synchronisation (H = horizontal, für die Zeilen, V = vertikal, für das ganze Bild), so drehen Sie versuchsweise an ihnen und wenn kein ernsterer Fehler vorliegt, erreichen Sie wieder ein stabiles Bild.

Bei neueren Fernsehempfängern sind diese Einsteller meist durch Automatiken ergänzt oder ersetzt, die sehr stabil arbeiten. Sie machen manuelle Einregulierungen unnötig und können auch kurzzeitige, bei der Übertragung entstandene Synchronstörungen in bestimmten Grenzen ausgleichen.

### 3.4. Wie funktioniert prinzipiell das Farbfernsehen?

Die Übertragung eines Farbbilds über größere Entfernung ist eine harte Nuß, und die technischen Probleme konnten erst ziemlich spät so vollkommen gelöst werden, daß an ein stabiles und ästhetisch befriedigendes Farbfernsehbild zu denken war.

Das erste Farbfernsehverfahren überhaupt, das noch mit einem vor einer Schwarzweißbildröhre rotierenden Farbfilterrad arbeitete, ist von der C.B.S. in den USA entwickelt worden. Der Versuchsbetrieb wurde am 28. Mai 1941 aufgenommen. Im Jahre 1954 wurde dieses halbmechanische System von dem vollelektronischen NTSC-System abgelöst ( $\rightarrow$  2.4.). Obwohl auch diesem zunächst wesentliche Mängel anhafteten, legte es doch den Grundstein für alle anderen, heute auf der Welt angewandten Farbfernsehverfahren. So auch für SECAM, das, außer in vielen anderen Staaten, seit dem 3. Oktober 1969 in der DDR angewendet wird.

Kein Mensch – nur ein Witzzeichner – könnte es fertigbringen, zur Darstellung eines Farbfernsehbilds bunte Teilchen (Farbpartikel) zu übertragen. Selbst direktes Licht mit seinen unvorstellbar kurzen Wellenlängen von rund 380 Nanometern (violett) bis 780 Nanometern (rot) – das sind etwa 400 bis 800 Billionen (!) Schwingungen je Sekunde – eignet sich dafür nicht. Obwohl es zwar als elektromagnetische Welle den Raum durchheilen kann, würde es sich schon nach kurzer Entfernung mit der Strahlung anderer Licht-

quellen mischen, und an eine „Fern-Sehübertragung“ wäre nicht zu denken. Beim Farbfernsehen wird ein gänzlich anderer Weg beschritten, der einzige, der heute technisch möglich ist und bei dem uns der menschliche Sehapparat selbst als Vorbild gedient hat.

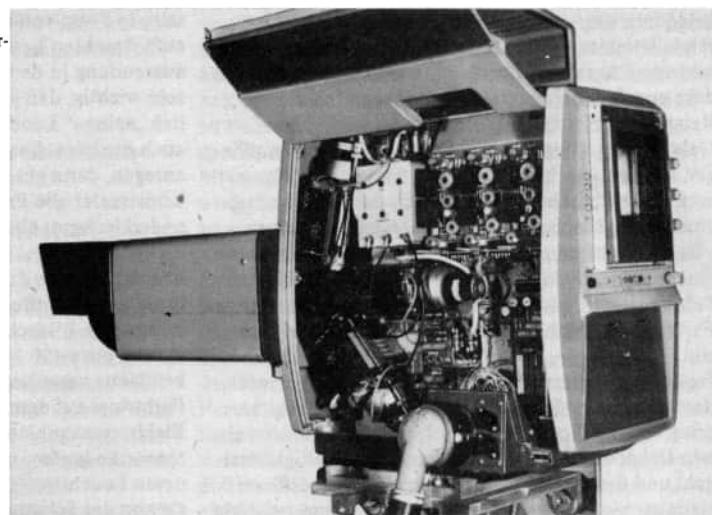
Es werden weder Farbsubstanzen noch wird farbiges Licht übertragen, sondern Informationen darüber, wie sich die Helligkeit von 3 ausgewählten Farben über eine Bildfläche verteilt. Das ist nicht mehr und nicht weniger als eine Erweiterung des Schwarzweißfernsehens, bei dem man nur die Helligkeitsverteilung eines Grautonbildes zeilenweise mit elektrischen Signalen überträgt, auf nunmehr 3 Farbkomponenten.

Es ist seit langem bekannt, daß man fast alle Farben besonders günstig aus den 3 Grundfarben Rot, Grün und Blau mischen kann  $\rightarrow$  Bild 6 im Farbteil. (Hier ist nicht das Mischen gemeint, wie es der Maler mit seinen Farbpasten tut, sondern das additive Mischen von Licht). Das hat seinen Grund darin, daß der menschliche Sehapparat die Fähigkeit besitzt, aus eben diesen Grundfarben – für die im Auge 3 Gruppen lichtempfindlicher Reizaufnehmer (Zäpfchen) vorhanden sind – die vielbunte Empfindungswelt zusammenzukomponieren. Daher werden die 3 Grundfarben Rot, Grün und Blau auch beim Farbfernsehen verwendet. Eine Farbfernsehkamera ist, was die Farben betrifft, nichts anderes als eine technisch-funktionelle Nachbildung des Auges.

In groben Zügen läuft die Farbfernsehübertragung wie folgt ab:

Farbiges Licht der Szene wird in 3 elektrische Signale verwandelt, die nach ihrem Weg durch den Raum im Fernsehempfänger wiederum zur Aussendung farbigen Lichts benutzt werden, und zwar ebenfalls in den 3 ausgewählten Farben. Die 3 zur Übertragung verwendeten Signale, wie immer sie an den einzelnen Stellen des Übertragungsweges auch heißen und wie sie zusammengesetzt sind, charakterisieren in jedem Falle die Art der Farben im Bild: ihren Farnton, ihre Sättigung (blaß oder farbkärtig) und ihre Helligkeit. Auf der Empfangsseite in der Bildröhre sind die Farben selbst quasi schon auf dem Bildschirm in Form von Leuchtstoffen feinverteilt eingelagert, die, von entsprechenden Elektronenstrahlen angeregt, als winzige rot-grün-blaue Dreigestirne (sogenannte Farbtripel) aufleuchten, was im Auge des Betrachters in der bereits erwähnten Weise zum vielfarbigem Bildeindruck verschmilzt. Wer ganz dicht an den Bildschirm herangeht und scharf hinschaut, kann die 3 Grundfarben in ihrer Anordnung als Farbtripel sogar einzeln sehen, etwas sehschwächere Beobachter aber ganz gewiß durch eine Lupe! Besonders effektvoll wird das bildaufbauende Farbmosaik offenbar, wenn man den Bildschirm mit einem Fernglas aus etwa 2 m Entfernung betrachtet. Die Farbtripel auf den 2 gebräuch-

Bild 3.7 Studio-Farberfernsehkamera  
Anfang der siebziger Jahre. Deutlich erkennt man die 3 Bildaufnahmeröhren.  
Foto: Weber; Quelle: Lexikon Unterhaltungselektronik. – Berlin, 1987



lichsten Farbbildröhren zeigt auch Bild 2 im Farbteil. Wir wollen uns nun den Übertragungsweg für die 3 Farben etwas genauer ansehen (Bild 7 im Farbteil). Dazu beginnen wir unsere Reise in der Farberfernsehkamera genau an der Stelle, wo das farbige Licht der Szene durch das Kameraobjektiv getreten ist. In seinem Strahlengang ist ein sogenannter Farbteiler angeordnet, der das Licht in die 3 Komponenten Rot, Grün und Blau aufspaltet. Dazu findet ein System von besonderen Spiegeln Verwendung, die das Licht je nach Farbe teilweise hindurchlassen, teilweise reflektieren, bis schließlich 3 getrennte Farbauszüge je einer Bildaufnahmeröhre zugeleitet werden können. Jede der Röhren tastet das auf einer Speicherplatte entstehende Bild der entsprechenden Grundfarbe zeilenweise ab (wie es im gleichen Rhythmus in der Bildröhre auch wieder zusammengesetzt wird) und wandelt es in eine Folge elektrischer Schwingungen um, deren Schwingungsverlauf und -größe den Helligkeitswerten im jeweiligen Farbauszug entspricht. Es sind 3 sogenannte Farbwertsignale entstanden, die man, wenn man wollte, sofort einer Bildröhre zuleiten und als Farbbild sichtbar machen könnte.

Aber nicht so eilig! Zunächst müssen ja diese Signale zu den Empfängern der Fernsehzuschauer übertragen werden (wir unterschlagen hier einmal, daß sie vor dem im Studio noch mit Signalen von anderen Farberfernsehkameras oder sonstigen Bildquellen gemischt und mit Synchronimpulsen versehen werden müssen). Zur Weiterverarbeitung im Studio und zur Hochfrequenzübertragung eignen sich die 3 Farbwertsignale aber nicht. Zum einen würde man für sie 3 getrennte Übertragungskanäle benötigen, zum anderen wüßten Schwarzweißempfänger mit ihnen nichts anzufangen

und könnten daraus kein Bild erzeugen. Darum wird aus den 3 Farbwertsignalen zunächst auf elektrischem Wege ein Helligkeitssignal<sup>1</sup> gewonnen. Das geschieht, vereinfacht gesehen, indem man gewissermaßen die Helligkeit aus den 3 Farbwertsignalen herauszieht und in einem bestimmten Größenverhältnis zusammenfaßt. Das ist berechtigt, weil jede Grundfarbe sowohl einen Beitrag zur Helligkeitsverteilung auf dem Bildschirm als auch zur Helligkeitsempfindung im Auge liefert. Was von den Farbwertsignalen übrig bleibt, nachdem sie den Helligkeitsanteil verloren haben, nennt man Farbdifferenzsignale. Zwei davon, nämlich die Farbdifferenzsignale Rot und Blau werden in einem komplizierten Verfahren an solchen Stellen des Helligkeitssignals eingeschachtelt<sup>2</sup>, an denen sie nicht stören. Infolge des zeilenweisen Aufbaus des Fernsehbilds gibt es nämlich noch ungenutzte Lücken im Frequenzband. Die Gesamtheit aller dieser Signalumarbeitungen nennt man Farbkodierung, sie geschieht in Farbkodern. Diese Baustufe ist im Fernsehstudio hinter jeder Fernsehkamera oder anderen

<sup>1</sup> Das Helligkeitssignal – auch Schwarzweiß-, Y-, Luminanz- oder Leuchtdichtesignal genannt – repräsentiert die unbunten Farben Schwarz, Weiß und die dazwischenliegenden Graustufen. Mit ihm werden also nur die Helligkeitsabstufungen des Fernsehbilds übertragen. Für sich allein, ohne zusätzliche Farbanteile, kann es lediglich ein Schwarzweißbild liefern. In jedem Schwarzweißfernsehsystem oder bei der Übertragung von unbunten Bildern in einem Farberfernsehsystem wird nur das Helligkeitssignal übertragen.

<sup>2</sup> Auf welche Weise die Farbdifferenzsignale in das Helligkeitssignal eingeschachtelt werden, darin unterscheiden sich die verschiedenen Farberfernsehverfahren, zum Beispiel SECAM und PAL (→ 2.4.).

Bildquelle angeordnet. Das den Farbkoder verlassende kombinierte Signal, das als vollständiges Farbbildsignal bezeichnet wird, kann nun den Fernsehsendern zugeleitet und zu den Fernsehgeräten auf die Reise geschickt werden.

Gelangt dieses Signal zu einem Schwarzweißempfänger, so nimmt sich der nur jenen Teil heraus, den er zum Bildaufbau benötigt, nämlich das Helligkeitssignal. Auch Zuschauer mit diesen Geräten können also am Farbfernsehen teilnehmen, natürlich nur mit einem Schwarzweißbild. Das ist durchaus keine Selbstverständlichkeit, sondern hat die Entwickler der Farbfernsehverfahren viel Schweiß und Mühe gekostet.

Im Farbfernsehempfänger (Bild 1 im Farbteil) muß das vollständige Farbbildsignal nach seiner Abtrennung von der Hochfrequenzschwingung zunächst einen Dekoder durchlaufen, der aus dem Helligkeitssignal und den beiden mitübertragenen Farbdifferenzsignalen wieder die 3 ursprünglichen Farbwertsignale zurückgewinnt. Der Aufbau dieses Dekoders ist bei SECAM und PAL unterschiedlich, oder es wird ein kombinierter Dekoder verwendet, der den Empfang von Farbprogrammen nach beiden Verfahren zuläßt. Die 3 zurückgewonnenen Farbwertsignale für Rot, Grün und Blau werden noch einmal verstärkt und der Farbbildröhre zugeführt. Das Farbbild entsteht dadurch, daß die von den Strahlkanonen in der Bildröhre ausgesendeten 3 Elektronenstrahlen im Zeilenrhythmus die bereits erwähnten Leuchtstoffe auf der Bildschirmrückseite überstreichen und sie gemäß dem Schwingungsverlauf in den übertragenen Farbwertsignalen unterschiedlich hell aufleuchten lassen. Auch an dieser Stelle der Übertragung wird deutlich, daß das Farbfernsehen lediglich eine Erweiterung des Schwarzweißfernsehens auf 3 Komponenten darstellt, denn man kann die Farbbildröhre durchaus als „3 Röhren in einer“ auffassen, welche die 3 ursprünglichen Farbauszüge gleichzeitig auf den gemeinsamen Bildschirm malen.

Auch ein Schwarzweißbild wird, so seltsam das klingen mag, in der Farbbildröhre aus den 3 Grundfarben zusammengesetzt. Diese leuchten dann in einem bestimmten Helligkeitsverhältnis und werden im menschlichen Sehapparat zu einem unbunten Bild verschmolzen.

### 3.5. Welcher Unterschied besteht zwischen der älteren Lochmaskenröhre und der modernen Schlitzmaskenröhre?

Bei jeder gebräuchlichen Farbbildröhre werden die 3 Elektronenstrahlen für Rot, Grün und Blau in 3 zugehörigen Strahlsystemen erzeugt. Die Strahlen überstreichen zeilenweise die auf der Bildschirmminnen-

seite in Form von Dreiergruppen (Farbtripeln) aufgebrachten Leuchtstoffe und regen sie zur Lichtaussendung in den 3 Grundfarben an. Dabei ist es sehr wichtig, daß jeder Elektronenstrahl ausschließlich „seinem“ Leuchtstoff trifft. Würde er nämlich auch die benachbarten beiden Farben zum Leuchten anregen, dann geschehe dasselbe, als würde ein Kunstmaler alle Farben auf seinem Gemälde übereinanderklecken: ein sauberes farbiges Bild könnte nicht entstehen.

Die notwendige Zuordnung der Elektronenstrahlen zu ihren Leuchtstoffen erreicht man durch eine dicht hinter dem Bildschirm angebrachte Schattenmaske, die mit etwa 400 000 winzigen, über die ganze Maskenfläche verteilten Öffnungen versehen ist, für jedes Farbtripel auf dem Bildschirm eine. Nur wenn die Elektronenstrahlen durch eine Öffnung in der Schattenmaske laufen, treffen sie genau auf ihre zugeordneten Leuchtstoffe. Wo das nicht geschieht, werden sie von der Schattenmaske abgeschaltet, sie versperrt ihnen den Weg! Die Löcher geben den Strahlen außerdem scharfe Konturen und schirmen Streuelektronen ab.

Die Form der Öffnungen in der Schattenmaske gab der Bildröhre ihren Namen (Bild 2 im Farbteil). In der Lochmaskenröhre sind es winzige runde Löcher, in der Schlitzmaskenröhre längliche vertikale Schlitze.

Mit beiden Konstruktionen erreicht man zwar das Ziel, scharfe Farbtripel auf dem Bildschirm zu erzeugen, jedoch bringt die Schlitzmaskenröhre bedeutende Vorteile. Die Gesamtlochfläche ist im Verhältnis zur Gesamtoberfläche der Schattenmaske bei ihr größer als bei der Lochmaskenröhre, und dadurch wird der nutzbare, auf den Bildschirm treffende Anteil des Elektronenstrahls größer. Das kommt einesseits der Brillanz des Farbbilds zugute – helle Lichter können den Zuschauer regelrecht blenden –, andererseits sind ohne Einbuße von Kontrast und Bildhelligkeit nur geringere Strahlströme erforderlich; die Schlitzmaskenröhre erreicht eine höhere Lebensdauer.

Bei der Lochmaskenröhre müssen die 3 Strahlkanonen in Dreieckform angeordnet sein (das gab ihr auch die Bezeichnung Deltaröhre, nach dem griechischen Buchstaben Delta Δ). Bei der Schlitzmaskenröhre liegen die Strahlkanonen nebeneinander („in einer Reihe“, daher wird sie auch mit dem englischen Namen In-Line-Röhre bezeichnet). Letztere Anordnung ist günstiger, weil die gleichzeitig auf den Bildschirm gezeichneten 3 Farbauszüge viel besser zur Deckung gebracht werden können (→ 3.10.). Dadurch entstehen bei der Schlitzmaskenröhre im Bild kaum Farbsäume, wie das bei der Lochmaskenröhre vor allem an den Bildrändern und in den Ecken oft störend der Fall ist.

Schließlich sind Schlitzmaskenröhren wesentlich weniger empfindlich gegenüber dem erdmagnetischen Feld (→ 3.12.).

### 3.6. Was ist bei der Aufstellung eines Fernsehgeräts alles zu beachten?

Der richtige Standort für den Fernsehempfänger – ganz gleich, ob Farbe oder Schwarzweiß – ist an einer Stelle des Zimmers, wo man ihn von der Sitzgruppe aus gut sehen kann: aus der richtigen Entfernung (→ 3.7.) und nicht zu sehr von der Seite. Ob helles Licht vom Fenster auf den Bildschirm trifft, hat nur Bedeutung, wenn man auch am Tage fernsehen will (→ 3.9.). Der Platz ist gut gewählt, wenn sich das Bild in Augenhöhe oder etwas darunter befindet; wer den ganzen Fernsehabend in der „Rasierloge“ sitzen muß, wird gar bald Nackenschmerzen verspüren.

Man darf einen Fernsehempfänger nicht so eng in die Möbel einbauen, weil sonst die freie Luftzirkulation durch die Lüftungsöffnungen behindert wird. Vor allem ältere Geräte mit Röhren können sich dann stark aufheizen, es kommt zu Funktionsstörungen, sogar möglicherweise zu einem Brand. Solche Empfänger sollte man darum keineswegs in einen Schrank stellen, dessen Türen nur dann aufgeklappt werden, wenn man fernsehen will. Ein Einschieben in enge Regalwände ist ebenfalls abzulehnen. Auch auf andere Weise dürfen die Lüftungsschlitzte am Boden oder in der Rückwand des Geräts nicht verdeckt werden, nicht mal durch ein überhängendes Deckchen. In feuchten Räumen soll ein Fernsehgerät weder betrieben noch gelagert werden.

Wenn man das alles beachtet, dann kann auch ein gelegentlicher Dauerbetrieb – wie in der langen Silvesternacht – dem Fernsehgerät nicht schaden.

Möchten Sie den mitunter zum Fernsehbild über ei-

nen Stereosender ausgestrahlten Stereoton empfangen (→ 15.3.), dann sollten Sie Ihren Fernsehempfänger am besten gleich in der Mitte zwischen den Stereoboxen aufstellen. Ein allzu großer Lautsprecherabstand ist dabei aber nicht zu empfehlen, damit der Widerspruch zwischen Breite des Bildschirms und der Abbildungsbreite des Stereoklangs nicht noch größer wird (richtig sind etwa 2 bis 2,5 m).

In einem vollkommen dunklen Zimmer sollte man nicht fernsehen. Dabei ermüden die Augen schnell. Es ist aber auch nicht günstig, die große Zimmerbeleuchtung einzuschalten, dann wird der Bildschirm meist zu hell beschienen und wirkt flau, außerdem könnten sich Lichtquellen darin spiegeln. Eine für den Fernsehabend geeignete Lampe soll seitlich vom Fernsehgerät in etwa 2 bis 3 m Abstand stehen (Glühlampe mit 25 oder höchstens 40 Watt). Ein halbdurchlässiger Schirm schattet sie ab und verhindert, daß die Zuschauer geblendet werden. Besonders geeignet ist eine Glühlampe hinter dem Fernsehgerät. Dann ist das Umfeld des Bildschirms gleichmäßig und nicht zu stark erhellt, und die Augen müssen sich nicht nur auf die helle Fläche des Bildschirms konzentrieren. (Wo sonst startt man freiwillig stundenlang einen strahlenden Fleck in nachtschwarzer Umgebung an?) Alle Fernsehleuchten sollen neutralweies Licht aussenden. Das ist ganz besonders wichtig bei Farbfernsehgeräten.

### 3.7. Aus welchem Abstand sollte man das Fernsehbild betrachten, bzw. wie soll man bei gegebenen Wohnverhältnissen die Bildschirmgröße beim Kauf auswählen?

Die Bildschirmgröße eines Fernsehempfängers schlägt sich unmittelbar im Kaufpreis nieder. Ist aber darum der größere Bildschirm auch immer der günstigere?

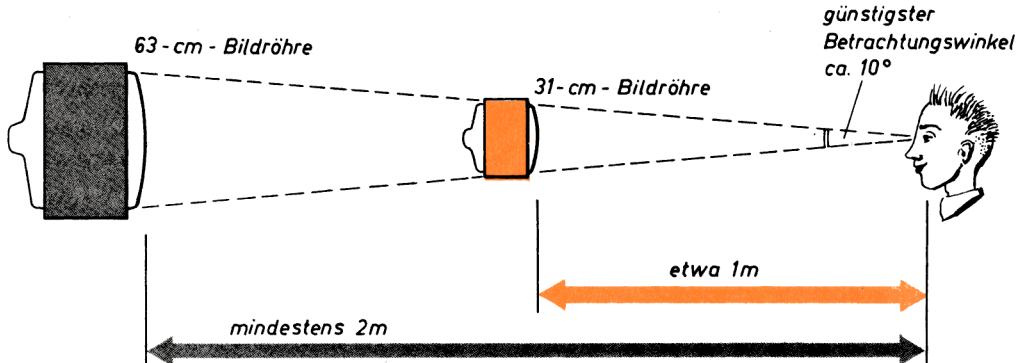


Bild 3.8 Kleiner und großer Fernsehbildschirm unter demselben Blickwinkel: Die Bilder werden gleichgroß und gleichscharf empfunden

Wer glaubt, daß er auf einem größeren Schirm mehr Details erkennen könne, daß dieser brillantere Farben zeige oder stärkeren Kontrast, der muß bitter enttäuscht werden.

Die Auflösung des Fernsehbilds, die sich für den Beobachter in der subjektiv empfundenen Bildschärfe zeigt, hängt im wesentlichen von der Fernsehnorm mit ihren 625 übertragenen Zeilen ab (→ 2.3.).

Alle Bildschirme bilden die gleiche Anzahl von Zeilen ab, bei kleineren Schirmen sind sie lediglich schmäler. Rücken wir an 2 verschiedene Empfänger mit unterschiedlicher Bildschirmgröße jeweils so weit heran, daß wir die Bilder gleichgroß sehen, so sind sie auch gleichscharf!

Ein wichtiges Kriterium für guten Bildeindruck ist, daß der Beobachter die Zeilen nicht mehr getrennt erkennt, sondern daß sie zu einer einheitlichen Bildfläche verschmelzen. Das ist bei einem normalsichtigen Auge dann der Fall, wenn man etwa 2,5 mal so weit vom Bildschirm entfernt sitzt, wie seine Diagonale mißt. Die Bilddiagonale ist in den technischen Daten des Fernsehgeräts angegeben, man kann auch die Bildbreite messen und mit 1,25 multiplizieren.

Der angegebene Betrachtungsabstand ist der kürzeste, der günstigste Betrachtungsabstand ist etwas größer und liegt bei etwa dem 3,5fachen der Bildschirmdiagonale. Das Auge sieht dann das Bild unter einem vertikalen Blickwinkel von etwa 10°. Es erkennt dabei noch alle Details, die ein 625-Zeilens-Bild zu zeigen vermag, und das Bild wird nicht so groß wahrgenommen, daß die Augen beim Abtasten der Einzelheiten ruhelos umherirren müssen.

Zum günstigsten Betrachtungsabstand ein Beispiel: Bei einem Fernsehgerät mit 67-cm-Bilddiagonale setzt man sich am besten etwa 2,5 m entfernt, bei einem Portable mit 31-cm-Röhre kann man bis auf etwa einen Meter heranrücken.

Ein größerer Abstand vom Bildschirm ist möglich, oft auch nicht zu vermeiden; je größer er allerdings wird, um so mehr Details gehen im Bild verloren. Man kommt an die Grenzen des menschlichen Auges.

Denken Sie an den Extremfall: Betrachten Sie den Bildschirm aus immer größerer Entfernung, dann schrumpft er schließlich auf einen gleichmäßig hellen Punkt zusammen. Der größte Betrachtungsabstand sollte darum das etwa 4 bis 4,5fache der Bildschirmdiagonale nicht überschreiten.

Fernsehzuschauer, die eine Brille tragen, ermitteln den kürzesten Betrachtungsabstand unter ihren persönlichen Bedingungen am besten in einem Test: Von einem ganz kurzen Bildabstand beginnend, setzen sie sich langsam immer weiter vom Bildschirm fort, bis schließlich die Zeilenstruktur bei konzentriertem Hinsehen gerade nicht mehr erkannt wird. Der günstigste Betrachtungsabstand liegt dann etwa 40 % weiter entfernt.

Bei der Auswahl eines Fernsehempfängers sind die räumlichen Verhältnisse der Wohnung ausschlaggebend: Wo soll das Gerät stehen, wo sitzen die Zuschauer? Für größere Familien eignet sich ein Gerät mit großem Bildschirm, damit ihn die zuletzt plazierten Zuschauer nicht zu sehr von der Seite betrachten und sie sich nicht ständig über die zu mageren Darsteller beklagen müssen. Für kleine Wohnungen oder eine geringe Personenzahl ist dagegen ein Fernsehgerät mit mittelgroßem Bildschirm ausreichend und bedeutend billiger (meist auch im Stromverbrauch!). Das gilt ebenso für den Zweitempfänger im „halben“ Zimmer, auf der Datsche oder für den Campingplatz, wo meist sogar ein Portable (tragbares Gerät) ausreicht.

Allerdings sollte bei der Bildschirmgröße ein anderer Aspekt nicht unberücksichtigt bleiben. Das Auge verfügt nämlich über weitaus bessere Mittel, die Entfernung eines Ereignisses abzuschätzen, als das Gehör. Die Linsenkrümmung zum Beispiel ist ein Kriterium für den Abstand des betrachteten Objekts, ebenso wie der Effekt, daß sich beide Augen stereoskopisch mit ihrem schärfsten Abbildungsbereich auf das gleiche Bilddetail konzentrieren können. Daher wird eine bildhafte Handlung um so natürlicher empfunden, je genauer sie der Größe des Originals entspricht. Bei Abbildung von Figuren in ihrer vollen Größe kann der Fernsehbildschirm zwar nicht annähernd mit der Kinoleinwand konkurrieren, aber bei großen Bildschirmen entspricht wenigstens die Kopfgröße der Ansager(innen) etwa den natürlichen Verhältnissen. Insofern sind große Bildschirme doch von Vorteil, weil uns der Fernsehpartner in natürlicher Größe vom Bildschirm her anspricht. Ganz winzige Schirmbilder – wie sie zum Teil verspielt bei Armbanduhr-Fernsehgeräten oder den japanischen Watchmans (Fernsehgerätcchen, beim Spazierengehen in der Hand zu tragen) zu finden sind – müssen daher einen ebenso unbefriedigenden Eindruck beim Betrachter erwecken, wie sehr kleinformative Fotos. Die agierenden Zwerge in ihrer puppenstübchenhaften Szenerie werden ausnahmslos als unnatürlich klein empfunden, auch wenn man noch so dicht herangeht. Abgesehen davon, daß dann die Augen schneller ermüden.

### 3.8. Wie stellt man einen (Farb-)Fernsehempfänger richtig ein?

Auch bei günstigen Empfangsverhältnissen – voll funktionsfähiger Empfänger und leistungsstarke Antennenanlage vorausgesetzt – ist eine korrekte Einstellung von Kontrast und Helligkeit, zusätzlich des Farbkontrasts beim Farbgerät, sehr wichtig. Eine ordentliche Einstellung garantiert nicht nur den günstigsten Empfang, sondern auch eine gesunde Aussicht auf die Zukunft Ihres Fernsehgeräts.

stigsten Bildeindruck, sie bildet außerdem den besten Kompromiß zwischen ermüdfreier Bildbetrachtung und längster Lebensdauer der Bildröhre. Weil alle Einstellungen etwas voneinander abhängen, muß man ganz systematisch vorgehen. Voraussetzung für das beste Bild ist, daß sich im Bildschirm keine fremden Lichtquellen spiegeln (z. B. die Zimmerlampe), daß aber das Umfeld des Bildschirms geringfügig aufgehellt ist (→ 3.6).

Am einfachsten und genauesten läßt sich ein Fernsehgerät mit Hilfe des Sendetestbilds einstellen (Bild 3 im Farbteil). Durch abwechselnde Betätigung des Kontrast- und Helligkeitseinstellers muß erreicht werden, daß bei dem 7stufigen Graukeil auf dem Testbild das linke Feld gerade vollkommen dunkel, das rechte dagegen in hellem Weiß erscheint. Außerdem müssen sich die dazwischenliegenden Graustufen in ihren Helligkeiten deutlich voneinander abheben. Bei Farbgeräten ist es günstig, während dieser Einstellarbeiten den Farbkontrast auf Null zu drehen oder die Farbe abzuschalten.

Bei einem Farbfernsehgerät wird erst nach Einstellung von Kontrast und Helligkeit der Farbkontrast eingereguliert (am Einsteller „Farbe“ oder „Farbkontrast“). Er wird so weit aufgedreht, daß in dem unteren Farbbalken des Testbilds alle Farben kontrastreich hervortreten ohne zu strahlen wie Farblaternen und ohne am rechten Rand des Farbfelds Fransen zu ziehen. Die Einstellung ist dann korrekt, wenn die oberen Farbfelder im Testbild noch etwas blaß erscheinen. Eine Feinkorrektur des Farbkontrasts nimmt man anschließend bei einem gut ausgeleuchteten Studiobild vor, am besten bei einer Ansage oder den Nachrichten. Der Teint der Ansagerin muß dabei natürlich fleischfarben erscheinen, keinesfalls Schweinchenrosa, Schwarzmeerbrown oder gar in hektischem Rot! Wer sich dabei vor Übertreibungen schützen will, der schaue seinem Sesselnachbarn ins Gesicht; es ist eine alte Tatsache, daß die Farben vor allem vom Neubesitzer eines Farbgeräts meist viel zu kräftig eingestellt werden.

Bei einem solchermaßen eingestellten Fernsehbild müssen dunkle Partien auch tatsächlich dunkel erscheinen und nicht als grauer Matsch! Lichter müssen strahlen, ohne daß in den helleren Bildpartien die Durchzeichnung der Details verlorengeht oder sie wie mit Milch übergossen wirken.

Nach diesen Kriterien läßt sich das Fernsehbild auch bei laufendem Programm einstellen, allerdings weniger exakt als mit Hilfe des Sendetestbilds. (Beachte auch 16.5.) Ist Detailzeichnung bei Veränderung der Helligkeit dann nur in hellen oder in dunklen Bildpartien möglich, so muß der Kontrast etwas abgeschwächt werden; ist das Bild insgesamt zu flau, so ist der Kontrast zu erhöhen.

Viele Fernsehzuschauer, die lange Zeit ihr Bild „nach

Gefühl“ eingestellt haben, oder die – einem inneren Zwange folgend – laufend an den Knöpfen herumdrehen, müssen nach einer korrekten Bildeinstellung das Fernsehbild erst wieder richtig sehen lernen. Warum? Viele dieser Knöpfchendreher wollen nämlich die bewußt mit Helligkeitsunterschieden gestalteten Fernsehszenen gewaltsam auf einheitliche Bildschirmhelligkeit zwingen. Das ist zwar verständlich, denn in natürlicher Umgebung paßt sich das Auge nur langsam wechselndem Licht an, und die natürlichen Lichtübergänge sind selten so sprunghaft wie mitunter in der Szenenfolge des Fernsehprogramms. Trotzdem: Eine Notwendigkeit zur Manipulation am Helligkeitseinsteller besteht selbst dann nicht, wenn zum Beispiel eine Nachtszene auf eine Einstellung bei hellstem Tageslicht folgt. Auch das Nachtbild ist im Studio oder bei der Filmaufnahme richtig ausgeleuchtet worden; die Szene soll so aussehen, wie sie auf dem Bildschirm aussieht, und ein Vergrößern der Bildhelligkeit bringt keine weiteren Details zum Vorschein. Zwingt man sich erst einmal dazu, die Hände von den Knöpfen zu lassen, so wird man bald merken, daß damit weit eher ein Gewinn an Bildeindruck verbunden ist, als daß man vermeintlich angestrenzte Augen entlastet. Auch beim natürlichen Sehen erkennt man in der Dunkelheit nur Spitzlichter und Schemen, die Farben verblassen oder verschwinden sogar! Nicht umsonst besagt das Sprichwort: „In der Nacht sind alle Katzen grau!“

Normalerweise, wenn Antenne und Empfänger in Ordnung sind und immer bei gleichen Raumlichtverhältnissen ferngesehen wird, kann man die einmal gefundene Einstellung des Fernsehgeräts tage- und wochenlang auch dann beibehalten, wenn man das Programm wechselt oder wenn die Netzspannung schwankt. Das ist möglich, weil alle Fernsehprogramme nach einer einheitlichen Norm ausgestrahlt werden und hochwirksame Regelschaltungen im modernen Fernsehgerät für den Ausgleich schwankender Einflüsse sorgen. Es lohnt sich also, die einmal mit Hilfe des Farbtestbilds gefundenen Einstellungen an den Knöpfen zu markieren (ein kleiner Farbpunkt oder ein eingekratzter Strich genügen dazu schon). Lediglich der Farbkontrast muß manchmal nach persönlichem Geschmack dem gesendeten Beitrag etwas angepaßt werden. Das ist besonders dann der Fall, wenn ältere Farbfilme übertragen werden, deren Farb- und Helligkeitsumfang schlecht zum Farbfernsehen passen oder bei hochaktuellen Reportagefilmen, die teilweise im turbulenten Geschehen und unter ungünstigen Lichtverhältnissen gedreht werden müssen. Eine Korrektur der Helligkeitseinstellung – eventuell auch etwas des Kontrasts – ist nur dann erforderlich, wenn sich die Raumhelligkeit wesentlich ändert. Abschließend noch ein kleiner Hinweis: Bei ungünstigem Empfang, wie er bei extremen Witterungsbedin-

gungen in größerer Senderentfernung schon einmal auftreten kann, wird oft die Farbe fleckig, zerrissen, in der Intensität schwankend oder als Flockentanz wie Konfettiregen wiedergegeben. Es ist dann besser, sie an der Farbtaste abzuschalten – bzw. den Farbkontrast auf Null zu stellen – und sich mit einem noch brauchbaren Schwarzweißbild zufriedenzugeben, als sich während des ganzen Programms über diesen Farbenzauber zu ärgern.

### 3.9. Schadet helles Licht – zum Beispiel Sonneneinstrahlung – den Farben auf dem Bildschirm?

Es ist ganz natürlich, wenn jemand annimmt, daß intensive Lichteinstrahlung die Farben auf dem Bildschirm langsam zum Verblassen bringt. Entspricht es doch der Alltagsfahrung, daß Tapeten im Sonnenlicht ausbleichen oder buntbedruckte Textilien ihre Leuchtkraft allmählich verlieren. Diese Fälle sind aber zum Glück nicht auf den Farbbildschirm übertragbar.

Die auf der Bildschirrmückseite aufgebrachten Leuchtstoffe sind selbst farblos, sie senden ihr charakteristisches Licht erst dann aus, wenn der Elektronenstrahl sie trifft (man spricht dabei von Lumineszenz). Für Licht, selbst von hellster Sonne, sind die Leuchtstoffe auch bei langer Einwirkungsdauer unempfindlich. Ihre Langzeitstabilität ist sogar so groß, daß man verbrauchte Bildröhren durch Austausch der Elektronenstrahlsysteme wieder aufarbeiten kann. Selbst ein Farbfernsehempfänger kann demnach an einer den Fenstern gegenüberliegenden Wand aufgestellt werden, aber – !

Es kann dabei eine stärkere Belastung der Bildröhre auftreten, auch wenn aus einem gänzlich anderen Grund. Ein vom Licht getroffener Bildschirm liefert ein flaves, farbmattes Bild. Der Zuschauer ist geneigt, den Kontrast- und Helligkeitseinsteller weit aufzudrehen, um den Bildeindruck zu verbessern. Es fließen stärkere Elektronenstrahlströme in der Bildröhre, und die Strahlkanonen (Bildröhrenkatoden) verbrauchen sich naturgemäß schneller; die Lebensdauer der Bildröhre wird verkürzt. In einem solchen Falle ist es also viel besser, das Bild bei abgedunkeltem Zimmer zu betrachten. Lebensdauerausfördernd für jede Bildröhre – Schwarzweiß oder Farbe – ist folgender Ratschlag: Helligkeit, Kontrast und Farbkontrast grundsätzlich nur so stark einstellen, wie es für ein angenehmes, zwar kontrastreiches, aber nicht zu grelles oder überstrahltes Bild gerade eben erforderlich ist (→ 3.8.). Ein schwarzes Tuch bei Nichtgebrauch des Geräts über den Bildschirm zu hängen ist dagegen vollkommen sinnlos.

### 3.10. Was heißt Einstellen der Konvergenz bei einem Farbfernsehgerät?

Konvergenz heißt laut Duden gegenseitige Annäherung, Übereinstimmung, was sich beim Farbfernsehgerät auf die Elektronenstrahlen in der Farbbildröhre bezieht. Diese 3 Strahlen für Rot, Grün und Blau (Bild 2 im Farbteil) werden von 3 Strahlkanonen erzeugt, die im Bildröhrenhals an verschiedenen Stellen sitzen. Damit aber ein sauberes Farbbild ohne farbige Säume entstehen kann, müssen alle 3 Strahlen so zusammengeführt werden, daß sie stets gleichzeitig durch dasselbe Loch der Schattenmaske fallen, und zwar möglichst an jeder Stelle des Bildschirms. In dessen mittleren Bereich ist das nicht weiter schwierig, denn alle 3 Strahlen haben etwa gleichlange Wege zurückzulegen, und man kann sie mittels statischer Magnetfelder, die vom Bildröhrenhals her wirken, leicht zusammenführen. Etwas anders sieht es dagegen an den Bildschirmrändern aus oder sogar in den Ecken. Bis dorthin entstehen nämlich für die Strahlen unterschiedlich lange Wegstrecken. Die Folge ist, daß sie stellenweise den gemeinsamen Weg verlassen und durch ganz verschiedene Öffnungen der Schattenmaske auf den Bildschirm fallen. Die Farbraster in den 3 Grundfarben decken sich auf dem Bildschirm nicht mehr überall, und es entstehen örtlich die erwähnten Farbsäume an horizontalen oder vertikalen Farbübergangskanten im Bild. Sogar bei Schwarzweißbildern auf dem Farbbildschirm können sie sehr störend in Erscheinung treten. Mit Hilfe komplizierter magnetischer Felder, deren Stärke sich mit der Strahlbewegung über den Bildschirm ändert, versucht man die Übereinstimmung der Farben auch an den Bildschirmrändern und -ecken annähernd zu erreichen. Alle Einregulierungsarbeiten an den erwähnten Magnetfeldern – die Einstellung der Konvergenz – werden bereits im Herstellerwerk vorgenommen. Danach, falls sich zum Beispiel durch Alterungsprozesse von Bauelementen im Fernsehgerät oder durch Einfluß des erdmagnetischen Felds auf die Schattenmaske etwas verändert sollte, sind Konvergenzkorrekturen Sache des Servicetechnikers.

Wie gut die Farben noch übereinstimmen, kann jeder mit Hilfe des gesendeten Testbilds selbst einschätzen (Bild 4 im Farbteil). Es enthält auch ein Gittermuster und ein Kreuz in der Bildschirmmitte, die im Idealfall aus weißen Streifen bestehen müssen. Meist ist das perfekt aber nur in der Bildmitte der Fall, und an den Rändern sowie in den Ecken laufen die Gitterlinien doch etwas in verschiedenfarbige Streifen auseinander. Das läßt sich an diesen Stellen meist nicht völlig vermeiden und ist auch kein schwerwiegender Fehler, denn das Auge konzentriert sich ohnehin stärker auf das zentrale Geschehen in der Bildmitte. Stärkere Konvergenzfehler stören daher oft im Schwarz-

weißbild mehr als im Farbbild, weil auffällige Farbsäume dann den Blick förmlich auf sich ziehen. Lochmaskenröhren neigten stärker zu Konvergenzfehlern als die heute verwendeten Schlitzmaskenröhren und mußten häufiger korrigiert werden. Bei Schlitzmaskenröhren reduziert sich die Konvergenzeinstellung auf wenige Handgriffe und bleibt auch viel stabiler bestehen. Es gibt außerdem Bildröhrenausführungen, die ihre Strahlführung gewissermaßen in eigener Verantwortung korrigieren, man nennte sie darum selbstkonvergierende Systeme. Für den Besitzer eines solchen Geräts gibt es dann kein Konvergenzproblem mehr!

### 3.11. Ist es günstiger, das Fernsehgerät bei kurzen Fernsehpausen eingeschaltet zu lassen, oder sollte man es lieber abschalten?

Diese Frage ist nicht ganz eindeutig zu beantworten, weil es sehr verschiedene Empfänger gibt. Jede Fernsehbildröhre, auch jede Elektronenröhre (wenn noch vorhanden), hat einen kleinen Glühfaden, ähnlich dem einer Glühlampe. Es ist eine bekannte Tatsache, daß Glühlampen durch häufiges Ein- und Ausschalten viel mehr leiden als bei ständigem Betrieb. Jeder Einschaltstromstoß belastet aber die Glühfäden in einer Röhre fast ebenso wie in der Glühlampe, wenn nicht geeignete Maßnahmen dagegen unternommen werden. Bei Glühlampen, die häufig ein- und ausgeschaltet werden müssen, kann man den Stromfluß anstatt schlagartig ganz weich freigeben, wie das zum Beispiel bei Verkehrsampeln mit Softeinschaltung geschieht. Auch in jedem Fernsehgerät mit Röhren sind zwar Bauelemente enthalten, die den Stromfluß durch die Heizfäden allmählich ansteigen lassen, während sie sich selbst langsam erwärmen (Heißleiterwiderstände). Sind sie aber erst einmal heiß und man schaltet das Fernsehgerät aus und kurz darauf wieder ein, dann haben sie sich noch nicht genügend abgekühlt, um ihrer Aufgabe gerecht zu werden, und der volle Stromstoß trifft die Glühfäden der Röhren. Für ältere, noch röhrenbestückte Fernsehgeräte kann man daher den uneingeschränkten Rat erteilen, sie bei kürzeren Sehpausen bis etwa 10 bis 15 Minuten lieber durchlaufen zu lassen. Bei modernen Geräten ist diese Rücksicht im Hinblick auf die eingebauten Transistoren und integrierten Schaltkreise nicht mehr erforderlich; diese haben keine Heizfäden! In neueren Geräten werden auch Maßnahmen getroffen, die noch vorhandenen Glühfäden der Bildröhre zu schützen. Außerdem ist zu bedenken, daß ein unnütz eingeschalteter Fernsehempfänger Energie verbraucht. Mag diese, für den einzelnen Haushalt gerechnet, auch gering sein. Aber es gibt Millionen von Fernsehgeräten in der DDR,

und da kommen insgesamt durchaus bemerkenswerte Energiebeträge zusammen!

Transistorierte Fernsehgeräte – und das sind alle heute verkauften Typen – sollte man also zwischen-durch abschalten, auch wenn abzuschätzen ist, daß der nächste interessante Sendebeitrag schon in weniger als 15 Minuten beginnt.

### 3.12. Ich habe gehört, daß das Magnetfeld der Erde Einfluß auf die Qualität des Farbfernsehbilds nehmen kann. Stimmt das tatsächlich?

Wie bereits im Abschnitt 3.5. ausführlich erklärt, müssen die 3 Elektronenstrahlen für Rot, Grün und Blau stets durch dieselbe Öffnung der Schattenmaske hindurchtreten, bevor sie die ihnen zugeordneten Leuchttstoffe auf der Bildschirrrückseite treffen und in der entsprechenden Farbe aufleuchten lassen.

Läuft einer der Strahlen – oder alle drei – im falschen Winkel durch die Löcher, so trifft er Teile von Leuchtpunkten der falschen Farbe, die Folge ist Farbstich.

Ein Elektronenstrahl läßt sich bereits von einem sehr schwachen Magnetfeld aus seiner Bahn bringen. Weil sich zum Beispiel die aus Stahl hergestellte Schattenmaske ständig im Erdmagnetfeld befindet, kann sie sich bei bestimmter Position zu den Feldlinien allmählich aufmagnetisieren und die Elektronenstrahlen an einigen Stellen des Bildschirms zusätzlich ein wenig ablenken. Diese sehr unerwünschte Ablenkung ist für jeden der 3 Strahlen unterschiedlich groß. So können sich dann größere, sehr störende Farbflecken zeigen, die im Schwarzweißbild besonders auffällig zu sehen sind. Der Fachmann spricht von Farbreinheitsfehlern.

Aber das Magnetfeld der Erde ist nicht das einzige, das die Schattenmaske beeinflussen kann. Jede Art von permanentmagnetischem Feld in der Nähe des Fernsehgeräts kann, wenn es stark genug ist, seine Spuren hinterlassen. Und solche Quellen gibt es ja genug! Denken wir nur an den Magneten des Lautsprechers im Fernsehgerät!

Damit es nicht erst zu solchen Farbverfälschungen kommt, hat der Konstrukteur des Farbgeräts innen um den Bildschirmrand eine große Spule gelegt, die bei jedem Einschalten des Geräts von einem kurzen, allmählich abklingenden Wechselstromstoß durchflossen wird. Es entsteht ein mit ständig wechselnden Magneten auf Null sinkendes Feld an der Schattenmaske, welches sie vollständig entmagnetisiert. In den Anfängen des Fernsehempfängerbaus (etwa bei den bis Anfang der siebziger Jahre gebauten Geräten) reichte die Wirkung der Entmagnetisierungsspule aber nicht mehr aus, wenn der Standort des Fernsehapparats gewechselt wurde. Einige Meter Verschie-

bung, sogar eine Drehung des Geräts genügten manchmal schon, um widerspenstige Farbreinheitsfehler hervorzubringen, die nur der Fachmann beseitigen konnte.

Die heute verwendeten Schlitzmaskenröhren (→ 3.5.) sind viel weniger empfindlich gegenüber magnetischen Feldern, außerdem hat man gelernt, durch spezielle Konstruktion der Bildröhre und magnetische Abschirmungen den Einfluß von Dauermagnetfeldern weiter zurückzudrängen. Heute braucht der Besitzer eines Farbfernsehergeräts nach dem Kauf oder nach Umräumen der Wohnung normalerweise nicht mehr den Servicetechniker zu bemühen, damit dieser mit einer kräftigen Spule die Schattenmaske von außen entmagnetisiert und die Farbreinheit im Gerät neu einstellt. Wie sollte das auch bei tragbaren Fernsehgeräten praktisch möglich sein? Mit starken Magneten muß man sich aber trotzdem vom Bildschirm fernhalten, sonst kann es die häßlichsten Farbflecken im Bild geben, die man selbst nicht mehr entfernen kann.

### **3.13. Wenn man den Fernsehempfänger nach Sendeschluß nicht abschaltet, zeigt der Bildschirm manchmal „Schneegestöber“, oft aber auch eine gleichmäßige helle Fläche. Woher kommt der Unterschied?**

Der Flockentanz entsteht, wenn der Fernsehsender nach Programmschluß abgeschaltet wird. Der Empfänger erhält von der Antenne kein Hochfrequenzsignal mehr und verhält sich wie bei ganz schwachem Empfang: Er regelt sich selbst auf höchste Verstärkung. Was dann über den Bildschirm flimmert, ist gewissermaßen das Abbild der mehrtausendfach verstärkten Elektronenbewegung in den ersten Verstärkerstufen des Geräts. In jedem elektronischen Bauelement, vor allem aber in Transistoren, läuft ein Teil der Elektronen regellos hin und her. Dieser statisch schwankende, wirre Strom wird verstärkt wie ein Signal und ist schließlich auf dem Bildschirm als das erwähnte Schneegestöber zu sehen. Auf die gleiche Weise entsteht auch das begleitende Rauschen im Fernsehton. Das Fernsehgerät, das kein Sendesignal mehr empfängt, betätigt sich dann als Wecker für den Fernsehzuschauer, falls dieser, trotz des atemberaubenden Spätprogramms, in seinem Sessel sanft entschlummert ist: Das plötzlich einsetzende Zischen läßt ihn schuldbewußt emporschrecken! Ist dagegen auf dem Bildschirm eine gleichmäßig leuchtende Fläche zu sehen und der Lautsprecher schweigt, dann wurde der Fernsehsender (z. B. für Meß- und Kontrollzwecke) weiter in Betrieb gehalten. Die Regelschaltung des Fernsehgeräts, die auf die Synchronimpulse im Fernsehignal anspricht (→ 3.3.), steuert seine Verstärkung auf den gleichen Wert wie vorher

bei der Sendung. Die mittlere Helligkeit des Bildschirms entspricht der gewählten Einstellung am Gerät.

### **3.14. Kann beim Auftreten eines leuchtenden Pünktchens auf dem Bildschirm nach Abschalten des Empfängers ein Schaden entstehen?**

Ein solcher Nachleuchtfeck entsteht dadurch, daß infolge der erst langsam abklingenden Betriebsspannung im Gerät noch kurze Zeit ein – allerdings schwacher – Elektronenstrahl auf den Bildschirm trifft. Weil die Ablenkspulen ihren Dienst bereits eingestellt haben, trifft der Strahl in gerader Linie einen Punkt in Bildschirmmitte.

Normalerweise wird dieses Nachleuchten von einer Sperrspannung unterdrückt. Solange ein solcher Fleck nicht sehr hell leuchtet und er nicht mit einem hellen Lichthof erscheint, ist er unbedenklich.

Ganz anders verhält es sich, wenn plötzlich während des Fernsehens das Bild zu einer helleuchtenden waa gerechten oder senkrechten Linie in Bildschirmmitte zusammenschrumpft. Dann ist allerdings höchste Gefahr für die Bildröhre angesagt, weil eines der beiden Ablenkfelder (→ 3.3.) für den Elektronenstrahl ausgefallen ist. Innerhalb weniger Sekunden kann sich dieser Strich regelrecht in die Leuchtstoffe einfressen und sie an dieser Stelle teilweise oder vollständig zerstören (Einprenneffekt). Selbst nach Beseitigung des Fehlers bleibt eventuell auf dem Bildschirm ein störender dunkler Strich für immer zurück. Der Empfänger ist darum so schnell wie möglich abzuschalten und in eine Fachwerkstatt zu bringen.

### **3.15. Darf man auf einen Fernsehempfänger eine gefüllte Blumenvase stellen?**

Nein, das wäre mehr als leichtsinnig! Haben Sie schon einmal mitgezählt, wie oft Ihnen eine Vase aus unterschiedlichen Gründen umgekippt ist? Was könnte passieren, wenn sie dabei auf einem Fernsehgerät stünde? Verunreinigtes und damit gut stromleitendes Blumenwasser ergösse sich über den Empfänger. Es fände Eingang in sein Inneres über die Lüftungsschlitzte in der Rückwand und würde die elektronischen Bauelemente überschwemmen. Ein eingeschalteter Fernsehempfänger würde wahrscheinlich sofort mit Hochspannungsüberschlägen und einem Totalausfall reagieren. Es könnte sogar zu einem Brand kommen oder bei Berührung des feuchten Gehäuses bekämen Sie einen lebensgefährlichen Stromschlag (das ist sogar bei ausgeschaltetem Gerät möglich!).

Auch ein abgeschalteter Empfänger könnte Schaden erleiden. Er müßte auf jeden Fall vor dem Wiedereinschalten gründlich austrocknen, und das sollte nach einem schwerwiegenden Beguß unbedingt unter fachmännischer Aufsicht geschehen. Und dennoch ist ein Dauerschaden an einem empfindlichen Bauteil nicht auszuschließen. Teure Blumenzier! Überhaupt gehören schwere und dazu noch wackelige Gegenstände nicht auf das Fernsehgerät. Dazu ein Fall aus der Praxis: *Beim Staubwischen wurde eine schwere Bronzeplastik auf dem Fernsehempfänger angestoßen, kippte nach vorn und schlug beim ungeschickten Versuch des Auffangens gegen den Bildschirm. Die Bildröhre implodierte sofort, wobei das Innere des Geräts total verwüstet wurde. Schaden: Der Kaufpreis für ein neues Gerät, mehrere tausend Mark!*

Bildröhren sind zwar zum Zuschauer hin gegen herumfliegende Splitter bei einer Bildröhrenimplosion (→ 9.7.) geschützt – früher durch eine Sicherheitsglasscheibe, heute durch eine feste Stahlbandeinspannung am Rand und unterschiedliche Glasstärken –, zerspringen aber kann der Bildschirm bei einem starken Stoß trotzdem, wie unser Beispiel beweist.

### 3.16. Warum wird das Fernsehbild mit der Zeit immer blasser?

Wenn nach Jahren fleißiger Benutzung des Fernsehgeräts das Bild an Brillanz verliert, wenn es sich nicht mehr genügend hell einstellen lässt und die Farben verblassen, dann vermuten viele Besitzer die Ursache im Bildschirm. Zu Unrecht!

Weit hinten, im Bildröhrehals, hinter der Abdeckplatte an der Empfängerrückwand, sitzt das Elektronenstrahlsystem mit der Katode, die sozusagen eine kleine Elektronenkanone ist (in der Farbbildröhre sind es sogar 3!). Sie wird von einem kleinen Glühfaden geheizt, und eine Oxidpaste auf dem Röhrchen über dem Heizfaden sendet Elektronen aus. Von der Hochspannung im Fernsehempfänger beschleunigt, fliegen sie zum Bildschirm und lassen die hinter dem Glasboden angebrachten Leuchtstoffe fluoreszieren. Nach und nach verliert die Katodenpaste jedoch ihre Fähigkeit, Elektronen auszusenden, ihre Oberfläche verkrustet, und das Bild wird immer matter.

Das brachte eifrige Knobler auf die Idee, altersschwach gewordene Bildröhren wieder aufzuarbeiten. Seit 1984 wird das in einigen darauf spezialisierten Werkstätten unserer Republik auch gemacht. Dazu muß das Ende des Bildröhrehalses mit dem Elektronenstrahlsystem abgetrennt und anschließend ein neues, komplettes System punktgenau anstelle des alten eingesetzt werden. Schließlich wird der Hals der Röhre verschmolzen, und sie wird wieder luftleer gepumpt. Handwerkliche Präzision ist gefragt.

Den Nutzen davon hat nicht allein die Volkswirtschaft (schließlich werden je Bildröhre mindestens 10 kg Qualitätsglas und die Fabrikationskosten für den Bildröhrenkolben eingespart); auch für den Besitzer kann es vorteilhaft sein. Läßt er zum Beispiel eine verbrauchte Bildröhre in seinem Fernsehgerät durch eine regenerierte ersetzen, dann braucht er nur 60 % des Preises einer fabrikneuen Bildröhre zu bezahlen. Geeignete verbrauchte Bildröhren – sie dürfen keine Kratzer im Glas oder einen Einbrennfleck bzw. -strich auf dem Bildschirm haben – werden von den Fernsehwerkstätten den Regenerierungsbetrieben zugeführt. Eine solchermaßen in den Jungbrunnen getauchte Bildröhre funktioniert wieder vollwertig, dafür wird ein Jahr Garantie übernommen, und hat auch keine eingeschränkte Lebenserwartung.

### 3.17. Wie funktioniert die drahtlose Fernbedienung beim Fernsehgerät?

Wenn wir die Bedienungsfunktionen eines Fernsehempfängers oder eines anderen elektronischen Heimgeräts fernsteuern wollen, müssen wir entweder Steuerbefehle als elektrische Ströme durch ein Fernsteuerkabel schicken oder, wenn wir nicht angebunden sein wollen, müssen wir uns nach einem anderen Träger für die Steuerbefehle umsehen. Dafür kommen nur Wellen in Frage, weil sie sich frei im Raum ausbreiten können. Wir haben dabei die Wahl zwischen (mechanischen) Schallwellen oder elektromagnetischen Wellen. Anfänglich hatte man sich zur Fernbedienung etwas von den Fledermäusen abgeschaut und vorrangig Ultraschallwellen benutzt. Diese sind unhörbar, weil ihre Schwingungszahlen oberhalb der menschlichen Hörgrenze, nämlich bei etwa 35 bis 45 kHz liegen. Bei diesem Verfahren ließen sich Störungen nicht ganz ausschließen, weil Ultraschallimpulse im Raum nicht nur vom Fernbedienungsteil erzeugt werden, sondern auch (unhörbarer) Bestandteil anderer Geräusche sind. So passierte es mitunter, daß sich der Empfänger scheinbar von allein verstellte oder sich unerwünscht aus- bzw. einschaltete. Auch an den Zimmerwänden reflektierte Ultraschallanteile lösten Falscheinstellungen aus.

Heute arbeitet man daher mit elektromagnetischen Wellen. Dabei scheiden Funkwellen allerdings aus, vor allem, weil sie die Zimmerwände durchdringen und auf diese Weise benachbarte Fernsehempfänger mit dem gleichen Typ von Fernsteuerung „mitbedienen“ könnten.

Als Ausweg bot sich Infrarotlicht (IR-Licht) an, eine unsichtbare Strahlung, die etwas langwelliger ist als das sichtbare rote Licht (um 950 nm<sup>1</sup>) und die an den

<sup>1</sup> nm sprich Nanometer =  $10^{-9}$  m.

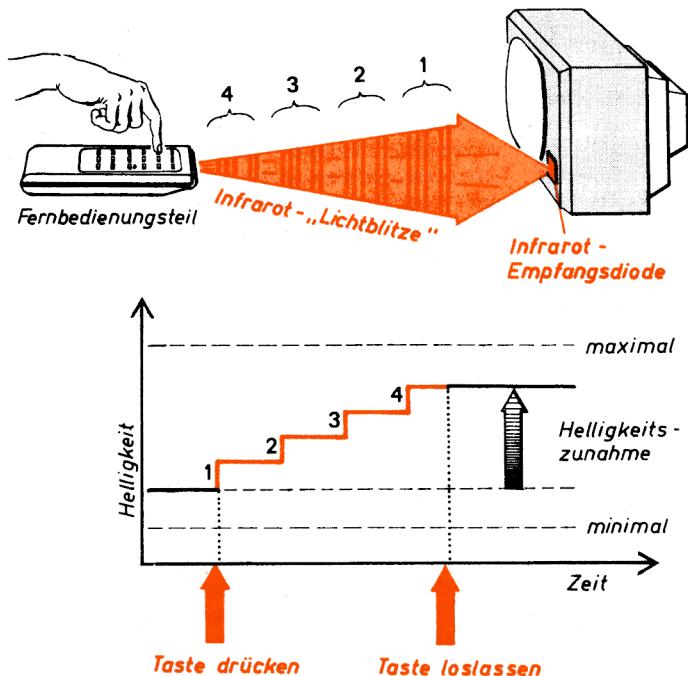


Bild 3.9  
Infrarot-Fernbedienung; Beispiel:  
Funktionsablauf beim Drücken der  
Taste „Helligkeit +“

Raumwänden ihre natürliche Grenze findet. Es können für die einzelnen Steuerbefehle (z. B. Programmwahl, Helligkeit, Lautstärke, Ein/Aus usw.) sehr kompliziert zusammengesetzte Impulsgruppen, sogenannte Impulstelegramme, gewählt werden, so daß eine zufällige Auslösung eines Steuerbefehls durch fremde Einflüsse nahezu ausgeschlossen ist. Bei der früheren Fernbedienung mit dem sehr langwelligen Ultraschall war das nicht möglich, dabei mußten ganz einfache Unterscheidungsmerkmale für die verschiedenen Steuerbefehle gewählt werden, zum Beispiel kurze Schallstöße mit etwas unterschiedlichen Frequenzen.

Im IR-Fernbedienungsteil werden je nach gedrückter Taste unterschiedliche Impulstelegramme erzeugt und einer IR-Leuchtdiode an seiner Stirnseite zugeführt. Sie bewirken gewissermaßen, daß Helligkeitsblitze ausgesendet werden, die drahtlos zu einer Photodiode vorn im Fernsehgerät gelangen. In ihr werden die übertragenen Impulstelegramme als elektrisches Signal zurückgewonnen. Eine Auswerteschaltung im Fernsehgerät erkennt an der Reihenfolge der einzelnen Impulse, welche Einstellung im Gerät verändert werden soll, oder ob zum Beispiel der Programmkanal umzuschalten ist. Dieser Steuerbefehl wird in eine Gleichspannung umgewandelt und zu dem betreffenden elektronischen Einsteller oder Schalter übertragen. Dabei muß man 2 Fälle unterscheiden: Bei Fern-

steuerbefehlen, die eine einfache Umschaltung im Fernsehgerät bewirken sollen (z. B. Ein/Aus, Programmwechsel) wird beim Drücken der entsprechenden Fernbedienungstaste das Impulstelegramm nur einmal ausgesendet. Dadurch kommt schon die gewünschte Umschaltung zustande. Bei Fernsteuerbefehlen dagegen, die eine Einstellung zwischen einer Vielzahl möglicher Werte bewirken sollen (Helligkeit, Kontrast, Lautstärke usw.), muß das Impulstelegramm nacheinander immer wieder vom Fernbedienungsteil ausgesendet werden, solange man den Finger auf der Taste beläßt. Jedes einzelne der ansonsten gleichen Impulstelegramme bewirkt dann im Fernsehgerät, daß sich die betreffende Einstellung um einen kleinen Betrag verändert, so lange, bis der gewünschte Wert erreicht ist und man den Finger von der Taste nimmt. Ein weiterer Vorteil der IR-Fernbedienung ist die sehr geringe Energie, die zum Aussenden des „Lichtfingers“ benötigt wird. Die Batterien im Fernbedienungsteil halten darum sehr lange, mitunter Jahre! Dem sollte man unbedingt durch Verwendung eines auslaufsichereren Batterietyps Rechnung tragen. Sonst ist eines Tages das Fernbedienungsteil vom ätzenden Batterieelektrolyt zerfressen, und man muß sich bei der Bedienung des Geräts doch wieder bewegen. Um einen Fernsehempfänger mit der Fernbedienung überhaupt einschalten zu können, muß ein Teil des Geräts ständig unter Betriebsspannung stehen. Nur

dann können die Impulse mit dem Befehl „Ein“ überhaupt aufgenommen werden: Die „Ein“-Taste am Fernsehgerät muß also gedrückt sein, man spricht in diesem Falle von Bereitschaftsbetrieb.

### 3.18. Was kann der Nichtfachmann alles an unserem Fernseh-Sendetestbild erkennen?

Das ausgestrahlte Farbtestbild (Bild 3 im Farbteil) ermöglicht dem Fernsehzuschauer die korrekte Einstellung sowohl eines Schwarzweiß- als auch eines Farbempfängers (→ 3.8.). Darüber hinaus läßt sich eine Reihe von Fehlern erkennen, in einigen Fällen können sie auch selbst korrigiert werden. Dazu zählen manche Bildgeometriefehler.

Exakte Bildgeometrie bedeutet, daß das Fernsehbild nicht zu groß und nicht zu klein sowie im richtigen Seitenverhältnis auf dem Bildschirm geschrieben sein muß und weder oben noch unten gestaucht sein darf. Korrekturen der Bildgeometrie, die – wenn am Fernsehgerät überhaupt von außen zugänglich – an den Einstellern Bildgröße und (Vertikal-)Linearität an der Geräterückseite vorgenommen werden, lassen sich am laufenden Programm nur schwer ausführen. Platte Köpfe oder zu kurze Beine sind dabei kein sicheres Fehlerkriterium.

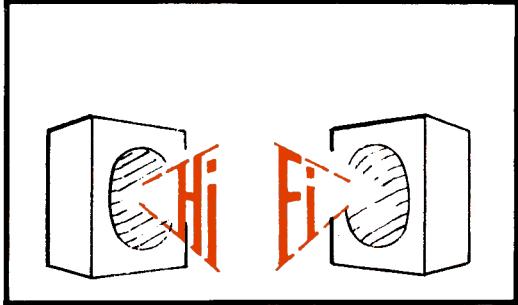
Im Testbild ist dafür der Kreis vorgesehen, denn für Abweichungen von der Gestalt dieses ebenmäßigen geometrischen Gebildes ist das menschliche Auge sehr intolerant. Beim Einstellen soll der Kreis weder länglich noch abgeplattet sein (am Einsteller „Bildgröße“) und auch nicht zur Eiform entarten (am Einsteller „Linearität“).

Im Testbild ist weiterhin ein Gitter aus hellen waagerechten und senkrechten Strichen enthalten, das vielfältige Kontrollen ermöglicht. Zum einen läßt sich damit bei Farbempfängern die Konvergenz überprüfen (→ 3.10.), zum anderen erkennt man daran bei allen Fernsehgeräten Geometrieverzerrungen an den Bild-

rändern und in den Ecken. Dann ist das Gitter nicht gleichmäßig groß, zipfelt in den Bildecken aus, oder die Linien sind nicht vollkommen gerade. Auch Geisterbilder (→ 12.7.) sind am Gittertest gut erkennbar, vertikale Linien treten dann doppelt auf. Oft läßt sich der „Geist“ durch Drehen der Antenne selbst mildern oder sogar zum Verschwinden bringen. Auch eine korrekte Senderabstimmung ist mit Hilfe des Gitters möglich. Sie ist dann richtig, wenn die vertikalen Linien weder plastisch-reliefartige Kanten zeigen, noch verschwommen-weich wirken.

Schließlich erkennt man an einem schief auf dem Bildschirm erscheinenden Gittermuster, daß das Ablenksystem für die Elektronenstrahlen auf dem Bildschirmhals etwas gedreht werden muß. Für einen Fachmann eine Kleinigkeit, für den Laien wegen der gefährlichen Hochspannung im Fernsehempfänger absolut tabu!

Die Strichraster im sechsten Balken von unten, direkt unter der Stationskennung DDR F, sagen etwas darüber aus, wie es mit der Auflösung, also mit der Schärfe des Empfängers bestellt ist. Fehler im Gerät, auch bei Alterung von Baugruppen oder in der Antennenanlage können nämlich die höchstmögliche Schärfe des 625-Zeilen-Bildes erheblich reduzieren. Bei intaktem und richtig abgestimmtem Gerät sollen die Hell-Dunkel-Zonen aller Strichfelder sich noch klar voneinander abheben; das Strichraster muß scharf empfunden werden. Verschwimmen die Striche bereits in den inneren, feineren Feldern oder erscheinen sie sogar als einheitliche Graufläche, dann kann auch das Fernsehbild nicht mehr ganz scharf wirken. Die vielen anderen im Sendetestbild enthaltenen Farbfelder und Muster sind vor allem für den Servicetechniker eine Hilfe. Er kann daran u. a. die richtige Funktion des Farbdekoders, die Ausgewogenheit der Farben sowie das korrekte Bildschirmweiß kontrollieren und bei Bedarf neu einstellen. Dem Antennenfachmann gibt das Testbild viele Anhaltspunkte für Mängel in der Antennenanlage.



## 4. Moderne Zauberworte: HiFi und Stereoton

Der Begriff HiFi hat sich aus dem bereits in den zwanziger Jahren gebrauchten Schlagwort hohe Wiedergabetreue entwickelt, als man die elektrisch aufgenommenen Schallplatten mit ihrem verbesserten Klang den Käufern schmackhaft machen wollte. Damals konnte man das freilich nur im Vergleich zur Qualität der Aufnahmen davor verstehen, heute wäre eine hohe Wiedergabetreue nach damaligen Ansprüchen kaum noch akzeptabel. Dafür sagt man's heute vornehm auf englisch, denn HiFi (sprich „Haivieh“) als Abkürzung von High Fidelity bedeutet auch nichts anderes. Nur ganz Sprachbewußte sagen dafür Heimstudientechnik. Um HiFi einheitlich verwenden zu können, mußte man das Wort mit exaktem Inhalt füllen. Daher entstand ein entsprechendes Standardwerk, in der DDR etwa ab Mitte der siebziger Jahre, allerdings nur für reine Gerätekennwerte. Die HiFi-TGL 28 660/01 bis 08 und 11 beschreibt Tonbandgeräte, Plattenspieler, Rundfunk-Empfangsteile, NF-Verstärker, Lautsprecher, Mikrofone und Schallplatten-Abtaster in HiFi-Qualität. Nur Erzeugnisse, die den Forderungen dieser TGL gerecht werden, dürfen mit HiFi gekennzeichnet sein. Mit solchen Geräten läßt sich hohe Wiedergabetreue erreichen, wenn man sie richtig bedient, die Lautsprecher zweckmäßig aufstellt und die Pflege nicht vernachläßigt, auch nicht die Pflege der verwendeten Schallplatten und Kassetten!

Über 100 Jahre alt ist die Stereofonie. Schon am 11. August 1881 gelang es dem Ungarn T. PUSKAS auf der Ersten Elektrischen Ausstellung, Musik aus der Pariser Oper „Die Stumme von Portici“ 2kanalig über Telefonleitungen zu übertragen und

über Telefonhörer wiederzugeben. Verschwenden wir ein paar Zeilen an dieses historisch so bedeutende Ereignis, und genießen wir den nach heutigem technischem Verständnis etwas ungewöhnlichen Originalbericht: „*Die Sender werden auf der Bühne in 2 Serien eingeteilt, eine linke und eine rechte, und einer der beiden beim Abonnenten befindlichen Empfangsapparate ist mit einem Sender der einen Serie, der andere ist mit einem Sender der zweiten Serie verbunden. Auf diese Weise kann der Hörer mit beiden Ohren die verschiedenen Laute verfolgen, und die Variationen der Intonation, welche er mit beiden Ohren hört, entsprechen in der Tat den Bewegungen und Ortsveränderungen der Schauspieler auf der Bühne. Dieses doppelte Hören ... ist in bezug auf die erzielten Effekte analog demjenigen, was das Stereoskop für das Sehen ist.*“

Wenn wir in diesem Text für Sender und Empfangsapparate die Wörter Mikrofone und Telefonhörer einsetzen, dann wird alles gleich viel verständlicher.

Die eigentliche Verbreitung erfuhrt die Stereofonie aber erst rund 75 Jahre später mit Einführung der Stereoschallplatte. Schon im Jahre 1931 konnte der Engländer A. D. BLUMLEIN ein Patent erwerben, das die Grundlage des auch heute noch verwendeten Aufnahmeverfahrens für Stereoschallplatten wurde. Auch alle seit 1962 in der DDR verkauften Stereoplatten sind nach diesem Verfahren der 45°-Flankenschrift geschnitten. Inzwischen wurden Plattenmaterial und Aufnahmetechnik allerdings mehrfach vervollkommen, so daß heutige Platten kaum noch rauschen und eine hervorragende Durchsichtigkeit des Stereoklangbilds erbringen.

Noch interessanter und einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich wurde Stereo aber erst, nachdem man gelernt hatte, dieses plastische Klangbild im Rundfunk zu übertragen. Die ersten Versuche in dieser Richtung waren allerdings eher als naiv anzusehen, brauchte man doch für die Übertragung eines Stereoprogramms gleich 2 Rundfunksender, einen für das linke, den anderen für das rechte Stereosignal. Doch bereits 1961 wurde von der US-amerikanischen Bundesnachrichtenbehörde FCC ein Übertragungsverfahren standardisiert, das nur noch einen einzigen normalen UKW-Kanal für die beiden Stereosignale benötigte, das Pilottonverfahren. Zu dieser Zeit liefen in der DDR bereits seit längerem Stereovorversuche. Die gesamte Stereoanlagentechnik für Rundfunkstudios wurde von Wissenschaftlern der DDR aus eigener Kraft entwickelt und in unseren Produktionsstätten gebaut, so daß am 15. September 1964 der regelmäßige Stereo-Rundfunkbetrieb über einige

UKW-Sender anlaufen konnte. Im Jahre 1966 wurde das Pilottonverfahren von den internationalen Rundfunkorganisationen OIRT und CCIR übernommen und für verbindlich erklärt. Heute kann man fast in der ganzen DDR Stereosendungen auf allen 5 Programmen empfangen.

Auch die Kunstkopfstereofonie ist viel älter, als man zunächst glaubt. Schon 1930 stellte die US-Firma Bell Telephone ihr „Dummy Head Stereo“ vor, allerdings ohne bleibenden Erfolg. Erst intensive Forschungsarbeit konnte diese Sonderform der Stereofonie von ihren Kinderkrankheiten heilen, so daß seit dem 1. Oktober 1976 auch in der DDR ausgewählte Sendungen in Kunstkopftechnik ausgestrahlt werden (z. B. „Die RADIO-DDR Kunstkopfstunde“).

HiFi setzt nach heutigem Verständnis Stereoton voraus, auch wenn das in TGL 28 660/01 nicht direkt zum Ausdruck kommt. In den speziellen technischen Forderungen der anderen Standards für

HiFi-Erzeugnisse wird jedoch meist von Stereokästen gesprochen, und es werden dafür technische Grenzwerte angegeben, so daß man durchaus auf den Zusammenhang von HiFi mit Stereo schließen darf. Allerdings muß das nicht gleichzeitig bedeuten, daß Stereo auch immer im HiFi-Sound erschallen muß. Es gibt durchaus einfachere Stereoanlagen, die einen nach TGL gereffertigten HiFi-Anspruch nicht belegen können. In den USA versucht man sich in Stereofonie sogar auf Mittelwellen!

Wird es bei der Stereofonie alsbald Neuigkeiten geben? Grundsätzlich wohl nicht! Sicher sind Detailverbesserungen an den Geräten, an Empfangsteilen, Schallplatten, Lautsprechern und Tonbändern zu erwarten – HiFi wird also noch perfekter angeboten –, aber das eigentliche Stereooverfahren ist ausgereift und im Nachrichtenwesen fest etabliert. Und Wunder dauern bekanntlich etwas länger!

#### 4.1. Was ist beim Aufstellen der Stereoboxen zu beachten?

Raumbezogene Stereofonie ist eine seitensymmetrische Angelegenheit, und das muß man bei der Lautsprecherauswahl und -aufstellung immer beachten. Für Stereowiedergabe eignen sich darum nur typgleiche Boxen für rechts und links, sie sollen außerdem in gleicher Höhe stehen, etwa in Kopfhöhe des sitzenden Zuhörers oder etwas tiefer. Auch eine Aufstellung auf dem Fußboden ist vom Klangeindruck her unbedenklich, denken Sie dabei aber an den Mieter in der darunterliegenden Wohnung und, wenn kein dicker Fußbodenbelag vorhanden ist, legen Sie eine dämpfende Filzplatte unter jede Box.

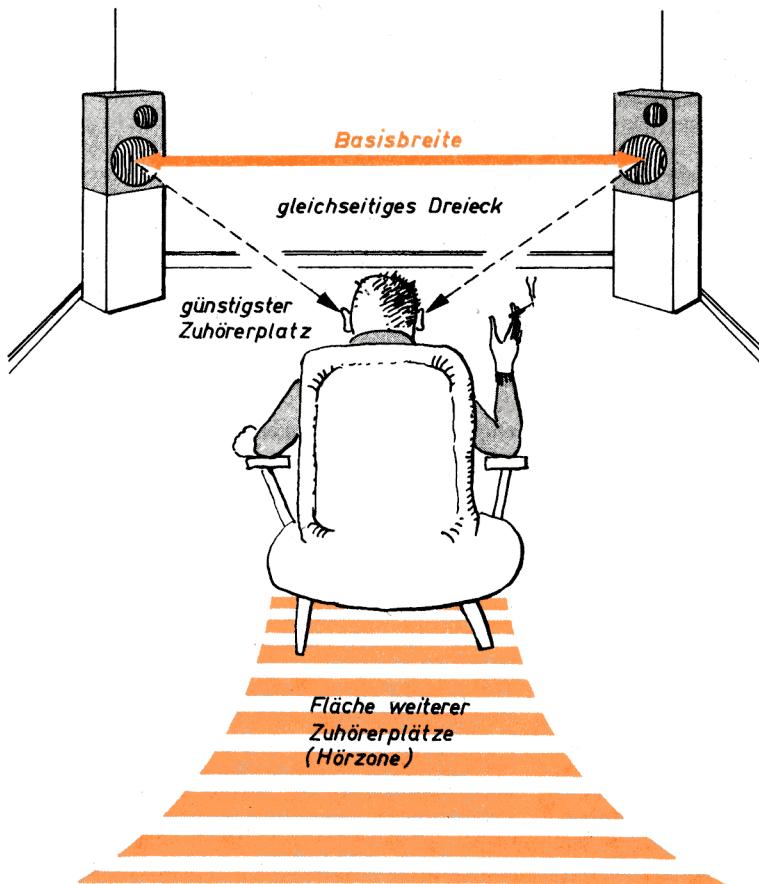
Zur Symmetrie gehört auch, daß bei jeder Box mit mehreren eingebauten Lautsprechern entweder beide Tieftonlautsprecher (das sind die mit dem größten Membrandurchmesser) oben oder unten liegen, oder man dreht die Boxen um  $\pm 90^\circ$ , so daß beide Tieftöner nach innen zeigen. Der Abstand der Boxen – man nennt ihn Basisbreite – soll etwa zwischen 2,5 und 3,5 m liegen und ungefähr 2/3 der Raumbreite betragen. Stark schallschluckende Einrichtungsgegenstände, zum Beispiel Vorhänge, Polstermöbel, aber auch großflächige Fenster, symmetrisch zu den Boxen angeordnet, begünstigen die Hörqualität. Bei starker Unsymmetrie, wenn sich z. B. auf einer Seite eine dicke Gardine, auf der anderen dagegen eine glatte Wand befindet, kann es sogar zu einer Verschiebung des Stereoklangbilds und zu klanglichen Unterschieden zwischen rechter und linker Seite kommen.

Der günstigste Zuhörerplatz liegt auf der Spitze eines gedachten gleichseitigen Dreiecks, in dessen beiden anderen Eckpunkten die Boxen stehen (Bild 4.1). Aber auch außerhalb dieses Punktes gibt es noch ein Gebiet mit befriedigendem Stereoeindruck (schraffierte Hörzone). Beide Lautsprecherboxen werden so weit nach innen geneigt, daß ihre Vorderseiten zum Zuhörer zeigen. Das ergibt normalerweise die schärfste Stereolokalisation, d. h., die einzelnen Schallquellen werden gut voneinander unterscheidbar an ihren Standorten wahrgenommen. Werden die Boxen dagegen parallel zueinander gestellt oder sogar leicht nach außen geschwenkt, dann verbreitert sich zwar die Hörzone, aber das Klangbild wird etwas verschwommener und räumlicher empfunden.

Entsteht in der Mitte des Stereoklangbilds ein akustisches Loch, d. h., aus dieser Richtung nimmt man keine Klanganteile wahr, dann kann das 2 Ursachen haben. Entweder wurden die Adern in einer Lautsprecherleitung vertauscht (das ist allerdings nur möglich, wenn man zu ihrer Verlängerung oder Verkürzung an den Steckern gelötet hat), oder (viel häufiger) die Boxen stehen zu weit auseinander. Beides, die Steckerbeschaltung und der Boxenabstand, ist in Ordnung, wenn nach Drücken der Stereo-Mono-Umschalttaste oder bei einer Mono-Sendung der Klang punktförmig aus der Mitte zwischen den beiden Boxen zu kommen scheint. Eventuelle Mittenabweichungen lassen sich am Balanceeinsteller korrigieren.

Lautsprecher, die direkt an die Wand geschoben werden oder sogar in den Zimmerecken stehen, strahlen die Bässe stärker ab, als wenn man sie von der Wand

Bild 4.1  
Stereolautsprecheraufstellung im Raum



entfernt. Jedoch sollten vor einer glatten Wand die Boxen auch nicht zu weit im Raum stehen, höchstens in etwa einem Meter Abstand. Die an der Wand reflektierten Schallwellen verschieben sich nämlich infolge ihres etwas längeren Wegs gegenüber den direkt vom Lautsprecher nach vorn abgestrahlten Wellen, und wenn sich dann beide Anteile mischen, kommt es zu störenden Lautstärkeunterschieden bei den Tönen im Baßbereich.

Dröhrende Baßwiedergabe entsteht, wenn man Regalboxen tief nach hinten in ein Fach der Schrankwand hineinschiebt, so daß diese wie ein zusätzlicher Resonanzkasten wirkt. Boxen gehören darum am besten überhaupt nicht in enge Fächer. Ist das unvermeidlich, so sollten sie wenigstens mit der Möbelfront bündig stehen.

Achten Sie beim Anschließen an die Stereoanlage darauf, daß die Stecker von der linken und der rechten Box in die richtigen Lautsprecherbuchsen im Gerät gesteckt werden! Eine Verwechslung tut zwar dem

eigentlichen Stereoeindruck keinen Abbruch, aber das ganze Stereoklangbild ist seitenverkehrt. Man hört alle Instrumente von der falschen Seite des Wohnzimmerorchesters.

#### 4.2. Wie kommt es, daß man bei der Stereo-wiedergabe auch zwischen den Lautsprechern Instrumente zu hören glaubt, obwohl dort nichts ist, was Schall abstrahlen kann?

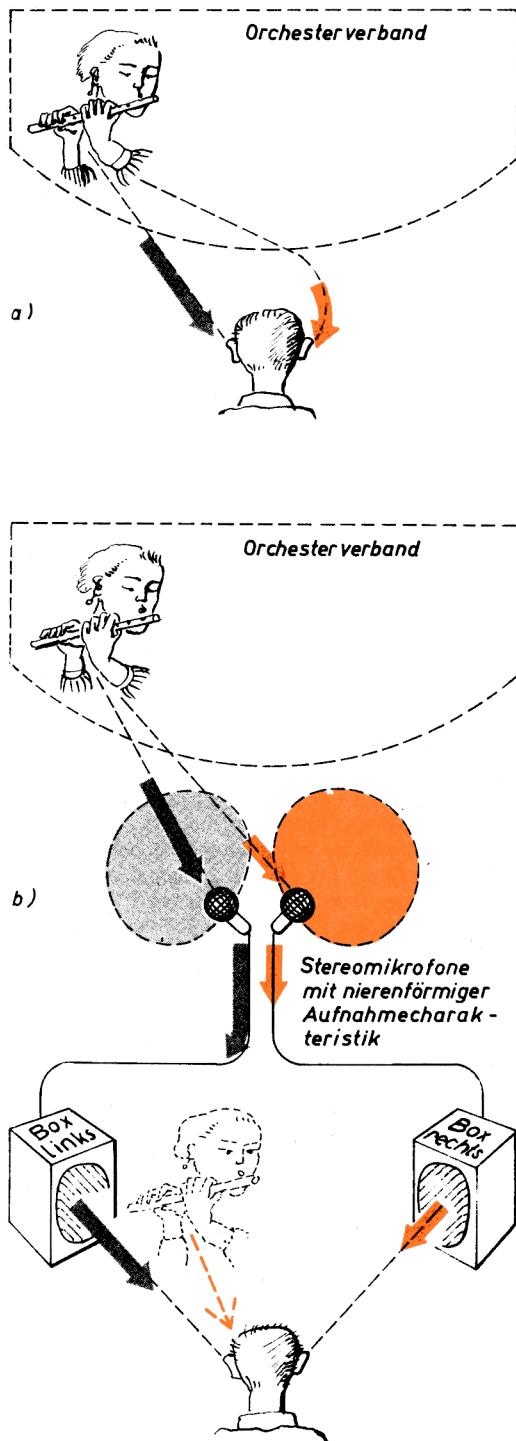
Das hängt damit zusammen, daß wir auch nur 2 Ohren haben und trotzdem Schall aus allen möglichen Richtungen wahrnehmen können. Um dem Problem etwas auf die Schliche zu kommen, müssen wir uns zunächst um den natürlichen Hörvorgang, zum Beispiel in einem Konzertsaal, kümmern. Dazu picken wir uns ein einzelnes Instrument aus dem Orchester heraus und verfolgen, wie dessen Klang an den beiden Ohren eines Zuhörers ankommt.

Bild 4.2 a) Beim natürlichen Hören wird dieser Flötensolist halb links wahrgenommen b) Bei der Stereoübertragung entsteht der gleiche Effekt, aber auf hörpsychologisch vollständig andere Weise, nämlich infolge von Summenlokalisierung

Befindet sich das Instrument, wie in Bild 4.2 a) dargestellt, seitlich vom Zuhörer, dann hat sein Klang zu jedem der beiden Ohren eine etwas unterschiedlich lange Strecke zurückzulegen; am entfernteren Ohr ist darum der Schall etwas schwächer als am näherliegenden. Jedes Ohr hört also ein seitlich stehendes Instrument unterschiedlich laut und das um so mehr, je weiter es sich am Rande des Orchesterverbands befindet. Instrumente aus der Mitte sind für beide Ohren gleichlaut.

Hinzu kommen noch andere Erscheinungen, die das Richtungshören in der horizontalen Ebene unterstützen. So läuft der seitlich einfallende Schall auch verschieden lange Zeiten bis zum linken und zum rechten Ohr, weil sich die Schallweglängen bis zu etwa 20 cm (Ohrenabstand) voneinander unterscheiden können. Dadurch verschieben sich die Schwingungen an den Trommelfellen, und das unterstützt die Richtungswahrnehmung von Schall bei den tiefen und mittelhohen Tönen. Außerdem nimmt jedes Ohr infolge der Abschattung durch den Kopf und der Ohrmuschelform eine etwas unterschiedliche Klangfarbe wahr und einen etwas anderen Anteil an Schall, der von den Raumwänden reflektiert wurde. Das alles (Lautstärke-, Zeit- und Klangfarbenunterschiede) wird jedoch vom Zuhörer nicht jedem Ohr einzeln zugeordnet, sondern das Hörzentrum im Gehirn kombiniert alles zur Richtung, aus der der Klang des Instruments kommt.

Nun jedoch zur zweikanaligen Stereoübertragung mit Lautsprechern. Wir wollen eine Mikrofonanordnung zur Stereoaufnahme wählen, bei der vorrangig die Lautstärkeunterschiede von schräg einfallenden Instrumentenklangen ausgenutzt werden. Wenn wir die anderen geschilderten Effekte des Richtungshörens bei der Aufnahme nämlich auch noch berücksichtigen wollten, würde die ganze Sache zu verworren. Zu unserer Aufnahme werden 2 Mikrofone mit nierenförmiger Richtcharakteristik<sup>1</sup> gegeneinander etwas verdreht und direkt übereinander an der gleichen Stelle vor dem Orchester aufgestellt. Bei dieser durchaus praxisnahen Mikrofonaufstellung kommen Zeitunterschiede an den Mikrofonmembranen nicht zu stande. Wie in Bild 4.2 b) zu sehen ist, gibt es aber bei seitlichem Schalleinfall immer ein Mikrofon, das ein



<sup>1</sup> Die nierenförmigen Kurven um die Mikrofone herum sollen andeuten, wie hellhörig sie auf Schall aus den einzelnen Richtungen reagieren.

etwas größeres Tonsignal abgibt als das andere. Auch der zugehörige Lautsprecher im Wiedergaberaum klingt somit etwas lauter. Im Falle eines halblinks stehenden Instruments wird also der Schall auch mehr vom linken Lautsprecher abgestrahlt; darauf konzentriert sich das Gehör des Zuhörers. Gleichzeitig zieht der rechte Lautsprecher, der dasselbe Signal abstrahlt, nur leiser, die scheinbare Schallquelle etwas zu sich herüber, weil er vorrangig dem näheren rechten Ohr des Zuhörers einen zusätzlichen Lautstärkeanteil vermittelt. Das Gehirn reagiert darauf wie beim natürlichen Hören auch: Es ordnet das Instrument halblinks ein. Diese Erscheinung nennt man Summenlokalisation. Den Effekt, eine Schallwahrnehmungsrichtung auch künstlich entstehen zu lassen, kann jeder Besitzer einer Stereoanlage überzeugend selbst nachvollziehen. Er braucht während einer Stereo sendung nur an seinem Balanceeinsteller zu drehen. Alle Schallquellen insgesamt, auch die scheinbar aus der Mitte kommenden, verschieben sich je nach Drehrichtung nach links oder rechts. Mit einem läppischen Knopf, der die Lautstärkeverhältnisse zwischen den Lautsprechern verändert, kann man die Musiker zum Umherwandern veranlassen!

Das alles darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß das Gehör bei einer Stereoübertragung gewissermaßen betrogen wird. Summenlokalisation ist nämlich ein durchaus unnatürlicher Vorgang, denn beim originalen Hören vernimmt man ein Instrument immer nur von einem Punkt aus, bei der Stereowiedergabe dagegen stets von 2 Punkten her, nämlich den beiden Lautsprechern! Das führt dazu, daß sich der Schall in unnatürlicher Weise zusätzlich mischt, bevor er zu den beiden Ohren gelangt. Wir können darum froh sein, daß unser Gehör den technischen Trick Zweikanalstereofonie über Lautsprecher überhaupt mitmacht und brauchen darum auf Stereo-Sound unter bestimmten Zugeständnissen an das natürliche Hörbild nicht zu verzichten. So spielt sich das Klanggeschehen mit klarer Abbildung der einzelnen Instrumente nur zwischen den beiden Lautsprechern ab. Von den Seiten, von oben und hinten dagegen ist nichts zu vernehmen. Im Konzertsaal dagegen hält uns auf diese Weise zusätzlich der Raummitklang ein (→ 4.7.). Selbst wenn wir unsere Stereoanlage auf 3, 4 oder noch mehr Kanäle erweiterten, den Widerspruch, daß das einzelne Instrument im Original von einem bestimmten Ort erklingt, es aber bei der Stereowiedergabe verschieden laut aus mehreren Lautsprechern tönt, könnten wir dadurch nicht lösen. Höchstens wenn man jedes Instrument völlig getrennt von den anderen im Orchesterverband aufnehmen und übertragen könnte, wenn außerdem am entsprechenden Platz im Wiedergaberaum ein zugehöriger Lautsprecher stünde, und wenn man dann noch Zusatzkanäle für den Raummitklang schaffen würde, nur dann wäre

das räumliche Klangbild perfekt. Wer aber sollte ein derartig aufwendiges Stereofonieverfahren finanzieren können, wo doch selbst die Quadrofonie mit ihren „nur“ 4 Kanälen sich nicht überzeugend durchsetzen konnte?

#### 4.3. Was ist bei der Aufstellung eines hochwertigen (Stereo-)Plattenspielers alles zu beachten?

Der Plattenspieler ist auf einer festen, vibrationsfreien und waagerechten Unterlage aufzustellen. Nicht absolut horizontaler Lauf des Platten Tellers führt zu Klangverzerrungen, ungleicher Lautstärke in den Stereokanälen und allmählich zu einer einseitigen Abnutzung von Abtastnadel und Schallplattenrillen. Außerdem neigt dann die Nadel zum Überspringen von Rillenstegen. Die waagerechte Lage des Platten Tellers kontrollieren wir mit einer aufgesetzten Dosenlibelle oder einer kreuzweise aufgelegten kurzen Wasserwaage. Abweichungen lassen sich mit dünnen Plättchen unter den Plattenspielerfüßen ausgleichen. Der richtige Platz für den Plattenspieler ist keinesfalls direkt neben oder sogar auf einer Lautsprecherbox. Das führt bei lauten Stellen zu dröhnender und polternder Wiedergabe. Das Störgeräusch kann dabei so ansteigen, daß schließlich die Nadel quer über die Rillen klabastert. Sollten sich bei der Schallplattenwiedergabe Brummgeräusche einstellen, die mit dem Lauf der Platte ansteigen oder schwächer werden (bei magnetischen Abtastsystemen), dann kann man meist schon dadurch eine Verbesserung erreichen, daß man den Plattenspieler auf die andere Seite von Rundfunkempfänger oder NF-Verstärker stellt.

Sollte bereits beim vorsichtigen Herumlaufen in der Wohnung die Nadel Rillen überspringen, dann ist zu kontrollieren, ob die eingestellte Auflagekraft den Herstellervorschriften entspricht. Überprüfen Sie außerdem, ob nicht vergessen wurde, Transportssicherungsschrauben am Plattenspieler zu entfernen. Ansonsten kann eine Filzplatte unter dem Plattenspieler oder eine passend zurechtgeschnittene, etwa 2 bis 3 mm dünne Schaumstoffplatte auf dem Platten Teller (unter die Platte gelegt) noch Verbesserungen bringen. Letztere vermindert auch die im Klang manchmal hörbaren Rumpelschwingungen des Plattenspielerlaufwerks.

#### 4.4. Kann man im Auto HiFi-Qualität erreichen?

Man kann im Auto zwar wunderbar Stereo hören, aber gleichzeitig noch HiFi-Sound verlangen zu wol-

len wäre wohl etwas übertrieben. Und das hat im wesentlichen vier gute Gründe.

1. Bei den begrenzten Raumverhältnissen im Pkw ist es nicht möglich, Boxen mit genügend großem Volumen einzubauen, mit denen eine überzeugende Baßwiedergabe möglich wäre.
2. Infolge der Innenabmessungen des Autos und der stark reflektierenden parallelen Flächen (Scheiben!) entstehen im Bereich der mittleren Tonlagen zwischen etwa 100 und 800 Hz Resonanzerscheinungen, die bestimmte Töne im Klangbild überbetont hervortreten lassen. Ein ausgewogener Klang ist daher nicht zu gewährleisten.
3. Bei der üblichen Lautsprecheranordnung sitzt keiner der Insassen auf einem für das Stereohören günstigen Platz (→ 4.1.). Stellt sich der Fahrer mit dem Balanceeinsteller eine gleichmäßige Klangverteilung ein, dann verschiebt er sie für die Passagiere auf der anderen Fahrzeugeite um so mehr. Außerdem lassen sich unterschiedlich lange Schallwege von den beiden Stereolautsprechern zum Zuhörer nur bedingt durch eine entgegengesetzte schiefe Balance ausgleichen.
4. Während der Fahrt entsteht im Pkw ein Lärmpegel um 70 bis 80 dB. Um diesen wirkungsvoll zu übertönen, müßten die Autolautsprecher in ohrenbetäubender Stärke den Schall abstrahlen. Das ist weder möglich, weil das Autoradio die notwendige Ausgangsleistung nicht liefert, noch wäre es im Sinne der Verkehrssicherheit zulässig, weil der Fahrer akustische Verkehrssignale nicht über hören darf (z. B. Huptöne, Einsatzsignale der VP, Feuerwehr oder der Schnellen Medizinischen Hilfe). Außerdem haben Tests ergeben, daß manche Fahrer auf allzu laute Radiomusik mit aggressivem Fahrstil reagieren und dadurch zu erhöhtem Unfallrisiko beitragen.

#### 4.5. Was bedeutet Vollstereo?

Das Wort macht bei einer Kombination von Tongeräten kenntlich, daß alle Teilgeräte stereotüchtig sind. So verdient ein Stereo-Radiorecorder (z. B. Typ SKR 550 oder SKR 700) diese Bezeichnung, weil sowohl das UKW-Empfangsteil als auch das Kassettenteil stereofonen Betrieb zulassen. Dagegen wäre ein Autoradio mit UKW-Mono-Empfangsteil und Stereokassetten-Abspielteil kein Vollstereogerät.

#### 4.6. Wie funktioniert die elektronische Basisverbreiterung bei einem Stereo-Radiorecorder?

Unter Stereobasis versteht man eine gedachte Linie zwischen den beiden Stereoboxen. Ihre Länge wird als Basisbreite bezeichnet. Normalerweise wird auf

der Stereobasis das Stereoklangbild wahrgenommen; es bilden sich darauf die einzelnen Musikinstrumentenkänge eines Orchesters und die Stimmen der Sänger oder Sprecher mehr oder weniger scharf und punktförmig ab. Die vom Zuhörer empfundene Abbildungsbreite des Stereoklangs stimmt mit der Stereobasisbreite weitgehend überein.

Eine wirkliche Vergrößerung der Basisbreite – und damit auch der Abbildungsbreite – kann man in gewissen Grenzen nur erreichen, indem man den Abstand der beiden Boxen vergrößert. Sind sie, wie es beim Radiorecorder der Fall ist, fest eingebaut, so ist das eine undurchführbare Sache. Nun ist die Basisbreite bei einem Stereo-Radiorecorder mit etwa 30 bis 40 cm doch recht gering, und man sann auf andere Möglichkeiten. So ist es auch möglich, die Abbildungsbreite ohne Veränderung des Lautsprecherabstands scheinbar zu verbreitern, und das geschieht bei dem nicht ganz korrekt als elektronische Basisverbreiterung genannten Verfahren (andere Namen dafür sind Wide, Spatial Sound, Ambience Sound oder Stereo-Weitwinkel).

Die elektronische Schaltung dafür ist nicht kompliziert. Man zweigt lediglich Klanganteile jedes Kanals ab, filtert sie etwas und speist sie mit umgedrehter Schwingungsrichtung (180° phasenverschoben) über Kreuz in den jeweils anderen Kanal zusätzlich ein: von links nach rechts und umgekehrt.

Eine echte Basisverbreiterung, wie beim Auseinanderstellen der Lautsprecher, kann dieses rein elektronische Verfahren allerdings nicht ersetzen; die außerhalb der Stereobasis abgebildeten Klanganteile wirken

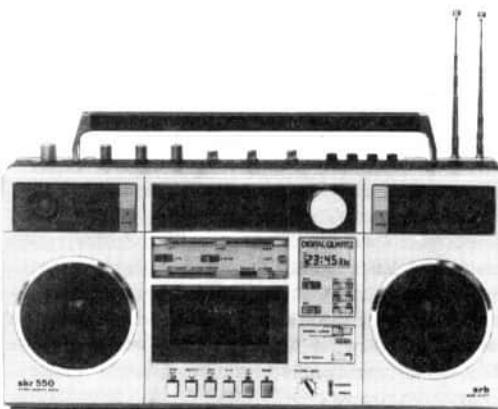


Bild 4.3 Bei einem Stereo-Radiorecorder ist eine elektronisch wirkende Vergrößerung der Abbildungsbreite durchaus angebracht.

Werkfoto: Kombinat Rundfunk und Fernsehen, Staßfurt

verwaschen, eine echte Ortserkennung der Schallquellen ist nicht mehr möglich.

Aus diesem Grunde sollte man an einem stationär im Wohnraum betriebenen Stereo-Radiorecorder besser 2 Zusatzboxen anschließen, die man weiter auseinanderstellen kann und die außerdem meist auch noch den Klang verbessern. Dabei ist allerdings auf passende Impedanz und Lautsprecherleistung beim Kauf zu achten (→ 14.7.)!

Es gibt auch auseinandernehmbare Radiorecorder (Komponentenportables), die sich entweder mit abgesetzten Boxen und großer Basisbreite oder mit ange setzten Boxen als tragbares Gerät verwenden lassen. Wie auch immer: Betreibt man einen Stereo-Radiorecorder mit Boxen im normalen Stereoabstand von etwa 1,5 bis 2,5 m, dann sollte man ihn nicht auf „Wide“ schalten; die Schallquellen würden unnötig verschwommen abgebildet werden.

#### 4.7. Was ist Pseudoquadrofonie?

Von Quadrofonie hat wohl jeder schon einmal gehört, auch wenn sie sich schließlich als Übertragungsverfahren nicht durchsetzen konnte. Das Wort ist zusammengesetzt aus dem lateinischen *quattuor* = vier und dem griechischen *phonos* = Ton. Es bedeutet soviel wie Vierton (-Übertragungsverfahren) und ist ein Spezialfall der Stereofonie. Der Schall wird bei der Quadrofonie mit 4 Mikrofonen aufgenommen, über 4 Übertragungskanäle geleitet oder auf Schallplatte gespeichert und im Raum über 4 rund um den Zuhörer verteilte Lautsprecher wiedergegeben. Dadurch ergibt sich gegenüber der herkömmlichen Zweikanalstereofonie ein räumlicheres Klangbild, das aber wegen der notwendigen 4 Kanäle eine aufwendige und teure An gelegenheit ist.

Pseudoquadrofonie dagegen ist keine echte, sondern lediglich eine scheinbare Vierkanalübertragung (pseudo heißt unecht, nur scheinbar vorhanden), eine nur wiedergabeseitig wirksame Verfeinerung normaler Zweikanalstereofonie. Dabei werden die 2 Stereoboxen wie üblich aufgestellt, und man gewinnt mittels eines technischen Kniffs aus dem rechten und linken Stereosignal 2 weitere Signale, die über Zusatzlautsprecher im Rücken der Zuhörer abgestrahlt werden. Dabei macht man sich zunutze, daß in den ganz seitlich erscheinenden Klängen bei Stereowiedergabe viel Raumschall enthalten ist, den man teilweise bei der Studiotonaufnahme als sogenannte stereoambiente Information sogar gewollt hinzumischt. Unter Raumschall versteht man die an den Wänden des Aufnahmeraumes mehrfach reflektierten Schallanteile, die den Nachhall bilden und beim Zuhörer das Gefühl eines räumlichen „Akustik“ hervorrufen.

Die Raumschallanteile filtert man bei der Wiedergabe gewissermaßen aus den Stereosignalen heraus. Mit diesem Verfahren wird zwar keine so perfekte Raum klangwirkung erreicht wie mit der echten Quadrofonie, aber doch eine deutliche Verbesserung mit gerinem Aufwand.

Darum werden bei einigen Stereo-Rundfunkempfängern und NF-Verstärkern die zusätzlichen Lautsprecherausgänge für pseudoquadrofone Wiedergabe bereits eingebaut. Dem Besitzer bleibt es überlassen, ob er sie nutzen will und daran Zusatzlautsprecher anschließt.

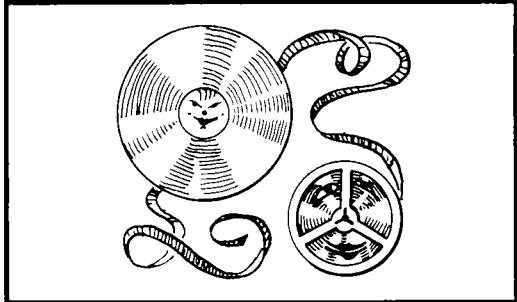
#### 4.8. Was versteht man unter gleitendem Stereo-Mono-Übergang?

Schaltungen, die einen gleitenden Stereo-Mono-Übergang (englisch ARC) bewirken, werden manchmal in Stereoempfängern vorgesehen, die unter stark schwankenden Empfangsbedingungen arbeiten müssen, zum Beispiel in Autoradios und Radiorecordern. Es ist eine bei Fachleuten bekannte Tatsache, daß man für rauschfreien Mono-Empfang nur etwa 1/10 der Antennenspannung benötigt, die für gleichwertigen Stereoempfang erforderlich ist.

Betrachten wir zunächst die Verhältnisse bei einem Stereo-Autoradio ohne ARC. Durchfährt der Pkw abwechselnd Zonen mit starkem und schwachem Empfang – beispielsweise, wenn der empfangene Sender schon weiter entfernt ist oder in gebirgiger Gegend –, dann entsteht zwar ein Stereoklangbild, es ist aber von mehr oder weniger regelmäßigen Rauscheinbrüchen sehr gestört, oder der Stereodekoder im Autoradio schaltet laufend hart zwischen Stereo- und Mono-Wiedergabe um. Das ist kein reiner Hörgenuß, denn der Ton klingt zischend und zerissen.

Ganz anders liegen die Dinge bei eingebauter ARC. Bei genügend starkem Empfang wird ein normales Stereoklangbild ohne Rauschen erzeugt. Gelangt die Antenne dagegen allmählich in eine empfangsschwache Zone, dann nimmt die Breite des Stereoklangs entsprechend ab, um im ungünstigen Falle auf einen Punkt in der Mitte zwischen den beiden Stereolautsprechern zusammenzuschrumpfen: Mono-Wiedergabe! Ein Rauschen im Ton entfällt, weil ja Mono-Wiedergabe mit nur 10 % Antennensignal gegenüber Stereowiedergabe auskommt.

Beim gleitenden Stereo-Mono-Übergang verändert sich also die Stereoabbildungsbreite im gleichen Maße wie die Stärke des Senderfeldes an der Empfangsantenne, und das Rauschen bleibt so lange vernachlässigbar gering, wie die Antennenenergie noch für einwandfreien Mono-Empfang ausreicht. Diese Art Wiedergabe ist weitaus angenehmer!



## 5. Gefangen auf Platte und Band

Das hätte sich der Dresdner Buntpapierfabrikant Fritz PFLEUMER im Jahre 1928 sicher auch nicht träumen lassen, daß er mit seiner Erfindung die Lösung für die einige Jahrzehnte später verwendete Methode der Tonaufzeichnung und -wiedergabe im Heim und in kommerziellen Tonstudios gefunden hatte! Er beschichtete Papierstreifen mit Eisenpulver und schlug vor, darauf Sprache und Musik in Form magnetischer Schwingungen zu speichern. Erfahrungen hatte er schließlich mit Metallacken, denn Silber- und Goldpapiere wurden damals für Zigarettenmundstücke gebraucht. Immerhin erwarb er auf seinen „Lautschriftträger“ ein Patent, das bald darauf eine große deutsche Firma übernahm und auf dessen Basis sie Mitte der dreißiger Jahre die im Prinzip noch heute üblichen Eisenoxidtonbänder entwickelte (→ 5.2.). Doch auch schon um die Jahrhundertwende waren Knobler aktiv, um Schallschwingungen magnetisch zu speichern. Wir denken dabei u. a. an den Dänen Valdemar POULSEN, der sich mit dünnen Stahldrähten mühte. Die Schwierigkeiten waren vor allem bei der Wiedergabe fast unüberwindlich, denn eine Elektronenröhre oder gar ein Transistor zum Verstärken der winzigen Signalspannungen gab es damals noch nicht. So mußten die Schwingungen, die an einer Spule mit hufeisenförmigem Eisenkern entstanden, wenn man an dessen Enden den im Sprachrhythmus aufmagnetisierten Draht vorbeiführte, unmittelbar einem Telefonhörer zugeleitet werden. Trotzdem ist es Poulsen im Jahre 1908 irgendwie sogar gelungen,

bei einem Tontechnikerkongreß in Kopenhagen die ersten, gewissermaßen dokumentarischen Magnettonaufnahmen zu machen. Mehrere Quellen geben dazu an, daß er dafür in 14 Stunden 2500 km (!) Stahldraht verbraucht haben soll. Rechnet der kritische Leser das einmal nach, so kommt er dabei auf eine Drahtgeschwindigkeit von etwa 50 m/s!

Wenn man sich die relativ kleine, an eine Edisonwalze erinnernde Drahtspule auf Poulsens historischem „Telegraphon“ anschaut, wie es schon auf der Pariser Weltausstellung von 1900 gezeigt wurde, so kommen einem bei dieser Angabe doch bedeutende Zweifel, zumal andere Literaturstellen von einer Drahtgeschwindigkeit von 2 m/s wissen. Das ist schon eher wahrscheinlich, arbeiteten doch auch andere Drahttongeräte – die noch bis in die dreißiger Jahre hinein ihren Dienst verrichteten, mit ähnlichen Geschwindigkeiten, zum Beispiel das Gerät von STILLE (1929) mit 1,2 m/s! Es war jedenfalls eine willkommene Bereicherung für die Tonamateure, als Anfang der fünfziger Jahre die ersten Heimtonbandgeräte im Handel erschienen (→ 5.1.). Eigene Aufnahmen wurden möglich, das Band ließ sich immer wieder verwenden.

Heute ist es eigentlich ganz müßig, Überlegungen dazu anzustellen, ob man sich lieber einen Plattenspieler oder ein Tonbandgerät kaufen sollte – viele Musikliebhaber besitzen ohnehin beides. Der sein Schlagerhobby pflegende Jugendliche wird wohl eher der eigenen Aufnahmemöglichkeit den Vorzug geben, dagegen kauft der abgeklärtere Musikfreund, der auch nicht mehr so viel Muße und Geduld zu eigener Tonjägerei aufbringt, wohl lieber eine Schallplatte.

Und bei den Tonbandgeräten liegt der Kassettenrecorder – eigentlich noch mehr der universelle Radiorecorder – gegenüber den Spulentonbandgeräten weit vorn. Ein Spulentonbandgerät schafft sich heute eigentlich nur der ernsthafte und besonders qualitätsbewußte Tonamateur an, der die Vorteile höherer Bandgeschwindigkeiten zu schätzen und auch auszunutzen weiß, der seine Aufnahmen noch etwas bearbeiten möchte, zum Beispiel cuttern, überspielen oder mit eigenen Ansagen versehen. Für den akustischen Normalverbraucher hat das Kassettengerät wegen seiner Handlichkeit und leichteren Bedienbarkeit fast nur Vorteile, und bei Verwendung von Chromdioxidband braucht man auch kaum noch Qualitätsabstriche gegenüber Spulengeräten zu machen.

## 5.1. Welche Heimtonbandgeräte waren die ersten in der DDR?

Das erste kompakte Heimbandgerät vom Typ BG 19 wurde in der DDR ab 1952 verkauft. Es war ein einfaches, aber sehr robustes Spulentonbandgerät mit einer Bandgeschwindigkeit von 19,05 cm/s im Zweispurverfahren. Das Äußere erinnerte mit seinen großen, präzise gefertigten Umlenkrollen und dem kräftigen Antrieb sehr an die damaligen Studio-Tonbandgeräte. Aufgrund dieser Konstruktionsmerkmale hatte das BG 19 überaus günstige Gleichlauf- und Bandführungseigenschaften. Der gesamte Bandwickel mußte jedoch vor einer Neuaufnahme mit Hilfe einer separaten Lüschdrossel entmagnetisiert werden; eine recht lästige Sache, wenn ein Teil der Aufnahmen noch erhalten bleiben sollte. Man mußte ihn vorher herauschnieden!



Bild 5.1 Das erste Heimtonbandgerät der DDR: „BG 19“. Foto: Leue

Zur Übersteuerungskontrolle flackerte eine primitive Glimmlampe auf. Das BG 19 mußte immer – auch bei Wiedergabe – mit einem Radio zusammenarbeiten, denn es hatte weder einen eingebauten NF-Vervielfächter noch einen eigenen Lautsprecher.

Kurz darauf erschien das Topas-Laufwerk in den Geschäften. Es wurde vor allem in Musiktruhen eingebaut; denn auf der Bandantriebsachse steckte ein Plättenteller, der sowohl als Schwungmasse bei Tonbandbetrieb als auch zum Abspielen von Schallplatten gedacht war. Die Handhabung war umständlich, aber es war eine preiswerte Kombination.

Schließlich kam Ende der fünfziger Jahre die Smaragd-Serie in den Handel. Diese mit einem starken Motor, aber noch mit Röhren ausgestattete Geräte für monofone Zweispuraufzeichnung wurden laufend verbessert und zum Teil auch mit 2 Bandgeschwindigkeiten angeboten. Mit den inzwischen bedeutend ver-

vollkommeneren Tonbändern erreichten sie einen hohen Qualitätsstandard. Die „Smaragde“ hatten – und das wäre selbst heute noch als Besonderheit zu werten – ein Bandzählwerk mit Absolutanzeige, d. h., der Anzeigewert auf dem Bandzähler war der tatsächlichen Laufdauer proportional und nicht, wie heute allgemein üblich, der Umdrehungszahl eines Bandwickels.

Im Laufe der Zeit erschienen noch einige andere Heimtonbandgeräte im Handel, zum Beispiel das formschöne Kleinbandgerät KB 100, das sich auf mehrere Bandgeschwindigkeiten, auch auf eine sehr niedrige für Sprachaufnahmen, umschalten ließ.

Qualitätsbewußte Amateure hatten teilweise fast professionelle Tonbandgeräte der Firma Güller und Pinnick mit 3 robusten Motoren und getrenntem Aufnahmee- und Wiedergabeteil, obwohl ihr Betrieb wegen der Bandgeschwindigkeit von 38,1 cm/s und der Vollspuraufzeichnung recht teuer war (1000 m Band für 45 min Spieldauer!). Besonders charakteristisch für diese hochwertigen Geräte war eine etwas kurios anmutende Knüppelschaltung für die Betriebsarten, die an eine Gangschaltung im Auto erinnerte.

Im Rahmen der internationalen Wirtschaftskooperation wurde die Fertigung von Heimtonbandgeräten mit Spulen Mitte der sechziger Jahre in der DDR eingestellt. Seit dieser Zeit decken wir den Bedarf mit hochwertigen Tesla-Geräten (Mono und Stereo) aus der ČSSR. Doch auch aus der UdSSR (Typ Jupiter) und der VR Polen (ZK-Serie) sind Heimtonbandgeräte importiert worden.

## 5.2. Worin besteht der Unterschied zwischen einer Normalband- und einer Chromdioxidbandkassette?

Die sogenannte Normalbandkassette ist mit einem Tonband „geladen“, wie es auch auf Spulentonbandgeräten verwendet wird. Es ist zwar schmäler (3,81 mm), seine Magnetschicht besteht jedoch ebenso aus Eisenoxidpartikeln ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) in einem Bindemittel, wie bei den 6,25 mm breiten Spulentonbändern.

In Chromdioxidbandkassetten dagegen wird eine andere Bandsorte verwendet, das Chromdioxidtonband, das man schon an seiner charakteristischen blaugrauen Farbe erkennt (Eisenoxidtonbänder haben immer eine braune Schichtseite). Die Bänder – sie wurden im Jahre 1970 entwickelt – enthalten in ihrer Magnetschicht dichtgepackt nadelförmige  $\text{CrO}_2$ -Kristalle. Sie ergeben gegenüber Normalbändern eine deutlich bessere Wiedergabe bei den hohen Tonlagen, was besonders bei langsamlaufenden Tonbandgeräten – also vor allem bei Kassettenrecordern – sehr günstig ist. Die Obertöne der Musik klingen bei Verwen-

dung dieser Kassetten kristallklar und kräftig, Rauschen tritt weniger auf; nur bei Verwendung dieser Chromdioxidbandkassetten kann man i. allg. bei Kassettenrecordern HiFi-Qualität erreichen.

Aber diese Kassetten haben nicht nur einen höheren Preis, sie stellen vor allem bei der Aufzeichnung andere Ansprüche an den Recorder. So benötigen sie höhere Löschenergie, damit bei einer Neuaufzeichnung die alten Titel vollständig getilgt werden. Der Arbeitsbereich auf ihrer magnetischen Kennlinie weicht von dem der Normalbandkassetten ab. Bei Aufnahme und Wiedergabe müssen die Obertöne der Musik von der Elektronik des Recorders anders behandelt werden als bei Normalband, weil nur so das Chromdioxidband seine guten Eigenschaften voll entfalten kann.

Das alles bedeutet, daß der verwendete Kassettenrecorder sich von Normalband- auf Chromdioxidbandkassetten umschalten lassen muß. Das kann von Hand an einem Bandsortenwahlschalter geschehen oder auch vollautomatisch beim Einlegen des entsprechenden Kassettentyps. Auskunft darüber, welche Art Umschaltung vorgesehen ist, gibt die Bedienungsanleitung. Automatisch umschaltende Recorder sind zunächst immer auf Normalbandkassettenbetrieb geschaltet, erst beim Einlegen der Chromdioxidbandkassette wird die Umschaltung durch eine Aussparung an der Kassettenrückseite ausgeführt. Diese Öffnung in der Kassettenhülle liegt direkt neben der Löschklemme.

Sie müssen deshalb beim Überkleben einer herausgebrochenen Löschklemme mit Prenaband – wenn man auf einer solchermaßen geschützten Kassette wieder aufnehmen möchte – darauf achten, daß Sie das danebenliegende Fensterchen nicht auch überkleben.

Vor allem für die **Aufnahme** auf Chromdioxidbandkassette ist es sehr wichtig, daß der Recorder auch dafür vorgesehen ist. Hat er keine Umschaltmöglichkeit, kann man solche Kassetten nicht verwenden. Dagegen ist die **Wiedergabe** von Chromdioxidbandkasset-

ten auf allen Recordertypen möglich – auch auf denen ohne Umschaltung, zum Beispiel auf Auto-Kassettenabspielgeräten im Pkw. Die etwas überbetonte Höhenwiedergabe läßt sich in diesem Falle mit dem Klangeinsteller abschwächen.

Daß sich, wie mitunter behauptet wird, bei Verwendung von Chromdioxidbandkassetten der Kopfverschleiß merklich erhöht, konnte bei entsprechenden Versuchen zumindest für das DDR-Produkt nicht bestätigt werden.

### 5.3. Sind importierte Tonbandkassetten unseren überlegen?

Wir wollen bei unserer Betrachtung Bandlaufstörungen und Beschichtungsfehler, wie sie bei jedem Produkt gelegentlich auftreten können, weitestgehend ausklammern. Für den Bandlauf ist die Mechanik in der Kassette von Bedeutung, und da läßt sich vom Hersteller noch etwas tun, ohne daß dadurch die Standardabmessungen der Kompaktkassette verändert werden. Verschweißte Kassetten laufen i. allg. schlechter als geschraubte, in manchen ausländischen Billigprodukten wird sogar auf mitlaufende Umlenkrollchen oder auf Gleitfolien verzichtet. Dagegen ist es durch Einbau spezieller Bandführungsmechanismen (Fühlhebel, Schräglaufrückreuteinsteller u. a.) auch schon gelungen, den Bandlauf deutlich zu verbessern. Das aber verteuert solche Produkte zum Teil erheblich. Die in der DDR gefertigten Kompaktkassetten entsprechen vollkommen dem international üblichen Aufwand bei der Kassettenmechanik.

Die Abweichungen der Kassetten von verschiedenen Herstellern untereinander beziehen sich vor allem auf die erzielbare Tonqualität, insbesondere auf die Wiedergabe der hohen Töne und auf das Grundgeräusch (Bandrauschen).

Bei Chromdioxidbandkassetten sind die Verhältnisse am übersichtlichsten; sie unterscheiden sich in der Qualität auch dann kaum, wenn sie von verschiedenen Produzenten oder aus unterschiedlichen Ländern kommen. Bei Normalbandkassetten sind dagegen die Art der verwendeten Magnetwerkstoffe, die Teilchenform in der Schicht und deren Packungsdichte entscheidend. Mit LN<sup>1</sup> bezeichnete Produkte erzeugen gegenüber ungekennzeichneten ein geringeres Rauschen; LH<sup>2</sup> bedeutet, daß sie sich außerdem etwas stärker magnetisieren lassen, ohne den Klang zu verzerrn. Der Aussteuerungsmesser darf bei Verwendung dieses Typs etwas mehr anzeigen, auch einmal

Öffnung zur Umschaltung auf Chromdioxidkassetten

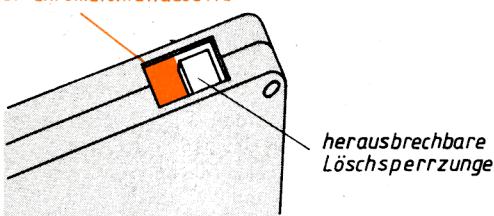


Bild 5.2 Schaltöffnungen an der Kassettenrückseite

<sup>1</sup> LN: Abk. für Low Noise = geringes Geräusch.

<sup>2</sup> LH: Abk. für Low Noise, High Output = geringes Geräusch, hoch aussteuerbar.

kurzzeitig in den roten Bereich ausschlagen. Das eigentliche Problem bei Normalbandkassetten liegt aber an anderer Stelle, nämlich darin, wie die Magnetschicht vom Hersteller sensibilisiert wird. Dabei gibt es international durchaus noch Unterschiede. Am besten, man macht sich die Sache am Beispiel der Farbfilme klar: Es gibt sie für Tages- und für Kunstlicht, außerdem mit unterschiedlichen Empfindlichkeiten. Benutzt man den falschen Film, so entstehen farbstichige, unbefriedigende Bilder, außerdem muß die Belichtungszeit der Filmempfindlichkeit ziemlich genau angepaßt sein, sonst wird die Filmaufnahme zu dunkel oder zu hell. Ganz ähnlich ist es bei den verschiedenen Normalbandkassetten. Vor allem japanische Hersteller bevorzugen einen magnetischen Arbeitsbereich, der gegenüber dem von in anderen Ländern hergestellten Kassetten – dazu zählt auch die DDR – etwas anders liegt. Darum klingen japanische Importkassetten meist nur auf japanischen Importrecordern gut. Verwendet man sie auf einem DDR-Gerät, dann täuscht die etwas spitze Höhenwiedergabe zwar unkritischen Zuhörern eine bessere Qualität vor, daß aber gleichzeitig die Klangverzerrungen zugenommen haben, wollen viele nicht bemerken.

Andererseits klingen DDR-Kassetten auf japanischen Recordinern meist zu dunkel, was zunächst den Eindruck minderer Qualität hervorruft. Eine unkomplizierte elektronische Neueinstellung des Recorders kann in beiden Fällen Abhilfe schaffen, und danach stellt man kaum noch Qualitätsunterschiede fest.

#### **5.4. Kann man ein Tonband bzw. eine Kassette wirklich beliebig oft neu bespielen, oder läßt die Qualität allmählich nach?**

Bei dieser Frage muß man differenzieren. Zunächst gilt uneingeschränkt, daß die Teilchen in der Schicht eines Tonbands ihre magnetischen Eigenschaften mit der Zeit in keiner Weise verändern. Man kann sie so oft umsortieren, sprich, mit einer neuen Tonaufnahme versehen, wie man es möchte. Ein anderes Problem ist die Abnutzung der Schicht und mechanische Veränderungen am Band oder an der Kassettenmechanik. Bei einem einwandfreien Laufwerk, unbeschädigten und sauberen Magnetköpfen und Bandführungen, wenn das Band nicht zu fest an die Köpfe gepreßt wird und daran stark reibt, wenn außerdem der Bandantrieb nicht übermäßig am Tonband zerrt (korrekt eingestellte Auf- und Abwickelzugkraft), dann hält ein Tonband schon 1000 bis 2000 Durchläufe ohne Schaden aus. Ist die Bandzugkraft dagegen zu hoch, können die Tonbänder gedehnt und damit wellig werden, vor allem sehr dünne Typen. Die

Wiedergabe klingt dann zunehmend stotterig. Das-selbe passiert bei allzu robusten Bedienungsgewohnheiten, zum Beispiel sehr häufigem Umspulen, vor allem Hin- und Herfahren, Starten und Stoppen des Bandes. Die Wickel werden dann außerdem ungleichmäßig, einzelne Lagen stehen heraus, es bilden sich „Fenster“ oder Wellungen (Cinching), das Band wird zusätzlich verformt, oder seine Kanten werden abgeknickt.

Ablagerungen an den Magnetköpfen oder Bandführungsteilen – Staub und Bandabrieb – zerkratzen die Schichtoberfläche des Bandes, es kommt bei der Wiedergabe zu Rauhigkeit im Ton und zu verstärkten Aussetzern, vor allem die hohen Töne verschwinden kurzzeitig oder klingen stotterig. Auch aus diesem Grunde soll ein ordnungsgemäßer Kopfputz (→ 8.2.) in regelmäßigen Abständen nicht vergessen werden, und darum ist staubfreie Lagerung von Kassetten und Tonbandspulen so wichtig.

Auch wenn der Andruck des Bandes am Tonkopf zu stark ist, zum Beispiel wenn das Filzklötzchen der Kassette zu weit heraussteht (→ 8.5.), kommt es neben verstärktem Kopfverschleiß zu mehr Abrieb an der Bandoberfläche.

An den Plaststeilen in der Kassette ist auf Dauer ein Verschleiß nicht völlig auszuschließen. Trotzdem sind normalerweise einige 100 Durchläufe ohne Störung zu erwarten. Auch bei den Kassetten kommt es auf wirksamen Staubschutz an. Das sollte man vor allem beim Camping oder sonstigem Betrieb des Recorders im Freien bedenken. Eine lange Lebensdauer der Bänder setzt alles in allem voraus, daß die Tonbandgeräte – ganz gleich, ob mit Spulen oder Kassetten – vorbeugend fachgerecht gewartet werden. Regelmäßig alle 2 bis 3 Jahre sollte ihnen dazu ein Kuraufenthalt in einer guten Fachwerkstatt bewilligt werden.

#### **5.5. Kann man die beiden Stereospuren einer Kassette auch getrennt monofon bespielen?**

Unter normalen Bedingungen ist das bei einem Stereorecorder – so wie es zum Beispiel bei einem Vierspur-Spulentonbandgerät geht – nicht möglich. Es ist überhaupt nicht vorgesehen, beide Spuren einer Laufrichtung der Kassette getrennt und nacheinander zu bespielen. Bei einer Aufnahme gelangen beide Signale (für den linken und den rechten Lautsprecher) gleichzeitig auf das Band. Auch wenn man ein Mono-Signal aufnimmt, werden beide Spuren mit dem gleichen Signal bespielt. Außerdem werden bei Aufnahmen immer beide Spuren gleichzeitig gelöscht. Hinzu kommt, daß sich beide Magnetspuren gegenseitig etwas beeinflussen und die Signale nicht völlig sauber trennen, weil die beiden Stereospuren auf dem Kassettentonband sehr dicht nebeneinanderliegen.

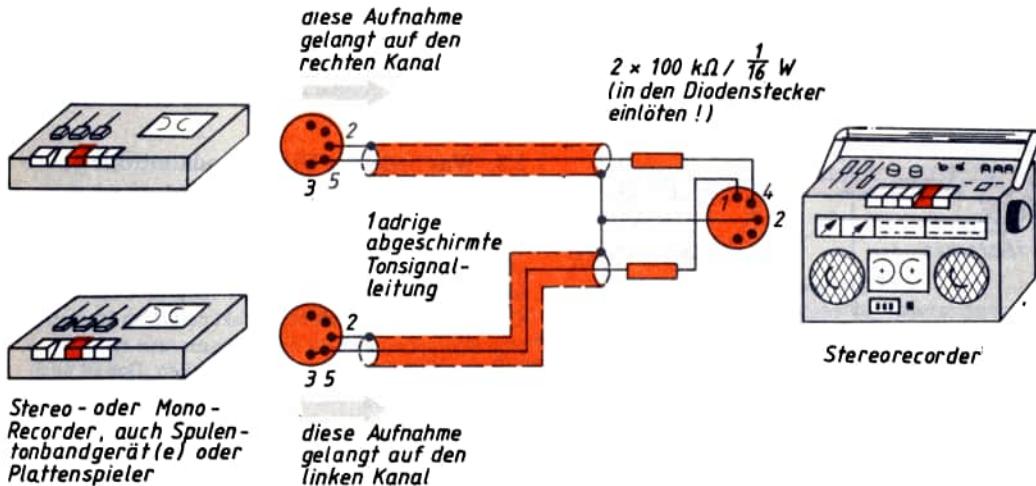


Bild 5.3 Spezialverbindungskabel zum Überspielen von 2 Mono-Aufnahmen auf einen Stereorecorder

Der sogenannte Übersprechabstand muß nach der HiFi-TGL bei 1000 Hz mindestens 26 dB betragen, das entspricht bis zu 5 % fremdes Signal in der jeweils anderen Spur!

Bei Stereoaufnahmen ist dieser Mangel vollkommen unerheblich, denn beide Stereosignale stammen ursprünglich von der gleichen Schallquelle, sie mischen sich ja auch im Raum bei der Aufnahme und bei der Wiedergabe über Lautsprecher.

Wer die etwas verminderte Tonqualität, hervorgerufen durch störende Töne aus der benachbarten Magnetspur, in Kauf nehmen will, der kann einen Trick anwenden und doch beide Stereospuren mit Mono-Aufnahmen bespielen, allerdings nur gleichzeitig. Das Zwischengebrabbel stört i. allg. nur bei Musik mit vielen leisen Passagen, weniger bei Popmusik. Man fertigt sich dazu ein spezielles Kabel an (Bild 5.3) und überspielt damit zur gleichen Zeit von 2 Plattenspielern oder anderen Tonbandgeräten. Auch das Überspielen von 2 parallelen Mono-Spuren eines Vierspur-Tonbandgeräts ist mit einem normalen Überspielkabel möglich.

Bei der anschließenden Wiedergabe auf einer Stereoanlage kann man zwischen den Titeln der einen oder anderen Spur wählen, indem man den Balanceeinsteller an den rechten oder den linken Anschlag dreht. Gelingt es damit nicht, jeweils eine der beiden Boxen zum Verstummen zu bringen, so zieht man einfach den Stecker heraus; oder man stellt beide Stereooben – zum Beispiel bei einer Party – in verschiedenen Räumen auf und erfreut die Gäste mit unterschiedlichem Programm.

Der Aufwand ist zwar nicht gering, die Zeiteinteilung

beim Überspielen problematisch und die Qualität vielleicht nicht immer befriedigend, aber Sie sparen 50 % Kassettenkosten!

### 5.6. Wie kann man zu Fernsehtonaufnahmen auf Band kommen, wenn im Fernsehgerät keine Diodenbuchse eingebaut ist?

Fehlt diese Anschlußbuchse, dann kann man sie in einer Fachwerkstatt für geringe Kosten nachrüsten lassen (kein Eigenbau, Unfallgefahr!). Das Tonbandgerät oder den Kassettenrecorder schließt man mit einem Diodenkabel daran an (Aufnahme-/Wiedergabebuchse oder Mikrofoneingang).

Aber auch an einer vorhandenen Kopfhörer- oder Zweitlautsprecherbuchse am Fernsehgerät läßt sich das Aufzeichnungssignal entnehmen. Dazu ist ein Spezialkabel vonnöten (Bild 5.4.), wobei in einen der beiden Stecker ein Dämpfungswiderstand eingebaut werden muß, um das Tonbandgerät nicht zu übersteuern. Der genaue Wert, der zwischen 100 und 500 kΩ liegt, ist auszuprobieren: Der Widerstand muß so bemessen sein, daß sich bei normal laut eingestelltem Fernsehgerät und etwa 2/3 aufgedrehtem Aufnahme-einsteller am Tonbandgerät Vollaussteuerung erreichen läßt.

Während einer Aufnahme darf man die Lautstärke des Fernsehtons nicht verändern; ein eventuell vorhandener Klangeinsteller (Klangblende) wird so eingestellt, daß sich das hellste Klangbild ergibt.

Bei Fernsehtonaufnahmen stört oft ein schnurrendes Geräusch bei der späteren Wiedergabe, was im Fern-

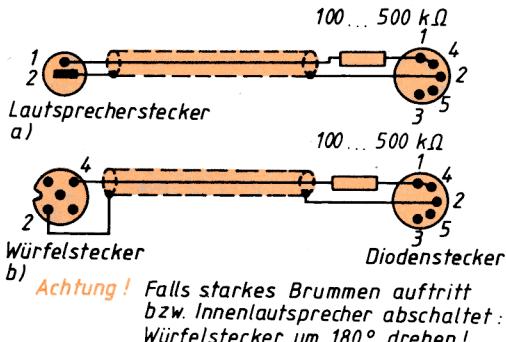


Bild 5.4 Spezialkabel zur Aufnahme des Fernsehtons auf Band, wenn im Fernsehgerät keine Diodenbuchse eingebaut ist  
 a) für Lautsprecherausgang  
 b) für Kopfhörerausgang

sehlausprecher nicht so deutlich zu hören war. Dieses Intercarrierbrummen ist prinzipbedingt und tritt meist nur bei Schrifteinblendungen im Bild stärker auf. Man kann es durch sorgsame Abstimmung des Fernsehempfängers am Einsteller des Senderspeichers oder am Abstimmknopf auf ein Minimum reduzieren (dazu AFC gemäß den Hinweisen in der Bedienungsanleitung abschalten und Fernsehton laut stellen). Ein Restgeräusch kann bei der späteren Wiedergabe der Tonaufzeichnung mit den Klangeinstellern geschwächt werden.

Wegen des Intercarrierbrummens lohnt sich i. allg. kaum die Wiedergabe des Fernsehtons über eine qualitativ bessere und leistungsstärkere Tonanlage, zum Beispiel die Stereoanlage. Wer es trotzdem versucht, merkt außerdem, daß er ohne Zusatzverstärker den Diodenausgang des Fernsehgeräts nicht verwenden kann; die Wiedergabe wird viel zu leise. Wenn jedoch der Lautsprecher- oder Kopfhörerausgang des Fernsehgeräts benutzt wird, dann verbindet man ihn mit der TA- oder TB-Buchse der Anlage, wobei man ein ähnliches Spezialkabel benutzt, wie in Bild 5.4 dargestellt. Man muß nur den Dämpfungswiderstand fortlassen, und im Diodenstecker werden nicht die Kontakte 1/4 belegt, sondern die Kontakte 3/5.

## 5.7. Kann man auf einer Musikkassette, deren Titel man überdrüssig geworden ist, auch eigene Aufnahmen machen?

Das ist ohne weiteres möglich, weil auch in Musikkassetten normales Eisenoxid- oder Chromdioxidband verwendet wird. Allerdings ist zu beachten, daß die Laufdauer von 30 Minuten je Seite von Musikkassetten meist nicht erreicht wird (→ 5.9.). Da die Spurver-

teilung auf dem Band bei Mono bzw. Stereo erst bei der Aufnahme entsteht, sind auf den meist in Stereo produzierten Musikkassetten sowohl eigene Stereo- als auch Mono-Aufnahmen möglich.

## 5.8. Was bedeutet Hinterbandkontrolle bei einem Tonbandgerät?

Herkommliche Tonbandgeräte, ganz gleich, ob sie mit Spulen oder Kassetten arbeiten, lassen sich entweder auf Aufnahme oder auf Wiedergabe schalten. Ob jedoch die Aufnahme perfekt gelungen ist oder ob sich Mängel eingestellt haben, kann man erst bei der anschließenden Wiedergabe feststellen. Das ist auch nicht anders möglich, weil normalerweise ein kombinierter Tonkopf (Kombikopf) eingebaut ist, der bei der Aufnahme das magnetische Signal aufs Band schickt, bei der Wiedergabe dagegen abtastet. Beides gleichzeitig kann er nicht!

Hinterbandkontrolle heißt, daß noch während der Aufnahme das Ergebnis kontrolliert, die gespeicherte Information fast gleichzeitig – nur Sekundenbruchteile später – abgehört werden kann. Es müssen dann aber im Tonbandgerät 2 Tonköpfe eingebaut sein, einer nur für die Aufnahme, der andere zur Wiedergabe. Dadurch entstehen entscheidende Vorteile: Sofort bei der Aufnahme ist ein Vergleich mit dem Original möglich. So werden schlechte Bandqualität (z. B. „Aussetzer“ durch Beschichtungsfehler des Bandes), Mängel des Bandantriebs (Jaulen), der Bandführung (Stottern), verschmutzte Köpfe (dumpfer Ton) oder schlechte Bandklebestellen (Blubser) unmittelbar bemerkt. Außerdem läßt sich auch die Aussteuerung des Bandes wiedergabeseitig kontrollieren und gegebenenfalls korrigieren.

Tonamateure, die ein Mischpult verwenden, können bei Tonbandgeräten mit Hinterbandkontrolle bei eigenen Tonaufnahmen hall- und echoartige Effekte erzielen (das sogenannte Shatter). Dazu ist es nur erforderlich, den Mischeinsteller des Eingangs mit dem angeschlossenen Tonbandgerät gefühlvoll aufzuziehen, bis sich das gewünschte Klangbild während einer Aufnahmeeffekts ist ein verzögter Signalkreislauf (Bild 5.6), der dadurch entsteht, daß die gleiche Bandstelle zunächst am Aufzeichnungskopf und geringfügig später am Wiedergabekopf vorbeiläuft. Mit dieser geringen Verspätung wird das Tonsignal erneut aufgezeichnet – allerdings im Mischpult etwas abgeschwächt – und immer so fort. Je nach Position des Mischeinstellers ergibt sich zarter Nachhall bis hin zum scheppernden Mehrfachecho, bestens geeignet für effektvolle eigene Gesangsaufnahmen oder ein gespenstisches Science-fiction-Hörbild. Besonders gut lassen sich mit Shatter Geräusche verfremden.

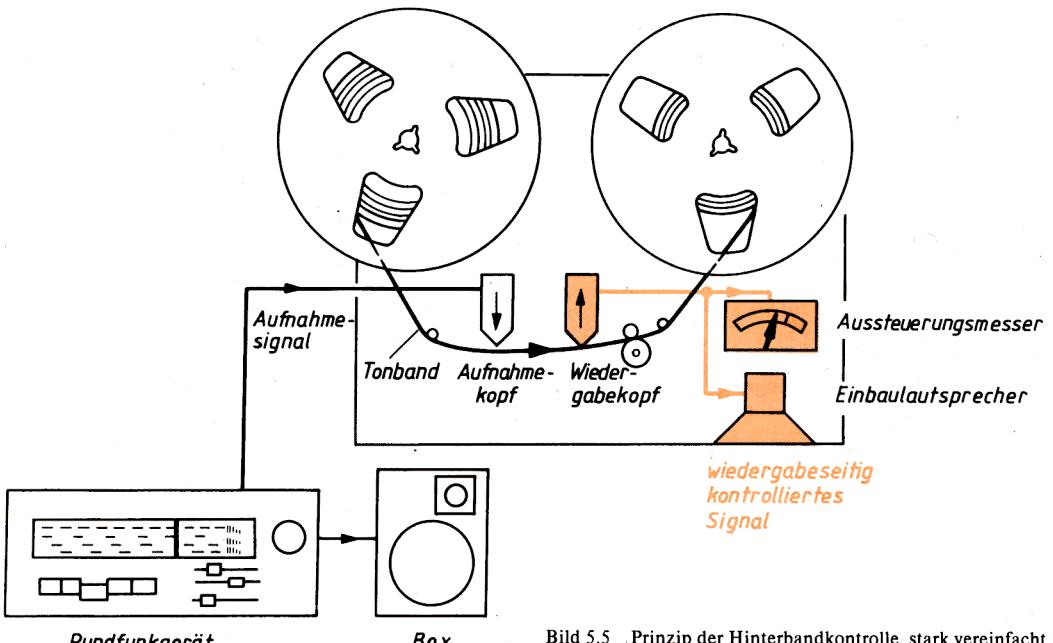


Bild 5.5 Prinzip der Hinterbandkontrolle, stark vereinfacht

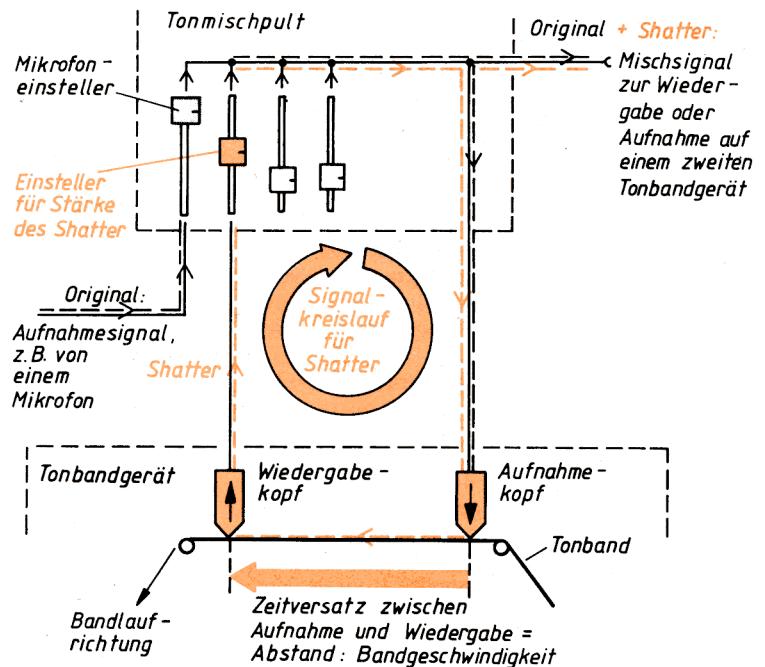


Bild 5.6  
So wird Shatter erzeugt!

## **5.9. Wie lange muß eine Musikkassette je Seite laufen?**

Auf industriell bespielten Kassetten werden normalerweise die gleichen Musikstücke aufgezeichnet, wie sie sich auf den beiden Seiten einer Langspielplatte mit demselben Titel befinden. Darum hat die Musikkassette ebenfalls die Laufdauer der „längeren“ Seite der zugehörigen LP: nämlich zwischen 20 und 27 Minuten. Das richtet sich nach der Gesamtdauer der ausgewählten Musikstücke.

Es ist völlig normal, daß auf einer Seite der Musikkassette am Ende ein kleines Stück Band unbespielt ist, schließlich laufen auch bei einer LP beide Seiten nur in Ausnahmefällen gleich lange.

## **5.10. Lassen sich Kassetten, die auf einem Recorder mit Rauschminderungssystem aufgenommen wurden, auch auf Geräten ohne ein solches abspielen?**

Das Rauschminderungssystem (abgekürzt RMS, geschütztes Markenzeichen: Dolby oder  ) wirkt bei Aufnahme und Wiedergabe. Es verstärkt leise Töne bei der Aufnahme, vor allem die Obertöne, und hebt sie über das Bandrauschen. Bei der Wiedergabe senkt es sie im gleichen Maße wieder ab. Dabei wird das Grundgeräusch des Bandes – das ja ebenfalls ein leises Signal darstellt – mit abgesenkt und stört weniger. Laute Stellen werden dagegen weder bei Aufnahme noch bei Wiedergabe beeinflußt. Sie liegen ja ohnehin weit über dem Grundgeräusch und decken es bei der Wiedergabe zu.

Spielt man eine dermaßen komprimierte Tonaufnahme auf einem Gerät ohne RMS ab, dann kommt es zu Verfälschungen der Lautstärkeausgewogenheit zwischen lauten und leisen Tönen. Sogenannte Dynamikverzerrungen entstehen, die aber in ihrer Lästigkeit stark vom Charakter des Musikstücks abhängen. Lautstärkeausgewogene Musik, zum Beispiel Popmusik, wird lediglich als etwas zu obertonreich empfunden. Da das RMS erst etwa oberhalb 800 Hz einsetzt – also ungefähr bei der gleichen Frequenz, bei der auch ein Höheneinsteller beginnt, das Signal zu beeinflussen –, kann man mit einem solchen die Höhenwiedergabe etwas abschwächen. Auf diese Weise bleiben die Verfälschungen des Klangbilds in Grenzen, so bei Auto-Kassettenabspielgeräten.

Etwas anders liegen die Dinge bei Musik mit großen Lautstärkeunterschieden – der Ernststen Musik –, bei der ein Rauschminderungssystem auch die größten Vorteile bringt. Bei dieser Musik würde die Wiedergabe auf einem Gerät ohne RMS um so heller klingen, je leiser die betreffende Stelle ist. Der Klang

würde sich also gewissermaßen mit der Lautstärke verändern, und das ist eine recht störende Beeinflussung. Ernstste Musik sollte man darum nur auf Recordern wiedergeben, die ebenfalls ein Rauschminderungssystem eingebaut haben. Das muß aber vom gleichen Typ<sup>1</sup> sein wie das Rauschminderungssystem im Recorder, mit dem die Aufnahmen entstanden. Spielt man nur selbst aufgenommene Bänder ab, so ist das automatisch gewährleistet. RMS muß aber bei Aufnahme und bei Wiedergabe eingeschaltet sein.

## **5.11. Woher kommt es, wenn ein Tonbandgerät bei der Wiedergabe plötzlich stark rauscht?**

Es kommt vor, daß bei einem Spulen- oder Kassetten-tonbandgerät ganz plötzlich, aber auch allmählich bei der Wiedergabe starkes Rauschen im Ton entsteht. Dazu kommt es immer dann, wenn der Tonkopf Dauermagnetismus angenommen hat. An seinem Spalt haben sich ein magnetischer Nord- und Südpol gebildet, und das vorbeilaufende Band schafft mit seiner magnetischen Schicht dazwischen eine Brücke für die Feldlinien. Die Magnetteilchen in der Schicht sind aber verschieden groß und liegen darin in ungleichmäßigem Abstand zur Oberfläche eingebettet (Bild 5.7). Daher setzen sie dem magnetischen Fluß beim Vorbeigleiten am Kopf auch unterschiedlich großen Widerstand entgegen, und der Fluß schwankt abhängig von diesen Zufälligkeiten. Er erzeugt in der Spule des Tonkopfs ebenso eine Signalspannung, wie es die Nutzmagnetisierung des Bandes bei Sprach- und Musiksignalen tut. Nur sind die unerwünschten Schwankungen eben dem Zufallsverlauf unterworfen und erzeugen ein dem Klangbild überlagertes, zischendes Störgeräusch. Bei gedrückter Pausentaste, also bei stehendem Band, hört man dieses verstärkte Rauschen nicht.

Ist der Kopf stark aufmagnetisiert, so können sogar alle daran vorbeilaufenden Bänder diesen Dauermagnetismus aufnehmen und rauschen dann immer wieder. Ein überzeugender Grund, diesen Fehler so bald wie möglich beseitigen zu lassen!

<sup>1</sup> Es gibt international eine verwirrende Fülle zum Teil recht wirksamer Rauschminderungssysteme: ANRS, ADRES, Dolby C, dbx, High Com u. v. a. Sie sind aber untereinander nur in Ausnahmefällen verträglich. Wenn das Rauschminderungssystem eines nicht in der DDR gebauten Recorders nicht ausdrücklich mit „kompatibel mit Dolby“ in der Bedienungsanleitung gekennzeichnet ist, dann sollten die mit diesem Gerät aufgenommenen Kassetten auch nur auf diesem Gerät wiedergegeben werden. Oder es entstehen, mehr oder weniger störend, die erwähnten Dynamikverzerrungen.

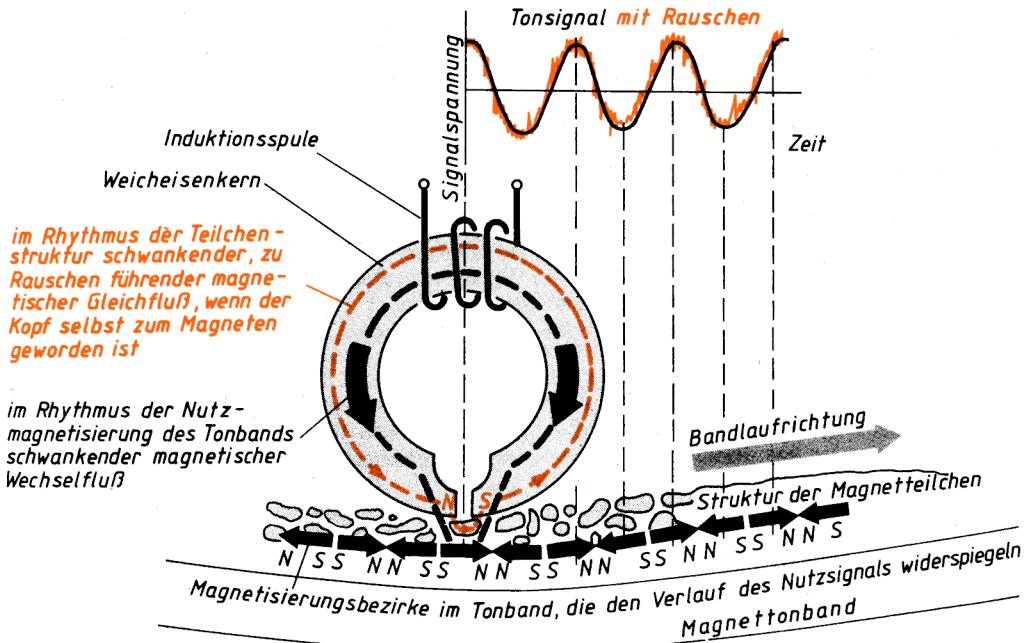


Bild 5.7 Auf diese Weise etwa entsteht Bandrauschen, wenn sich der Tonkopf unerwünscht magnetisiert hat (nicht maßstäblich!)

Zu der beschriebenen Aufmagnetisierung des Tonkopfs kann es durch Fehler im Tonbandgerät selbst kommen, diese sind aber recht selten. Viel häufiger ist der Besitzer selbst schuld, nämlich dann, wenn er mit einem magnetisierten Werkzeug den Kopf berührt. Jedes Stahlstück nimmt im Laufe der Zeit durch das Erdmagnetfeld einen geringen Magnetismus auf; das reicht schon aus! Eine solche Berührung des Kopfes kann bei einer Reinigung mit unsachgemäßen Mitteln – zum Beispiel einem Schraubendreher – entstanden sein.

Auch bei längerem Betrieb kann sich der Tonkopf nach und nach durch das vorbeilaufende Band aufmagnetisiert haben. Dieser Fehler wird oft lange Zeit nicht bemerkt, weil er schleichend entsteht.

Für eine Fachwerkstatt ist es eine Kleinigkeit, den Tonkopf von der lästigen magnetischen „Krätze“ zu befreien. Sie benutzt dafür ein Spezialwerkzeug, den Löschpinsel. So ein Gerät kann sich ein Bastler, wenn er den Aufwand nicht scheut, auch selbst anfertigen (→ 11.4.).

## 5.12. Bei meinen eigenen Mikrofonaufnahmen treten zischende und spuckende Geräusche auf. Was habe ich falsch gemacht?

Unerwünschte Nebengeräusche entstehen oft bei Mikrofonen, wenn der Luftstrom beim Sprechen unmittelbar auf die Membran trifft. Dort entstehen Luftwirbel und Druckstöße, die polternde und zischende Geräusche erzeugen. Es ist dann keine Lösung, das Mikrofon von der Seite zu beschallen, denn dabei klingt die Aufnahme unnatürlich dumpf. Auch das oft empfohlene Einpacken des Mikrofons in Tücher, Kissen u. ä. verändert den Klang in unnatürlicher Weise. Wer das macht, kann sich auch gleich ein ganz einfaches Mikrofon kaufen und die Ausgabe für eine HiFi-Ausführung sparen.

Das Mikrofon soll sich immer im freien Schallfeld, also in der Luft, befinden, bestenfalls auf einem Stativfuß auf dem Tisch.

Versuchen Sie, die Spuckerscheinung zu vermindern, indem Sie den Sprechabstand etwas vergrößern (in Räumen wird die Aufnahme dann allerdings halliger), oder sprechen Sie in geringem Abstand etwas seitlich am Mikrofon vorbei. Der sicherste Weg ist allerdings, man beschafft eine sogenannte Popschutzkappe aus porösem Schaumstoff, die man vorn auf das Mikrofon

steckt. Durch sie kommen zwar die Schallschwingungen, nicht aber die Luftwirbel hindurch.

Eine solche Kappe läßt sich auch aus einem Stück porösem Pur-Schaumstoff mit einem heißen Messer herausarbeiten. Die Wandstärke soll aber nicht mehr als 5 bis 10 mm betragen.

Man muß bei zischenden Störgeräuschen auch daran denken, daß das Tonband eventuell übersteuert sein kann. Aussteuerungsmesser zeigen bei kurzen und kräftigen Lautstärkespitzen oftmals zu wenig an, vor allem Zeigerinstrumente. Da hilft es nur, die Aufnahme probeweise mit etwas schwächerer Aussteuerung zu wiederholen (etwa 2/3 des Vollausschlags am Aussteuerungsmesser).

Mikrofonaufnahmen von einigen kritischen Musikinstrumenten – dazu zählen vor allem Harfe, Klarinette, aber auch Klavier – gelingen mit den Mitteln des Amateurs nicht immer so, wie er es sich vorstellt. Daran trägt nicht in jedem Fall das Heimmikrofon die Schuld, sondern auch bestimmte Effekte im Tonbandgerät können die Ursache sein. Dazu zählt u. a. die Überlagerung der Löschkreuzschwingung mit bestimmten Oberschwingungen des Instruments, die zu Schwebungen (wie ungewolltes Tremolo) oder zu lästigen Kombinationstönen führen. Der enttäuschte

Amateurmusiker mit gutem Gehör vernimmt falsche Töne oder ein seltsames Gezwitscher, das er beim Spiel eigentlich nicht bemerkte.

Da hilft nur Probieren, die Mikrofonaufstellung verändern; manche Recorder lassen sich auch auf eine andere Löschkreuz umschalten oder haben einen Pilottonfilter, dessen Einschalten bei etwas Glück Verbesserungen bringen kann. Auch bei professionellen Tonaufnahmen gibt es mit bestimmten Musikinstrumenten teilweise Probleme, aber natürlich auch weitreichende Möglichkeiten und viel größere Erfahrungen. Einem Tonstudio können wir sicher keine Konkurrenz machen!

### 5.13. Wie kann man bei eigenen Mikrofonaufnahmen seiner Stimme einen volltönenderen Klang verleihen?

Kräftig klingt eine Stimme dann, wenn ihre Grundtöne stark ausgeprägt sind und bei einer tieferen Frequenz liegen. Die Obertöne dagegen geben einer Stimme Schmelz und die charakteristische Klangfärbung. Man muß also für den gewünschten Zweck den Baßbereich hervorheben bzw. den Obertonbereich ab etwa 1000 bis 2000 Hz abschwächen. Nun gibt es aber kaum irgendwo Klangeinsteller, die bei einer Mikrofonaufnahme wirksam sind, jedoch kann man sich auf andere Weise viel vorteilhafter behelfen. Bestimmte Mikrofonarten räumen diese Möglichkeit ein. Alle Mikrofone, die auf Schalldruckunterschiede zwischen

Membranvorder- und Membranrückseite reagieren – das sind alle Heimmikrofone mit nierenförmiger Charakteristik (achten Sie beim Kauf darauf, sie haben auch noch andere aufnahmetechnische Vorteile!) –, betonen die tiefen Töne um so mehr, je dichter man die Einsprechöffnung an den Mund hält. Durch Variation dieses Ansprechabstands kann man ganz einfach seine Stimme entweder durchsichtig und leicht hallig oder kernig und direkt erschallen lassen, mit allen Zwischenstufen bei Sprache wie bei Gesang! Viele Interpreten auf der Bühne nutzen diese als Nahbesprechungeffekt bezeichnete Erscheinung bewußt aus, achten Sie bei einer FernsehSendung einmal darauf! Richtig überzeugend funktioniert das allerdings nur dann, wenn es sich von Natur aus schon um eine tiefere Stimme handelt. Bei den Tonlagen Baß oder Bariton läßt sich diese gestalterische Möglichkeit weitaus besser nutzen als bei einem Tenor oder Sopran.

### 5.14. Kann man bei einer eigenen Stereomikrofonaufnahme den Solisten auf der Basislinie „verschieben“?

Dieses Verfahren, korrekt als Richtungsmischung bezeichnet, ist auch für den Tonamateuer vereinfacht mit bemerkenswert geringem Aufwand möglich. Voraussetzung ist ein Stereomischpult mit getrennten Mikrofoneinstellern für den rechten und linken Kanal. Dann genügt für den Solisten bereits ein Mono-Mikrofon, um den erwünschten Effekt zu erreichen. Liegen die Mikrofoneingänge der beiden Stereokanäle auf einer gemeinsamen Mikrofonbuchse am Tonmischpult, wie beim Heimmischpult „HiFi Studio 506“ als Eingang 1, so werden im Mikrofonstecker die Kontakte 1 und 4 verbunden, oder man benutzt einen Adapter, wie er im Abschnitt 11.9. beschrieben wird. Sind dagegen getrennte Mikrofon-Eingangsbuchsen für links und rechts eingebaut, dann schaltet man einen zweiten Mikrofonstecker zum Originalstecker des Mikrofons parallel (Kontakt 1 an 1; 2 an 2).

Nach Anschließen des Mikrofons läßt sich durch unterschiedlich weites Öffnen der Mikrofoneinsteller erreichen, daß sich der Solistenklang örtlich an beliebiger Stelle der Stereobasis einordnet, man kann ihn während der Aufnahme sogar hin- und herwandern lassen. Der Solist kann zum Beispiel eine Orchesteraufnahme begleiten, wenn eine Schallplatte, ein zweites (Stereo-)Mikrofon oder ein Kassettenrecorder

<sup>1</sup> Sie schwächen zum Beispiel Störschall ab, wenn er nicht von vorn auf das Mikrofon wirkt und mindern den Hall, der in Räumen eine Sprachaufnahme undeutlicher macht.

ein entsprechendes Stereosignal in einen weiteren Eingang des Mischpults einspeisen.

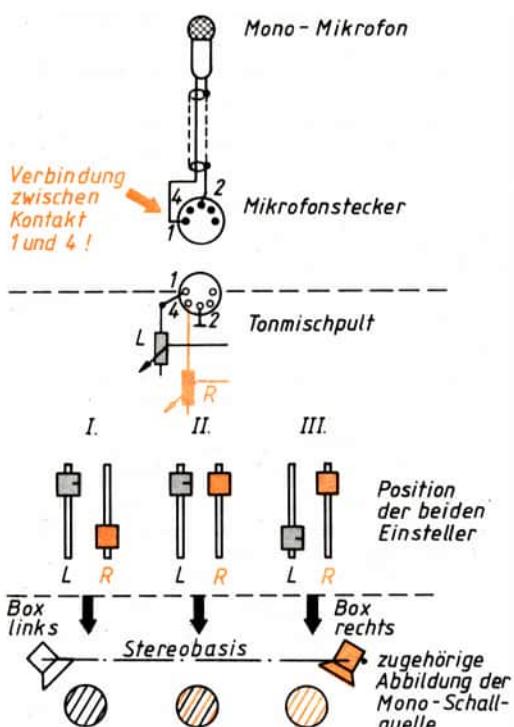


Bild 5.8 Einfache Richtungsmischung mittels eines Amateurmischpults  
L = linker Stereokanal; R = rechter Stereokanal

### 5.15. Aus welchem Material bestanden die alten Schellackplatten, und kann man sie auch heute noch abspielen?

Es antwortet Herr Emil BERLINER, der 1887 die Schallplatte erfand und auch das geeignete Material zu ihrer Vervielfältigung beschrieb: „... Schellack und Anteile von Ruß, bzw. Graphit, Fasern und Gesteinsmehl. Das Zeug wird bei Anwendung von hohem Druck und Hitze leicht formbar und nach der Abkühlung sehr hart.“ Diese Mischung, die bereits vorher in ähnlicher Zusammensetzung für Telefonpreßteile verwandt wurde, sollte über 60 Jahre der Rohstoff für die Schallplatten bleiben. Übrigens ist Schellack das aufbereitete Ausscheidungsprodukt der im Ostindien heimischen Lackschildlaus, ein hellbraunes Harz, das auch zum Möbelpolieren verwendet wurde.

Die letzten Schellackplatten wurden in der DDR im Jahre 1961 geprägt. Dafür kamen die Mikrorillenplat-

ten in den Handel (Langspielplatten, später auch Singles), die veränderte Drehzahlen von 33 1/3 bzw. 45 U/min benötigten, eine andere Rillenform hatten (darum feinere Abtastnadeln erforderten) und aus einem neuen Material mit besseren Eigenschaften hergestellt wurden, einem wärmeformbaren Kunststoffsgemisch aus Polyvinylchlorid und Polyvinylazetat. Mikrorillenplatten, wie sie auch heute noch als Stereoschallplatten mit 2 getrennten Tonkanälen in der gleichen Rille hergestellt werden, laufen gegenüber Schellackplatten etwa 5- bis 6mal länger und haben eine wesentlich bessere Tonqualität zu bieten (geringeres Grundgeräusch, weniger Klangverfärbungen und -verzerrungen).

Auch heute noch kann man die alten Schellackplatten abspielen. Sie sind unersetzliche Zeitzeugen und werden in Archiven und von vielen Sammlern liebevoll gepflegt. Wenn sie erklingen sollen, so ist nicht nur ein Plattenspieler Voraussetzung, der sich auf die Drehzahl von 78 U/min umschalten lässt, sondern es muß auch eine andere Abtastnadel für die breiteren Rillen verwendet werden. Für manche modernen Plattenspieler ist ein komplettes Abtastsystem im Fachhandel erhältlich, zum Beispiel unter der Typenbezeichnung KS 23 N (N für Normalrille). Es lässt sich im Tonarm anstelle des vorhandenen Abtastsystems mit wenigen Handgriffen einsetzen. Allerdings ist das nur bei Kristall- oder Keramiksystemen problemlos möglich, die am ersten Buchstaben der Typenbezeichnung K oder C erkennbar sind. Ein magnetischer Abtaster (Buchstabe M) erfordert Änderungen im Gerät. Bei der Wiedergabe alter Platten ist es günstig, ein Rauschfilter zu verwenden oder wenigstens den Höheneinsteller auf etwa 1/3 bis 1/2 seines Stellweges zurückzudrehen. Weil Schellackplatten ohnehin nur Töne bis etwa 8 kHz abzugeben imstande sind, kann man mit dieser Maßnahme das Rauschen und Knistern stark vermindern, ohne die im Klang noch vorhandenen Obertöne wesentlich abzuschwächen.

Auch unser Rundfunk bringt hin und wieder Musik von Schellackplatten, zum Beispiel in der Sendung „Staub gewischt auf alten Platten“. Allerdings beschränken sich die Kollegen im Studio nicht allein aufs Staubbischen, sondern der Klang der Platten wird mit elektronischen Mitteln aufpoliert. Er wird gefiltert, manchmal auch etwas Hall zugegeben; man kann sogar eine stereooähnliche Auflösung und Verbreiterung des Klangbilds erreichen.

Es ist ein unvergängliches Erlebnis, solchen alten Aufnahmen zu lauschen, auch wenn der Klang unseren Ohren teilweise etwas ungewohnt vorkommt, blechern und näselnd mitunter, und wenn es dabei knistert und rauscht. Hören Sie doch einmal unmittelbar danach eine Stereoplatte neuester Bauart! Die Klangfülle ist atemberaubend und macht uns die technische Entwicklung erst so richtig bewußt.

## 5.16. Wie läßt sich mit einfachen Mitteln überprüfen, ob die Bandgeschwindigkeit bzw. die Plattentellerdrehzahl stimmt?

Wenn die Plattentellerdrehzahl oder die Bandgeschwindigkeit des Tonbandgeräts um einen bestimmten Betrag vom Sollwert abweicht, dann werden die Stücke auf einer Platte oder Musikkassette in der Tonhöhe verändert. Schon 6 % Abweichung verschiebt alle Klänge um einen Halbtonton, aus c wird zum Beispiel cis oder h. Allerdings bleiben die Klänge harmonisch, so daß mitunter musikalisch Ungeübte auch größere Abweichungen nicht bemerken. Bei nicht bekannten Musikstücken ist es zum Teil verblüffend, was für beträchtliche Tonhöhenänderungen noch akzeptiert werden. So haben bei einem Hörtest, bei dem eine Schallplatte mit unbekannter Orgelmusik nicht mit den vorgeschriebenen 33 1/3, sondern mit 45 U/min abgespielt wurde, von 30 Personen nur 6 auf Anhieb erkannt, daß das Stück zu schnell lief. Und das bei einer Drehzahl- bzw. Tonhöhenabweichung von immerhin 36 %!

Daß auch „gestandene“ Komponisten nicht völlig frei von solchen Irrtümern sind, zeigt eine Anekdote über Ottmar GERSTER. Als dem großen Kollegen von einem Nachwuchstalent die mit einer eigenen Komposition bespielte Schallplatte übersandt wurde, mit der Bitte, die Meinung zu dem Stück zu sagen, soll Gerster geäußert haben, daß sich die Musik nur flüchtig seinem Ohr einprägen würde, zu hohe Lagen hätte und außerdem viel zu schnell sei.

Dabei hatte der Meister nur die falsche Geschwindigkeit am Plattenspieler eingestellt.

Das aber sind Ausnahmen, normalerweise werden von kritischen Musikliebhabern bereits Drehzahl- oder Geschwindigkeitsabweichungen über 2 bis 3 % an der veränderten Tonhöhe bemerkt. Darum ist für HiFi-Plattenspieler nur eine Drehzahlabweichung von höchstens – 1 bis + 1,5 % zulässig, und bei HiFi-Tonbandgeräten darf die Bandgeschwindigkeit maximal ± 1,5 % abweichen.

Sogar erhebliche Bandgeschwindigkeitsabweichungen bleiben unbemerkt, wenn man seine Titel selbst aufnimmt und nur auf dem eigenen Gerät wieder abspielt. Die Geschwindigkeit ist dann bei Aufnahme und Wiedergabe gleichermaßen falsch, und die Tonhöhe wird nicht verändert. Nur, die Bänder oder Kassetten laufen nicht so lange, wie sie eigentlich sollten. Diesen Effekt können wir ausnutzen, wenn wir ermittel möchten, ob unsere Bandgeschwindigkeit noch stimmt.

Bei Spulentonbändern kann man mit einem nicht zu kurzen, genau ausgemessenen Bandstück kontrollieren, bei einer Kassette müssen Sie etwas anders vorgehen: Sie drehen – mit einem Bleistift im Wickelloch – die mit dem Startband zusammenstoßende Stelle

des Kassettentonbands genau in die Mitte der mittleren großen Kassettenöffnung. Dann legen Sie die Kassette in den Recorder ein und lassen sie eine bestimmte Zeit laufen. Je länger, um so genauer wird zwar das Ergebnis, aber 2 Minuten sind normalerweise ausreichend (exakt nach Sekundenzeiger stoppen!). Mit einem weichen Bleistift wird die Stelle auf dem Kassettenband markiert, an der vorher die Grenzstelle Tonband/Startband lag. Nun ziehen Sie das Bandstück zwischen Anfang und Bleistiftstrich aus der Kassette heraus und messen es zentimetergenau aus (nicht wundern, bei einer Laufdauer von 2 Minuten beträgt seine Länge etwa 5,7 m!). Wenn Sie das herausgezogene Bandstück vorsichtig behandeln – nicht knittern, vor Staub schützen, dann läßt es sich anschließend wieder problemlos einspulen, ohne Schaden genommen zu haben.

In beiden Fällen errechnet sich die tatsächliche Bandgeschwindigkeit  $v$  in cm/s wie folgt:

$$v = 1,66 \cdot \frac{\text{Bandlänge in m}}{\text{tatsächliche Laufdauer in min}}.$$

Bei Plattenspielern zählt man am besten die Umdrehungen des Plattentellers in einer bestimmten Zeit, wenn der Verdacht besteht, daß die Drehzahl nicht stimmt. Genaue Ergebnisse erhält man auch dabei nur dann, wenn die Zeit nicht zu kurz gewählt wird. Darum empfehlen wir, den Test bei der Drehzahl 33 U/min vorzunehmen, dann soll der Plattenteller in 3 Minuten exakt 100 Umdrehungen ausführen. Es sollte dabei aber eine Platte abgespielt werden, weil schon die Reibung der Nadel in der Rille das Zählergebnis verändern kann. Eine kleine helle Markierung am Plattentellerrand erleichtert das Auszählen. Dieses Verfahren ist jedenfalls genauer als die Verwendung einer Stroboskopscheibe (→ 16.7.).

Die Drehzahl- bzw. Geschwindigkeitsabweichung  $S$  ergibt sich in allen Fällen zu:

$$S \text{ in } \% = \frac{\text{Istwert} - \text{Sollwert}}{\text{Sollwert}} \cdot 100 \text{ \%}.$$

Liegt das errechnete Ergebnis von  $S$  deutlich über ± 2 %, dann sollte man das Gerät in einer Fachwerkstatt einregulieren lassen. Bei einem Plattenspieler mit Drehzahl-Feineinsteller tun Sie es selbstverständlich selbst.

## 5.17. Was verbirgt sich hinter dem Wort phono bei Heimtongeräten?

Phono kommt aus dem Griechischen und ist die Kurzform von phonos = Ton. Schon EDISON verwendete dieses Wort bei seinem Phonographen (Ton-schreiber). Auch in der Stereophonie und Quadrophonie ist es enthalten. Eine Phonotheke ist die Sammlung von Tonaufnahmen, und nicht zuletzt er-

innert das von BARKHAUSEN eingeführte phon als Einheit der Lautstärke daran.

Bei Heimtongeräten wird phono meist als Vorsilbe verwendet. So ist ein Phonogerät ein Plattenspieler und ein Phonoautomat ein solcher, bei dem die Wahl der Plattentellerdrehzahl sowie das Aufsetzen und Abheben nach Start-Tastendruck vollautomatisch geschehen. Sinngemäß bezeichnet man die Eingangsbuchse für den Plattenspieler als Phonoeingang.

### 5.18. Wie funktioniert prinzipiell ein Videorecorder?

Vor der eigentlichen Erklärung der Funktionsweise müssen wir das Hauptproblem der Bildspeicherung gegenüber der Tonspeicherung erkennen. Hörschall liegt in einem Frequenzbereich bis höchstens 20 kHz, für sehr gute Tonqualität reicht allerdings eine Speicherung von Signalen bis 15 kHz aus; Bildsignale dagegen haben einen Frequenzumfang von 0 Hz bis 5 MHz (5 Millionen Schwingungen je Sekunde, → 2.3.). Unser Kassettenrecorder für Tonaufzeichnungen läuft mit einer Bandgeschwindigkeit von 4,76 cm/s. Also müssen bei den höchsten Tönen 15 000 Schwingungen auf einer Tonspurlänge von 4,76 cm Platz haben; jede vollständige Schwingung beansprucht demnach etwa 3 tausendstel Millimeter ( $3 \mu\text{m}$ ). Damit kommt man bereits in Größenordnungen, die der Länge der einzelnen Magnetteilchen auf dem Band entsprechen. Viel kürzere Schwingungen,

wie sie bei den Bildfrequenzen bis hin zu 5 MHz entstünden, könnte man also auf diese Weise überhaupt nicht speichern, ... es sei denn, die Magnetspur glitte schneller am Aufnahmekopf vorbei, so daß jede Schwingung auch mehr Platz in Längsrichtung der Spur hätte. Wollte man das allein mit einer höheren Bandgeschwindigkeit erreichen, so müßte man bald auf Grenzen stoßen<sup>1</sup>. Es entstünde bei der erforderlichen hohen Bandgeschwindigkeit ein enormer Bandverbrauch, die Spieldauer wäre nur kurz, und die mechanischen Probleme des Bandantriebs wären kaum zu beherrschen. Darum „verlängert“ man die Magnetspur auf dem Band – und macht sie dabei gleichzeitig schmäler –, indem man sie schräg daraufschreibt. Daraus kommt auch die Bezeichnung Schrägspurverfahren (Bild 5.9). Wie wird so etwas praktisch bewerkstelligt? Das Band läuft im Videorecorder nicht wie beim Tonbandgerät bei Aufnahme und Wiedergabe an einem stillstehenden Kopf vorbei, sondern es umschlingt in schrägem Lauf eine sogenannte Kopftrommel (Bild 5.10). Während das Videoband mit konstanter Geschwindigkeit weitergezogen wird, rotiert in der Kopftrommel sehr schnell ein Kopfrad mit den (normalerweise 2) Videoköpfen, und jeder Kopf schreibt bei jeder Umdrehung des Kopfrads eine Spur schräg auf das Band. Ist der eine Kopf oben an der

<sup>1</sup> Es gibt allerdings auch ein Videorecordersystem, das nach diesem sogenannten Längsspurverfahren arbeitet, das System LVR mit einer Bandgeschwindigkeit von 4 m/s!

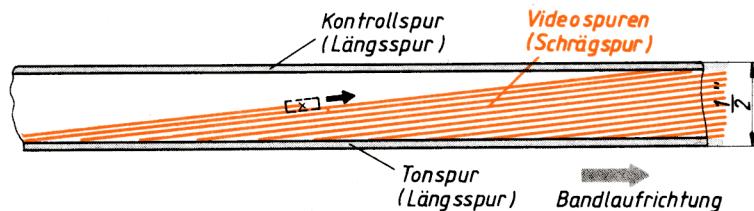


Bild 5.9

So liegen die Spuren auf einem Videomagnetband

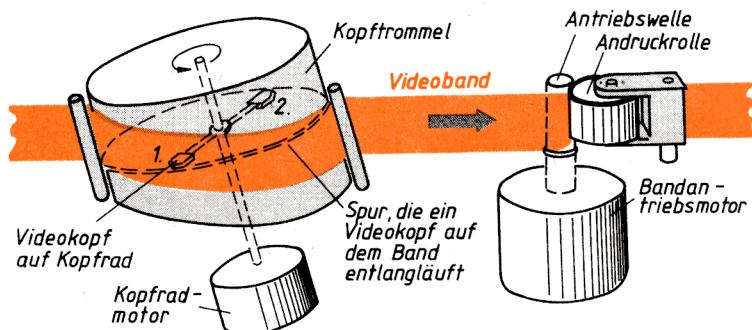


Bild 5.10

Die Schrägspur entsteht durch schiefe Umschlingung der Kopftrommel

Bandkante angekommen, so trifft der andere gleichzeitig wieder auf die Unterkante des Bandes – allerdings ein kurzes Stückchen hinter der vorangegangenen Spur, denn das Band läuft ja inzwischen weiter – und beginnt die nächste Spur zu schreiben.

Die in Bild 5.10 gezeigte Methode der Kopftrommelmumshaltung heißt  $\Omega$ -Umschaltung (sprich Omega). Sie ist nur eine von mehreren Möglichkeiten, die aber für das automatische Einfädeln von Kassettenvideobändern im Recorder besonders gut geeignet ist.

Auf jeder Schrägspur wird normalerweise ein komplettes Fernsehhalbbild mit 312 1/2 Zeilen ( $\rightarrow$  3.2.) aufgenommen. Jeder Videokopf überstreicht die Spur also gerade in 1/50 Sekunde. Das hat u. a. den Vorteil, daß man den Bandtransport bei der Wiedergabe anhalten kann, so daß das Bild stillsteht und die Videoköpfe immer die gleiche Spur mit einem bestimmten Halbbild abtasten. Die Folge: ein unbewegtes Fernsehbild (Standbildwiedergabe), allerdings wegen der fehlenden Zwischenzeilen nicht ganz so scharf wie gewohnt.

Damit nicht genug! Man kann das Band auch schneller oder langsamer als normal laufen lassen und sogar rückwärts. Auf diese Weise sind Zeitraffer-, Zeitlupen- und Rückwärtswiedergabe möglich. Die Qualität der in diesen Betriebsarten wiedergegebenen Bilder ist allerdings je nach Recordersystem recht unterschiedlich.

Am Beispiel des Videorecorders nach dem System VHS seien die wichtigsten Kenndaten eines der vielen existierenden Systeme zusammengestellt (VHS, Abk. für Video Home System = Videoheimsystem, von der japanischen Firma JVC entwickelt).

Breite des Videobands: 1/2" = 12,7 mm

2 Videoköpfe

Kopftrommeldrehzahl: 1500 U/min

Breite der aufgezeichneten Videospur: 49  $\mu$ m

Bandgeschwindigkeit: 2,34 cm/s (Standardvariante) oder 1,17 cm/s (Langspielvariante)

Aufzeichnungsdauer maximal: 4 bzw. 8 Stunden.

Beim Prinzip der Schrägspräraufzeichnung mußte für die Wiedergabe ein zusätzliches Problem gelöst werden. So ist nicht vollständig zu vermeiden, daß das Magnetband an der Antriebswelle immer ein wenig rutscht und noch dazu ungleichmäßig (Schlupf). Dadurch wäre ohne Gegenmaßnahmen nicht gesichert, daß der Videokopf bei Wiedergabe völlig exakt auf die aufgezeichnete Spur trifft. Schon bei den geringsten Abweichungen würde er zwischen den Spuren „lesen“ oder diese schräg überstreichen. In der Folge wären Störungen im Fernsehbild unvermeidbar, bis hin zu seinem vollständigen Zerfall.

Darum ist es notwendig, die Geschwindigkeit des Videobands mit der Drehzahl des Kopfrads in einen festen Zusammenhang zu bringen. Das geschieht bereits bei der Bildaufzeichnung und funktioniert stark vereinfacht so: Auf einer Kontrollspur, die längs einer Bandkante verläuft, wird durchgängig eine Schwingung aufgezeichnet, deren Schwingungszahl in einem festen Verhältnis zur Drehzahl des Kopfrads steht. Läuft nun bei der Wiedergabe zum Beispiel das Band aus irgendeinem Grunde kurzzeitig etwas zu langsam – wodurch der Videokopf die vorgesehene Magnetspur verlassen müßte –, dann wird auch die Schwingung auf der Kontrollspur am abtastenden Kopf etwas langsamer vorbeigezogen. Die Folge ist, daß ihre Frequenz nun niedriger liegt als normal. Über einen komplizierten Regelmechanismus – das Bandservo-System – wird daraufhin der Bandantriebsmotor etwas beschleunigt, so daß der Videokopf weiterhin auf seiner Spur verbleiben kann. Der ganze Regelmechanismus ist außerdem mit den Halbbildwechseln fest verknüpft, damit jedes Halbbild bei der Aufnahme auch korrekt am Anfang der Schrägspur beginnt. Vor der Aufnahme muß das Bildsignal von elektronischen Baugruppen im Videorecorder so aufbereitet werden, daß die magnetischen Eigenschaften des Bands am günstigsten ausgenutzt werden können. Außerdem müssen noch die Farbsignale in geeigneter Weise untergebracht werden, schließlich sind alle modernen Recorder farbtauglich.

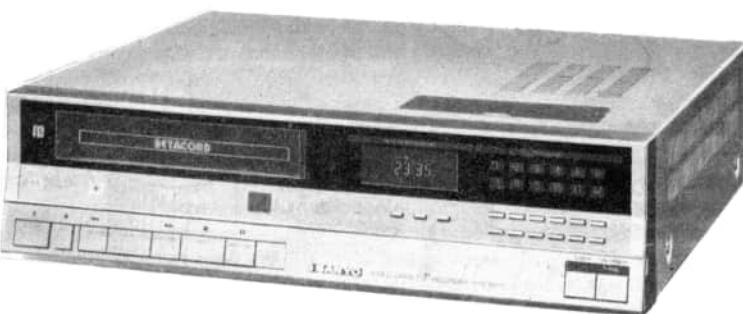


Bild 5.11  
Videorecorder (System VHS)  
mit eingebautem Fernsehempfangsteil und Schaltuhr.  
Foto: Werkskatalog SANYO, 1984

Auf dem Videoband muß zusätzlich zum Fernsehbild auch der Ton aufgezeichnet werden. Das ist prinzipiell kein Problem, denn es kann ebenso geschehen, wie auf Tonbändern auch: auf einer Spur in Längsrichtung des Bandes. Weil aber die Videobänder zum Teil sehr langsam laufen – viel langsamer als das Band in der Kompaktkassette, → Beispiel VHS – ist mit der Tonqualität oft nicht viel los. Bei einigen Systemen waren anfänglich 8 bis 10 kHz die Obergrenze. Dieser Mangel konnte inzwischen beseitigt werden. Heute gibt es HiFi-Videorecorder, bei denen man das Band bei der Tonaufzeichnung zusätzlich auf der schrägen Videospur gewissermaßen in die Tiefe hinein magnetisiert und damit gute Tonqualität erreicht.

In den meisten Videorecordern ist ein Fernsehempfangsteil eingebaut, damit man bei der Aufnahme unabhängig vom Fernsehgerät ist. Außerdem lassen sich Amateur-Videokameras anschließen, mit denen man selbst Fernsehbilder aufnehmen und sogar ganze Handlungsabläufe gestalten kann, ganz ähnlich wie beim Amateurfilm. Mit einer eingebauten Schaltuhr lassen sich die meisten Videorecorder auf die gewünschten Aufnahmemeeren voreinstellen.

Videorecorder werden inzwischen so klein gebaut, daß sie in eine handliche Amateur-Videokamera mit hineinpassen. Man spricht dann vom sogenannten Kamerarecorder. Mit ihm arbeitet man wie mit einer Schmalfilmkamera, nur braucht anschließend kein Film entwickelt zu werden. Die Bilder lassen sich so-

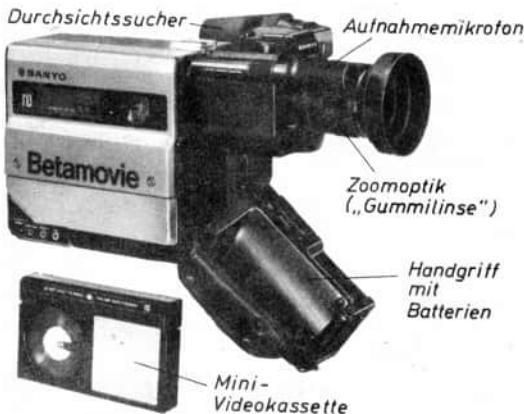
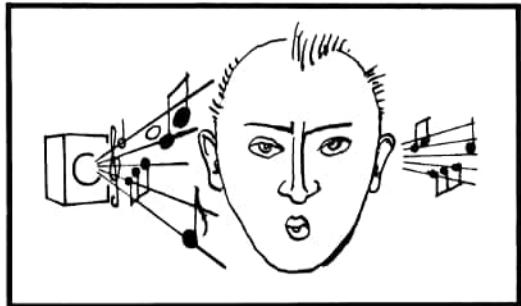


Bild 5.12 Kamerarecorder: Eine kleine Amateur-Fernsehkamera mit eingebautem Videorecorder.  
Foto: Werkskatalog SANYO, 1984

fort unmittelbar nach der Aufnahme betrachten. Und Auch Videobänder sind wiederverwendbar! Amateure, die ihre Bilder mit einem Kamerarecorder oder mit Videokamera und Videorecorder aufnehmen, fotografieren nicht mehr, sie videografieren! Und was treibt eigentlich jener Tonamateur dort mit seinem Mikrofon und dem Kassettenrecorder? Er audiofoniert doch nicht etwa?



## 6. Laut und leise zum Ohr

Der Lautsprecher weckte von jeher die Phantasie der Radiobesitzer und forderte die Aktivitäten unermüdlicher Bastler heraus. Kein Wunder, war er doch von Anfang an jener Teil der Empfangsanlage, der den Zuhörer unmittelbar „ansprach“. Lautsprecherkonstruktionen haben eine Entwicklung vom funktionsbedingten, heute nostalgischen Horn, über Schmuckkästchen mit kunstvollen Intarsien, Ziergittern und barocken Gehäuseformen bis hin zur modernen, zweckbetonten Lautsprecherbox durchgemacht, die man zwar nicht gut verstecken kann, die sich aber vollkommen in die Architektur der Wohnraummöbel einfügt. Hinzu kommt: HiFi-Bewußte zeigen wieder Lautsprecher! Der Grill ist durchscheinend oder

wird, ebenso wie eine Stoffbespannung, einfach fortgelassen. Man sieht die schwingenden Membranen, umrahmt von einem technisch gestylten Design. Die Box bietet auch etwas fürs Auge, sie tritt in Dialog mit dem bewußten Zuhörer. Moderne HiFi-Boxen sind ausgereifte Produkte Jahrzehntelanger Erfahrungen im Lautsprecherbau, auch wenn in ihnen noch immer die gleichen Wandler schwingen wie vor über 50 Jahren: elektrodynamische Lautsprecher!

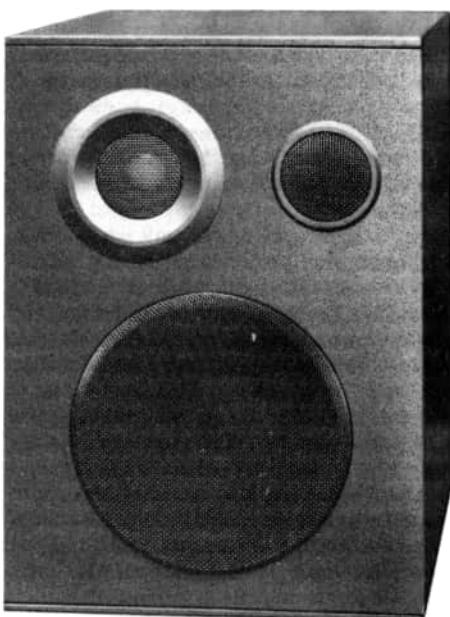
Doch nicht nur das Äußere einer Box wird vom Geschmack des Besitzers geprägt, auch der Lautsprecherklang kann in der Spanne der HiFi-Grenzwerte vielfach variieren. Längst wissen es die HiFi-Enthusiasten und Fachleute: Mit den technischen Daten allein lässt sich der Klang einer Box nicht vollständig beschreiben. Subjektive Kennzeichnungen, wie hell, durchsichtig, vordergründig, sonor, aber auch dumpf, dröhrend, spitz, sind da viel plastischer. Gute Fachverkaufsstellen haben daher einen Vorführraum mit abgestimmten akustischen Eigenschaften, fern vom Lärm der Außenwelt, in dem sich ein Interessent verschiedene Boxen vergleichend anhören und dann nach eigenem Hörgeschmack einen Typ auswählen kann.

Doch auch das weiß der Fachmann: Nicht die Box allein macht den Klang, sondern der Wiedergaberaum und die Aufstellung der Lautsprecher gestalten ihn mit. Schall, der die reflektierenden Raumwände trifft, mischt sich mit dem Originalklang der Box und verändert das Klangbild im Raum insgesamt, bei Stereowiedergabe bei beiden Lautsprechern teilweise ganz verschieden. Dabei spielt eine Eigenschaft der Boxen mit, die in den



Bild 6.1  
Nostalgische Lautsprecherkonstruktionen: Horn- und Konuslautsprecher.  
Foto: Leue

Bild 6.2 Moderne Zweiweg-Lautsprecherbox nach dem Baßreflexprinzip (rechts mit abgenommener Frontverkleidung)  
Foto: Leue



technischen Daten meist keine Berücksichtigung findet: die Schallbündelung. Eigentlich wünschte man sich Lautsprecher, die jeglichen Schall nur in ein bestimmtes Raumgebiet nach vorn, nicht aber auch Anteile zur Seite und nach hinten abstrahlen. Da der Schall dann weniger an die Raumwände gelangen würde, könnte man auf diese Weise den akustischen Einfluß des Zimmers zurückdrängen. Objektiv, d. h. gemäß seinen Eigenschaften, klingt ein Lautsprecher nur im Freien. Ein frommer Wunsch ist diese gleichmäßige Schallbündelung! Nur bei mittleren und hohen Tonlagen bündeln die Lautsprecher stärker, bei

höchsten Diskantlagen oft viel zu stark. Das ist aber ein physikalisches Grundgesetz, das man bei der Lautsprecherbox nur teilweise überlisten kann, und zwar durch Einbau mehrerer Lautsprecher in eine Box, durch die Membrangröße und -form sowie durch Zerstreuungsgitter. Trotzdem haben moderne Boxen für Heim eine technische Reife und einen ausgewogenen Klang erreicht, von dem man vor Jahren nur träumen konnte. Ist es ein Wunder, daß zum unmittelbaren Partner des Gehörs – zum Lautsprecher also und zu seiner Klangwirkung – immer wieder Fragen auftauchen?

## 6.1. Warum brauchen Lautsprecher ein Gehäuse?

Sicher würde ein Lautsprecherchassis, frei im Zimmer an den Zuleitungsdrähten schaukelnd, keinen sehr erfreulichen Raumschmuck abgeben. Aber das ist eigentlich der unwichtigste Grund, weshalb man die Lautsprecher in Boxen einbaut. Doch man muß sich auch davor hüten, im Lautsprechergehäuse etwas ähnliches sehen zu wollen, wie beispielsweise im Korpus

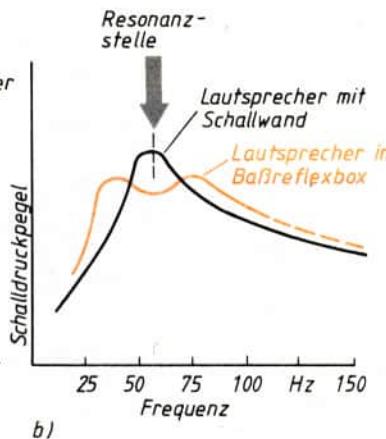
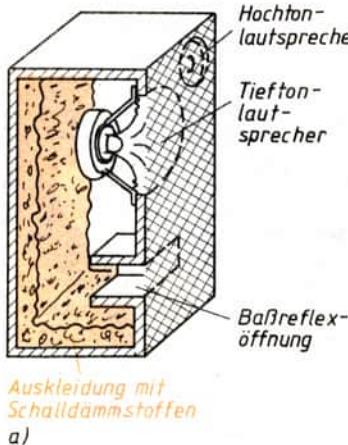
einer Violine. Letzterer soll mit den Saiten schwingen, deren Klang veredeln und verstärken. Das Lautsprechergehäuse dagegen soll am besten überhaupt nicht vibrieren, und auch die Luft im Inneren soll nicht „wie bei einer angeblasenen Flasche“ in Resonanz geraten. Den Klang soll einzigt und allein die Schwingungsform der dem Lautsprecher zugeführten Tonenergie bestimmen! Lautsprechergehäuse haben eigentlich nur eine Aufgabe, nämlich die schwingende Luft zwischen Mem-

bravvorder- und Membranrückseite voneinander zu trennen. Der Schall soll nämlich in den Raum hinausgestrahlt werden und nicht auf kürzestem Wege zur Membranrückseite einen Ausgleich suchen. Daher wäre eine möglichst ausgedehnte glatte Trennwand mit dem einmontierten Lautsprecher im Prinzip das beste „Gehäuse“. Wer aber kann sich schon so etwas ins Zimmer stellen?

Manche Boxen müssen außerdem durch eine zweckmäßige Konstruktion dazu beitragen, schlechte Klanggewohnheiten der Lautsprecher etwas zu mildern (→ 6.2.). Darum fordert der HiFi-Standard auch nicht vom Lautsprecher allein bestimmte Eigenschaften, sondern von der konstruktiven Einheit Lautsprecher mit Box, dann auch Gehäuselautsprecher genannt.

Damit das Gehäuse nicht mitschwingt, benutzt man dafür möglichst schweres Holz mit großer innerer Dämpfung. Spanplatten sind genau das richtige, auch Marmorgehäuse und durchsichtige, dicke Piacrylgehäuse wurden schon mit Erfolg verwendet. Zusätzlich belegt man die Innenwände der Box mit weichem Wattevlies, oder man stopft sie vollständig mit einem flauschigen Material aus, dem sogenannten akustischen Sumpf. Dann gerät auch das Luftvolumen im Inneren nicht in Resonanz, und keine einzelnen Töne treten dröhnend hervor.

Es ist ein technisches Kuriosum, daß ausgerechnet die beiden ebenmäßigsten geometrischen Körper – die Kugel und der Würfel – sich als Lautsprechergehäuse am schlechtesten eignen. Alle Abmessungen im Inneren sind gleichgroß, und man könnte sogar mit einem Lineal ausmessen, welche Einzeltöne stehende Schallwellen erzeugen und damit im Klangbild lästig laut wahrgenommen werden.



Das alles gilt allein für den Lautsprecher, der die tiefen Töne des ganzen musikalischen Klangspektrums abstrahlen soll, den Tieftonlautsprecher. Mittel- und Hochtonlautsprecher brauchten eigentlich kein Gehäuse. Aus Zweckmäßigkeitssgründen und weil sie sich allein ja nicht zur Schallwiedergabe eignen, baut man sie in das Gehäuse des Tieftonlautsprechers gleich mit ein.

## 6.2. Was ist eine Baßreflexbox, und wie funktioniert sie?

Alle Lautsprecher sind mechanische Gebilde und können bei bestimmten Schwingungszahlen in Resonanz geraten. Die Lautsprechermembran führt dann sehr große Bewegungshübe aus, viel größere, als es der sie anregenden Tonsignalenergie entspricht; der abgestrahlte Schall ist besonders laut. Ursache für diese Resonanz, die bei Tieftonlautsprechern abhängig von ihrer Größe und Konstruktion bei etwa 40 bis 100 Hz liegen kann, also im Bereich der Baßtöne, sind die schwingenden Massen von Membran, der Antriebsspule und des angrenzenden, mitschwingenden Luftsraums in Verbindung mit der federnden Wirkung der Membranaufhängungen und der Elastizität der Luft in der Box. Die Resonanzstelle ist grundsätzlich nicht erwünscht, da sie bestimmte Baßtöne überlaut hervorhebt. Man versucht daher, die großen Resonanzschwingungen etwas abzuschwächen oder – besser noch – die Resonanzstelle zusätzlich zu verbreitern, damit alle Baßtöne möglichst gleichmäßig von ihr profitieren. Das ist darum so vorteilhaft, weil die meisten Lautsprecher ganz tiefe Töne ohnehin nur schwach abstrahlen.

Bild 6.3  
Baßreflexbox  
a) Schnittdarstellung, tunnelförmige Baßreflexöffnung  
b) Abstrahlverhalten im Baßbereich

Eine Verbreiterung der Resonanzstelle gelingt mit der Baßreflexbox. In das Lautsprechergehäuse wird außer der Lautsprecheröffnung noch eine zweite, runde oder eckige Öffnung eingearbeitet, die auch zu einem kurzen Tunnel verlängert sein kann (Bild 6.3). Wenn Gehäusevolumen und Größe der zusätzlichen Öffnung genau auf die Resonanzstelle des eingebauten Lautsprechers abgestimmt werden, dann schwingt bei der Resonanzfrequenz die Luft in der Lautsprecher- und in der Baßreflexöffnung im Gegentakt: Die Schallabstrahlung wird geschwächt, genau wie es erwünscht ist. Bei Tönen dagegen, die etwas ober- oder unterhalb der Resonanzfrequenz liegen, gehen beide Luftsäulen zu Schwingungen im gleichen Takt über, und der Schall wird etwas verstärkt. Praktisch gelingt es mit der Baßreflexbox, bei noch nicht zu üppigem Gehäusevolumen eine recht gleichmäßige Schallabstrahlung im Bereich der tiefen Töne zu erzielen. Bei leistungsstarken und besonders klangobjektiven Studiolautsprechern, bei Disko- und Kapellenanlagen werden Baßreflexboxen mit einem Gehäusevolumen bis zu mehreren hundert Litern verwendet; die Ausführungen für den Heimgebrauch – dennoch meist mit HiFi-Anspruch – liegen selten über 10 Liter.

### 6.3. Welche Vorteile hat ein Kalottenlautsprecher, und wie sieht er aus?

Kalotte heißt Kugelabschnitt, und beim Kalottenlautsprecher hat die Membran die Form einer konvex nach außen zeigenden Kugelkappe. Der restliche Auf-

bau des Kalottenlautsprechers gleicht weitgehend dem eines normalen dynamischen Lautsprechers. Für die Abstrahlung der tiefen Töne baut man Lautsprecher nicht mit Kalottenmembran, das würde keine Vorteile bringen. Aber bei den Ausführungen für mittelhohe und höchste Töne (beginnend etwa bei 300 Hz bis an die Grenze des Hörbereichs) ist die steife und sehr leichte Kalottenmembran aus Lackgewebe, Kunststoff, Pappe oder sogar Metall günstig: Sie zerstreut den Schall besser im Raum als eine herkömmliche trichterförmige Membran, und ihre Bewegung folgt präzise der Schallschwingung. Schon viel früher hat man kleine Kalotten oder trichterförmige Tütchen – sogenannte Hochtonkegel – in der Mitte der Trichtermembran eines Breitbandlautsprechers eingeklebt. Weil dann aber die von der Kalotte oder dem Hochtonkegel abgestrahlten hohen Töne im Takt der Bässe<sup>1</sup> beeinflußt werden (eine Art Doppler-Effekt, der zarte Obertöne in empfindlichen Ohren rauh erklingen lässt), ist mit solchen einfachen Lautsprechern keine HiFi-Qualität zu erreichen. Viel sauberer klingen die hohen Töne, wenn die Schwingungen der Kalottenmembran von einem getrennten Lautsprechersystem angeregt werden, wie es heute bei HiFi-Boxen allgemein üblich ist.

### 6.4. Nach welchen Kriterien sucht man ein Radio oder einen NF-Verstärker im Hinblick auf elektrische Ausgangsleistung aus?

Schwierig, schwierig – eine höchst diffizile Frage, die man in dieser Form eigentlich kaum beantworten kann. Geht man nämlich bei den im Handel befindlichen Geräten lediglich von der verfügbaren Ausgangsleistung aus, dann muß man – will man auf die letztendlich entstehende Lautstärke in einem Zimmer schließen – zwangsläufig zu einem Fehlurteil kommen. Moderne Lautsprecherboxen können nämlich bei gleicher zugeführter Tonsignalleistung durchaus unterschiedliche Lautstärken erzeugen. Offene Boxen und Baßreflexboxen liegen dabei i. allg. etwas günstiger als Kompaktboxen.

Prinzipiell muß man immer von der überhaupt vertretbaren Lautstärke im Raum ausgehen. Diese hängt zum einen davon ab, inwieweit man sich der Original-lautstärke der Übertragung annähern will, zum ande-

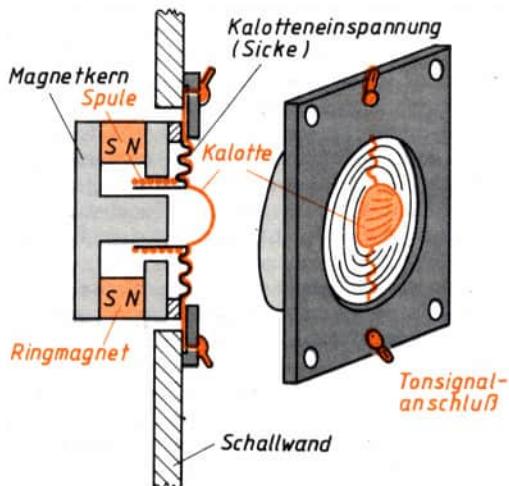


Bild 6.4 Aufbau eines Kalottenlautsprechers

<sup>1</sup> Das passiert bei Musikinstrumenten natürlich ebenso, zum Beispiel, wenn eine Kontrabaßseite außer dem Grundton  $e_1 = 41,2$  Hz auch noch Obertöne um 4 kHz erzeugt. Daran ist aber unser Gehör gewöhnt, es empfindet diesen Doppler-Effekt als natürlich. Beim Lautsprecher dagegen beeinflussen sich die Klänge verschiedener Instrumente gegenseitig.

ren, wie weit man das überhaupt kann, ohne die Nachbarn zu belästigen, also auch davon, wie gut die Wohnung gegenüber den angrenzenden Wohnungen schallisoliert ist. Im günstigsten Falle hat der Bewohner eines Einfamilienhauses mit keinen Nachbarn zu rechnen, vielleicht aber doch mit dem schlafenden Sprößling im Nebenzimmer.

Machen wir mit der nötigen Vorsicht ein paar Angaben zu möglichen Lautstärken (angegeben wird – wie allgemein üblich – der Schalldruckpegel in dB; sprich Dezibel):

- a) HiFi-Wiedergabe, wenn man niemanden stören kann: 90 bis 96 dB
- b) bei normal schallisolierten Wohnungen, tagsüber: 80 dB
- c) nachts oder wenn Schichtarbeiter nicht gestört werden sollen: 70 dB
- d) normale Radiomusik zur Berieselung, früher auch als Zimmerlautstärke bezeichnet: 60 dB.

Jede Lautsprecherbox, die den Namen HiFi nach TGL 28 660 zu Recht tragen darf, muß im Abstand von einem Meter einen Schalldruckpegel von 96 dB garantieren und in 2 m Abstand noch 90 dB erzeugen können. Viel leiser wird es dann auch an allen anderen Stellen eines nicht zu großen und normal möblierten Raumes nicht. Nach dem Kauf einer HiFi-Anlage geht's uns also bestens, denn die Lautstärken nach a) sind anscheinend gesichert.

Das sind aber nur die günstigsten Bedingungen. Sehr große und üppig mit Auslegware, Polstergarnituren und Vorhängen ausgestattete Räume verschlucken nämlich viel Schall, und man kann damit rechnen, daß der Schallpegel noch um 3 bis 6 dB absinkt. Eine ganz einfache, aber recht großzügige Faustformel zur Bestimmung der erforderlichen Ausgangsleistung eines NF-Verstärkers oder Steuergeräts sowie der Nennbelastbarkeit der anzuschließenden Boxen sagt aus, daß man je Stereokanal bei HiFi-Wiedergabe für jeden Quadratmeter der Raumgrundfläche etwa 1 bis 4 Watt benötigt. Der letztgenannte Wert kommt nach Erfahrungen des Autors allerdings nur unter wirklich außergewöhnlich ungünstigen Bedingungen in Frage und berücksichtigt selbst Pegelspitzen im Tonsignal in sehr großzügigem Maße; übliche Werte liegen bei 1 bis 2 Watt je Quadratmeter Wohnfläche. Bei einem 20 m<sup>2</sup> großen Zimmer sind das trotzdem immerhin 20 bis 40 Watt, je nach Schalldämmung und Wirkungsgrad der Lautsprecher. Sehr viel geringer werden die notwendigen Ausgangsleistungen, wenn man sich mit etwas kleineren Lautstärken bescheit. Prinzipiell kann man davon ausgehen, daß eine Halbierung der Leistung stets eine Schallpegelabnahme um 3 dB nach sich zieht, und diese ist gerade eben hörbar. Ein Zehntel der ursprünglichen Leistung bedeutet eine Abnahme um

10 dB, das empfindet man etwa als halb so laut wie vorher. Für unseren Fall nach b) würden demnach bereits 2 bis 4 Watt genügen, ausreichend für ein Radio, das nicht gerade von einem HiFi-Fan betrieben wird. Wollte dagegen ein HiFi-Absolutist seine „Bude“ zum Konzertsaal umfunktionieren und Originallautstärken erreichen, dann stiegen die notwendigen Ausgangs- und Lautsprecherleistungen ins Gigantische! Immerhin erzeugt ein Sinfonieorchester bei höchster Lautstärke Schalldruckpegel bis zu 116 dB. Selbst in einem nur mittelgroßen Wohnzimmer brauchte man mehrere Kilowatt! Wer sollte das bezahlen und wer es ungewollt ertragen? Da eignen sich doch besser Kopfhörer, die, wenn auch im Sinne eines Gehörschadens nicht unbedenklich, sehr laut betrieben werden können, ohne dabei jemanden zu stören.

Tragbare Radios und Recorder kitzeln schon aus recht geringen Ausgangsleistungen passable Lautstärken heraus. Das liegt daran, daß man bei ihren kleinen Lautsprechern auf die Abstrahlung der energiezehrenden tiefen Baßtöne verzichtet. Diese Leistung läßt sich dann bei den mittleren und hohen Tonlagen mitverwenden; der Klang wird zwar heller, aber auch bedeutend lauter.

## 6.5. Welcher Unterschied besteht zwischen Nenn- und Höchstbelastbarkeit eines Lautsprechers?

Lautsprecherboxen darf man keine zu große Leistung aufbürden, sonst verzerrt sie den Ton, oder es werden sogar die Lautsprecher zerstört. Es machte sich also eine Kennzeichnung erforderlich, damit der Betreiber weiß, was er ihnen zumuten darf.

Die vom Hersteller angegebene Nennbelastbarkeit kennzeichnet die zugeführte Tonsignal-Höchstleistung, die eine Box **dauernd** vertragen kann, ohne Schaden zu nehmen. Dabei bleiben auch die Klangverzerrungen in erträglichen Grenzen.

Boxen sollten i. allg. so ausgesucht werden, daß ihre Nennbelastbarkeit mindestens der Ausgangsleistung des zugehörigen NF-Verstärkers oder Steuergeräts je Stereokanal entspricht. Je höher die Nennbelastbarkeit, um so größer ist meist auch die Box, und um so besser gibt sie Baßtöne wieder.

Ist die Nennbelastbarkeit der angeschlossenen Box dagegen kleiner als die Ausgangsleistung, so passiert nichts, solange man die Lautstärke nicht voll aufdreht. Verpassen Sie es aber einmal oder kommt plötzlich eine kräftige Lautstärkespitze – ein Knall, Paukenschlag o. ä. –, dann kann der eingebaute Lautsprecher recht schnell seine Membran aushauchen. Besonders betroffen sind davon die Hochtonlautsprecher in einer Mehrwegebox – eine teure Reparatur! Es gibt allerdings auch Boxen mit einer sogenannten

Überlastungsschutzschaltung – so die Dreiwegebox „Corona“ –, bei denen das nicht passieren kann. Die nicht immer angegebene Höchstbelastbarkeit, auch Musik- oder Grenzbelastbarkeit genannt, liegt über der Nennbelastbarkeit. Diese Tonsignalleistung muß die Box 2 Sekunden lang vertragen können, ohne daß die schwingenden Lautsprecher Teile irgendwo hörbar anstoßen und ohne daß beim Lautsprecher mechanische bzw. thermische Schäden zurückbleiben. Mit ihrer Höchstbelastbarkeit kann man also eine Box keinesfalls ständig betreiben, sondern dieser Kennwert weist darauf hin, inwieweit die Lautsprecher nicht von überraschenden Lautstärkepitzen vorschnell zerstört werden. Wie leicht kommt es beim unachtsamen Aufsetzen der Nadel des Plattenspielers zu Gedonner aus dem Lautsprecher, wie poltert es manchmal beim Senderabstimmen, wenn man dabei die Lautstärke nicht zurücknimmt!

## 6.6. Warum unterscheidet man bei manchen NF-Verstärkern zwischen Sinus- und Musikleistung?

Die Sinusleistung ist eine Kenngröße für die von einem NF-Verstärker an den Lautsprecher maximal abgabare elektrische Tonsignalleistung, ohne daß schon hörbare Klangverzerrungen entstehen, letztendlich auch ein Maß für die erzielbare Lautstärke im Raum (→ 6.4.). Sie ist leicht und eindeutig messbar und mit der Sinusleistung anderer Verstärker vergleichbar. Ihr Name stammt daher, daß man zur Messung Signale mit harmonischem Kurvenverlauf (Sinusform) verwendet. Deswegen hat die entnommene Leistung einen konstanten Wert.

Die erzielbare Sinusleistung – auch als (maximale) Ausgangsleistung in den technischen Daten des Verstärkers angegeben – wird von den Bauelementen in der Verstärkerendstufe sowie von der Größe und Stabilität der Betriebsspannung begrenzt.

Nun weiß man, daß bei Sprache und Musik – bei den realen Schallereignissen also – es laute und leise Stellen gibt. Da wird kurz auf die Pauke gehauen, im Hörspiel ertönt ein Knall oder ein lauter Schrei; kurzum, die Leistungsentnahme aus dem Verstärker kann beachtlich schwanken. Es ist meist möglich, ihm kurzzeitig eine höhere Ausgangsleistung zu entnehmen, als es der angegebenen Sinusleistung entspricht. Diesen Wert nennt man Musikleistung. Was in diesem Zusammenhang allerdings kurzzeitig heißt, das vermag niemand genau zu sagen.

Wie kommt es dazu, daß eine bestimmte Zeit eine höhere Leistung dem Verstärker entnommen werden kann? Im Netzteil des Verstärkers, das seine Betriebsspannung bereitstellt, gibt es einen sogenannten Ladekondensator, der zur Spannungsglättung eine ge-

wisse Energie menge speichern kann. Damit steht ein „Reservekanister“ zur Verfügung, der immer dann entleert wird, wenn eine kurzzeitige Lautstärkepitze auftritt.

Diesen Ladekondensator kann man etwa mit dem Mühlenteich vergleichen, wie ihn früher der Wassermüller anlegte. Nachts, wenn der Müller schlief und die Mühle nicht rumpelte, füllte der kleine Bach den Teich mit Wasser, so daß der Müller am nächsten Morgen mit voller Kraft losmahlen konnte. Er hatte ja nun einige Zeit viel mehr Wasser zur Verfügung, als das kleine Rinnsal allein liefern konnte. Irgendwann aber, das richtete sich nach seiner Größe, war der Mühlenteich leer gelaufen, die Mühle mußte mit dem Wasser des Baches auskommen und kleckerte nur noch so vor sich hin. Ein anderer Wassermüller an einem großen Strom dagegen hatte immer genügend Wasser, auf einen Mühlenteich konnte er gut und gerne verzichten!

Zwar hinkt auch dieser Vergleich, denn zwischen 2 Lautstärkepitzen vergehen oft nur Sekunden, aber ein wenig kann er uns schon helfen, die Verhältnisse bei Sinus- und Musikleistung zu verdeutlichen.

Reicht die Leistung des Verstärkerkernetzteils aus und hält es die Betriebsspannung trotz großer und ungleichmäßiger Lautstärke konstant, so besteht für den Hersteller kein Grund, zwischen Sinus- und Musikleistung zu unterscheiden, beide Werte sind dann gleich. Kann das Netzteil dagegen Lautstärkepitzen nur kurzzeitig verkraften, mittlere, gleichmäßige Lautstärke dagegen ständig, dann liegen die Angaben für Musik- und Sinusleistung zum Teil beträchtlich auseinander. Darum ist eine gegenüber der Sinusleistung bedeutend größere Musikleistung viel eher ein Hinweis darauf, daß das Netzteil wenig taugt, als daß es ein Qualitätsmerkmal für den betreffenden Verstärker ist.

Die Sinusleistung ist eine ehrliche, genau festgelegte Angabe. Musikleistungen dagegen sind stark vom verwendeten Meßverfahren abhängig. Liegt auch dieses fest, und wird in jedem Falle auch die Sinusleistung ausgewiesen – wie bei uns in der DDR –, dann hat die Angabe der Musikleistung eine gewisse Bedeutung, wenn auch nur mit geringem Informationswert für den Betreiber der Anlage.

Kurios und bedenklich wird die Sache erst dann, wenn das Meßverfahren für die Musikleistung aus Reklamegründen auf imponierende Werte hin hochgejubelt wird. Kapitalistische Hersteller geben die Musikleistung teilweise mit dem Zusatz PMPO (engl. Abk. für Peak Music Power Output = Spitzenmusikausgangsleistung) an. Der überraschte Käufer sieht sich plötzlich mit einer Leistungsangabe bei einem ganz mickrigen Kasten konfrontiert, die eigentlich einer großen HiFi-Anlage besser zu Gesicht stünde! Ist so etwas noch ehrlich?

Ein praktisches Beispiel dazu: Im Jahre 1983 wurde in der DDR das japanische Komponentenportable „C 4“ verkauft, mit einer Ausgangsleistung (Sinusleistung) von 4 W je Kanal, was ja nicht eben wenig ist. Befragte man dagegen den originalen Herstellerkatalog, so fand man dort dasselbe Gerät mit gewaltigen 50 W (PMPO) ausgewiesen. Die Sinusleistung wurde vorsichtshalber verschwiegen.

## 6.7. Was heißt Zimmerlautstärke?

Zimmerlautstärke als amtlicher Begriff stammt aus einer Zeit, in der die Leute noch weniger als heute bereit waren, Lärm zu ertragen. Radiomusik erklang damals noch ungewohnt, und der überdeckende Verkehrslärm war weitaus geringer.

So legte der Gesetzgeber eine Lautsprecherleistung von 50 mW (0,05 W) fest und nannte das damit Erzielbare Zimmerlautstärke.

Obwohl diese Bezeichnung auch heute noch viel verwendet wird, wenn man eine Lautsprecherwiedergabe meint, die nachbarliche Belästigung und Unfrieden in der Familie mit Sicherheit ausschließt; die 50 mW haben keine Bedeutung mehr. Welchem Normalverbrau-

cher würde dieser Wert auch etwas sagen, entzieht er sich doch jeglichem Vergleich! Unter Zimmerlautstärke verstehen wir eine angemessene, dem Nachbarn zuzumutende Lautstärke beim Musikhören. Unbekritelter Hörgenuß nach heutigem Verständnis darf etwa bei einem Schalldruckpegel von 55 bis 60 dB liegen, wie er auch ungefähr bei normaler Unterhaltungssprache auftritt. Sollten wir heute überhaupt noch Zimmerlautstärke sagen? Auch die Strand-, Campingplatz- oder Gartenlautstärke dürfte im Normalfall nicht höher sein!

## 6.8. Als älterer und schon etwas schlecht hörender Mensch kann ich mich beim Fernsehen mit meiner Familie nicht auf die einzustellende Lautstärke einigen. Was ich gut höre, ist für die Jüngeren schon viel zu laut. Gibt es da keinen Ausweg?

Es gibt ihn, wir können sogar gleich mehrere empfehlen! Dichteres Heranrücken an das Fernsehgerät ist allerdings keine Lösung, denn soll es wirklich merklich lauter werden, müßten Sie sich schon sehr dicht an das Gerät setzen. Das aber ist ungünstig, weil die dann sichtbare Zeilenstruktur sehr stören würde.

Eine bessere und zumeist brauchbare Lösung ist es daher, einen Zweitlautsprecher anzuschließen – wenn das Fernsehgerät einen Zweitlautsprecheranschluß hat –, und der Schwerhörige stellt ihn ganz dicht neben das besser hörende Ohr.

Weniger störend für die Normalhörenden ist es allerdings, wenn sich das Familienmitglied mit dem schwachen Gehör einen Kopfhörer aufsetzt und sich auch damit in den günstigen Betrachtungsabstand setzen kann. Man wählt einen nicht zu niedrohmigen Kopfhörertyp (etwa um  $2 \times 400 \Omega$ ), den man an der Kopfhörerbuchse oder – über einen käuflichen Adapter für Stereokopfhörer – auch am Zweitlautsprecherausgang betreiben kann. Ein orthodynamischer Kopfhörer „HOK 80“ oder „HOK 80/2“ läßt sich am Zweitlautsprecherausgang auch direkt anschließen. Der Kopfhörer tönt i. allg. laut genug, manchmal schon zu laut, wenn der Fernsehlautsprecher gerade die richtige Lautstärke hat. Dann empfiehlt es sich, ein Adapterstück mit Lautstärkeinsteller zu bauen. Ist dagegen der Kopfhörer noch zu leise (auch das kann bei manchen Ausführungen vorkommen), gibt es 3 Lösungen.

- Von einer Fachwerkstatt wird der Vorwiderstand (Spannungsteiler) am Kopfhörerausgang des Fernsehgeräts verringert. Am günstigsten wäre dazu ein Hausbesuch, bei dem man dem hilfsbereiten Mechaniker das Problem unmittelbar auseinandersetzen und sich an Ort und Stelle von der Wirksamkeit der Maßnahme überzeugen kann.



Bild 6.5 Auch 1929 gab es schon Probleme mit zu großer Lautstärke. Zeitgenössische Karikatur: Der Lautsprecherverstärker.

Foto: Archiv Leue

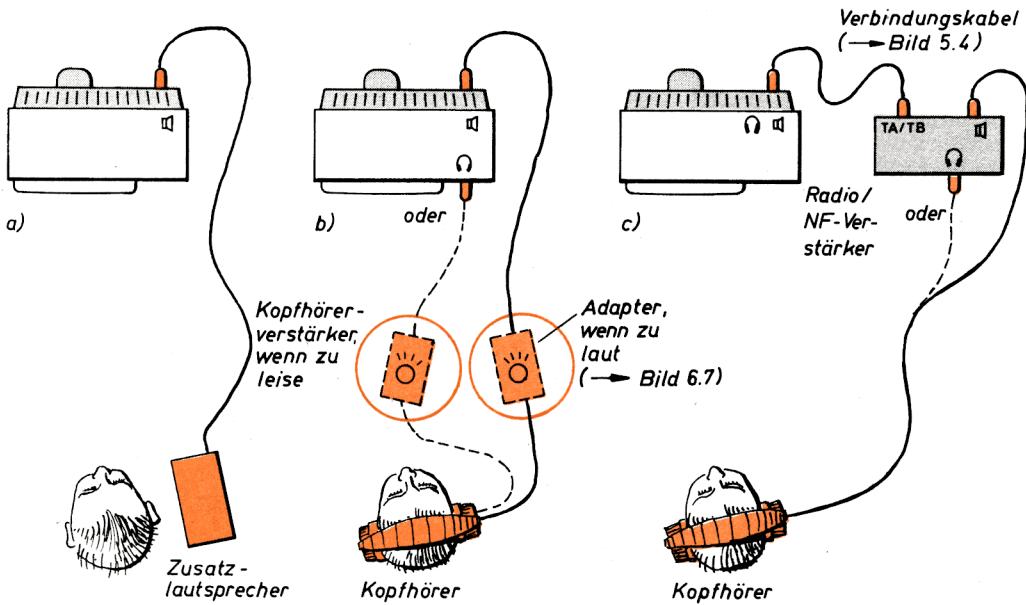


Bild 6.6 Verschiedene Varianten, um den Fernsehton lauter zu hören

- Man benutzt zusätzlich den Rundfunkempfänger zur Fernsehtonwiedergabe und schließt an diesen den Kopfhörer an (→ 5.6.). Dann ist man aller Sorgen ledig und kann sich am Radio die Kopfhörlautstärke ganz nach Belieben einstellen. Vor allem für hörgeschädigte Menschen ist es dabei von Vorteil, daß sie sich dann auch die Klangfarbe passend zu ihrem Hörvermögen einregulieren können.
- Ein polytechnisch begabtes Familienmitglied baustellt einen kleinen Kopfhörerverstärker zusammen. Fertige Bausätze mit ausführlicher Anleitung gibt es schon für wenige Mark in einem Spezial-Bastlergeschäft jeder größeren Stadt. Die Verstärkung ist i. allg. veränderlich, so daß sich ein solcher Kopfhörerverstärker sowohl am TB-Ausgang eines Fernsehgeräts als auch an der Kopfhörerbuchse anschließen läßt. Der Anschluß an der TB-Buchse ist günstiger, weil man dann von der am Fernsehgerät eingestellten Lautstärke unabhängig ist.

Fehlt ein geeigneter Anschluß für einen Kopfhörer am Fernsehgerät überhaupt, dann läßt sich dieser nachträglich mit geringen Kosten einbauen. Allerdings muß das von einer Fachwerkstatt vorgenommen werden, denn bei unqualifizierter Bastelei besteht die Gefahr von Stromschlägen. Es hat sich verschiedentlich herausgestellt, daß Sprache aus ganz kleinen Taschenradios von schwerhörigen Menschen besonders gut verstanden wird, wenn sie den Empfänger dicht ans Ohr halten oder in geringem Abstand neben sich

stellen. Wer diese Mühe beim Fernsehen nicht scheut, der kann auch ein solches Gerät an den Fernsehempfänger anschließen. Weil jedoch Taschenempfänger meistens keinen Toneingang haben, muß dieser von einer Fachwerkstatt nachgerüstet werden. Dazu ist allerdings unumgänglich, daß ein Wellenbereich geopfert wird, um eine Taste für den Fernsehitoneingang freizubekommen. Man verzichtet am besten auf Lang- oder Kurzwelle.

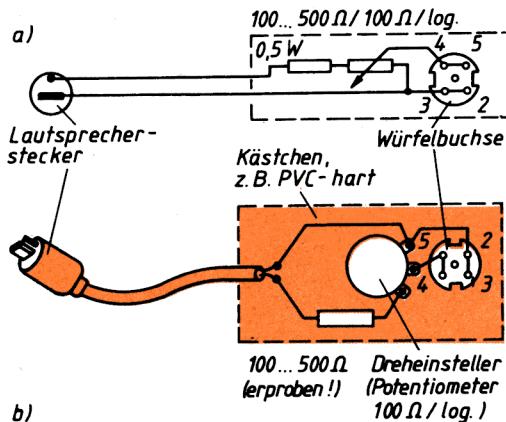


Bild 6.7 Adapter zur Lautstärkeeinstellung  
a) Schaltung b) Verdrahtungsschema

## 6.9. Gegen die Benutzung eines tragbaren Geräts mit Kopfhörern werden immer wieder Bedenken geäußert. Sind sie gerechtfertigt?

Es ist schon ganz erstaunlich, was diese kleinen Kästchen mit den unscheinbaren Kopfhörerchen – „Walkman“ heißen sie allgemein – für eine gute Tonqualität liefern, aber vor allem, was für beträchtliche Lautstärken sie ihrem Benutzer in die Ohren zu blasen vermögen. Da kommt selbst der Disko-Sound fast nicht mehr mit! Ob Rundfunkempfang auf UKW, ob Kassettenwiedergabe, sie ertönen in Stereo und sind bei alldem so leicht, daß man sie bequem am Gürtel tragen kann.

Trotzdem, wo ein Walkman auftaucht, sind außer beglückten auch geplagte Ohren nicht weit.

Für die Umwelt ist es wohl erträglicher, einen scheinbar unmotiviert tänzelnden, wippenden oder „wie entmaterialisiert nach innen lauschenden“ Spaziergänger zu bemerken, als sich an einem ansonsten stillen Ort unfreiwillig lautstarke Recordermusik anhören zu müssen. Aber Übertreibung hat auch beim Walkman meist böse Folgen. So ist es bei ständig allzusehr aufgedrehter Kopfhörerlautstärke nicht unwahrscheinlich, daß sich der unvernünftige Benutzer nach einiger Zeit ein wesentlich weniger aktuelles und

beliebtes Gerät an die Ohren setzen muß: ein Hörgerät nämlich! Die Herausbildung einer physiologischen Lärmschwerhörigkeit nimmt leider keine Rücksicht darauf, ob sie von einem erwünschten oder von einem lästigen Geräusch hervorgerufen wird.

Und dann: Für solche Musik-Fans versinkt die Umwelt im Donner der Membranen! Sie sind nicht mehr ansprechbar; vor allem im Straßenverkehr überhören sie leicht eine herannahende Gefahr.

Fast schon ein bißchen kriminell wird die Sache, wenn ein Auto-, Motorrad- oder Radfahrer solche Dinger benutzt. Da sollen sich doch gleich die Paragraphen 1 und 8 der Straßenverkehrsordnung zum Fragezeichen krümmen! Wo bleibt die Konzentration auf den Verkehr, besonders auf einsatzbedingte Sondersignale und Hupwarnungen? Wozu wird vor der Fahrschule das Gehör auf Tauglichkeit untersucht? Nun rede sich aber niemand damit heraus, daß auch Hörgeschädigte ein Fahrzeug führen dürfen und daß schließlich auch die motorisierten Verkehrsordnungshüter Kopfhörerhelme tragen! Man darf dabei nicht vergessen, daß bei Schwerhörigen die restlichen Sinneschärfer werden. Diese Menschen kennen ihr Handicap, und sie stellen sich im Verkehr bewußt darauf ein. Verkehrspolizisten dagegen tragen die Kopfhörer ausschließlich der Pflicht wegen, und es ist wohl auch



Bild 6.8 Die Antenne ist der beste Hochfrequenzverstärker!: Walkmen 1923.  
Karikatur: Trier; mit Genehmigung der WILLIAM VERLAG AG, London

stark anzuzweifeln, daß sie sich darunter am Synkopenhang der Gruppe „Motörhead“ ergötzen. Darum sollte jeder Walkmanbesitzer seine Verantwortung gegen sich und gegen andere wahrnehmen und seinen Apparat nur dort tragen, wo es angebracht ist: bei Freizeit und Spiel, beim Sonnenbaden und vor dem Schlafengehen, auch beim Waldspaziergang – wenn ihn der Gesang der Vögel nicht mehr zu erfreuen vermag. Und: Er sollte sein Gerät im eigenen Interesse nicht ständig so laut aufdrehen!

## 6.10. Was ist ein orthodynamischer Kopfhörer?

Der ortho- oder isodynamische Kopfhörer ist eine Sonderbauform des modernen dynamischen Kopfhörers. Bei ihm wird keine Tauchspule verwendet, sondern die „Spule“ ist ringsförmig oder in Schleifen direkt auf einer sehr weich eingespannten Kunststoffmembran aufgebracht. Es wird auch kein Magnetsystem mit ringsförmigem Luftspalt eingesetzt, in dem die Spule schwingt, sondern das Magnetsystem ist komplizierter aufgebaut, weil jeder Spulenwindung bestimmte Magnetpole gegenüberstehen müssen.

Der große Vorteil des orthodynamischen Kopfhörers ist seine bestechende Klangtreue, denn die sehr leichte Membran führt ganz gleichmäßige, flächenparallele und von Eigenschwingungen freie Bewegungen aus, wenn ihre Spulenzüge vom Tonsignal durchflossen werden. Von dieser Eigenschaft hat der Kopfhörer auch seinen Namen erhalten (griechisch *ortho*... = gerade, richtig).

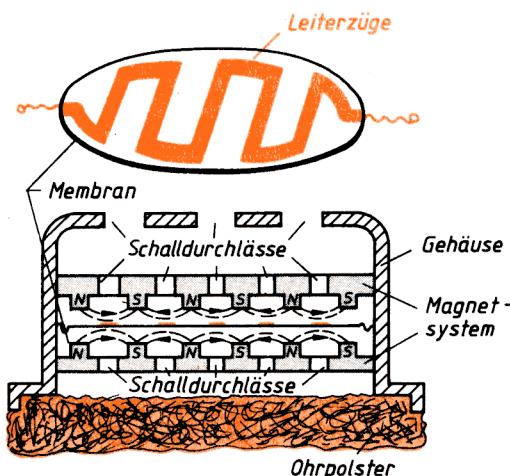


Bild 6.9 Orthodynamischer Kopfhörer  
oben: Kunststoffmembran mit mäanderförmig aufgedampfter Spule

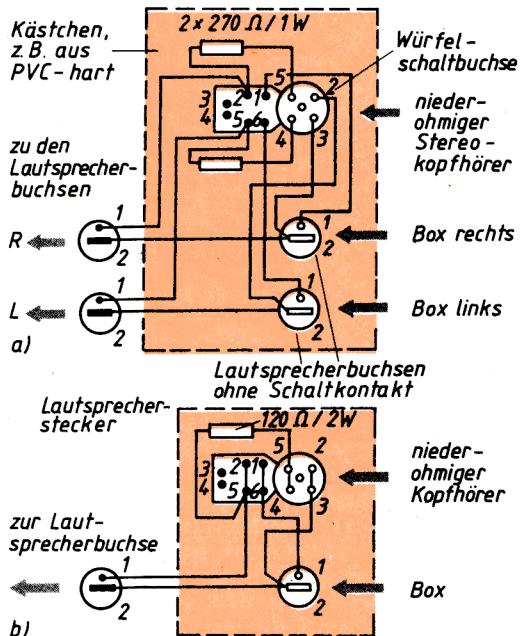
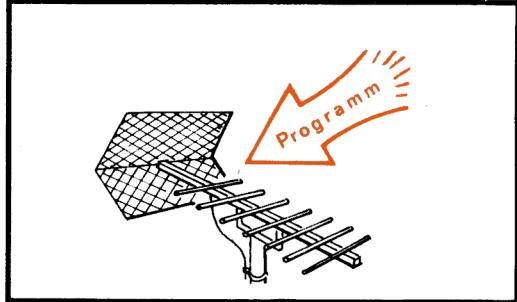


Bild 6.10 Adapter zum Anschluß niederohmiger Kopfhörer an Lautsprecherausgänge. Durch Drehen des Kopfhörersteckers um 180° lassen sich die angeschlossenen Boxen wahlweise ab- oder miteinschalten  
a) Stereoausführung b) Mono-Ausführung

Beim orthodynamischen Kopfhörer ist es ein kleiner Nachteil, daß er bei großen Lautstärken eine vergleichbar höhere Leistung aufnimmt als ein herkömmlicher dynamischer Kopfhörer. Er ist meist relativ niederohmig und kann daher an einer Kopfhörerbuchse teilweise zu leise klingen. Speziell hat der Typ „HOK 80“ eine Impedanz von  $60 \Omega$  je Kapsel, der weiterentwickelte Typ „HOK 80/2“ dagegen ist vorteilhaft mittelohmig,  $300 \Omega$  je Kapsel. Der Mangel zu geringer Lautstärke läßt sich in einer Fachwerkstatt durch eine kleine Veränderung am Anschluß der Kopfhörerbuchse im Gerät beseitigen (nicht am Kopfhörer!). Lautstark klingt ein orthodynamischer Kopfhörer in jedem Falle an einem Lautsprecherausgang, er ist bei üblichen Ausgangsleistungen bis etwa 25 W vollkommen überlastungssicher.

Sollen Boxen und Kopfhörer an den Lautsprecherausgängen eines Stereogeräts betrieben werden (Boxen wahlweise ein oder aus), dann empfiehlt sich die Anfertigung eines Spezialadapters nach Bild 6.10. Der orthodynamische Kopfhörer ist wegen seines relativ großen Magnets etwas schwerer als andere Typen, was bei längerem Tragen evtl. lästig werden kann.



## 7. Landebahn für „Raumtransporter“ – die Antenne

Ohne leistungsfähige Antenne – sie wurde übrigens von dem russischen Physiker POPOW schon Ende des vorigen Jahrhunderts erfunden – gleicht jeder Radiohörer, jeder Fernsehzuschauer einem am dampfenden Suppenkessel sitzenden, ausgehungerten Zeitgenossen, dem man keinen Löffel gegeben hat. So, wie die Suppe als Träger wichtiger Nahrungsergien für den Menschen von Bedeutung ist (die Art der Suppe ist unwichtig), so bedient man sich der elektromagnetischen Wellen als Transporter der Programmsignale von Rundfunk und Fernsehen. Nur sie können auf drahtlosem Wege den Raum durchheilen. Sind die Wellen erst einmal von der Antenne eingefangen und als Hochfrequenzschwingungen vom Empfänger verstärkt worden, so haben sie ihre Mission erfüllt und sind vollkommen wertlos geworden. Nur das Transportgut, eben die Bild- bzw. Toninformationen aus den Aufnahmestudios, gelangt zu Auge und Ohr.

Sehr entscheidend ist, daß der Raumtransporter – eben die elektromagnetische Wellen – auf die Landebahn Antenne gut daraufpaßt. So ist es vorteilhaft, wenn der Antenne etwa die Abmessungen einer halben oder ganzen Wellenlänge gegeben werden. Sie gerät dann nämlich in Resonanz

mit der Hochfrequenzschwingung, ähnlich einem Schwingkreis aus Spule und Kondensator (→ 1.1.), und entnimmt dem elektromagnetischen Feld maximal mögliche Energie. Diese Tatsache hat der deutsche Funkpionier Georg Graf v. ARCO bereits im Jahre 1900 entdeckt. Die Wellen im UKW-Bereich (87,5 bis 104 MHz) haben beispielsweise die durchschnittliche Länge von ungefähr 3 m, und die Empfangsschleife der UKW-Antenne (der Dipol = Zweiopol, weil er 2 Anschlußklemmen hat) wird demzufolge etwa 1,5 m lang angelegt. Das funktioniert aber zum Beispiel im Mittelwellenbereich mit Wellenlängen von etwa 200 bis 600 m nicht mehr. Solche Antennenbandwürmer würde kaum jemand haben wollen. Glücklicherweise ist das bei längeren Wellen auch nicht notwendig, denn unsere Lang-, Mittel- und Kurzwellenempfänger sind empfindlich genug, um auch nur mit einem Stückchen Draht oder einer eingebauten Ferritantenne auszukommen. Mehr Antennenenergie wäre auf diesen Bereichen sogar von Nachteil, würden doch sehr weit entfernte Sender, die auf einem benachbarten oder sogar auf dem gleichen Kanal arbeiten wie der erwünschte, zusätzlich aufgefangen und den Hörgenuss stören. Bei Kurzwellen ist das ohnehin fast immer der Fall, weil sie sich besonders gut ausbreiten und an den oberen Schichten der Stratosphäre reflektiert werden. Das gilt auch für Mittelwellen in den Abend- und Nachtstunden, in denen der Empfänger ein babylonisches Sprachgewirr erschallen läßt.

UKW-, Fernseh- und Ferritantennen haben eine bemerkenswerte Eigenschaft, mit der kein Hochfrequenzverstärker im Empfänger konkurrieren kann: Sie können in eine bevorzugte Richtung „hören“ oder „sehen“. Das läßt sich ausnutzen, um hochfrequente Störungen – sei deren Ursache ein knatternder Funke in einem elektrischen Gerät oder ein unerwünschter Sender – auszublenden, wenn sie aus einer anderen Richtung als das erwünschte Sendeprogramm kommen. Je größer die räumliche Ausdehnung eines Antennengebildes ist, natürlich bei sinnvoller Anordnung und richtigen Abmessungen der Stäbe, Gitter und Reflektowände, um so besser ist auch dieser Ausblendeffekt.

Ungezählte Fragen wirft die Antennenanlage auf, einige wollen wir in diesem Kapitel beantworten.

## 7.1. Mitunter liest man eine Anzeige: „Instal- liere Ihre Colorantenne!“ Gibt es überhaupt eine spezielle Antenne für Farbempfang?

Nein, die gibt es nicht! Das ist ganz einfach einzusehen. Bei Einführung des Farbfernsehens mußte man dafür sorgen, daß das herkömmliche Schwarzweißbild gewissermaßen im Farbbild enthalten blieb (→ 3.4.). Sonst wären ja die vielen Millionen vorhandener Schwarzweißempfänger mit einem Schlag wertlos geworden. Auch mußte man die gleichen Fernsehkanäle mit ihrer Kanalbreite von 7 MHz beim I. Programm (VHF) und 8 MHz beim II. Programm (UHF) weiterbenutzen. Diese sind nach der geltenden Fernsehnorm festgelegt worden, und andere stehen nicht zur Verfügung. Empfangsbereich und Kanalbreite sind aber bei einer Fernsehantenne die beiden Kenngrößen, auf die es beim Empfang normgerecht ausgestrahlter Fernsehprogramme ankommt. Zusätzlich werden zwar noch Richtwirkung und Antenneneffektivität vom Hersteller angegeben – diese kennzeichnen die Leistungsfähigkeit, mit der die Antenne Sender in Hauptempfangsrichtung empfangen kann und gleichzeitig Signale aus anderen Richtungen unterdrückt –, beide Eigenschaften stehen aber in keinem Zusammenhang mit der Fernsehnorm. Demnach ist für Schwarzweiß- und Farbempfang durchaus die gleiche Antennenanlage benutzbar.

Möchte jemand von einem Schwarzweiß- auf ein Farbfernsehgerät umsteigen und hat er Bedenken bei der Antennenfrage, so möge er aufmerksam sein. Schwarzweißbild betrachten. Ist es nicht durch Schneegestöber verunstaltet, sind die Konturen klar und nicht plastisch abgesetzt, wird das Bild nicht mehrfach nebeneinander abgebildet (Geisterbild, → 12.7.), ist auch kein nadelstreifen-, pepita- oder fischgrätenartiges Muster zu erkennen (Moiré), dann kann der Kauf beruhigt getätigkt werden. Kosten für eine neue Antennenanlage sind nicht zu befürchten. Ist jedoch einer oder sind mehrere der geschilderten Bildmängel sichtbar, dann ist damit zu rechnen, daß diese Fehler im Farbbild besonders lästig hervortreten und daß zusätzlich die Farben verfälscht, zerrissen oder tanzend (ähnlich einem Konfettiregen) wiedergegeben werden. Solche Mängel können vor allem dann auftreten, wenn man sich an der Grenze der Senderreichweite befindet; aber sie entstehen manchmal leider auch dann, wenn man sehr dicht am Sender wohnt.

In beiden Fällen kann meist der ortsansässige Antennenfachmann helfen, der die Empfangsbedingungen am Ort gut kennt und auch über die erforderlichen Antennen nebst Zubehör sowie Meßgeräte verfügt, um wieder ein ordentliches Bild zu zaubern.

Der Begriff „Color“ wird manchmal auch an anderer Stelle sinnverwirrend benutzt. So erschien zum Bei-

spiel im Jahre 1983 ein neuer Typ von Antennenkabel mit dem interessewekenden Namen „Coaxcolor“ im Handel. Der Laie könnte nun glauben, es handele sich um einen Kabeltyp mit besonderer Eignung für Farbfernsehgeräte. Weit gefehlt! Ein Kabel mit vorzüglichen elektrischen und mechanischen Eigenschaften zwar – perfekt gegen Störeinstrahlung abgeschirmt, mit geringen Energieverlusten und sehr witterungsbeständig –, aber grundsätzlich geeignet für alle Antennenanlagen, für UKW und Fernsehen mit und ohne Farbe!

## 7.2. Was ist ein Einbuchsenantenneneingang?

Wie wir wissen, benötigt ein Fernsehgerät zum Empfang des I. Programms (VHF) und des II. Programms (UHF) 2 getrennte Antennen. Lange Zeit waren daher an der Rückseite des Fernsehgeräts auch 2 Antennenbuchsen eingebaut, eine für VHF, die andere für UHF. In modernen Antennenanlagen für Individual- oder Gemeinschaftsempfang werden die Signale von den einzelnen Antennen bereits kurz hinter den Antennenanschlüssen zusammengefaßt und über ein gemeinsames Kabel geleitet. Das spart u. a. Antennenleitungen. Moderne Fernsehgeräte haben daher nur noch eine Antennenbuchse, den Einbuchsenantenneneingang, auf den man das gemeinsame Antennenkabel direkt stecken kann. Bei Gemeinschaftsantennenanlagen geschieht das mit einer kurzen Antennenanschlußleitung von der Buchse „TV“ in der Antennen-Wandsteckdose zum Fernsehgerät. Die Aufteilung der gemeinsam übertragenen Antennensignale auf das VHF- und das UHF-Empfangsteil erfolgt im Fernsehgerät selbst. Eine kleine Schwierigkeit entsteht, wenn man ein schon älteres Fernsehgerät mit noch 2 Antennenbuchsen an das gemeinsame Antennenkabel anschließen möchte. In welche der

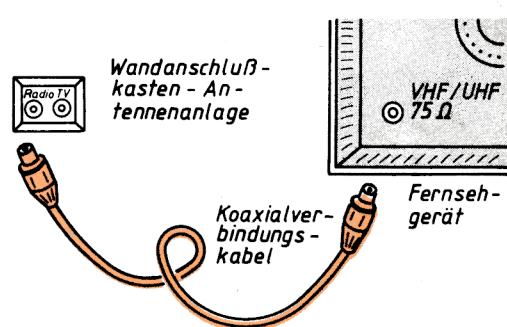


Bild 7.1 Einbuchsenantenneneingang und das erforderliche Anschlußkabel bei Gemeinschaftsantennenanlagen

beiden Buchsen soll man den Koaxialstecker des Kabels stecken? In die meisten paßt er sowieso nicht hinein. Da hilft eine Empfängerweiche, um das Antennensignal in VHF und UHF schon vor dem Empfänger aufzuteilen. Sie kann in verschiedenen Ausführungen mit passenden Steckern käuflich im Fachgeschäft für Rundfunk und Fernsehen erworben werden (Bild 7.6e/f).

### 7.3. Unter welchen Bedingungen ist eine Unterdachantenne günstig?

Unter dem Dach installierte Empfangsantennen sind recht beliebt, denn sie haben eine ganze Menge Vorteile. Sie sind den Witterungsunfällen nicht ausgesetzt, und darum nagt der Zahn der Zeit viel weniger an ihnen als an ihren ungeschützten Kollegen über dem Dach. Keine Nässe kann die Korrosion begünstigen, Wind schaukelt nicht am Mast, kein dörender Sonnenstrahl läßt das Antennenkabel brüchig werden. Die Empfangsqualität bleibt über Jahre und Jahrzehnte hinweg stabil. Unterdachantennen brauchen nicht besonders massiv befestigt zu werden, und man begibt sich dabei nicht in Absturzgefahr. Eine aufwendige Erdungsanlage ist ebenfalls nicht erforderlich, wenn man einige Forderungen berücksichtigt: Es muß ein Mindestabstand gegenüber Schornsteinen, Lüftungseinrichtungen und der Innenseite des Daches von 0,5 m eingehalten werden, und das Antennenkabel darf außerhalb des Gebäudes nur in den nicht verbotenen Bereichen nach Bild 7.5 verlegt sein.

Die Unterdachantenne ist so zu montieren, daß der

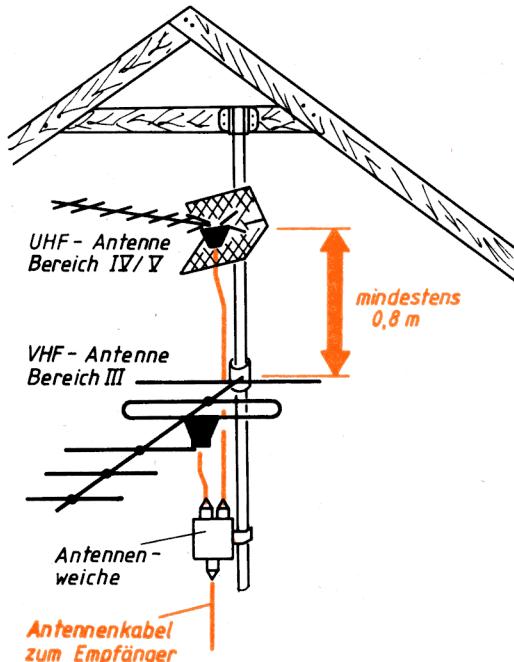


Bild 7.3. Einzuhaltender Mindestabstand bei der Montage einer Unterdach-Antennenanlage für beide Programme (VHF und UHF)

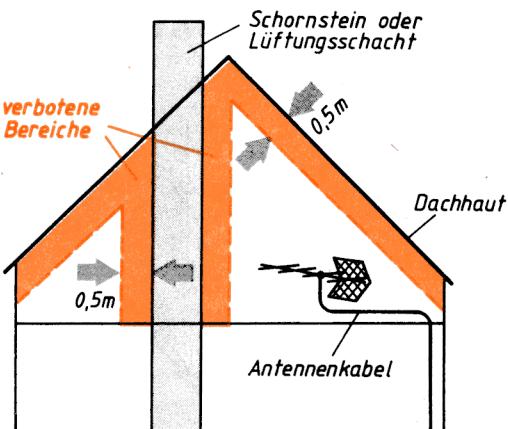


Bild 7.2 Verbotene Bereiche bei der Installation einer Unterdachantenne ohne Erdungsanlage

Schornsteinfeger nicht beim Heraussteigen auf das Dach behindert wird.

Eine solche Antenne hat jedoch auch Nachteile. Innerhalb eines Hauses ist das elektromagnetische Feld oft verzerrt und geschwächt. Die Antenne arbeitet also nicht unter den günstigsten Bedingungen, und wenn das Dach zusätzlich naßgeregnet ist oder eine Schneeschicht trägt, kann der Empfang noch schwächer werden. Wer also perfekte Ton- und Bildqualität wünscht, der kann eine Unterdachantenne je nach Empfangslage (Berg oder Tal, ein- oder mehrgeschossiges Gebäude, freie Sicht in Richtung Sender oder Hindernisse davor) nur bei kurzer bis mittlerer Senderentfernung verwenden. Erfahrungswerte dafür liegen etwa bei:

- |                              |               |
|------------------------------|---------------|
| – Schwarzweiß-Fernsehempfang | 60 bis 80 km  |
| – Farbfernsehempfang         | 30 bis 40 km  |
| – UKW-Mono-Empfang           | 50 bis 60 km  |
| – UKW-Stereoempfang          | 20 bis 25 km. |

Bei Farbfernsehgeräten sollten Unterdachantennen außerdem nur dann verwendet werden, wenn sich das Gebäude in einem aufgelockerten Siedlungsgebiet befindet. Bei dichterer Bebauung und Hindernissen im Strahl der Wellen kommt es sehr oft zu störenden Geisterbildern oder Doppelkonturen.

Bei größeren Entfernungen zum Sender oder starkem Geisterbild (auch in Sendernähe) hilft eine Antenne mit stärkerer Richtwirkung, also mit mehr Stäben, wenn dafür unter dem Dach genügend Platz ist. Man muß sie genau auf den Sender ausrichten. In sehr geringem Abstand vom Fernsehsender kann eine solche Antenne aber ein zu großes Antennensignal liefern.

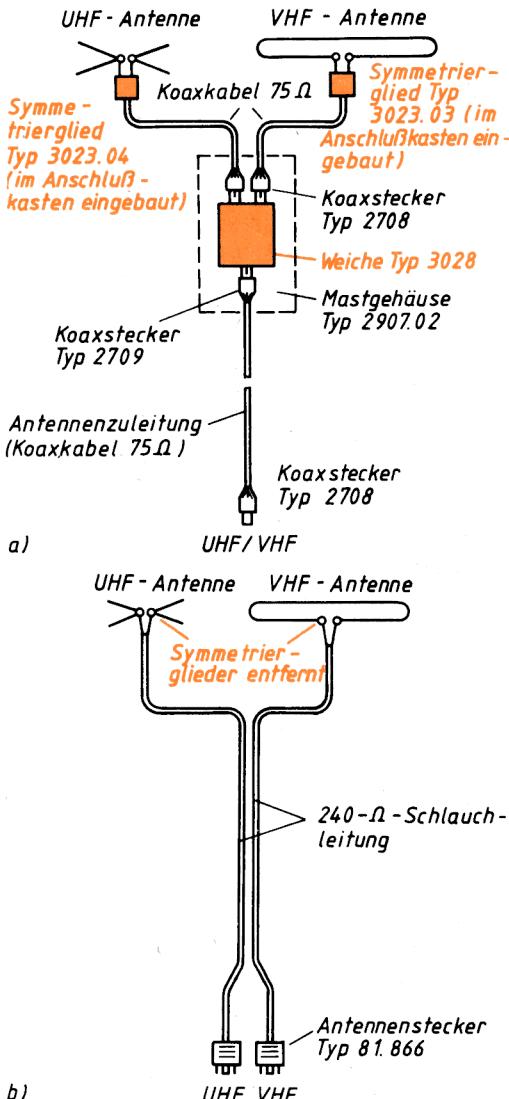


Bild 7.4 Varianten zum Anschluß der Antennenzuleitung  
a) günstig beim Einbuchsantenneneingang am Fernsehgerät  
b) günstig bei getrennten, symmetrischen Antenneneingängen für VHF und UHF

Sie erkennen das am Fernsehbild, wenn helle Partien kalkig oder überstrahlt wirken, wenn Unschärfe auftritt oder sich zusätzliche, unmotivierte Konturen bilden. Dann hilft ein Dämpfungsglied oder ein einstellbarer Dämpfungsstecker vor dem Antenneneingang des Fernsehempfängers. Dieser hat einen weiteren Vorteil: Man kann ihn bei witterungsbedingt schlechtem Empfang auf geringere Dämpfung stellen.

Wer die notwendigen Kenntnisse zur Auswahl der geeigneten Antenne(n) einschließlich des Zubehörs hat (Weichen, Kabel, eventuell Antennenverstärker) und weiß, wie man das alles ordnungsgemäß installiert, der kann sich seine Antennenanlage unter dem Dach selbst montieren. Die Antennen für das I. und II.

Fernsehprogramm sollen dabei einen Mindestabstand von etwa 2 m haben, gerechnet vom jeweils äußersten Punkt der Stäbe. Es wird empfohlen, und das gilt besonders für die UHF-Antenne, vor ihrer endgültigen Befestigung einen Standort mit günstigen Empfangsergebnissen zu ermitteln. Manchmal verbessert schon eine Verschiebung um einige Zentimeter das Bild erheblich!

Wer es ganz gründlich machen will, der sollte dazu seinen Fernsehempfänger auf dem Dachboden anschließen und den Antennenstandort nach dem besten Bildeindruck wählen. Reale Verhältnisse ergeben sich aber nur dann, wenn das Antennenkabel schon seine richtige Länge hat. Es soll ansonsten so kurz wie möglich gehalten werden.

#### 7.4. Was ist bei einer Fensterantenne zu beachten?

Läßt sich an einem Fenster oder auf dem Balkon eine Rundfunk- oder Fernsehantenne günstig montieren, so können Sie damit recht ansprechende Empfangsergebnisse erzielen. Von besonderem Vorteil ist es, daß i. allg. recht kurze Antennenkabel genügen, so daß das Antennensignal nicht unnötig geschwächt wird. Die Ergebnisse liegen bei einer Fensterantenne etwa zwischen denen von Außenantenne auf dem Dach und Unterdachantenne (→ 7.3.). Vorteile haben immer die Bewohner der oberen Stockwerke mehrgeschossiger Häuser, weil einsteils die Empfangsleistung einer Antenne mit der Höhe über dem Erdboden zunimmt, andererseits bei hoher Lage kaum noch mit Hindernissen zwischen Sende- und Empfangsantenne zu rechnen ist.

Wenig Sinn hat das Anbringen einer Fensterantenne auf der senderabgewandten Seite des Hauses. Trotzdem ist es manchmal möglich, befriedigenden Empfang zu erzielen, wenn es gelingt, die Antenne auf ein reflektierendes Bauwerk auszurichten. Praktisch empfängt man dann den „Geist“ (→ 12.7.) statt des Originalbilds.

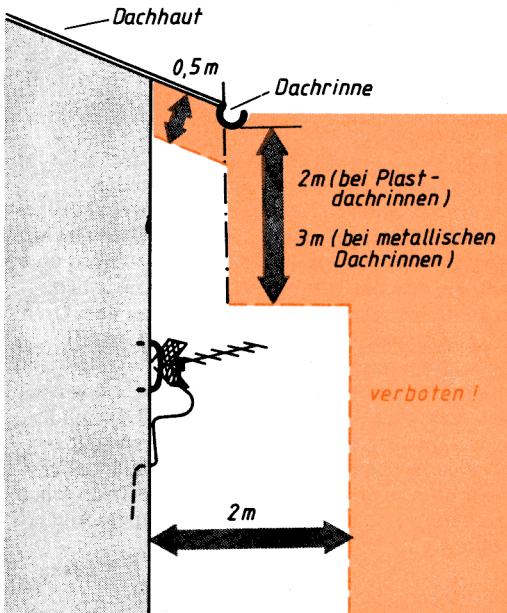


Bild 7.5 Verbotene Bereiche bei der Installation einer Fenster- oder Balkonantenne ohne Erdungsanlage einschließlich Antennenzuleitung

Fensterantennen lassen sich meist so anbringen, daß sie nicht an eine Erdungsanlage angeschlossen zu werden brauchen. Die in diesem Fall einzuhaltenden Abstände zeigt Bild 7.5. Auf eine stabile Montage müssen Sie aber trotzdem Wert legen, damit die Fensterantenne nicht bei Sturm herabfallen und Schaden anrichten kann. In einem solchen Falle haftet der Errichter! Darum sollte man vor allem längere und schwerere Antennengebilde nicht allein am Fensterrahmen anschrauben, sondern ein kurzes Tragrohr auf 2 stabile Böcke setzen und diese im Mauerwerk verankern. Dazu darf nur Zementmörtel – keinesfalls Gips – verwendet werden.

Die Auswahl der Antennen und die Ausrichtung auf besten Empfang wird sinngemäß wie bei den Unterdachantennen vorgenommen.

### 7.5. Wie ist zu verfahren, wenn man einen Zweitfernsehempfänger korrekt an eine bereits vorhandene Antennenanlage anschließen will?

In manchen Haushalten wird bereits ein zweiter Fernsehempfänger angeschafft, oder das Gerät von der Datsche soll im Winter in einem Raum der Wohnung aufgestellt werden, damit endlich der Streit ums Pro-

gramm wenigstens im Winterhalbjahr ruht. Schließlich kann man auch daran denken, daß sich 2 Familien in günstiger Empfangslage die Kosten für eine gemeinsame Antennenanlage teilen und sich daran beide ohne Nachteil anschließen.

Ein Zweitempfängeranschuß empfiehlt sich dann nicht, wenn ohnehin schwacher Empfang besteht, im Bild also bereits Schnee und Grieß zu erkennen sind. Die zur Verfügung stehende Antennenenergie würde dann auf beide Empfänger aufgeteilt werden; jeder bekommt nur die Hälfte<sup>1</sup>. Auch wenn einer der beiden Empfänger ausgeschaltet ist, ändert sich daran nichts! Beim Anschluß des Zweitempfängers würde das Bild noch schlechter werden, als es ohnehin schon ist. Diesen Mangel kann man allerdings durch Einbau eines aktiven Zweifachverteilers vermeiden, den müßte aber ein Antennenfachmann installieren. Bei Gemeinschaftsantennenanlagen sollten Sie außerdem überprüfen lassen, ob sich nicht eine zweite Anschlußdose anbringen läßt. Ist ausreichend Antennenenergie vorhanden und der vorhandene Fernsehempfänger zeigt ein einwandfreies Bild, dann kann man sich mit geringen Mitteln normalerweise selbst helfen. Am einfachsten ist die Sache, wenn nur ein gemeinsames Antennenkabel für das I. und II. Programm ankommt, wie das zum Beispiel auch bei Gemeinschaftsantennen der Fall ist. Dabei handelt es sich immer um ein  $75\text{-}\Omega$ -Koaxialkabel (Kennzeichen: runder Querschnitt, ein zentraler Mitteldraht, von Abschirmgeflecht umgeben). In diesem Falle genügen ein Zweifachverteiler und einige Stecker (Bild 7.6a), die man für wenig Geld in einem Rundfunkfachgeschäft erwirbt.

Kommen dagegen 2 getrennte Antennenkabel beim Fernsehempfänger an, können es entweder ebenfalls Koaxialkabel sein, doch auch  $240\text{-}\Omega$ -Schlauchleitungen sind möglich (Kennzeichen: ovaler Querschnitt, 2 symmetrisch angeordnete Innendrähte, normalerweise kein Abschirmgeflecht). Dafür dienen die Anschlußvarianten nach Bild 7.6b) oder c).

Bei allen vorgeschlagenen Möglichkeiten braucht zum Zweitempfänger im anderen Raum nur ein  $75\text{-}\Omega$ -Koaxialkabel gelegt zu werden. Mauerdurchbrüche sind dabei unkritisch, allerdings darf das Kabel keinesfalls gequetscht werden. Der Anschluß der Antennenkabel an die beiden Fernsehgeräte richtet sich nach deren Antenneneingängen. Alle neueren Fernsehempfänger haben einen Einbuchsenantenneneingang ( $75\text{ }\Omega$ ) gemeinsam für VHF und UHF. Dann genügt ein einfacher Koaxialstecker am Ende des Antennenkabels (Bild 7.6d). Sind dagegen getrennte

<sup>1</sup> Praktisch ist es sogar weniger als die Hälfte, weil im verwendeten Zweifachverteiler und dem anderen Zubehör noch zusätzliche Verluste an den Bauelementen entstehen.

Antenneneingänge für VHF und UHF vorhanden, so wird zusätzlich eine Empfängerweiche mit den entsprechenden Steckern benötigt. Die Varianten zeigen die Bilder 7.6 e) und f).

Vor zwei Dingen seien alle Selbermacher gewarnt: In keinem Falle darf man sich mit dem Kabel für einen Zweitempfänger einfach parallel auf den vorhandenen Antennenstecker am Erstempfänger aufklemmen! Das

führt immer zu bedeutenden Qualitätsminderungen im Fernsehbild, vor allem zu Doppelkonturen und Schnee. Außerdem dürfen an den installierten Anschlußdosen der Gemeinschaftsantennenanlage keinerlei eigenmächtige Veränderungen vorgenommen werden. Negative Auswirkungen in der gesamten Antennenanlage, also bei allen angeschlossenen Fernsehteilnehmern, können die Folge sein!

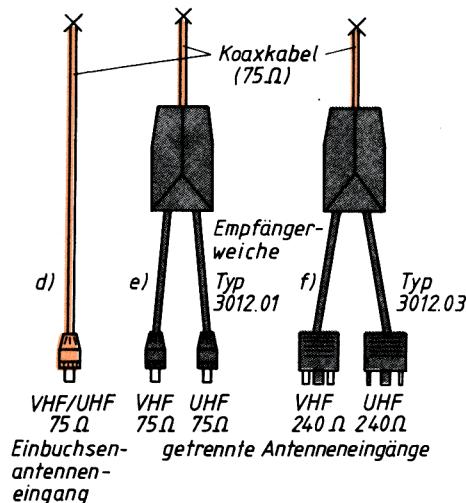
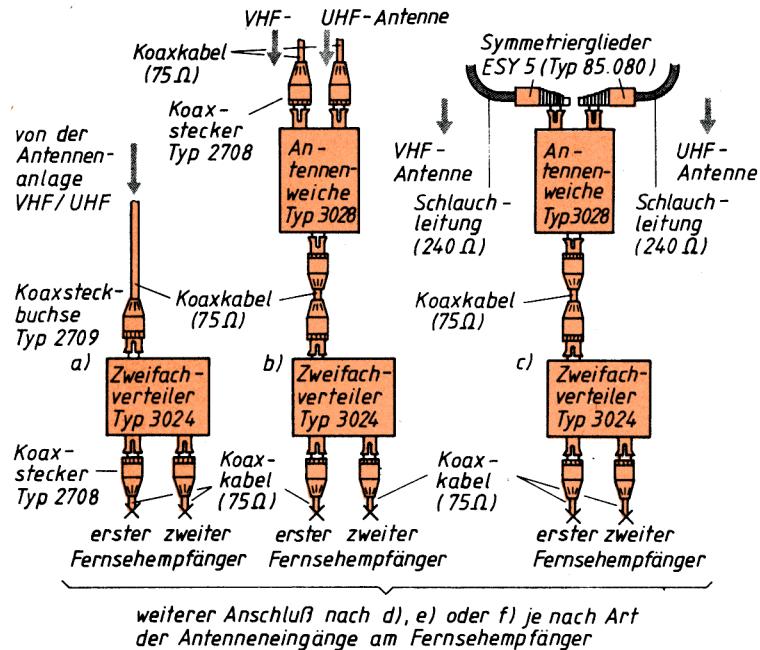


Bild 7.6 Varianten zum Anschluß eines Zweitfernsehgeräts an eine bereits vorhandene Antennenanlage

## 7.6. Wie läßt sich feststellen, ob an einer Bildstörung die Antenne oder der Fernsehempfänger schuld ist?

Schon die Art des Bildfehlers gibt uns einen wichtigen Hinweis. So haben folgende Fehler niemals ihre Ursache in der Antennenanlage:

- flaues, kontrastarmes, aber nicht stark vergriesstes Bild
- verzerrte Bildproportionen, zum Beispiel zu kurze Beine oder flache Köpfe
- ein zu schmales oder zu wenig hohes Bild mit dunklen Streifen an den Bildkanten, wobei oben ein paar hellflimmernde Linien erscheinen
- örtliche Farbflecke oder Farbsäume an den Bildschirmrändern, die auch im Schwarzweißbild zu sehen sind
- Veränderungen der Bildgröße bei sich ändernder Bildhelligkeit; es wirkt, als ob das Bild dabei aus-einanderfließt
- farbige Konturen, vor allem in den Bildecken
- ständig unscharfe Bilder auf allen Programmen
- schnurrendes Geräusch im Ton (Intercarrierbrummen), besonders bei Schrifteinblendungen
- fischgrätenartiges, waagerechtes, schräges bzw. senkrechtes Streifenmuster, grob oder fein, gerade oder geschlängelt, stillstehend oder sich laufend verändernd (Moiré). Dieser Fehler ist meist auf Funkstörungen zurückzuführen (→ 14.12.), er kann allerdings durch eine unzureichende Antennenanlage begünstigt werden.

Bei anderen Fehlern ist mit recht großer Sicherheit die Ursache in der Antennenanlage zu vermuten. Dazu zählen:



Bild 7.7 Eine mögliche Erscheinungsform von Moiré. Die Streifen können auch schmäler oder breiter sein, schlängelförmig oder fischgrätenartig verlaufen und ständig Form und Richtung ändern.

Foto: Leue

- plastische Bildkanten, Doppelkonturen oder Geisterbild (→ 12.7.)
- Schneegestöber und Grieß (Bildrauschen), Farbflocken, wie Konfettiregen wirkend
- zeitweiliger Bildzerfall mit Rauscheinbrüchen im Ton, vor allem bei Sturm oder vorbeifahrenden Verkehrsmitteln
- kurzzeitiges Verschwinden der Farben.  
Bei Antennenfehlern ist außerdem oft nur ein Programm betroffen, und sie verändern teilweise mit der herrschenden Witterung ihre Stärke, treten beispielsweise nur bei Regenwetter auf.



Bild 7.8

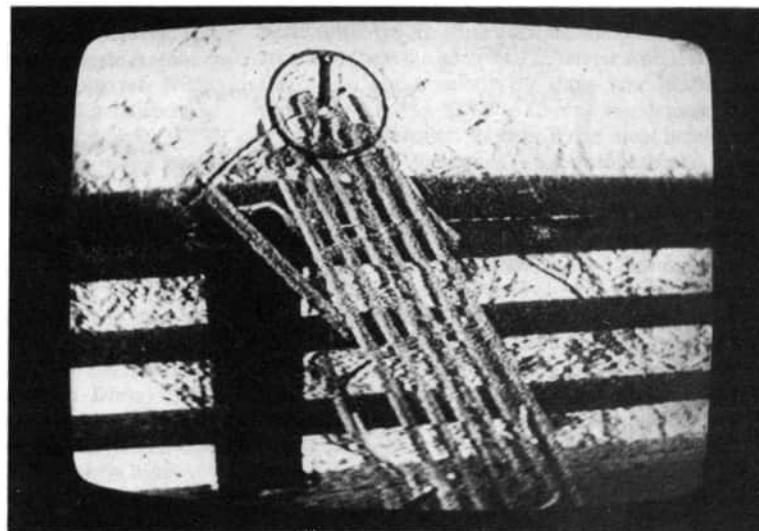
Plastische Bildkanten (Reliefbildung) und Schnee; so etwas deutet immer auf einen Fehler in der Antennenanlage hin.

Foto: Leue

Bild 7.9

Schnee auf dem Bildschirm (der Fachmann spricht von Bildrauschen); dazu paßt der Bob!

Foto: Leue



Wer vermeiden möchte, daß im Zweifelsfall u. U. der falsche Spezialist bemüht wird, der sollte am besten sein Fernsehgerät zu einem Bekannten schaffen, dessen Antennenanlage in Ordnung ist und es dort probeweise anschließen.

Ziehen Sie den Antennenstecker allerdings oft aus dem Fernsehgerät heraus, dann müssen Sie auch mit einem Wackelkontakt oder Kabelbruch am Stecker rechnen. Den Stecker abzuschneiden und einen neuen zu montieren ist wohl die einfachste Selbsthilfemaßnahme.

Bei Störungen an Gemeinschaftsantennenanlagen, deren Nutzung im Mietvertrag verankert ist, meldet man den Defekt der Hausverwaltung.

### 7.7. Warum stehen in manchen Gegenden die Antennenstäbe senkrecht?

Elektromagnetische Wellen, die auch unsere Fernsehbilder herantragen, bestehen genaugenommen aus zwei miteinander verknüpften Erscheinungen: einer elektrischen Feldstärkewelle und einer magnetischen. Beide stehen senkrecht aufeinander und schwingen quer zur Laufrichtung der Welle, die sich ja mit Lichtgeschwindigkeit vom Sender zum Empfänger ausbreitet. Nachdem sie von der Sendeantenne abgestrahlt wurden, behalten die elektrische und die magnetische Feldstärkewelle ihre Schwingungsebene im Raum bei. Liegt die elektrische Feldstärkewelle dabei waagerecht, wie das bei UKW und den meisten Fernsehkanälen der Fall ist, so spricht man von horizontaler Polarisation. Im anderen Fall, bei senkrecht schwingender elektrischer Feldstärkewelle, liegt vertikale

Polarisation vor (Bild 7.10). Bei horizontaler Polarisation stehen auch die Stäbe von Sende- und Empfangsantennen (die ja quasi das elektrische Feld am Empfangsort abtasten müssen) wie gewohnt waagerecht. Es hat sich aber gezeigt, daß vor allem in gebirgiger Gegend der Zuschauer teilweise besser mit einer vertikal polarisierten Welle zu erreichen ist. In einem solchen Falle verlieren auch fremde Fernsehsender, die im gleichen Kanal arbeiten, aber mit horizontaler Polarisation betrieben werden, an Einfluß, und es kommt bei Überreichweitenempfang zu weitaus geringerer Störbeeinflussung des Fernsehbildes. Zum Empfang eines vertikal polarisiert abstrahlenden Senders müssen auch die Stäbe der Empfangsantenne senkrecht stehen.

In unserer Programmillustrierten „FF dabei“ werden in gewissen Abständen die Fernsehfrequenzen und Kanäle abgedruckt. Ein „h“ weist dabei auf horizontale, ein „v“ auf vertikale Polarisation hin.

Bei dem ganzen Problem der Polarisation entsteht eine etwas verblüffende Frage: Wieso lassen sich eigentlich mit der fast senkrecht montierten Autoantenne auch Ultrakurzwellen empfangen, die doch horizontal polarisiert sind? Die Ursache liegt in den Stahlblechteilen der Autokarosserie. Sie bündeln die magnetischen Feldlinien der Wellen und verzerrn somit das magnetische Feld in der Umgebung der Karosserie. Das empfangswirksame elektrische Feld der Welle, das immer senkrecht auf dem magnetischen steht, wird also mitverzerrt und kann darum an die senkrecht stehende Autoantenne trotzdem Energie abgeben.

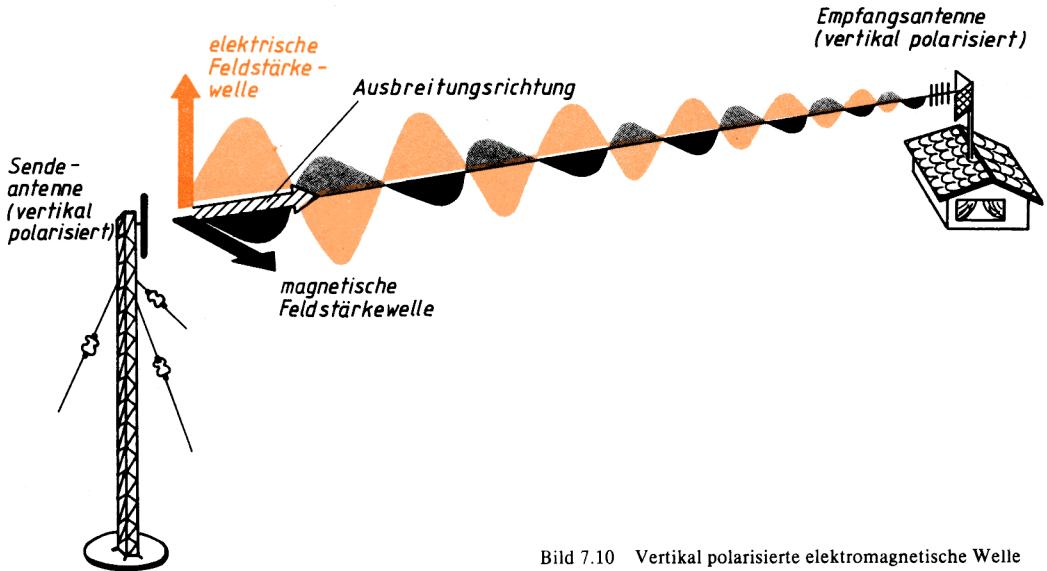


Bild 7.10 Vertikal polarisierte elektromagnetische Welle

## 7.8. Muß eine Antenne regelmäßig gewartet werden, und wer übernimmt solche Arbeiten?

Die Wartung einer Antennenanlage ist keine Sache, an die man sich erst erinnern darf, wenn Schneegestöber über den Bildschirm fegt, die Farben durcheinanderlaufen und der Ton prasselt und rauscht. Die Empfangsqualität der Antenne ist nur die eine Seite, die elektrische und mechanische Sicherheit die andere und sicherlich wichtigere. Versäumnisse an diesen Stellen sind nicht mehr als Kavaliersdelikt abzutun. Sie zeigen sich meist erst dann, wenn es zu spät ist: der Fernsehempfänger nach einem Blitzzeinschlag qualmt oder der Antennenmast einem Passanten auf den Kopf gefallen ist.

Antennenwartung ist also eine vorbeugende Maßnahme zur Erhaltung der Sicherheit und der Bild- sowie Tonqualität.

Korrosion nagt überall! Davon werden die Metallteile der Antennenanlage, vor allem die elektrischen Klemmverbindungen, nicht verschont. Wenn auch vor unmittelbarer Nässeeinwirkung geschützt, bildet sich doch bei den häufigen Temperaturwechseln Schwitzwasser in den Anschluß- und Mastgehäusen. Es kommt zu Strombrücken und hohen Kontaktübergangswiderständen; die Antennenenergie gelangt schließlich nicht mehr vollständig zum Empfänger-eingang. Kabelhüllen werden nach und nach brüchig, die Dämpfung für die Hochfrequenzenergie steigt, und das Bild wird immer schlechter. Auch Quetsch- und Scheuerstellen bilden sich stellenweise an Kabel-

schellen, Mauerdurchbrüchen oder bei Wandberührung und verursachen plastische Bildkanten oder Doppelkonturen im Fernsehbild. Viele dieser Fehler wirken sich besonders bei feuchter Witterung aus. Und erst der Mast und seine Befestigungsschellen! Wir wissen alle, wie lange Farbe bei Wind und Wetter auf Stahl hält und wie schnell der Rost frißt, wenn die Feuchtigkeit einmal Zugang gefunden hat. Der Wind wackelt am Mast, lockert die Schraubverbindung und läßt sie – angerostet – schließlich abbrechen. Stäbe und andere Teile der Antennen können sich lockern, sie können abknicken, später fallen sie herunter. Korrosion kann darüber hinaus die elektrischen Klemmverbindungen der Erdungsanlage oder den Überspannungsschutz angreifen. Auch dann noch wirkt zwar die Antenne wie ein Blitzableiter, aber der Blitzstrom zischt durch unseren Fernsehempfänger, anstatt sofort gegen Erde abgeleitet zu werden. Verantwortlich für die Antennenanlage und dafür, daß sie regelmäßig überprüft wird (man empfiehlt i. allg. einen Zyklus von 2 Jahren), ist der Eigentümer bzw. Rechtsträger. Das kann zum Beispiel im Auftrag der KWV oder AWG die Hausverwaltung sein (für Gemeinschaftsantennenanlagen, deren Nutzung im Mietvertrag vereinbart ist) oder der individuelle Nutzer, der die Antennenanlage auf eigene Kosten errichtet oder vom Vermieter übernommen hat. Die Wartung wird normalerweise von der ortsansässigen Antennenfirma, in größeren Städten auch von Dienstleistungsbetrieben ausgeführt. Teilweise ist der Abschluß eines Dauerauftrags möglich.

Bei Unfällen und materiellen Schäden, verursacht oder begünstigt durch eine vernachlässigte Antennenanlage, drohen strafrechtliche Konsequenzen. Nicht umsonst mahnt die geltende TGL: „... gefahrbringende Mängel sind zu beheben!“

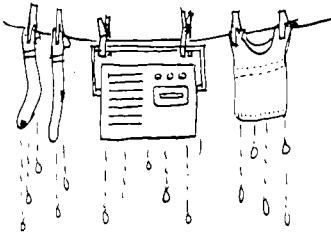
### **7.9. Was ist zu beachten, wenn eine Rundfunk- bzw. Fernsehantenne aufgestellt werden soll?**

Jede Antennenanlage muß den staatlichen Bau- und Sicherheitsvorschriften genügen, wie sie in der TGL 200-7051 „Empfangsantennenanlagen für Hör- und Fernseh-Rundfunk“ niedergelegt sind. Dieses 21seitige Werk auch nur auszugweise hier abzudrucken wäre müßig, denn nur die wenigsten Rundfunk- und Fernsehteilnehmer haben die Möglichkeit, eine Außenantenne auf dem Dach – für die die schärfsten Forderungen gelten – selbst zu errichten. Das ist normalerweise Angelegenheit der ortsansässigen Antennenfachleute. Bei ungünstiger Empfangslage – zum Beispiel weit entfernt vom Sender, in störverseuchten Gebieten oder in Gebirgsregionen – und bei sehr langen Antennenkabeln führen eigene Versuche, eine

leistungsfähige Antenne aufzubauen, ohnehin kaum zum Ziel (beachte auch 14.12., letzter Absatz!). Der Hauseigentümer oder die Haus- bzw. Wohnungsverwaltung (AWG, KWW o. ä.) muß von dem geplanten Objekt informiert werden. Wenn nicht bereits eine leistungsfähige<sup>1</sup> Antennenanlage vorhanden ist, zum Beispiel eine Gemeinschaftsantennenanlage, kann eine Zustimmung zur Errichtung einer eigenen Antennenanlage aber auch nicht verweigert werden, denn: Jeder Bürger hat laut Post- und Fernmeldegesetz das Recht auf Rundfunk- und Fernsehempfang. Es ist auch nicht zulässig, das Projekt durch übertriebene oder gar schikanöse Zusatzforderungen zu erschweren, indem beispielsweise die Aufstellung eines Masts neben dem Wohnhaus gefordert wird. Eine Ausnahme wäre, wenn es statische Gründe bei der Dachkonstruktion geben sollte oder bei Schilf- und Strohdächern; dann ist ein separater Mast sogar Vorschrift.

---

<sup>1</sup> Die Anlage muß den Empfang der Programme ermöglichen, die am Ort normalerweise empfangbar sind, Rundfunkprogramme auch in Stereo.



## 8. Pflegen heißt Qualität bewahren

Bei der Behandlung der elektronischen Heim- und Reisegeräte scheiden sich die Geister. Während einige Besitzer ängstlich darauf bedacht sind, das gute Stück vor jeder Schramme zu bewahren, es sorgsam polieren und ihm jede Pflege angedeihen

lassen, fristet es bei anderen ein trauriges Dasein. Da wird bei einer Party im Eifer des Gefechts bei den wertvollen Platten bestenfalls der Staub heruntergepustet – die statischen Aufladungen bleiben; sie widerstehen dem Luftstrom –, dafür bekommt die Platte einen unachtsamen Schwapp Cola oder Karlsbader Bitter ab. Das läßt nun zwar die Ladungen flüchten, dafür bleibt die Abtastnadel in zäher Staubschmiede stecken. Was braucht zum Beispiel ein Radiorecorder groß an Pflege? „Schließlich ist er selbst schuld, warum ist er einer geworden?“ – und was dergleichen launische Sprüche sind. Bestenfalls wird sein Gehäuse mit Abziehbildern zugekleistert. Autobesitzer und Motorradenthusiasten sind da normalerweise pingeliger. Von ihnen wird der „Apparat“ immer an einem schattigen Ort abgestellt, sorgsam abgedeckt und auf Hochglanz gewienert, und daß er von Zeit zu Zeit zu einer Durchsicht in die Werkstatt muß, um „bei Laune“ zu bleiben, daß weiß jeder Fahrer ebenfalls. Eine ganze Menge Gutes kann jeder auch seinen elektronischen Geräten, den Schallplatten und Kassetten antun. Der Aufwand ist dabei gering, nur die Regelmäßigkeit ist wichtig.

### 8.1. Was kann man zur Pflege eines Kassettenrecorders tun?

Kassettenrecorder sind Präzisionswerke mit leichtgängigen Lagerstellen, Antriebsräder, Rutschkupplungen, Riemen, mechanischen Hebelchen und elektrischen Motoren, Magneten und Kontakten. Nicht zuletzt stellt das an den Magnetköpfen und Umlenkmechanismen vorbeilaufende Tonband ein äußerst empfindliches mechanisch-magnetisches System dar. Der größte Feind des mechanischen Antriebs und der elektrischen Kontakte ist der Staub. Zusammen mit den Fett- und Ölfüllungen der Lagerstellen, aber auch mit der Luftfeuchte, wird er zu Schmirgelpaste; die Lager gehen mit der Zeit immer strammer, sie verkleben; das Laufwerk kann schließlich das Band nicht mehr gleichmäßig transportieren und wickeln: Der Recorder jault, es kommt zu Bandsalat! Staub und feinsten Sandschmirgel, die von außen in den Recorder einzudringen versuchen, können wir zum größten Teil daran hindern, wenn wir das Gerät äußerlich immer gut sauberhalten, das Kassettenfach stets schließen – auch wenn keine Kassette darin ist – und, wenn das Gerät im Freien betrieben wird, wir es mit einer passenden Hülle oder Tasche schützen. Einen Kassettenrecorder zum Beispiel an einem windigen Tag mit an den Strand zu nehmen gleicht fast mutwilliger Zerstörung!

Wer auf musikalische Unterhaltung auch unter diesen Umständen keinesfalls verzichten kann, der stecke seinen Recorder wenigstens in eine dichte Plastiktüte. Die Tasten lassen sich auch durch die Folie hindurch drücken, und irgendwie dringen sogar Töne nach außen.

Die äußerliche Reinigung kann zunächst mit einem Staubpinsel geschehen. Auch das Kassettenfach kehren wir vorsichtig aus. Dabei halten Sie den Recorder jedoch so, daß der Schmutz nicht ins Gerät hinein-, sondern herausfällt. Versuchen Sie keinesfalls, ihn herauszupusten! Anschließend wird das Gehäuse mit einem schwach angefeuchteten Läppchen abgewischt (Wasser mit ein paar Tropfen Fit); bei hartnäckigen Flecken hilft Spiritus. Andere Lösungsmittel verwenden wir lieber nicht, sie könnten Schandflecken auf dem Gehäuse hervorrufen. Keinesfalls darf Nässe ins Kassettenfach, durch Lautsprecher- oder Mikrofonfilter, ins Bandzählwerk, in die Tastenritzen oder die Lüftungsschlitzte in der Geräterückseite dringen (→ 4.8.). Es ist selbstverständlich, daß der Recorder während dieser feuchten Reinigung vom Netz getrennt ist. Reinigungshinweise für die Magnetköpfe finden Sie im Abschnitt 8.2.

Ob bunte Abziehbildchen auf dem Gehäuse imstande sind, ein Gerät aufzuwerten, muß man wohl dem Geschmack des Besitzers überlassen. Jedenfalls werten sie den Klang ab, wenn sie auf den Lautsprechergrill

gepappt werden. Sie können beim Überkleistern der Lüftungsöffnungen zu einem Wärmestau im Gerät führen.

Keinesfalls dürfen wir einen Kassettenrecorder selbst ölen. Der Laie kennt i. allg. nicht die Stellen, die einer Schmierung bedürfen und bearbeitet vielleicht gerade jene, die unter keinen Umständen Fett abbekommen sollen, nämlich Antriebsräder, Riemen, Bremsen Reibräder und Rutschkupplungen. Es ist bei der Vielzahl der inzwischen verbreiteten Recordertypen nicht möglich, kurze gezielte Hinweise zu geben. Darum ist es das beste, den Recorder alle 2 bis 3 Jahre einer guten Fachwerkstatt zur Pflege zu übergeben, auch wenn er noch einwandfrei läuft. Dort erkennt man verschlissene Teile, die zum Teil nur Pfennigartikel sind, und wechselt sie vorsorglich aus, bevor sie ihren Dienst quittieren.

## 8.2. Wie werden die Köpfe und Antriebselemente bei einem (Kassetten-)Tonbandgerät ordnungsgemäß gereinigt?

Wenn der Klang bei einem Spulen- oder Kassetten-tonbandgerät allmählich oder ganz plötzlich dumpf wird, manchmal kaum noch zu hören ist – bei Stereo-geräten oft nur in einem Kanal –, dann ist das meist kein Grund zu großer Besorgnis. Staub und Schichtabrieb lagern sich nämlich an der Vorderseite der Magnetköpfe (am sogenannten Kopfspiegel) ab und verkleistern mit der Zeit den haarfeinen Spalt. Das Band kann dann den Kopf nicht mehr innig berühren, die heraustretenden Magnetfelder, die bei den hohen Tönen besonders winzig sind, bringen keine Wirkung hervor. Es ist höchste Zeit für die Reinigung der Magnetköpfe.

Besser ist es allerdings, eine solche in regelmäßigen Abständen, etwa alle 20 Betriebsstunden, vorbeugend vorzunehmen – bei Betrieb im Freien oder in staubreicher bzw. feuchter Umgebung auch öfter. Solche Ablagerungen können nämlich schon beim Aufnahmevergang stören, und man verdirtbt sich eventuell eine unwiederbringliche Chance.

Harte Ablagerungen an Köpfen und Bandführungsteilen können sogar die Tonbänder so stark zerschrammen, daß sie unbrauchbar werden.

Die beste und einfachste Reinigungsmethode besteht darin, bei nicht eingelegter Kassette und geöffnetem Kassettenfach die Wiedergabetaste zu drücken, so daß die Köpfe etwas hervortreten und besser zugänglich sind. Bei Spulentonbandgeräten kommt man nach Abnahme der Kopfhaube oder des Gehäuseoberteils meist problemlos an die Köpfe heran. Neben der blanken Antriebswelle erkennen Sie den Tonkopf für Aufnahme und Wiedergabe; in Bandlaufrichtung davor sitzt der Löschkopf, der bei jeder Neuauflage-

nung die alten Titel beseitigt. Mit einem fusselfreien Läppchen oder einem Wattestäbchen, das mit Alkohol, benzinvergälltem Ethanol (in der Apotheke 96%iges verlangen, 60%iges enthält zuviel Wasser!), notfalls auch mit Spiritus leicht angefeuchtet wurde, ist die blanke Vorderseite der Köpfe so lange vorsichtig abzuwischen, bis am öfter gewendeten Läppchen keine braunen Spuren mehr auftreten. Auch die sich drehende Antriebswelle wird mitgereinigt, aber Vorsicht, daß sich das Läppchen nicht eindreht!

Eine Beobachtung der ganzen Prozedur, zum Beispiel mit einem Zahnarztspiegel oder dem käuflichen Servicestab, ist ein Vorteil.

Auf zwei Dinge ist besonders zu achten: Verwenden Sie zur Reinigung kein Benzin oder andere Lösungsmittel, weil dadurch der Gummibelag auf der Antrieckrolle (das schwarze breite Rädchen an der Antriebsachse) angelöst werden könnte. Auch Plasteteile des Laufwerks oder das Gehäuse könnten bei anderen Lösungsmitteln leiden bzw. unansehnlich werden. Außerdem muß die ganze Putzerei völlig gewaltlos und ohne Druckanwendung geschehen, weil man sonst die Köpfe aus ihrer richtigen Position drücken könnte. Bandlaufstörungen und dumpfe Wiedergabe, teilweises Mithören der benachbarten Spuren wären die betrüblichen Folgen, wenn das Tonband nicht mehr wie vorgesehen den Kopf berührte.

Bei manchen Geräten ist an den Tonkopf nur mit Mühe (oder überhaupt nicht) heranzukommen, zum Beispiel bei den Auto-Kassettenabspielgeräten mit so genanntem Briefkasten-Kassettenfach, bei denen die Kassette längs eingeschoben wird. Auch dann ist es günstig, die Kassettenbühne zunächst in Arbeitsstellung zu bringen. In diesem Falle gelingt das durch vorsichtiges Einschieben eines schmalen Lineals – etwa so tief, wie die Kassette lang ist –, bis ein schnappendes Geräusch anzeigt, daß die Mechanik eingerastet hat. Dann kann der seitlich sitzende Tonkopf (Löschkopf gibt es i. allg. keinen!) mit einem Wattestäbchen unter direkter Beobachtung in einem schmalen Spiegel geputzt werden. Wenn alles das nicht mehr zu machen ist, dann hilft nur noch die Reinigungskassette (→ 8.3.), oder man muß das Kassettengerät aufschräuben.

Vom Erfolg unserer „Kopfwäsche“ überzeugen wir uns durch Funktionsprobe mit einer Kassette von bekannter und guter Tonqualität. Die Reinigung ist perfekt gelungen, wenn Schlagzeug, Triangel und die zarren Obertöne der Musik klar und deutlich aus dem Lautsprecher klingen. Kommt man mit der Reinigung nicht mehr zum Ziel, und der Ton bleibt dumpf, und ist außerdem der Recorder wesentlich über 1000 bis 2000 Stunden bei Aufnahme und Wiedergabe gelauft, dann müssen Sie mit einem verschlissenen Tonkopf rechnen, der nur in einer Fachwerkstatt gewechselt werden kann. In einem solchen Falle erkennt

man bei einer Inspektion der Kopfvorderseite eine knapp 4 mm breite Nut in Bandlaufrichtung, in deren Grund ein oder 2 dunkle, spaltenförmige Beschädigungen entstanden sind: die bis auf ihren Grund vom vorbeigelaufenen Tonband durchgeschliffenen und nun verbreiterten Kopfspalte!

### **8.3. Stimmt es, daß die Anwendung einer Reinigungskassette einem Kassettenrecorder schadet?**

In der von ORWO angebotenen Reinigungskassette vom Typ KR sind etwa 6 m mit feinem Polierkorund beschichtetes Spezialband aufgespult. Die Kassette benötigt demnach für einen Durchlauf etwa 2 Minuten, wobei sie die Spaltzone der Köpfe – an der sonst das Kassettentonband vorbeiläuft und Ablagerungen hinterläßt – von Verunreinigungen befreit. Solange das Reinigungsband nur die harten Ablagerungen abschleift, solange kann es dem Kopf selbst nicht schaden. Darum orientiert der Hersteller auf nur einmaligen Durchlauf in einem Anwendungszyklus von etwa 60 bis 80 Betriebsstunden des Recorders.

Wer aber vermag genau zu sagen, wie dick die Ablagerungsschicht wirklich ist? Sie wird sicher vom Reinigungsband teilweise in kürzerer Zeit als in 2 Minuten abgetragen. Die restliche Dauer des Durchlaufs geht das Poliermittel dann unweigerlich auf den Kopf selbst los und beansprucht ihn naturgemäß sehr viel stärker als normales Tonband. Dazu finden sich Veröffentlichungen, bei deren Studium es dem gerätebewußten Tonamateure gelinde graust: Ein Durchlauf der Reinigungskassette kann den Tonkopf ebenso verschleißt, wie es sonst 50 Stunden (!) Normalbetrieb tun!

Das ist möglicherweise stark übertrieben und nur schwer zu beweisen, aber etwas Wahres ist sicher dran. Es besteht also durchaus kein Grund dafür, eine Reinigungskassette als ideales Kopfputzgerät zu bezeichnen. Eine solche Kassette erlaubt bestenfalls eine bequeme Kopfpflege, bei der auch der Ungeübte kaum etwas falsch machen kann, die kopfschonendste Pflege ist es sicherlich nicht. Diese Einstufung verdient viel eher die „Läppchenmethode“ (→ 8.2.).

Bei importierten Kassettenrecordern mit Ferrittonkopf (Bedienungsanleitung oder technische Daten einsehen!) dürfen Reinigungskassetten nicht angewendet werden. Es könnten dabei die glasharten und spröden Kanten am Arbeitsspalt des Tonkopfs ausbrechen, und die hohen Töne würden nur noch mangelhaft wiedergegeben werden.

### **8.4. Was ist zu tun, wenn ein Kofferradio oder Recorder sehr naßgeregnet oder sogar ins Wasser gefallen ist?**

Keinesfalls darf das Gerät danach sofort wieder eingeschaltet werden, sonst können schwere Schäden an den Bauteilen entstehen. Richtig ist in jedem Falle, es so schnell wie möglich aufzuschrauben und – wenn man sich das zutraut – in seine größeren Baugruppen zu zerlegen. Auf den zugänglichen Bauteilen entfernt man die Tröpfchen durch vorsichtiges Abtupfen mit einem kleinen Schwamm oder einem saugfähigen Tuch. Vorsicht, dabei keine Teile oder Drähte verbiegen! Dann läßt man das Gerät mehrere Tage bei Wärme (nicht in der prallen Sonne) vollständig austrocknen. Hat man einen Warmluftheizer oder wenigstens einen Ventilator zur Hand, kann man sehr vorteilhaft das Geräteinnere einem (mildwarmen) Luftstrom aussetzen. So ist am besten gewährleistet, daß auch die weniger zugänglichen Stellen (Schaltkontakte, Abschirmhauben, Laufwerksmechanik, Lautsprecherspulen und -magnetsysteme) gründlich austrocknen können. Es ist günstig, wenn während des Trockenprozesses die Bedientasten jeweils nach ein paar Stunden durchgeschaltet werden.

Batteriebetriebene Geräte darf man nach der ganzen Prozedur selbst probehalber wieder einschalten. In sehr vielen Fällen funktionieren sie auch gleich wieder. Anders ist das bei Geräten mit Netzanschluß. Sie dürfen nicht selbst in Betrieb genommen werden. Zwischen den Transistorwicklungen kann sich Feuchtigkeit angestaut haben, es kommt dann zu Überschlägen, und auch ein (späterer) Brand ist nicht auszuschließen. Solche Geräte gehören nach ihrem unfreiwilligen Bad und der Austrocknung unbedingt zur Kontrolle in die Hände eines Fachmanns. Auch naßgewordene Recorder sollten – selbst wenn sie nach der Trocknung wieder funktionieren – alsbald zur Wartung des Laufwerks in eine Fachwerkstatt gebracht werden.

### **8.5. Wie muß der Andruckfilz einer Kassette richtig stehen?**

Das kleine Filzklötzchen, man sieht es hinter dem Tonband, wenn man von vorn auf eine Kassette schaut, hat eine ganz wichtige Funktion: Es sorgt dafür, daß das Band an den Tonkopf gedrückt wird, so daß es mit dessen Vorderseite immer innigen Kontakt hält. Dazu ist das Klötzchen auf eine kleine Feder-Spange aufgesetzt, die sich beim Heranschieben des Tonkopfs bei Aufnahme und Wiedergabe nach hinten drückt und die richtige Andruckkraft erzeugt. So mancher Fehler im Ton bei Kassettenwiedergabe

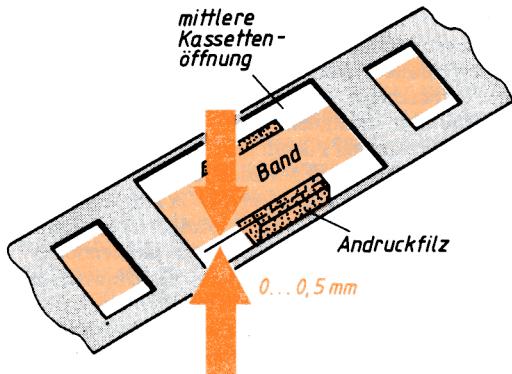


Bild 8.1 Richtiger Abstand des Andruckklötzchens einer Kassette vom Tonband

ist auf einen falsch stehenden Andruckfilz zurückzuführen.

Zunächst ist zu kontrollieren, ob sich das Klötzchen geringfügig und ganz leicht seitlich in Richtung der Kassettenschalen verschieben lässt. Die richtige Höhenlage zeigt Bild 8.1. Ist sein Abstand zum straffgezogenen Band zu groß, dann kann es eine stotterige Wiedergabe verursachen. Steht es dagegen zu weit hervor, so daß sich das Band bereits leicht nach außen wölbt, kann verjaulter Ton die Folge sein, weil der Bandantriebsmotor gegen eine zu große Klemmkraft arbeiten muß. Das führt auch zum übernormal schnellen Verschleiß des Tonkopfs.

Durch vorsichtiges Hervorbiegen oder Hineindrücken der Federspange mit einem hakenförmigen, unmagnetischen Gegenstand (z. B. einem Kupferdraht) läßt sich die Stellung des Andruckfilzes korrigieren. Steht er aber schief, ist die Federspange stark verbogen oder ausgehakt, dann ist es besser, die Kassette vor der Justierung zu öffnen.

## 8.6. Können Magnetfelder in der Nähe von Tonbandspulen und Kassetten die Aufnahmen beeinträchtigen?

Und ob sie das können! Immerhin ist eine Tonbandaufnahme in Form winziger, im Rhythmus der Schallschwingungen sortierter Magnete auf dem Tonband gespeichert. Wirken äußere Magnetfelder zusätzlich auf sie ein, dann geht diese Ordnung zum Teil oder total verloren, die Aufnahmen leiden bzw. werden sogar teilweise gelöscht. Dabei gibt es im wesentlichen 2 unterschiedliche Erscheinungen. Konstante magnetische Felder, wie sie von allen Dauermagneten ausgehen, können das Grundrauschen einer Tonbandaufnahme nachträglich verstärken (→ 5.11.). Dazu

zählen Lautsprechermagnete; legen Sie darum Kassetten oder Spulentonbänder niemals auf einer Box ab! Auch alle Arten von Haftmagneten u. ä. muß man direkt von den Bändern fernhalten. Daß solche Forderung nicht grundlos gestellt wird, beweist das Beispiel eines Bekannten, der seine Bänder in einem Fach der Schrankwand aufbewahrte. Eigenartigerweise trat daraufhin bei einigen Aufnahmen immer wieder schwankendes Rauschen im Drehrhythmus der Bandspule auf. Schließlich stellte sich heraus, daß in der Schublade direkt über dem Tonbandsfach der Hufeisenmagnet der Gattin lag, mit dem sie nach ihrer Hobby-schneiderei die Stecknadeln vom Fußboden aufsammlte.

Magnetische Wechselfelder dagegen, wie sie Transformatoren und andere von Wechselstrom durchflossene Spulen verursachen, können zu einer mehr oder weniger ausgeprägten Schwächung der Aufnahmen führen. Zunächst sind die hohen Töne betroffen; der Klang wird dumpf und glanzlos. Bei stärkeren Feldern können sogar Teile der Aufnahmen vollständig verschwinden. Der Löschkopf, an dem das Tonband beim Aufnahmevergäng vorbeilaufen, arbeitet auf die gleiche Weise. Bei den Wechselfeldern, mit denen man es in der Wohnung zu tun haben kann, steht an erster Stelle das von der Entmagnetisierungsspule eines Farbfernsehempfängers ausgehende Streufeld. Bei jedem Einschalten des Geräts wird nämlich eine um den ganzen Bildschirm gelegte große Spule von einem Wechselstromstoß durchflossen, der die Schattenmaske im Innern der Bildröhre vom aufgenommenen Erdfeldmagnetismus befreien soll. Wenn ein Tonband direkt auf dem Fernsehgerät liegt, dann leidet die Aufnahme bei einmaligem Einschalten vielleicht noch nicht, aber Magnetfeldstöße – immer und immer wieder – können auf Dauer schon allerhand ausrichten.

Auch Spannungskonstanthalter und Leuchtstoffröhren-Vorschaltgeräte (besonders im Einschaltmoment, wenn die Röhre flackert) erzeugen stärkere Streufelder, so daß Sie Abstand halten sollten.

Normalerweise reichen bei allen genannten Geräten etwa 30 cm, bei dauernder Unterbringung von Tonbandspulen und Kassetten an dieser Stelle sollten es besser über 50 cm sein.

In elektrisch betriebenen S-, U- oder Straßenbahnen ist eine Beeinträchtigung von Tonbandaufnahmen nicht zu befürchten, wenn man die Tasche mit den Bändern auf dem Sitz abstellt oder auf den Schoß nimmt. Keinesfalls darf man sie auf den Boden stellen, da könnte direkt ein Motor darunter sein oder sich ein elektrischer Heizkörper befinden.

Der Verdacht auf magnetische Beeinflussung einer Bandaufnahme besteht immer dann, wenn das Grundgeräusch oder die Klangfarbe im Drehrhythmus einer der beiden Bandwickel schwankt. Solcher-

art geschädigte Aufnahmen sind nicht mehr zu verbessern; bei einer Neuauzeichnung auf solchem Band verlieren sich auch die Tonmängel vollständig. Schallplattenaufnahmen – wie in einem Leserbrief einmal befürchtet – können durch Magnetfelder keinerlei Schaden erleiden.

### 8.7. Wie beseitigt man von einer Schallplatte am besten den Staub?

Es hat sich inzwischen herumgesprochen, daß Staub der ärgste Feind der Schallplatte ist. Dabei geht es nicht nur darum, daß er das lästige Knistern und Knacken beim Abspielen hervorruft, sondern er wird – falls unzureichend beseitigt – auch von der Abtastnadel in die Rillen hineinmassiert. Dadurch steigt nach und nach das Grundgeräusch der Platte immer weiter an. Wenn man bedenkt, daß leise und hohe Töne von Rillenschwingungen im Mikrometerbereich hervorgebracht werden, denen die Abtastnadel zu folgen hat, dann kann man sich auch vorstellen, was für ein Hindernis für sie das winzigste Staubkorn oder eine unscheinbare Rillenbeschädigung sein muß. Die Nadelspitze überspringt es mit einem hörbaren Knack.

Wer den Staub von einer Platte zu beseitigen sucht, ohne vorher oder gleichzeitig die elektrostatische Aufladung auf ihr zu bekämpfen, der wird kaum nennenswerte Erfolge haben. Die Platte zieht – ähnlich wie das Elektrofilter im Schornstein eines Großkraftwerks – immer wieder neuen Schmutz aus der Luft oder vom Plattenteller auf sich. Elektrostatische Aufladungen, die auf der Plattenoberfläche ein Spannungspotential bis zu mehreren 1000 V erreichen können (nicht erschrecken, das ist für den Menschen ebenso ungefährlich wie eine „elektrisierte Katze“ oder die Funkengarben beim Ausziehen eines Dederonpullovers), entstehen schon beim etwas schwungvollen Herausziehen der Platte aus ihrer Hülle, aber auch durch Reibung der Nadel in der Rille. Sie mindern in doppelter Hinsicht das Hörvergnügen: Einsteils, wie schon erwähnt, binden sie den Staub, andererseits springen winzige Fünkchen als Ladungsausgleich zwischen Platte und Abtaster oder zum Plattenteller, was ebenfalls knackend im Lautsprecher zu hören ist. Wie kann man diese Quelle allen Übels, die Aufladungen, nun verhindern? Der wohl einfachste Weg besteht darin, ein günstiges Raumklima zu schaffen. Oberhalb einer Luftfeuchte von 60 % im Zimmer, die Sie mit einem Zimmerspringbrunnen, mit Verdampfern an den Heizkörpern und vielen Blattgewächsen erreichen und mit einem Hygrometer kontrollieren können, lädt sich keine Platte mehr auf. Diese Luftfeuchtewerte ergeben auch ein physiologisch angenehmes Raumklima bei normalen Temperaturen. Da-

gegen setzt häufiges Lüften im Winter die Luftfeuchte im Zimmer herab, nicht etwa herauf!

Eine Verdunstungsschale oder ein stets feuchtes Tuch im Plattenschrank kann schon die elektrostatischen Aufladungen vermindern.

Das Abwischen der Platten mit einem Antistatiktuch beseitigt Aufladungen nur zum Teil. Im Gegenteil, vorher ungeladene Platten werden in sehr trockener Luft sogar etwas aufgeladen. Trotzdem ist ein Reinigungstuch noch immer das Beste zur problemlosen Staubbefreiung (→ 8.10.), ebenso das Umwischen der Platte in Rillenrichtung mit einem Stück sauberem Samt. Millionen feinster Härchen kehren auf diese Weise den Schmutz aus den Rillen. Wer den Aufwand nicht scheut, kann sich einen sehr wirksamen Reinigungsarm bauen (→ 11.5.).

Um sie vor Staub zu schützen, lassen wir Schallplatten niemals unnötig lange ohne Hülle herumliegen. Ein direktes Eindringen von Staub unterbinden wir, wenn die Öffnungen der Außenhüllen bei stehender Lagerung im Plattenfach nach hinten zeigen (keinesfalls nach oben!) und wenn die Innenhüllen mit den Öffnungen voran in die Außenhüllen eingeschoben werden.

Man faßt Schallplatten niemals im Rillenbereich an, denn Schweiß und Fettspuren binden an diesen Stellen den Staub und erschweren sein Entfernen.

### 8.8. Was ist beim Abspielen von Schallplatten außer der Plattenreinigung noch zu beachten, damit sie lange halten und gut klingen?

Die kritischsten Punkte bei der Schallplattenwiedergabe sind die beiden Berührpunkte der Nadelspitze an den schrägen Rillenflanken. In jeder Minute laufen bei einer Langspielplatte zwischen 30 m (außen) und 15 m (innen) Rille unter der Abtastnadel hindurch und schleifen nach und nach 2 winzige Flächen an der Nadelspitze an. Eine solchermaßen verunstaltete Abtastnadel kann aber nicht mehr die ganz engen Schwingungszüge der höchsten Töne im Klang sauber abtasten; es entstehen Klangverzerrungen – Klirren –, besonders in den letzten Rillenspiralen der Musikstücke, und das Grundgeräusch steigt an. Eine verbrauchte Nadel schadet außerdem der Platte. Dieser Verschleiß läßt sich eindämmen, wenn man die Schallplatten stets staubfrei hält (→ 8.7.) und die vom Hersteller für das Abtastsystem vorgeschriebene Auflagekraft genau einhält. Wie sie am Tonarm speziell Ihres Plattenspielers eingestellt wird, steht in der Bedienungsanleitung. Hat der Tonarm außerdem eine Einrichtung zur Skatingkorrektur (→ 12.3.), dann ist diese auf den gleichen Wert wie die Auflagekraft einzustellen.

Bei richtig eingestellter Auflagekraft und sorgfältiger

Plattenpflege hält eine Korundabtastnadel (der sogenannte Saphir) mindestens 50 Abspielstunden (etwa 100 bis 120 LP-Seiten), eine Diamantnadel etwa 10mal so lange. Danach könnte man zwar ein komplettes neues Abtastsystem gleichen Typs erwerben und selbst in den Tonarm einsetzen, das wäre aber eine überflüssig große Geldausgabe. Bei einem Kristall- oder Keramik-Abtastsystem<sup>1</sup> kaufen Sie kostengünstiger einen neuen Nadelträger und setzen ihn selbst ein. Zum Kauf nehmen wir das Abtastsystem am besten mit ins Fachgeschäft.

Beim Auswechseln wird an der Unterseite des Abtastsystems der kleine Kunststoffblock mit dem Röhrchen mittels zweier Nähnadeln vorsichtig herausgehebelt (Bild 8.2). Beim Eindrücken des neuen Nadelträgers

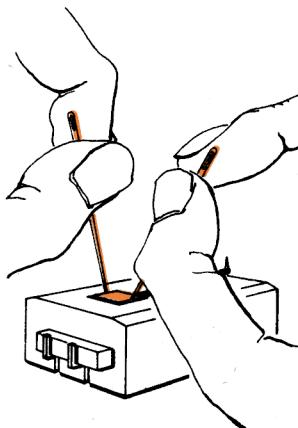


Bild 8.2  
So hebelt man den  
elastischen Block  
des Nadelträgers mit  
2 Nähnadeln aus  
dem Abtastsystem

müssen Sie sehr behutsam sein und dürfen keinerlei Druck auf die vordere Kopplungsgabel ausüben, wenn Sie das Röhrchen in ihren Schlitz einsetzen. Ein magnetisches Abtastsystem<sup>2</sup> sollte man (außer notfalls den Typ MS 27 SD, bei dem nicht viel passieren kann) zum Nadelträgeraustausch einer Vertragswerkstatt oder einem Fachgeschäft übergeben, die es dazu zum Hersteller einsenden. Der neue Nadelträger muß nämlich genau einjustiert werden, sonst verschiebt sich die Stereobalance nach rechts bzw. links, oder die Musikinstrumente sind örtlich nicht mehr klar im Klangbild zu unterscheiden.

<sup>1</sup> Erkennbar am ersten Buchstaben der Typenbezeichnung:  
Er ist ein K oder C, zum Beispiel KS 231 SD.

<sup>2</sup> Erster Buchstabe der Typenbezeichnung: M.

## 8.9. Darf eine Schallplatte mit Flüssigkeiten in Berührung kommen, wie es zum Beispiel bei der oft empfohlenen Schallplattenwäsche der Fall ist?

Jede Schallplatte – und das ist ein unumstößlicher Fakt – erbringt die beste Tonqualität, wenn sie ladenfrei auf den Plattenteller gelegt wird. Sie hat dann das geringste Grundgeräusch, der Klang ist klar, und das Knistern hält sich in Grenzen. Letztendlich entscheidet der Pflegeaufwand nur darüber, ob dieser ungetrübte Hörgenuß lange Zeit erhalten werden kann oder ob die Platte gar bald geschädigt oder sogar verdorben ist.

Etwas anderes ist ebenfalls Tatsache: Kommt eine Platte mit Wasser in Berührung, dann lösen sich darin feinste Partikel des Plattenmaterials, die sich beim anschließenden Trocknungsprozeß an bevorzugten Stellen der Rille anlagern und beim Abspielen Störgeräusche hervorbringen. Dieser Effekt wird durch mineralische Stoffe, zum Beispiel Kalk, wie sie im Leitungswasser gelöst sind, noch verstärkt. Eine naßgewordene Platte, sei es durch Plattenwäsche oder die sogenannte Naßabspielung, erreicht bei einer anschließenden Trockenabspielung nie wieder die ursprüngliche Knister- und Grundgeräuscharmut!

Nun gibt es allerdings Unglücksfälle, bei denen eine Platte die Bekanntschaft mit einer klebrigen Flüssigkeit gemacht hat (Likör, Saft u. a.) und dadurch zunächst unabspielbar wird. Sie würde den Abtaster total verkleistern, und er wäre funktionsuntüchtig. Dann bleibt dem Unglückswurm schließlich nichts anderes übrig, er muß seine Platte fortwerfen oder doch baden. Das muß man aber richtig machen: In eine große, vollkommen saubere Schale wird Leitungswasser gefüllt, das mit einem Schuß Fit oder Ethanol (Apotheke!) entspannt wurde. Dahinein wird die Platte gelegt, damit sich die Verunreinigungen lösen. Nicht mit einem Tuch wischen, besser die Rillen mit einem ausgewaschenen weichen Pinsel unter Wasser ausbürsten! Anschließend muß die Platte wenigstens 2 mal in frischem destilliertem Wasser gespült werden (kein entsalztes Wasser, das reicht nicht!). Nachdem die Restflüssigkeit gründlich abgelaufen ist, die Platte nicht etwa mit einem Tuch abtrocknen! Sie wird auf ebenem Untergrund auf etwa 1 bis 2 cm hohen Klötzen gelagert, eins in die Mitte; drei am Rand verteilt. Dann muß sie langsam bei Zimmertemperatur trocknen. Damit nicht erneut Staub auf die Platte fällt, wird sie so abgedeckt, daß die Feuchtigkeit zwar entweichen kann, der Schmutz aus der Luft aber ferngehalten wird. Das geht am besten, indem man einen passenden, oben offenen Rahmen um sie stellt und ein feines Dederontuch darüberlegt.

## **8.10. Was ist von Antistatiksprays und Reinigungstüchern zur Schallplattenpflege zu halten?**

Die Benutzung von Sprays, die eine elektrostatische Aufladung vermeiden, wird mitunter zur Anwendung bei Schallplatten empfohlen, damit sie keinen Staub mehr binden können. Davon ist aber dringlich abzuraten. Antistatikspray, direkt auf die Platte gesprührt, würde den vorhandenen Staub lediglich in den Rillen verkleben; die Platte wäre für immer verdorben. Auch das Neuimprägnieren von wirkungslos gewordenen Antistatiktüchern ist vom Laien i. allg. nicht sachgemäß durchzuführen. Es ist wesentlich besser, dann ein neues Reinigungstuch zu benutzen.

Im Gegensatz zum früher angebotenen Tuch aus gelber Wirkware, das aufgrund seiner Beschichtung mit einem Tensid (eine schwach leitende und damit antistatisch wirkende Substanz) die Platte entludt und gleichzeitig den Staub abwischte, funktioniert das neue TELOSA-Tuch, indem es den Staub aus der Rille herausbürtet und festhält. Das TELOSA-Tuch kann ausgestaubt und ausgewaschen werden, wonach es vorsichtig an der Luft – nicht an Wärmequellen! – zu trocknen ist. Das frühere gelbe Tuch durfte dagegen nicht gewaschen werden.

Die Aufbewahrung in der Plastehülle ist bei beiden Tüchern von Vorteil. Die Behandlung der Platte mit einem Reinigungstuch wird immer unmittelbar vor dem Abspielen vorgenommen, wobei man sie in Rillenrichtung vorsichtig ohne großen Druck umwisch. Zu empfehlen ist auch die Anwendung einer weichen, antistatischen Schallplattenbürste, wie sie im Handel unter der Bezeichnung „Flamingo“ erhältlich ist.

## **8.11. Wie befreit man die Abtastnadel beim Plattenspieler am besten von anhaftendem Staub?**

Der sogenannte Staubbart, der sich stärker allerdings nur dann an der Abtastnadel ausbildet, wenn man es mit der Plattenpflege nicht so genau nimmt (→ 8.7.), kann eine solche Stärke annehmen, daß der Ton verzerrt klingt, sogar daß die Nadel Rillenwindungen überspringt. Zum Entfernen eignet sich am besten ein weicher Tuschnipsel, der aber sehr vorsichtig und immer nur von hinten nach vorn – also in Richtung der Nadelträgerachse – über die Nadel geführt werden darf. Eine allzu forsche „Rasur“ kann zur Veränderung der korrekten Nadelposition führen, worauf Stereoabtastsysteme recht schnell mit einer Verminderung der empfundenen Breite oder einer Rechts- bzw. Linksverschiebung des Stereoklangbilds reagieren können. Abtaster, die schon eine längere Betriebszeit hinter sich haben, können dann u. U. verzerre

Klänge erzeugen, weil die bereits an der Nadelspitze angeschliffenen kleinen Flächen eine andere Lage zu den Rillenflanken mit der eingeprägten Schallinformation einnehmen.

## **8.12. Wie läßt sich eine wellig gewordene Schallplatte wieder ebenen?**

Wenn Schallplatten falsch gelagert werden, dann nehmen sie recht schnell Propellerdrall an. Beim Abspielen tanzt der Tonarm des Plattenspielers auf und nieder wie der Balancier an einer Erdölpumpe. Es kommt zu Klangverzerrungen, in extremen Fällen schwankt die Lautstärke, Jaulen tritt auf, und Rillenübersetzer entstehen, sogar das Abtastsystem kann beschädigt werden.

Die ebenmäßige Gestalt einer Schallplatte verträgt weder Temperaturen über 30 °C noch schiefe Lage rung oder Ablegen auf unebener Unterlage.

Schallplattenmaterial ist thermoplastisch, daher lassen sich Verwellungen meist wieder beseitigen. Das kann allerdings eine langwierige Prozedur werden, und man muß oft Tage, sogar Wochen Geduld haben. Die Platte wird waagerecht zwischen 2 vollkommen ebene, glatte und staubfreie Glas- oder Kunststoffplatten gelegt, die obere wird etwas beschwert. In einem möglichst warmen Raum nimmt die Schallplatte nach einiger Zeit wieder ihre Ursprungsform an. Wenn es auf diese Weise nicht gelingt, die Schallplatte eben zu bekommen, dann sind die Verspannungen im Material bereits zu groß geworden. Auch Zusatzwärme hilft dann nicht mehr; die Platte kehrt beim Erkalten wieder in ihre abnorme Form zurück. So bleibt nur eines, wenn es auch etwas ungewöhnlich klingt: Die unabspielbare Platte wird vor dem Fortwerfen noch einmal auf den Plattenteller gelegt und während der Drehungen mit einer Rotlichtlampe von



Bild 8.3 Ein vorsichtig angewandter Rotlichtstrahler auf eine wellige, sich drehende Platte gerichtet, macht sie wieder eben.

Foto: Leue

250 Watt erwärmt (Bild 8.3). Nach einigen Minuten hat sie sich wunderschön flachgelegt. Man kann sie so einige Male abspielen oder – noch besser – sofort auf Tonband umzeichnen. Bis auf etwas stärkere Echos im Ton aus den Nachbarrillen ist die Wiedergabe kaum verschlechtert. Hat sich die Platte erst einmal angeschmiegt, so kann man den Rotlichtstrahler auf eine Entfernung von etwa 25 cm zurücknehmen, damit sich der Plattenspieler nicht übermäßig erwärmt.

### 8.13. Was ist beim Instandsetzen einer verrotteten Antenne zu beachten?

Rundfunk- und Fernsehantennen, vor allem Hochleistungsantennen, sind nicht gerade billig, und da lohnt sich eine Wiederaufarbeitung schon. Bevor die Antenne vollständig zerlegt wird, sollte man alle Stäbe einzeln markieren, zum Beispiel mit einem Ring aus Isolierband und fortlaufenden Ziffern. In einer Skizze vermerken wir die Lage der Einzelteile. Es ist nämlich sehr wichtig, daß alle Stäbe, die sich in ihrer Länge teilweise nur wenig unterscheiden, später wieder an ihren angestammten Platz kommen. Rostlöser oder Petroleum helfen uns, die meist stark verrosteten Schraubverbindungen überhaupt auseinanderzubekommen, notfalls muß die Eisensäge ran! Abgeknickte oder gebrochene Stäbe werden ersetzt. Dabei ist vor allem ihre genaue Länge wichtig; es schadet nichts, wenn der neue Stab geringfügig dünner oder dicker ist oder wenn statt Hohlprofil ein Vollmaterial verwendet wird. Aluminiumteile werden nur mit feinem Schmirgelpapier metallblank geschliffen, zurückbleibende Korrosionsnarben sind unbedeutend. Sorgfältig gestrichen brauchen nur die Stahlteile der Antenne zu werden, Aluminium schützt sich durch einen Überzug selbst vor weiterer Korrosion. Weil die Antennenteile – außer an den elektrischen Anschlußstellen – untereinander nicht isoliert zu werden brauchen, ist der Zusammenbau der überholten Antennenteile eigentlich einfach. Nach dem Verschrauben sollten auch alle Schrauben und Muttern überstrichen werden. Wir müssen bedenken, daß eine Antenne ständig Wind und Wetter ausgesetzt ist. Langlebigkeit stellt sich daher nur bei besonderem

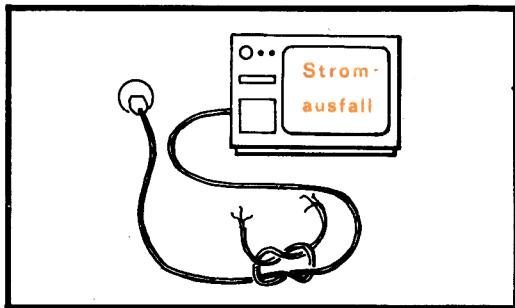
Schutz aller geschaubten Verbindungen ein. Man kann diese zum Beispiel mit schmalen Mullstreifen dicht einwickeln und satt mit Elaskon oder noch besser mit Kaltanstrich tränken.

Brüchig gewordene Plastteile der Antenne, besonders das Anschlußgehäuse für das Kabel, werden am besten ersetzt. Es muß die Anschlußklemmen nämlich sicher vor Feuchtigkeit schützen. Gelingt es nicht mehr, ein passendes Gehäuse aufzutreiben, dann säubert man das alte gründlich von innen und außen, umwickelt es dicht mit dünnen Stoffstreifen und tränkt es mit Bootslack.

Nach dem Anschließen des Antennenkabels sollten die Schraub- oder Klemmverbindungen mit Vaseline bzw. Polfett geschützt werden. Im Anschlußgehäuse ist bei Antennen mit einem  $75\text{-}\Omega$ -Koaxialkabel ein Symmetrierglied eingebaut – ein bevorzugter Unterschlupf für kleine Insekten. Zeigt dieses Teil bereits starke Alterungerscheinungen oder läßt es sich nicht mehr ganz vorsichtig mit einem Pinsel reinigen (nichts darf daran auch nur geringfügig verbogen werden), dann sollten wir es besser durch ein neues Symmetrierglied ersetzen. Auf dieses Bauteil darf kein Fett oder Lack gelangen.

Brüchig gewordene, beschädigte oder gequetschte Antennenkabel werden durch einen passenden Typ ersetzt, entweder durch unsymmetrisches  $75\text{-}\Omega$ -Koaxialkabel oder  $240\text{-}\Omega$ -Schlauchleitung. Eventuell noch vorhandene  $240\text{-}\Omega$ -Stegleitung (Flachbandkabel) sollten wir ebenfalls gegen Schlauchleitung austauschen, die Verluste sind dadurch geringer, also können Bild- und Tonqualität verbessert werden. Außerdem hält Schlauchleitung länger. Das Antennenkabel hat großen Anteil an der Leistungsfähigkeit einer Antennenanlage.

Besonderes Augenmerk muß man auf eine einwandfreie und stabile Mastbefestigungsschelle bei der Antenne richten. Hier lauert Unfallgefahr! Nach der endgültigen Montage am Mast wird die Schelle noch einmal überstrichen, eingewickelt und getränkt. Sehr wichtig ist die gute Beschaffenheit der Erdungsanlage für die Antenne (→ 7.8.). Ihre regelmäßige Überprüfung und gegebenenfalls Instandsetzung sollte einem Antennenspezialisten vorbehalten bleiben.



## 9. Ohne Strom kein Bild, kein Ton

Da kommt die alte Dame – als der Verkauf des Radios für den Verkäufer nach nervenaufreibenden Debatten und Erklärungen endlich perfekt zu

### 9.1. Wie bewahrt man am besten Batterien auf?

Wenn möglich, sollten Batterien immer frisch gekauft werden. Das Herstellungsdatum ist normalerweise aufgedruckt. Nach der garantierten Lagerfrist von 12 Monaten büßen Batterien schnell ihre Energie ein. Aus dem Chemieunterricht wissen wir, daß chemische Prozesse in Abhängigkeit von der Temperatur ablaufen und bei Kälte teilweise überhaupt nicht in Gang kommen. Da unsere Batterien kleine chemische Kraftwerke sind – sie gewinnen den elektrischen Strom aus Stoffumwandlungen –, entaktivieren wir sie am besten durch Kühlung. Außerdem soll der halbfüssige Elektrolyt möglichst wenig austrocknen, darum binden wir unsere Batterien zur Lagerung luftdicht in einen Plastbeutel ein. Im Gemüsefach des Kühlschranks ist sicher noch eine kleine Ecke frei! Eiskalt sollten wir später von den Batterien keine große Energieentfaltung erwarten. Wir erwecken sie zunächst aus dem Kälteschlaf, indem wir sie einige Stunden bei Zimmerwärme lagern.

### 9.2. Wie lange hält ein Satz Batterien in einem tragbaren Gerät?

Diese Frage kann man leider mit keiner Zeitangabe beantworten, wenn man weder den Typ des Radios oder Recorders noch die Hörgewohnheiten des Benut-

zer kennt. Darum sind nur allgemeingültige Hinweise möglich, damit die Batterien etwas länger halten. Die Lebensdauer von Batterien ist vorrangig vom fließenden Strom abhängig. Bei einer normalen Monozelle R 20 läßt sich etwa mit einer Kapazität von 5 bis 5,5 Ah (Amperestunden) rechnen. Entnimmt also zum Beispiel ein Radiorecorder bei Kassettenwiedergabe und mäßiger Lautstärke den Batterien durchschnittlich 200 mA (0,2 A), dann reichen sie etwa 25 bis 27 Stunden. Aber der Batteriestrom ist von vielen Faktoren abhängig; von der Größe des Geräts – insbesondere der Ausgangsleistung –, ob Mono- oder Stereogerät und ganz besonders von den Betriebsbedingungen.

Betrachten wir zur Verdeutlichung die Betriebsarten eines Radiorecorders. Am längsten reichen die Batterien bei reinem Rundfunkempfang, weil kein Antriebsmotor laufen muß. Mehr strapaziert werden sie bei Kassettenwiedergabe und beim Umspulen, am stärksten bei Aufnahme vom Rundfunkteil. Das kommt daher, weil sämtliche Baugruppen des Radiorecorders dabei eingeschaltet sind, wobei vor allem zur Löschung des Bandes viel zusätzliche Energie verbraucht wird. Darum sollten Sie möglichst nur bei Netzbetrieb aufnehmen, häufiges Umspulen ist zu vermeiden.

Am allermeisten werden die Batterien aber durch große Lautstärken strapaziert, besonders bei einem Stereogerät. Ein sehr großer Teil des Batteriestroms wird nämlich für die Ausgangsleistung benötigt, für

die Lautstärke also. Drehen Sie den Lautstärkeeinsteller zum Beispiel so weit auf, daß Sie die Musik gegenüber vorher als doppelt so laut empfinden, dann fließt in den Endstufen ein 10fach höherer (!) Strom als vorher<sup>1</sup>; die Gesamtstromaufnahme des Geräts kann durchaus auf das 3- bis 4fache steigen. Es ist wirklich die Frage, ob sich das lohnt!

Geht man nämlich einfach dichter an den Lautsprecher heran, so hat man fast das gleiche Ergebnis, besonders im Freien. Das ist keine Zweckbehauptung des Autors, der vielleicht auf diese Weise etwas für die Ruhe auf öffentlichen Plätzen tun möchte (obwohl das bitter nötig wäre), sondern das läßt sich ohne weiteres begründen<sup>2</sup>.

Auch der Entladegrad ist bei Batterien von Einfluß auf die Lebensdauer. Dauerbelastung erschöpft sie recht schnell, besonders bei leistungsstarken Geräten; bei unterbrochenem Betrieb können sie sich zwischendurch immer etwas erholen und halten viel länger.

Verbrauchte Batterien machen sich bei Rundfunkempfang zunächst bei größeren Lautstärken bemerkbar. Es kommt zu Blubbern, bei Baßtönen hat das Gerät einen Schluckauf, oder die Musik wird in ihrem Rhythmus leise und wieder laut (Pumpeffekt). Keine dieser Erscheinungen kann dem Gerät aber schaden. Eine teilweise noch verbreitete andere Auffassung ist auf die Ära der Elektronenröhren zurückzuführen und hat bei transistorisierten Geräten keine Gültigkeit mehr.

Stellt man einen Empfänger mit nahezu erschöpften Batterien leiser, dann ist oft noch längere Zeit Radioempfang möglich. Bei Kassettenwiedergabe ist das etwas anders. Es kommt bei verbrauchten Batterien zu Jaulen, sogar zum Stehenbleiben des Bandes; die Gefahr von Bandsalat ist nicht mehr fern. Darum sollten Sie einen Recorder mit erschöpften Batterien ausschalten.

Ein einfacher Test, ob die Batterien vielleicht bald ihren Geist aufgeben, besteht darin, daß man das Gerät

kurzzeitig sehr laut stellt. Kommt es dann zu den oben beschriebenen Erscheinungen, so sollten Sie schon frische Batterien bereitlegen.

Auch ein Gerät, bei dem lediglich der Ton weggedreht wurde, das man dann aber abzuschalten vergaß, verbraucht Strom. Man darf sich darum nicht wundern, wenn in einem solchen Falle am nächsten Morgen das Frühstück ausfallen muß.

### 9.3. Welchen Informationswert hat eine Kurzschlußstrommessung bei Batterien, und wie wird sie korrekt vorgenommen?

Die Funktionstüchtigkeit von Batterien oder Monozellen wird in der Verkaufsstelle i. allg. mit einem Lämpchen vorgeführt. Wenn es leuchtet, ist der Kunde beruhigt, trotzdem sagt es kaum wirklich etwas über den tatsächlichen Batteriezustand aus. Wird eine Batterie nämlich aus verschiedenen Gründen schwach, sei es, sie ist ausgetrocknet, sie hat einen Funktionsfehler, oder sie ist erschöpft, immer steigt normalerweise nur ihr innerer Widerstand an, die erzeugte Spannung wird kaum geringer. Will man ihr dann aber Strom abverlangen, so fließt der auch über ihren inneren Widerstand, läßt daran nach dem Ohmschen Gesetz eine Spannung abfallen, die um so größer ist, je mehr Strom fließt. Dieser innere Spannungsabfall geht der Klemmenspannung der Batterie verloren: Die Batterie hat unter Belastung nicht mehr ihre volle Spannung. Mit einem Voltmeter allein läßt sich das nicht erkennen, es belastet die Batterie viel zu wenig, es fällt kaum eine innere Spannung ab, und so signalisiert es verwirrenderweise die volle Klemmenspannung. Nicht viel anders ist das bei der erwähnten Lämpchenmethode.

Viel wirksamer ist dagegen eine Messung mit einem Amperemeter (Gleichstrombereich, maximal 6 A). Ein solches schließt praktisch die Klemmen der Batterie kurz, und dann fließt der überhaupt größtmögliche Strom, den die Batterie zu liefern vermag: der Kurzschlußstrom. Diesen zeigt das Amperemeter korrekt an. Steigt der Innenwiderstand bei Benutzung der Batterie allmählich an, wird der Kurzschlußstrom entsprechend kleiner. Die Bereiche, in denen die Kurzschlußströme der wichtigsten Batterietypen im frischen Zustand liegen, sind bekannt (→ Tabelle), so daß eine Kurzschlußstrommessung eine verlässliche Auskunft gibt, ob eine Batterie noch voll funktionsfähig ist.

Dazu aber einige wichtige Anmerkungen:

1. Der Kurzschlußstrom darf nur sehr kurz gemessen werden, weil die Batterie dabei hoch belastet wird.
2. Es dürfen nur die herkömmlichen Kohle-Zink-Elemente (auch Leclancé-Elemente genannt) auf diese Weise geprüft werden. Eine Kurzschlußstrommessung

<sup>1</sup> Doppelt so laut empfundener Schall bedeutet aus Erfahrung eine Schallpegelerhöhung um 10 dB (vereinfachend kann man auch sagen, daß die Lautstärke um 10 phon zugenommen hat). Das aber entspricht gleichzeitig einer Verzehnfachung der akustischen Energie. Um diese vom Lautsprecher zu erzeugen, muß ihm die 10fach höhere Ausgangsleistung zugeführt werden, was gleichzeitig einen 10mal größeren Stromfluß in der Endstufe ergibt.

<sup>2</sup> Im Freien nimmt der Schalldruckpegel („die Lautstärke“) jeweils bei Verdopplung der Entfernung zur Schallquelle um 6 dB ab, bei Halbierung entsprechend zu. Geht man auf etwa ein Viertel der ursprünglichen Entfernung an den Lautsprecher heran, dann steigt der Schalldruckpegel bereits um 6 dB + 6 dB = 12 dB. Es wird für den Zuhörer reichlich doppelt so laut, ohne daß mehr Strom gebraucht wird.

## Durchschnittliche Kurzschlußströme unverbrauchter Batterien, gemessen an jeweils 20 Exemplaren unterschiedlicher Hersteller

Batterie- typ	Spannung in V	Kurzschlußstrom in A		
		minimal	maximal	häufigster Wert
R 20	1,5	3,0	4,8	4,3
R 14	1,5	3,1	4,1	3,4
R 6	1,5	3,5	4,8	4,2
2 R 10	3,0	1,3	2,7	2,0
3 R 12	4,5	4,5	5,8	5,6
6 F 22	9,0	0,2	0,5	0,4

an wiederaufladbaren gasdichten Akkus aller Art, wie sie zum Teil in den gleichen Bauformen wie die Normalbatterien als Importe im Handel sind (z. B. für Walkmans aus Japan), und auch bei Knopfzellen muß unbedingt unterlassen werden. Solche Batterien können dabei beschädigt werden, sie können sogar explodieren!

3. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die absolute Größe des Kurzschlußstroms kein Kriterium dafür ist, daß die Batterie mit dem größten Strom auch die längste Lebensdauer erreicht. So kann eine Monozelle R 20 mit 3,5 A Kurzschlußstrom durchaus etwas länger halten als eine andere mit 4 A. Das gilt besonders für Produkte von verschiedenen Herstellern. Die Kurzschlußstrommessung ist darum vor allem ein Verfahren zur Orientierung und zur Aussortierung tauber Batterien.

4. Den Kurzschlußstrom einer verbrauchten Zelle kann man nicht pauschal angeben. Das wäre vor allem bei Geräten mit sehr niedriger Stromaufnahme äußerst unsicher (Kleinst- und Taschenempfänger) und auch von den Hörgewohnheiten abhängig (→ 9.2.). Bei Kassettenrecordern liegt die Entladegrenze der Batterien bei einem Kurzschlußstrom um 0,3 A. 5. Einige Importbatterien, zum Beispiel der 9-V-Energieblock, sind als sogenannte selbstregenerierende Ausführungen im Handel. Nach langerer Lagerzeit kann der volle Kurzschlußstrom erst dann gemessen werden, wenn die Batterie einige Minuten im Gerät gearbeitet hat.

6. Signaliert eine Einrichtung zur Batteriespannungskontrolle in einem Gerät – zum Beispiel ein Zeigerinstrument oder eine Unterspannungsanzeige – nach kurzer Betriebszeit, daß die Batterien erschöpft sind, so lohnt sich auch dann eine Kurzschlußstrommessung. Die Ströme liegen zwar niedriger als zu Beginn, aber manchmal stellt sich auch heraus, daß nur eine einzige Monozelle vorschnell ihre Stromlieferung eingestellt hat, und es genügt allein der Austausch dieser einen Zelle.

## 9.4. Lassen sich verbrauchte Batterien wieder aufladen?

Zunächst muß etwas richtiggestellt werden: Von Nachladen oder Wiederaufladen kann keine Rede sein, wenn es sich um sogenannte Primärelemente, also die üblichen Monozellen bzw. Taschenlampenbatterien handelt. Ein vom chemischen Prozeß zerfressener und löcheriger Zinkmantel wird dabei nicht wieder heil, ausgetrockneter Elektrolyt nicht feucht. Wir sprechen also besser vom Regenerieren, bei dem bestimmte chemische Prozesse aktiviert werden. Aufladbare Batterien – sogenannte Sekundärelemente – sind anders aufgebaut und funktionieren unter chemisch anderen Prozeßabläufen.

Zahlreiche Veröffentlichungen und Bastelanleitungen, die teilweise ein Wiederaufladen bis zu 40mal (!) versprechen, wecken falsche Hoffnungen. Die Ergebnisse können in exakten Untersuchungen, wie sie zum Beispiel vom VEB Berliner Akkumulatoren- und Elementefabrik vorgenommen und veröffentlicht wurden<sup>1</sup>, nicht annähernd bestätigt werden. Schlimmer noch! Erwischt der Selbermacher einmal bei seinen Bemühungen den falschen Batterietyp, zum Beispiel LR-6-Batterien für Blitzgeräte oder Filmkameras bzw. andere, die nicht nach dem Leclancé-System aufgebaut sind, dann kann ihm die ganze Sache sogar um die Ohren fliegen. Solche Batterien sind dabei nämlich explosionsgefährdet, wie übrigens alle Knopfzellen und teilweise die auslaufgeschützten Ausführungen (Leak Proof-Zellen) auch. Darum wird die Regenerierung in einer Empfehlung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) grundsätzlich abgelehnt.

Die ganze Regeneriererei ist außerdem mehr als kompliziert, die Ergebnisse sind spärlich. Nur ganz leicht entladene Zellen (höchstens um 10 bis 20 %) können dazu mit Erfolg verwendet werden, aber auch nur dann, wenn sie an die entsprechende Einrichtung unmittelbar nach Gebrauch angeschlossen werden, und zwar einzeln, nicht etwa in Parallel- oder Reihenschaltung! Danach sollen sie außerdem gleich wieder benutzt werden. Insgesamt kann man auf diese Weise bei mehrmaliger Regenerierung einen Kapazitätszuwachs (quasi eine längere Betriebsdauer) von höchstens 20 % erreichen.

Jeder kann sich nun vorstellen, wie aufwendig dieser laufende Batterieaustausch ist und daß er den Kontakt im Batteriefach des Recorders auf die Dauer bestimmt nicht gut bekommt. So einfach wie ein normales Akkuladegerät – wie manche Bastelanleitungen glauben machen – ist ein Regenerierungsgerät auch nicht aufzubauen. Es muß

<sup>1</sup> radio fernsehen elektronik. 1984, Heft 7, Seite 414.

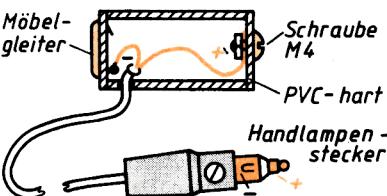
zum Beispiel die Messung des Entladestands der Batterien erlauben (und zwar genau) sowie mit einer Spannungsbegrenzerschaltung ausgestattet sein. Wer also eine entsprechende Bastelanleitung zu verwenden gedenkt, der sollte die Sache lieber noch einmal überschlafen. Der sicherlich bessere Weg führt zu einer Altstofffassungsstelle, wo man seine gesammelten Leerbatterien abliefern. Sie werden dort zwar unentgeltlich, aber doch dankbar entgegengenommen. Bestimmte Substanzen können nämlich wiederverwendet werden und sind auf diese Weise unserer Volkswirtschaft von großem Nutzen.

## 9.5. Welche Möglichkeiten gibt es, ein Batteriegerät aus dem Kfz-Bordnetz zu betreiben?

Dieses Anschließen ist zum Beispiel im Urlaub sehr vorteilhaft, beispielsweise beim Camping, falls Auto oder Motorrad am Zelt stationiert werden kann bzw. wenn man ein Batteriegerät im Auto betreiben möchte. Es lassen sich auf diese Weise eine Menge Batteriekosten sparen. Das Vorhaben scheint meist an einem ganz simplen Problem zu scheitern: Entweder ist in dem bewußten Gerät kein Gleichspannungseingang vorgesehen, oder wenn eine entsprechende Buchse eingebaut ist, dann bekommt man oft keinen passenden Stecker (besonders bei Importgeräten ist das so). Um diese Schwierigkeiten zu umgehen, sehen

Sie am besten eine Lösung mit Batteriephantomen vor (Bild 9.1). Diese haben den Vorteil, daß außer dem Einarbeiten eines kleinen Schlitzes in den Batteriefachdeckel für das Anschlußkabel keinerlei elektrische oder mechanische Änderungen am Gerät erforderlich sind. Die Phantome stellen man sich aus Holz oder PVC-hart genau in der Größe der verwendeten Batterien bzw. in der Form einer oder gleich mehrerer Monozellen her; sie werden anstelle des Batteriesatzes im Gerät eingesetzt. Ein Kabel stellt die Verbindung zur Handlampensteckdose im Kfz her. Die Phantomzellen müssen zum Teil hohl sein, denn in ihrem Innern werden die teilweise erforderlichen Siliziumdioden zur Spannungsreduzierung eingesetzt (eine Gleichrichteraufgabe haben sie in diesem Falle nicht). Jede dieser Dioden, die alle in Reihe geschaltet sind, vermindert die Spannung um etwa 0,7 V. Das ist notwendig, weil ja fast alle Batteriegeräte mit kleineren Spannungen betrieben werden, als sie das Kfz-Bordnetz mit meist 12 V aufweist. Es ist unbedingt auf die richtige Polung der Dioden zu achten, sonst ist der Stromfluß gesperrt, und die ganze Sache funktioniert nicht. Dioden vom Typ SY 320 reichen zum Anschluß von Geräten bis etwa 1 A Stromaufnahme (also auch für einen großen Stereo-Radiorecorder) sicher aus, allerdings sollte man sie wegen besserer Kühlung gleichmäßig auf die Phantome verteilen. Die Zahl der einzusetzenden Dioden richtet sich nach der Größe der Kfz-Bordspannung (6 und 12 V) und der

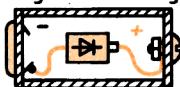
a) Phantom mit Anschlußkabel



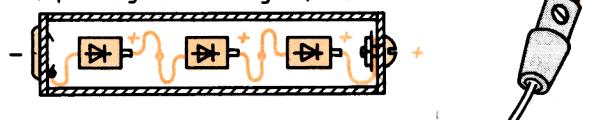
b) Leerphantom



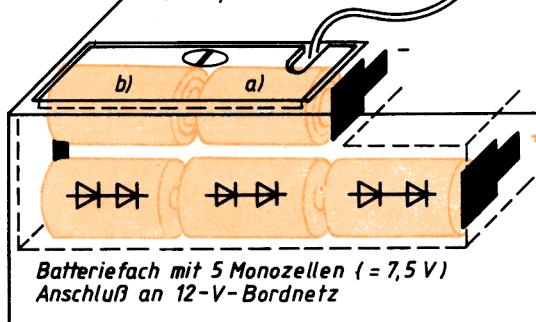
c) Phantom mit Diode  
(Spannungsreduzierung : 0,8 V)



d) kombiniertes Phantom für 2 Monozellen,  
die im Batteriefach hintereinanderliegen  
(Spannungsreduzierung : 2,4 V)



e) Beispiel



Reihenfolge der Phantome beliebig

Bild 9.1 Verschiedene Batteriephantome a) bis d); e) Beispiel für ihre Anwendung

## Anzahl der erforderlichen Siliziumdioden zur Spannungsreduzierung in Batteriephantomen

Spannung im Kfz- Bordnetz	Betriebsspannung des anzuschließenden Geräts				
	4,5 V (3 Zellen oder Flach- batterie)	6 V (4 Zellen)	7,5 V (5 Zellen)	9 V (6 Zellen oder Energieblock 6 F 22)	12 V (8 Zellen)
6 V	2 Dioden	ohne Dioden	ohne Dioden <sup>1</sup>	x	x
12 V	10 Dioden	8 Dioden	6 Dioden	4 Dioden	ohne Dioden

<sup>1</sup> Nur bei Kofferradios möglich, Lautstärkeeinbuße!

x Anschluß auf diese Weise nicht möglich.

Betriebsspannung (Batteriespannung) des anzuschließenden Geräts (→ Tabelle).

Auf diese Weise lassen sich aber an 6-V-Bordnetze, zum Beispiel bei einigen Krafträdern oder einem schon älteren Trabant, Geräte mit über 6 V Betriebsspannung nicht anschließen. Hier kann ein Transverter (Gleichspannungswandler) weiterhelfen, wie er beim Anschluß von Autoradios an 6-V-Bordnetze Verwendung findet. Der Transverter setzt die Spannung von 6 V auf 12 V herauf, danach verfährt man bei der Zahl der erforderlichen Dioden für die Phantome nach der Tabelle.

Wollen Sie allerdings ganz kleine Geräte mit geringer Stromaufnahme über einen Transverter betreiben, dann überzeugen Sie sich vor dessen Kauf davon, daß seine Ausgangsspannung im Leerlauf nicht sehr weit absinkt (Betriebsanleitung einsehen!). Der Transverter würde beim Anschluß eines zu kleinen Geräts eine zu geringe Spannung abgeben, und man müßte ihn durch einen Parallelwiderstand an den Ausgangsklemmen für 12 V erst in den Arbeitsbereich zwingen. Solche Basteleien sollten aber elektrotechnisch etwas erfahrene Gerätesitzer vorbehalten bleiben, die sich Größe und Belastbarkeit dieses Widerstands anhand der konkreten Bedingungen selbst ausrechnen können.

wenn Teile des Energienetzes überlastet sind, kann nämlich die Netzspannung stärkeren Abweichungen (meist Unterspannung) oder Schwankungen unterworfen sein.

Man unterscheidet zwischen Spannungskonstanthaltern und Stelltransformatoren. Spannungskonstanthalter stehen irgendwo unauffällig in einer Ecke des Zimmers und tun unter allen Umständen selbsttätig ihre Pflicht. Man merkt davon nichts, vernimmt höchstens mal ein leises Brummen. Weil sie aber meist ein stärkeres magnetisches Streufeld um sich herum aufbauen, sollte zwischen ihnen und Kassetten bzw. Spulentonbändern sowie Plattenspielern mit magnetischem Abtastsystem wenigstens 0,5 m Abstand gehalten werden.

Stelltransformatoren dagegen fordern dem Besitzer ständige Aktivitäten ab. Ihre drängende Aufforderung, daß schon wieder die Spannung vom richtigen Wert abweicht (von einem Lämpchen oder Zeigerinstrument signalisiert), läßt bei unruhigen Stromnetzen den Fernsehzuschauer laufend zwischen Sessel und Stellknopf hin- und herspringen. Dann ist ein Spannungskonstanthalter viel günstiger.

Die Notwendigkeit eines Spannungskonstanthalters oder Stelltransformators wird häufig überschätzt. Moderne transistorisierte Fernsehgeräte haben immer eingebaute elektronische Einrichtungen zur Konstanzhaltung der Versorgungsspannungen, so daß auch größere Schwankungen der Netzspannung zu keiner Veränderung der Bildqualität führen. Wenn das Bild häufiger schmäler, flacher oder sogar dunkler wird, dann muß die Unterspannung im Netz schon beträchtlich sein, oder im Fernsehgerät ist etwas nicht mehr in Ordnung.

Sie sollten darum nach einer Neuanschaffung zunächst in den technischen Daten des Fernsehgeräts nachschauen, welche Netzspannungsschwankungen

### 9.6. Wann braucht ein Fernsehgerät einen „Stromregler“?

Wir haben das umgangssprachliche Wort Stromregler in Gänselfüßchen gesetzt, weil es eigentlich unkorrekt ist. Nicht der Strom soll geregelt, sondern die zum Betreiben des Fernsehempfängers notwendige Netzspannung soll auf den vorgeschriebenen Wert von 220 V gebracht werden. In Spitzenbelastungszeiten oder

überhaupt zulässig sind. Steht da zum Beispiel Netzzspannung: 220 V ( $-5 \dots + 10\%$ ), dann bedeutet das, bei Spannungen zwischen 209 und 242 V muß das Gerät unter allen Umständen seine Pflicht erfüllen. Erst wenn sich zeigt, daß die Netzzspannung zeitweilig noch tiefer sinkt, sollte man einen Spannungskonstanthalter oder Stelltransformator verwenden. Die Spannung läßt sich dazu über einen gewissen Zeitraum, der die Spitzenbelastungszeit einschließt, mit einem Vielfachmeßinstrument oder einem anderen geeigneten Wechselspannungsvoltmeter an einer beliebigen Steckdose der Wohnung messen. Bei sehr niedrigen Spannungen ist ein Stelltransformator oder Spannungskonstanthalter auch dann wichtig, wenn sich keine Bildmängel zeigen. Die Unter spannung kann zu einer unzureichenden Beheizung der Bildröhrenkatoden führen, und die teure Bild röhre hält dann nicht so lange.

#### **9.7. Im Fernsehempfänger sollen teilweise Spannungen über 20 000 V herrschen, ist das nicht sehr gefährlich?**

Ja und nein! Diese hohen Spannungen sind mit Sicherheit dann unbedenklich, wenn der Empfänger trocken steht und wenn der Nichtfachmann sein Inneneben in Ruhe läßt. Sicher ist, daß kein unter normalen Betriebsbedingungen gefährliches Gerät in den Handel kommt, dazu nehmen wir es in der DDR mit dem Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz viel zu ernst. Die Hochspannung beim Fernsehgerät wurde ebenso gebändigt, wie das bei der Zündanlage des Pkw mit ähnlich hohen Spannungen der Fall ist. Selbst wenn man im Fernsehgerät ein hochspannungsführendes Teil berühren würde, bestünde normalerweise keine Lebensgefahr. Die Leistungsfähig

keit der Hochspannungsstufe ist nämlich so gering, daß bei Berührung durch den Menschen nicht lange genug ein lebensgefährlicher Strom durch den Körper fließen könnte; die hohe Spannung würde augenblicklich auf einen physiologisch unbedenklichen Wert zusammenbrechen. Lediglich kleine örtliche Verbrennungen durch einen Lichtbogen könnten entstehen. Die eigentliche Gefahr lauert an ganz anderer Stelle. Selbst bei einem ausgeschalteten und vom Netz getrennten Fernsehgerät kann sich die Hochspannung noch längere Zeit halten. Fummelt ein Laie im Gerät herum, dann weiß er nicht, wo sich diese tückischen Stellen befinden. Was aber, wenn die erschreckt zurückzuckende Hand unglücklich gegen das Glas der Bildröhre schlägt, womöglich noch mit einem Werkzeug? Auf dem völlig luftleer gepumpten Bildröhrenkolben lastet die Atmosphäre mit einer Masse von mehreren Tonnen! Schon der kleinste Sprung an einer ungünstigen Stelle, und die Röhre stürzt – vom äußeren Luftdruck zusammengepreßt – schlagartig in sich zusammen, implodiert, wie der Fachmann es nennt. Damit aber nicht genug! Die Glassplitter prallen mit Wucht aufeinander und werden mit Geschossgeschwindigkeit wieder auseinandergeschleudert. Das Innere des Fernsehgeräts gleicht dann i. allg. einem Schlachtfeld! Können Sie sich vorstellen, wie es dem unglücklichen Hantierer dabei erginge?

Das ist der Grund, weshalb ein Nichtfachmann nicht einmal bei gezogenem Netzstecker die Rückwand des Fernsehgeräts abschrauben soll, auch nicht zum Auswechseln einer durchgebrannten Sicherung. Das brächte ohnehin meist keinen Dauererfolg, denn eine defekte Sicherung hat im Normalfall eine Fehlerursache, und die muß der Fachmann aufspüren und beseitigen.

Nur zur Beruhigung: Zum Bildschirm hin ist jede Fernsehröhre gegen Implosionsauswirkungen geschützt. (Beachte aber 3.15.!)



## 10. Der unterhaltsame Beifahrer – der Autosuper

Schaut man ins Cockpit eines modernen Pkw, dann gehört ein Autoradio viel eher zum gewohnten Bild als beispielsweise ein Drehzahlmesser. Und doch hat es schon zu allen Zeiten Stimmen gegeben, die Bedenken gegen Radiomusik im fahrenden Auto angemeldet haben. Ein Zusammenhang zwischen erhöhtem Unfallrisiko und unpassender Beschallung wird sich zwar nur schwer nachweisen oder mit statistischem Zahlenmaterial belegen lassen, aber die Polizisten der Verkehrsunfallbereitschaft wissen davon zu berichten, daß in zerbeulten und umgestürzten Autowracks die Radios noch lautstark musizierten. (Na, was soll es also? Das beweist doch nur, wie robust diese

Geräte gebaut sind; zumindest haben doch sie den Unfall schadlos überstanden.)

Jedem Fahrer obliegt die Verantwortung, aus dem unterhaltsamen Beifahrer keinen narkotisierenden werden zu lassen. Wer auf einsamer nächtlicher Chaussee – schon fast am Eindösen und von keinem Verkehrsgeschehen abgelenkt – noch zusätzlich mildwuselnde Kaffeehausmusik einstellt, wer andererseits im dichtesten Gewühl der Hauptverkehrszeit überlaute und nervenaufpeitschende Rhythmen wählt, die ihn taub machen gegenüber den akustischen Botschaften der Straße und des Autos – ihn darüber hinaus sogar bis zur Aggressivität reizen können –, der hat genau das Gegenteil von dem getan, was eigentlich das Richtige gewesen wäre.

Einen aufmerksamen wirklichen Beifahrer im Sinne des Wortes kann kein Autoradio ersetzen. Einmal eingeschaltet, unterhält es den Fahrer pausenlos wie ein geschwätziges Klatschweib, aber ohne Engagement und ohne sich um dessen physischen Zustand zu kümmern.

Wer sich im Auto allzu versunken von den Flügeln des Gesanges emportragen läßt, der ist nicht fern davon, auf eigenen Flügeln noch bedeutend höher zu steigen – wenn man als überzeugter Materialist überhaupt so formulieren darf!

Wegdiskutieren will der Autor den Autosuper keinesfalls – schließlich hat er selbst ein bulliges Exemplar im Wagen – aber vielleicht können die Autofahrer ihn etwas bewußter, vor allem verantwortungsbewußter benutzen: angemessen im gewählten Programm und in der Lautstärke an die herrschende Verkehrssituation und das eigene Nervenkostüm ..., aber auch – nicht zu vergessen – an das der unschuldigen Mitfahrer!

### 10.1. Welche Besonderheiten gibt es bei einem Autoradio gegenüber einem „normalen“ Rundfunkempfänger?

Die ersten Autoradios wurden bereits 1930 in den USA gebaut. Es waren unförmige Kästen mit einem Volumen von über 10 Litern. Heute kann man ein Autoradio mit einem Rauminhalt von weniger als 1/10 davon herstellen, sogar mit UKW-Stereo und eingebautem Kassettenabspielgerät. Die Gehäuseabmessungen sind standardisiert<sup>1</sup>. Transistoren und integrierte Schaltkreise haben diese Miniaturisierung ermöglicht. Sie verdrängten auch die früher bei Röh-

engeräten erforderlichen elektromechanischen Polwendrelais – die Zerhacker –, die aus dem Batteriegleichstrom erst einen transformierbaren Wechselstrom erzeugen mußten und die selbst Quellen beträchtlicher Funkstörungen waren. Jedes Autoradio muß mit den schwierigen Bedingungen im fahrenden Pkw fertigwerden. Das erfordert eine besondere Bauweise, daher ist auch die Benutzung eines normalen Kofferradios im Auto ein Kompromiß.

So ist das fahrende Auto ständig wechselnden Empfangsbedingungen ausgesetzt. Die Antenne wird von Häusern, Mauern, Geländeerhebungen abgeschattet, dann bei Bergfahrt wieder hoch in den Himmel gehoben.

Das erfordert eine ausreichende Empfangsreserve beim Autosuper, damit diese Unterschiede weitestgehend ausgeglichen werden können. Daß das nicht un-

<sup>1</sup> Vorzugsmaße: Höhe: 44 mm, Breite: 180 mm, Tiefe: 150 mm.

ter allen Umständen klappt, merkt man vor allem bei UKW-Empfang, wenn man sich weiter vom Sender entfernt. Da kommt es zu länger währenden Empfangsaussetzern oder zu einem ratternden Geräusch, wenn man zum Beispiel durch Straßenzüge fährt. Beim Ampelstop oder vor einer Bahnschranke ist plötzlich „der Sender weg“; rollen Sie ein paar Dezimeter, so erscheint er wieder. Der Empfang wird schließlich dadurch nicht besser, daß die übliche Autoantenne nur ein Element hat. Aber was soll's, mit einem Dipolrechen auf dem Dach können wir nicht durch die Gegend fahren. Außerdem müßten wir ihn laufend zum Sender drehen!

Zünd- und andere Kontaktstörungen umgeben die ganze Autokarosserie wie ein unsichtbarer Sprühregen, mittendrin steht die Antenne. Das erfordert aufwendige Entstörmaßnahmen (→ 10.7.).

Die Pkw-Bordspannung ändert sich in ziemlich weiten Grenzen, nämlich zwischen 12 V (ohne Ladung) und etwa 14,4 V (bei ladender Lichtmaschine), so daß im Autoradio die Betriebsspannung sorgfältig stabilisiert werden muß.

Der Empfänger soll auch noch bei dem Gerüttel funktionieren, wie es auf einer schlechten Wegstrecke die ganze Karosserie erfaßt. Bedenkt man dabei, daß sich die Abstimmkerne für die Sendereinstellung zwischen 2 Stationen teilweise nur um Bruchteile eines Millimeters verschieben, dann wird die notwendige Präzision offenbar.

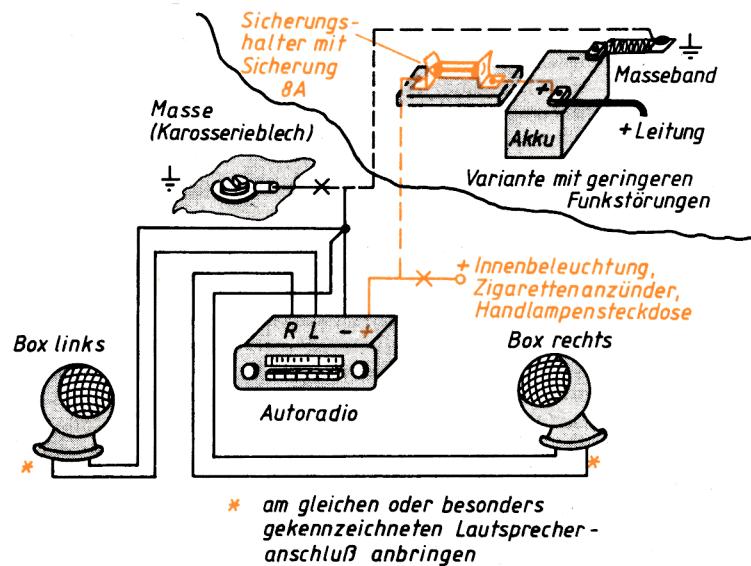
Üblich sind bei Autosupern 2 bis 3 Empfangsbereiche: Lang- und Mittelwellen, bei gehobeneren Ausführungen zusätzlich UKW (sogar in Stereo), selten Kurzwellen. Der Empfang wäre hierbei zu unsicher.

Bei UKW-Mono-Empfang kann man ohne störendes Rauschen im Umkreis von etwa 50 bis 60 km vom Sender genüßvoll Radio hören, bei Stereoempfang verringert sich diese Entfernung auf weniger als die Hälfte. Dagegen ist der Empfang auf Mittel- und Langwellen auch über längere Fahrstrecken stabil, nur unter Brücken setzt er kurzzeitig aus. Stahlbetonbauten mögen diese Wellen nicht besonders gern!

## 10.2. Was ist zu beachten, wenn man das Autoradio selbst einbaut?

Es ist beim Autoradioeinbau immer am einfachsten, wenn man eine Aussparung mit den Standardabmessungen im Armaturenbrett vorfindet. Bei einigen Autotypen, zum Beispiel dem Škoda 105/120 oder Dacia gibt es aber keine Öffnung dafür, beim Lada ist sie für übliche Autosuper viel zu klein. Dann wählen wir die Montage unter dem Armaturenbrett – möglichst im Bedienbereich des Fahrers, ohne daß er akrobatische Übungen vollführen muß – oder in einer Mittelkonsole.

Viele profilierte Bastler schneidern eine solche Konsole, in der auch noch der Lautsprecher eines Mono-Autosupers Raum finden kann, ihrem Pkw auf den Leib. Doch will ihre Konstruktion gut überlegt sein. Man hat nichts gekonnt, wenn sich nach ihrem Einbau die Sitze nicht mehr ganz nach vorn schieben lassen, sie die entspannte Beinhaltung von Fahrer oder Beifahrer bzw. das Schalten der Gänge behindert oder durch scharfe Kanten zum Unfallrisiko wird. Günstig ist immer eine flache Konsole, die man unter das Ar-



maturenbrett hängt und unter der noch etwas Raum frei bleibt. Beim Škoda 105/120 läßt sie sich besonders formvollendet als Verlängerung des Heizungsbedienfelds nach unten anpassen. Wer mit der Konstruktion von Lautsprechergehäusen wenig Erfahrung hat, macht keinen Fehler, wenn er die Konsole hinten offen läßt.

Hat der Autosuper seinen Platz gefunden, so müssen die elektrischen Anschlüsse hergestellt werden. Das ist weiter kein Problem, wenn Sie sauber arbeiten, die Kabelenden rüttelsicher verlöten oder klemmen (Litzen dazu verzinnen!), wenn Sie bei allen Leitungen auf gute Isolierung achten und darauf, daß sich keine Quetsch- und Scheuerstellen an der Karosserie bilden können. Bevor Sie die Kabel elektrisch anschließen, wird ein Pol der Batterie abgeklemmt, damit es keine Kurzschlüsse gibt. Läßt sich die Spannungspolarität eines Autoradios umschalten, muß das entsprechend der Polarität des Bordnetzes vorgenommen werden.

Für alle in der DDR gehandelten Autos gilt: Minus an Masse anschließen (das ist das Karosserieblech!). Die Stelle, an der diese Masseverbindung an der Autokarosserie angeschraubt wird, muß metallisch blitzblank geschabt werden. Das Minuskabel erhält am besten eine angelötete Kabelschelle. An welcher Stelle die Masseleitung mit der Karosserie verbunden wird, ist zur Verringerung der Funkstörungen nicht ganz unbedeutend. Wer nicht lange herumsuchen will, der verlängert am besten das Minuskabel bis zum Batterie-Masseanschluß und klemmt es dort mit unter. Dann haben die in den Karosserieblechen herumvagabundierenden Störströme kaum Einfluß auf den Empfänger. Der Pluspol wird an einer abgesicherten Klemme angeschlossen, die auch bei ausgeschalteter Zündung Spannung führt. Das kann zum Beispiel der Pluspol der Pkw-Innenbeleuchtung, des Zigarettenanzünders oder der Handlampensteckdose sein. Verlängert man auch das Pluskabel bis hin zum Batterieanschluß – was aus Entstörgründen ebenfalls günstig ist –, dann sollte dicht am Akku unbedingt eine zusätzliche Sicherung dazwischengeschaltet werden (8-A-Autosicherung mit Halter).

Beim Anschließen der Lautsprecher (egal ob Mono oder Stereo) ist es günstiger, jeweils ein 2adriges Kabel zu legen und die Masseverbindung(en) am Autoradio anzuschließen.

Um unnötige Klappereien zu vermeiden, sollten Sie alle Anschlußleitungen an geeigneter Stelle der Karosserie oder an anderen Kabelästen mit Isolierband festbinden.

Nachdem die Antenne angesteckt worden ist, kann der Empfangserfolg überprüft werden. Allerdings ist bei Mittelwellenempfang eine einmalige Einstellung am Autoradio vorzunehmen, die der Anpassung der Antenne an den Empfänger dient. Wie dieser sogenannte Antennentrimmer zugänglich ist, können Sie

der Bedienungsanleitung entnehmen. Bei vollständig herausgezogenem Teleskopstab der Antenne wird ein schwacher Mittelwellensender im Bereich um 1400 kHz auf der Skale gesucht, die Klangblende auf „hell“ gestellt. Am Antennentrimmer des Empfängers läßt sich nun mit einem schmalen Schraubendreher der lautstärkste Empfang einregulieren.

Der Einbau eines Kassettenabspielgeräts oder einer Kombination eines solchen mit einem Autosuper wird auf die gleiche Weise vollzogen.

### 10.3. Was ist bei der Auswahl und beim Einbau von Autoantennen zu beachten?

Bei der Auswahl der richtigen Autoantenne müssen Sie davon ausgehen, daß für Lang-, Mittel- und Kurzwellenempfang (AM-Bereiche) die Antenne mit dem längsten Stab die geeignetste ist, zum Beispiel Glasfibrerruten mit eingezogenem Antennendraht, deren Ende an der Regenrinne befestigt wird. Diese Antennen sind vollkommen wartungsfrei und unzerbrechlich. Bei UKW dagegen liefern Antennen mit einer Stablänge von 0,8 bis 1 m optimalen Empfang (Aufbau-, Seiten-, Dach- oder Versenkantennen). Für kombinierten Empfang auf allen Wellenbereichen ist eine lange Versenkantenne (Teleskopantenne) sehr vorteilhaft. Man kann sie bei AM-Empfang gänzlich herausziehen und schiebt sie bei UKW-Empfang auf etwa 1 m ein. Versenkbare Teleskopantennen bieten außerdem den besten Schutz gegen mutwillige Beschädigung und gegen Abknicken in einer Pkw-Waschanlage.

Am Wartburg, mit seiner über die Vorderkotflügel gezogenen Motorhaube, ist eine Seitenantenne am Fensterholm günstig.

Über spezielle Bauformen von Autoantennen und ihre Empfangseigenschaften lassen Sie sich am besten im Fachgeschäft beraten.

Man kann zwar seine Autoantenne prinzipiell auch im Fahrzeugheck montieren, dann aber muß ein handelsübliches Verlängerungskabel (Typ 2702) dazwischengesteckt werden. Das führt zu Verlusten und schwächt somit den Empfang, auch wenn eine solchermaßen angebrachte Antenne vielleicht etwas weniger Zündstörungen auffängt. Es ist eine nur persönlich zu beantwortende Frage, ob man den sportlichen Touch, den eine Heckantenne zweifellos dem Auto gibt, gegen die etwas schwächeren Empfangsleistungen einzutauschen bereit ist. Geradezu unüberlegt wäre die Heckmontage bei einem Heckmotorwagen. Ob man seine Antenne im Auto vorn rechts oder links einbaut, ist nicht allein eine Geschmacksfrage. Es gibt dabei 2 Überlegungen anzustellen: Einseitels soll die Antenne auf der Seite montiert werden, wo die geringsten Zündstörungen zu erwarten sind, wo also

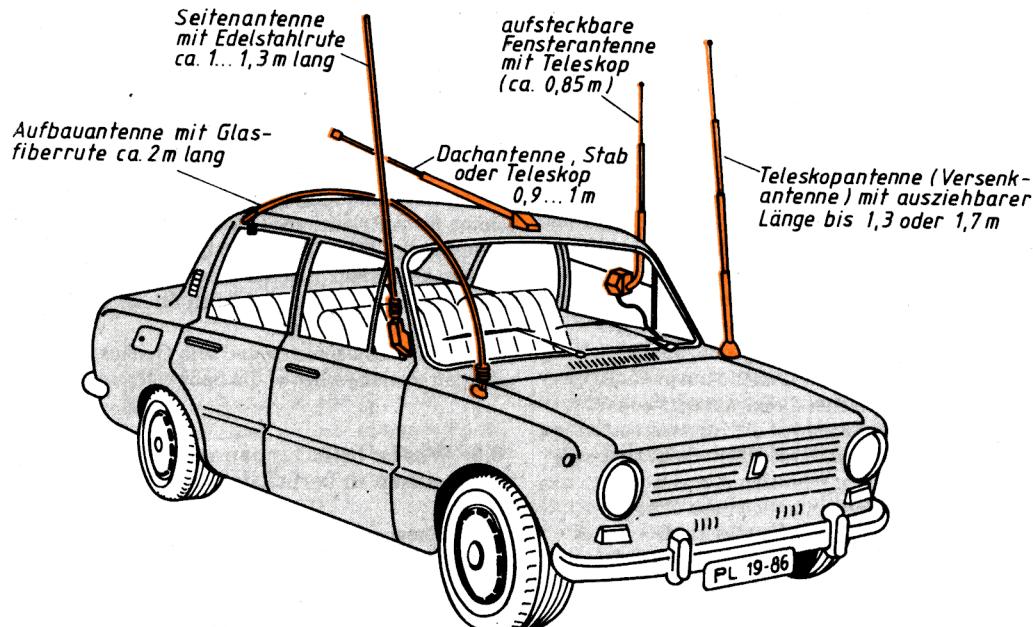


Bild 10.2 Beispiele zur Montage von Autoantennen

Zündkerzen, Zündspule, Unterbrecher und Zündverteiler nicht sitzen. Andererseits ist eine in Fahrtrichtung links eingebaute Antenne beim geparkten Fahrzeug einem Zugriff zerstörungswütiger Buben vom Bürgersteig aus weniger zugänglich. Jeder Autobesitzer muß also aufgrund seines Fahrzeugtyps und seiner Parkmöglichkeiten (Laternenparker oder Garagenbesitzer) selbst entscheiden, wo er seine Antenne einbaut.

Bevor Sie das Befestigungsloch in die Karosserie einarbeiten, müssen Sie sich sehr gründlich darüber vergewissern, ob diese Stelle auch wirklich von unten her zugänglich ist. So mancher Lada-Besitzer ist schon unbedacht im Kasten hinter dem Wasserlauf angekommen und mußte sich jahrelang von diesem vollkommen unnützen Loch daran erinnern lassen, daß blinder Eifer nur schadet.

Eine Versenkantenne benötigt nach unten genügend Platz und darf nicht etwa mit einem eingefederten oder eingelenkten Vorderrad in Kollision geraten. Der Antennenfuß muß mit dem Karosserieblech unbedingt innigen metallischen Kontakt haben. Darum ist die Umgebung des Befestigungslöchs von unten gründlich von Schmutz, Konservierungsmittel und Lack zu befreien. Nach dem Einschrauben der Antenne sollte man diese Stelle durch Überlackieren und anschließendes sorgfältiges Konservieren (Ubotex, Elascon) vor Korrosion schützen.

Die Lage des Lochs, das zur Kabdeldurchführung irgendwo in die Spritzwand gebohrt werden muß, will

gut ausgeforscht sein. Wichtig ist, daß man im Innern des Autos nicht etwa hinter dem Heizaggregat oder an anderer unzugänglicher Stelle herauskommt und daß man beim Bohren keine elektrischen Kabel oder anderen edlen Teile beschädigt. Es ist auch daran zu denken, daß das Scheibenwischergestänge Spielraum braucht.

Die Kabdeldurchführung wird anschließend mit Karosseriekitt abgedichtet.

Etwas zu lange Antennenkabel sollen nicht gekürzt werden!

Von einer sogenannten elektronischen Autoantenne, die einen eingebauten Antennenverstärker hat und mit einem Außenspiegel kombiniert sein kann, erwarten manche Leute Empfangsverbesserungen, wie sie dieser Antennentyp in Wirklichkeit nicht erbringen kann. Im Nahfeld eines Senders ist sie durch die großen Feldstärken oft schon überfordert, und das Radio reagiert mit undefinierbarem Gegurrel, mit Senderwegsspringen oder Zustoppeffekten. Weit entfernt vom Sender verstärkt eine elektronische Autoantenne zwar den Empfang, ob sie ihn allerdings auch verbessert, ist nicht zuletzt davon abhängig, wie gründlich das Auto funkentstört wurde. Die Zündstörungen werden nämlich von dieser Antenne gleich mitverstärkt.

## 10.4. Welche Einbauvarianten sind für Auto-lautsprecher, vor allem bei Stereo-Autoradios bzw. Kassettenabspielgeräten, am günstigsten?

Für den Autoeinbau kommen kleine Kugelboxen oder schwenkbare kleine Gehäuselautsprecher in einer Halterung zur Anordnung auf oder unter dem Armaturenbrett bzw. auf der Heckablage in Frage. Lautsprecher ohne Gehäuse, wie sie oft zum Autoradio gehören, eignen sich für den Einbau im Armaturenbrett, bei Mono auch in einer sogenannten Konsole (→ 10.2.), oder in den Vordertüren (→ 10.5.). Die günstigste Einbauart, ganz gleich, ob für Mono- oder Stereowiedergabe, ist immer dann gewählt, wenn der oder die Lautsprecher direkt von vorn oder etwas von der Seite ihren Schall auf die Insassen abstrahlen, ohne daß der Schallweg verdeckt ist. Es ist auch möglich, vor allem bei sehr schmalen Armaturenbrettern, die Lautsprecher direkt, nämlich nach oben zur schrägen Frontscheibe, abstrahlen zu lassen. Der Schall wird daran reflektiert und auf die Insassen gelenkt. Bei dieser Einbauvariante ist allerdings eine allmähliche Verschmutzung der Lautsprecher durch Staub und hineinfallende Krümel auf Dauer nicht auszuschließen. Das gilt ganz besonders beim Einbau von unten in die Hutablage. Stereobeschallung von hinten ist etwas unrealistisch und gewöhnungsbedürftig; wer setzt sich schon mit dem Rücken zur Musik? Außerdem, wenn sich der Fahrer die Lautstärke nach seinen Bedürfnissen eingestellt hat, ist es den Fondpassagieren meist viel zu laut. Bei Autos mit Heckmotor sollte man die Lautsprecher möglichst nicht hinten einbauen, denn es ist hörpsychologisch günstiger, wenn Nutzschall und Störgeräusche aus verschiedenen Richtungen kommen. Unser „intelligentes Gehör“ kann sie dann besser auseinandersetzen, es konzen-

trierte sich auf den gewünschten Klang, und der Motorlärm versinkt im Unterbewußtsein.

Eine besonders günstige Stelle zum Einbau von 2 Stereoboxen findet sich vorn rechts und links an den Außenwänden des vorderen Fußraums (Bild 10.3).

Man neigt die Boxen so, daß sie etwa zu einem gedachten Punkt strahlen, der in der Mitte zwischen den Köpfen von Fahrer und Beifahrer liegt.

Kaufen Sie Autolautsprecher getrennt vom Autoradio, so müssen Sie darauf achten, daß Nennbelastbarkeit und Nennimpedanz (Lautsprecherwiderstand) zum Empfänger passen (→ 14.7.). Auch für Autoboxen gilt die alte Lautsprecherregel:

Je größer der Lautsprecher und sein Gehäusevolumen, um so klangvoller ist die Baßwiedergabe!

## 10.5. Was ist beim Einbau von Lautsprechern in Autotüren zu berücksichtigen?

Türlautsprecher im Pkw sind vor allem bei Stereowiedergabe recht vorteilhaft. Es entsteht ein günstiger stereofoner Effekt, außerdem nehmen sie keinen Platz weg, und durch das große Türvolumen, das das Lautsprechergehäuse bildet, verbessert sich die Baßwiedergabe.

Türlautsprecher ordnet man so hoch wie möglich in den Vordertüren an, etwa im vorderen Drittel (Bild 10.4a), so daß der Schallweg nicht durch Insassen verdeckt wird. Wir verwenden Breitbandlautsprecher möglichst flacher Bauform mit einer Nennimpedanz von 4 bis  $8\ \Omega$  und einer Nennbelastbarkeit von mindestens 3 bis 4 W (oder größer, wenn es die Ausgangsleistung des Autosupers erfordert). Man kann auch je Tür einen Tieftonlautsprecher und zusätzlich einen kleinen Hochtontlautsprecher verwenden, den man über einen Kondensator parallel zum Tieftoner an-

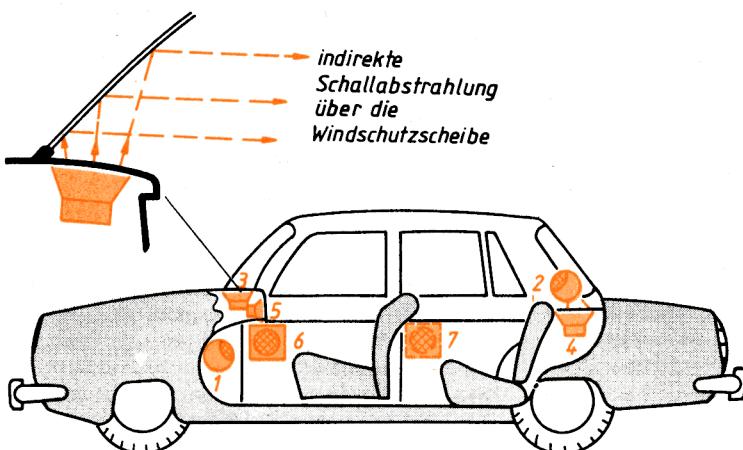


Bild 10.3  
Einbauvarianten für (Stereo-)Autolautsprecher  
1 im oberen Fußraum; 2 stehend auf der Heckablage; 3/4 waagerecht im Armaturenbrett/Heckablage mit indirekter Abstrahlung über die Scheibe; 5 frontal im Armaturenbrett; 6/7 Türlautsprecher vorn/hinten

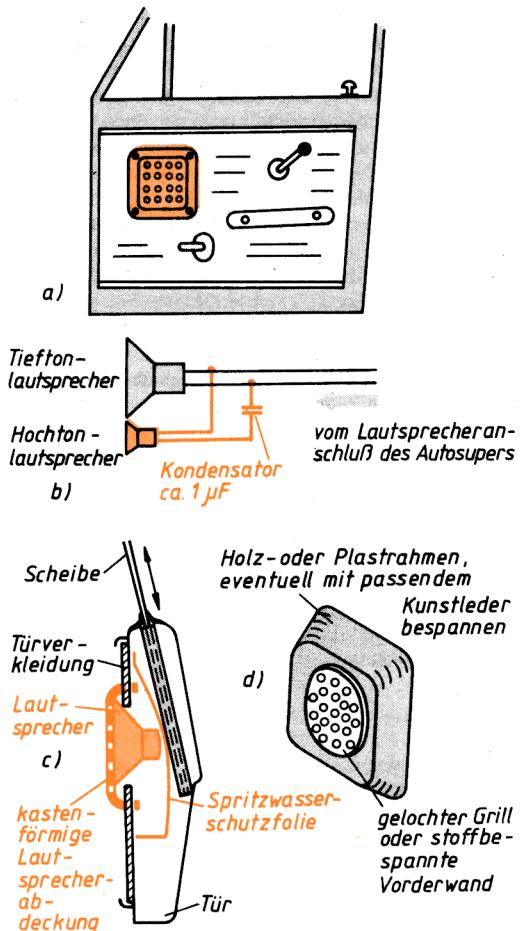


Bild 10.4 Einbau von Lautsprechern in die Autotüren

schließt (Bild 10.4b). Vor dem Einbau überzeugen Sie sich bei abgenommener Türverkleidung davon, daß der Lautsprechermagnet später nicht den Kurbelmechanismus, die heruntergedrehte Scheibe oder die Türverschlußeinrichtung behindert. Zum Einbau benutzen wir möglichst einen schon vorhandenen Durchbruch im Türinnenblech. Vom Einarbeiten zusätzlicher Löcher ist aus Stabilitätsgründen abzuraten; geht es dennoch nicht anders, befragen Sie auf alle Fälle einen Karosseriefachmann. Sollte der Platz in der Tür zu knapp werden, bauen Sie ein rahmenförmiges schmales Lautsprechergehäuse aus Holz, hinten offen, in das Sie den Lautsprecher von innen einsetzen. Es wird nach dem Ausarbeiten einer Öffnung in der Türverkleidung auf diese aufgesetzt und von hinten mit Holzscreuben befestigt. Der Laut-

sprecher ragt dann 4 bis 6 cm in den Pkw-Innenraum hinein, was normalerweise nicht stört (Bild 10.4c/d). Ist dagegen genug Platz in der Tür, kann der Lautsprecher von innen direkt auf die Türverkleidung geschraubt werden. Der erforderliche Durchbruch – im Durchmesser der Membran – wird dann von außen mit einem käuflichen Lautsprecher-Ziergitter abgedeckt. Weil bei Regenwetter immer mit Wasser in der Tür zu rechnen ist und sich auch Kondenswassertropfen niederschlagen, muß die Lautsprecherrückseite unbedingt mit einer oben und seitlich an der Türverkleidung angeklebten wasserdichten Folie abgedeckt sein (Klebstoff für PE-Folien: Saladur).

Das Lautsprecherkabel ist schlafenförmig in der Nähe eines Türscharniers so zu legen, daß es beim Türöffnen genügend Bewegungsfreiheit hat und keinesfalls gequetscht wird. Bei Kurzschluß besteht nämlich die Gefahr von elektrischen Schäden im Autoradio!

Beim Anschließen der Stereolautsprecher achten Sie darauf, daß die Masseleitung – der gemeinsame Pol für beide Lautsprecher am Autoradio – bei jedem der beiden Lautsprecher am gleichen Anschluß angelötet wird, ansonsten gibt es ein akustisches Loch im Stereoklangbild.

## 10.6. Wie sind die Lautsprecher zu schalten, wenn man mehrere, zum Beispiel für vorn/hinten oder rechts-links, an einem Autoradio anschließen will?

Bei derartigen Kunstschaltungen empfiehlt es sich immer, sehr vorsichtig vorzugehen, damit man keine Anschlüsse verwechselt oder sogar einen Kurzschluß einbaut. Darum wurden die Anschlüsse in den Schaltungen so gezeichnet, daß Irrtümer eigentlich ausgeschlossen sein müssen. Alle angegebenen Lautsprecherimpedanzen (in Ohm) beziehen sich auf einen geforderten Nennabschlußwiderstand des Autoradios von  $4 \Omega$ , wie er allgemein üblich ist. Dieser Wert darf keinesfalls unterschritten werden! Für die Angabe der Lautsprecherleistung (Nennbelastbarkeit) sind wir von der Annahme ausgegangen, daß das Autoradio eine Ausgangsleistung von  $x$  Watt (W) hat. Sind es bei einem bestimmten Typ laut technischen Daten zum Beispiel  $4$  W, dann bedeutet  $x/2$  W am Lautsprechersymbol, daß dieser Lautsprecher mindestens eine Belastbarkeit von  $4/2 = 2$  W haben sollte. Mehr schadet nichts, im Gegenteil, dann verbessert sich meist die Baßwiedergabe.

Bild 10.5a) zeigt die Normalschaltung mit einem Lautsprecher. Sie wird durch eine Anordnung nach b) mit je einem Lautsprecher vorn/hinten im Auto oder rechts-links im Armaturenbrett vollwertig ersetzt. Auch eine Schaltung nach c) läßt sich dafür verwenden.

den, wenn nur Lautsprecher mit 2 bis 4  $\Omega$  zur Verfügung stehen. Bei 4- $\Omega$ -Lautsprechern entsteht allerdings ein geringfügiger Leistungsverlust; die volle Lautstärke wird nicht mehr ganz erreicht. Nach d) werden 4 Lautsprecher geschaltet, wenn man eine panoramaartige Beschallung des Passagierraums wünscht. Bei der Anordnung nach e) können an einem 3-Stufen-Schalter entweder der vordere, beide oder nur der hintere Lautsprecher eingeschaltet werden. Weil ein solcher Schalter unter Umständen schwer zu beschaffen ist, können wir diese Schaltung auch mit 2 Kippschaltern aufbauen, → Bild f). Wer die Lautstärke zwischen 2 Lautsprechern ausbalancieren möchte, der kann eine Schaltung nach g) oder h) wählen. Den erforderlichen Drehwiderstand mit recht hoher Belast-

barkeit gibt es teilweise in Fachgeschäften für Bastlerbedarf zu kaufen. Mit der Schaltung nach g) läßt sich jeder der beiden Lautsprecher auch völlig zum Verstummen bringen, bei der Variante nach h) kann man das Lautstärkegleichgewicht nur in gewissen Grenzen verschieben. Auch bei diesen beiden regelbaren Schaltungen entstehen geringfügige Lautstärkeverluste.

Zum Schluß zeigt Bild 10.5i) noch etwas ganz Besonderes. Durch 2 Zusatzlautsprecher im hinteren Bereich des Fahrgastraums (auch ein Lautsprecher genügt notfalls schon) läßt sich mit einem Stereo-Autoradio oder -Kassettenabspielgerät Pseudoquadrofonie abstrahlen (→ 4.8.). Im Pkw entsteht ein besonders raumfüllendes Klangbild. Der eingezeichnete Drehwi-

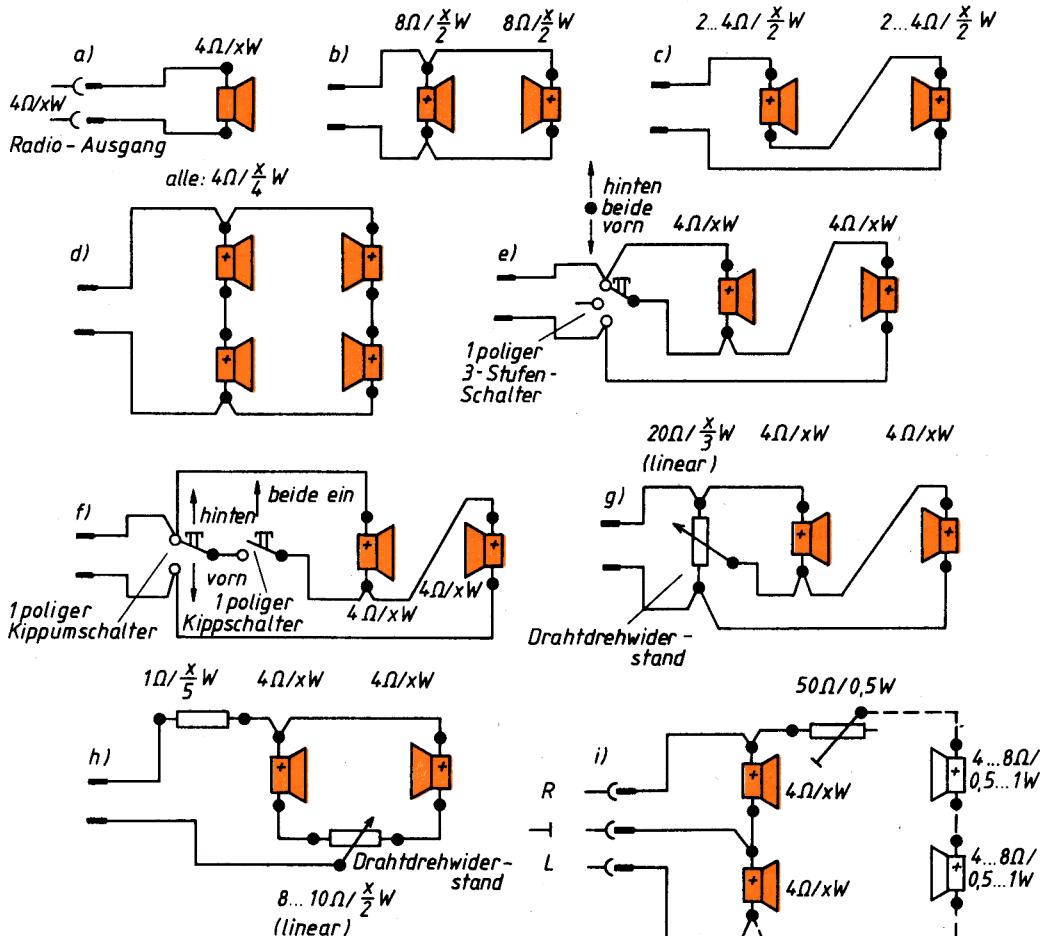


Bild 10.5 Schaltungsvarianten zum Einbau mehrerer (Mono-)Autolautsprecher

derstand von  $50 \Omega$  wird nur einmal bei Stereowiedergabe so eingestellt, daß die hinteren Lautsprecher vom Fahrer gerade eben wahrgenommen werden. Bei Mono-Wiedergabe müssen sie schweigen, das ist kein Fehler in der Schaltung. Es ist günstig, wenn die Zusatzlautsprecher auf der Heckablage so angebracht werden, daß sie ihren Schall zerstreuend über die Heckscheibe ins Wageninnere abstrahlen.

### 10.7. Wann ist eine Funk-Entstörung beim Pkw mit Autoradio notwendig, und kann sie der Laie selbst vornehmen?

Alle Kraftfahrzeuge müssen vom Hersteller grundentstört worden sein. Diese sogenannte Fernentstörung wird unabhängig davon gefordert, ob ein Autoradio eingebaut ist oder nicht. Sie ist notwendig, damit der Rundfunk- und Fernsehempfang in den durchfahrenen Gebieten nicht beeinflußt wird. Das bedeutet aber nicht, daß diese Entstörungsmaßnahmen ausreichend sind, um auch im Pkw selbst ungestörten Empfang zu erzielen. Sie genügen i. allg. nur in der Nähe starker Sender; fährt man über Land, dann hat man mit allem möglichen Geprassel und Geschnarre im Klang zu rechnen. Eine zusätzliche Nahentstörung am Auto ist unerlässlich.

Alles, was am Kraftfahrzeug Funken erzeugt, kann den Empfang stören: die Zündanlage, die Lichtmaschine, der Regler, die Motoren für Heizgebläse und Scheibenwischer, sogar Blinkgeber und Bremslichtschalter. Weil sich bei jedem Pkw-Typ die wirksamsten Maßnahmen etwas unterscheiden – vor allem die gründliche Entstörung auf allen Empfangsbereichen ist recht schwierig –, sind diese Arbeiten eigentlich Sache eines Fachmanns. Der Selbermacher hat nicht immer vollen Erfolg, vor allem kommt er nicht ohne detaillierte Anleitung aus, die den Rahmen dieses Buches sprengen würde. Für ihn sei darum das Buch „Rundfunkempfang im Auto“ empfohlen (Literaturhinweis [13]), welches diese diffizile Entstörproblematik und viele andere Fragen zum Autoradio anschaulich behandelt.

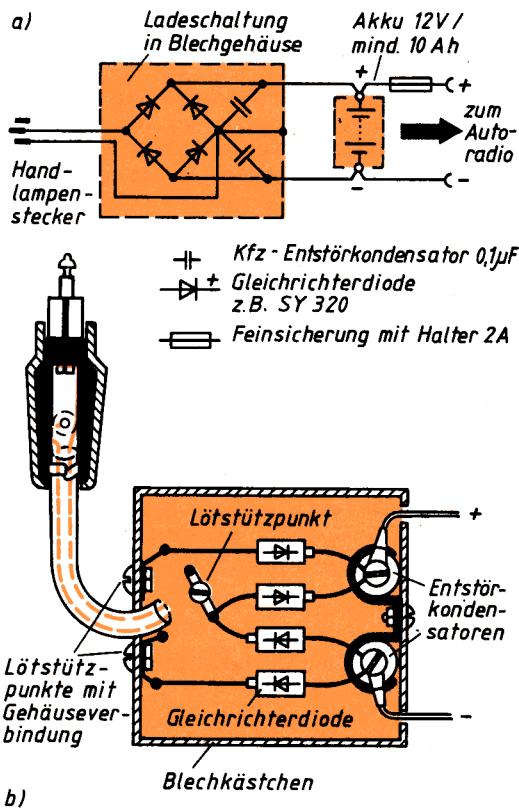
Eine besonders aufwendige Sache ist die Nahentstörung beim Pkw Trabant mit seiner Duropunktkarosserie, die keinerlei abschirmende Wirkung hat. Trotzdem kann sich aber gerade beim Trabant – ebenso wie beim Wartburg – der Besitzer allein noch am ehesten helfen, weil es für diese Fahrzeugtypen komplett Entstör-Bausätze mit Einbauanleitung zu kaufen gibt. Beim Trabant hat es sich außerdem bewährt, die Innenseite der Motorhaube dicht mit Alufolie (Haushalts- oder Grillfolie) überlappend zu kleben. Die Folienbahnen müssen aber untereinander und mit dem Motorblock guten elektrischen Kontakt haben. Um das zu erreichen, legt man die Enden aller Fo-

lienbahnen zwischen 2 lange Aluminiumblechstreifen und schraubt diese an mehreren Stellen fest zusammen (im Bereich jeder Folienbahn mindestens eine Schraube). Ein nicht zu dünnes Kupferflechtband stellt die elektrische Verbindung zwischen den Streifen und dem Motorblock her, und zwar auf der Fahrzeugseite, an der auch die Autoantenne montiert wird.

Bei älteren Pkw kann sich die Entstörwirkung im Laufe der Zeit beträchtlich verschlechtern. Die Ursache ist u. a. im Rostansatz zwischen den Karosserieblechen zu suchen, so daß ein ausreichender Flächenkontakt zur Ableitung der elektrischen Störströme nicht mehr gewährleistet ist. Um ihn wieder herzustellen, können z. B. bei geschraubten Kotflügeln zusätzliche leitende Verbindungen mit kurzen Blechstreifen zum Chassis hergestellt werden. Aus dem gleichen Grunde sind bei sorgfältig konstruierten Autos bewegliche Karosserieteile (insbesondere die Motorhaube) über eine flexible Leitung mit der übrigen Karosserie verbunden, weil man sich auf eine leitende Verbindung über die Scharniere nicht vollständig verlassen kann.

### 10.8. Unter welchen Bedingungen läßt sich in einem Sportboot ein Autoradio einbauen?

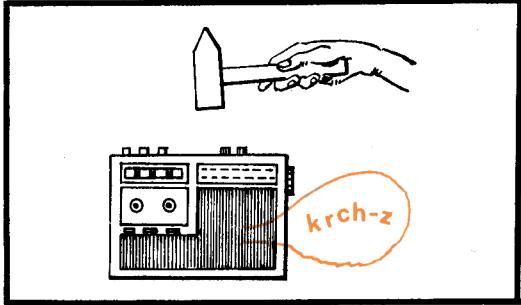
Auf einem Sportboot empfiehlt sich vor allem die Mitnahme eines Kofferradios oder Radiorecorders. Die Empfangsbedingungen sind viel günstiger als in einem Auto, weil keine Stahlblechkarosserie die elektromagnetischen Wellen behindert oder verzerrt und auch die Funk-Entstörung des Motors – vor allem eines Seitenborders oder Heckmotors mit einem Zylinder – bedeutend einfacher ist. Meist genügen ein abgeschirmter Kerzenstecker und Überziehen des Zündkabels mit Metallgewebebeschlauch als einzige Maßnahmen. Bei einem Heckmotor mit Kunststoffhaube (Forelle!) kann es außerdem günstig sein, die Innenseite der Haube mit Grillfolie zu kleben. Es ist jedoch darauf zu achten, daß die Folie über die Verriegelung guten elektrischen Kontakt zur Motorwanne hat. Bedenken Sie auch, daß ein festgemachtes Sportboot zwar gegen unbefugte Benutzung gesichert werden kann, meist aber nicht wirkungsvoll dagegen, daß es ein böser Bube in einem günstigen Moment besteigt und ausräumt. Ein tragbares Gerät aber kann der Besitzer beim Anlegen zwischendurch oder am Ende der Ausfahrt leicht mit von Bord nehmen. Trotzdem läßt sich in ein Boot selbstverständlich auch ein Autoradio einbauen, vorausgesetzt, es ist ein Akkumulator (umgangssprachlich Akku) an Bord, der möglichst vom Motor mitgeladen wird. Die wenigsten wissen, daß man einen kleinen Akku mit 12 V und etwa 5 bis 15 Amperestunden (Ah) sogar aus der 6-V-



Lichtspule des Seitenborders Tümmeler oder des Heckmotors Forelle laden kann. Es genügen 4 Leistungsdioden, zum Beispiel vom Typ SY 320 (Bild 10.6), ein paar Entstörmittel, und schon fließt je nach Motordrehzahl ein Ladestrom zwischen 0,5 und 1,5 A, gerade soviel, wie auch ein durchschnittliches Autoradio dem Akku entnimmt. Weil diese einfache Ladeschaltung bei eingeschalteter Bootsbeleuchtung ohnehin nicht funktioniert, kann man getrennte Stecker für Lichtanschluß und Batterieladung vorsehen. Keinesfalls darf das Autoradio ohne angeschlossenen Akku an der Ladeschaltung betrieben werden; die Spannung kann dann nämlich bis über 20 V ansteigen und das Radio zerstören!

Der Einbau des Autoradios mit oder ohne Kassetten teil erfolgt sinngemäß nach den Hinweisen für Auto einbau im Abschnitt 10.2. Auch der im Sportboot fest eingebaute Empfänger ist wie ein Autoradio bei der Deutschen Post anzumelden, und es ist eine Zusatz gebühr von 50 Pfennigen monatlich zu entrichten.

Bild 10.6 Ladeanlage für einen Akkumulator am Außenbordmotor „Tümmeler“ oder „Forelle“  
a) Schaltung b) Vorschlag zur Anordnung der Bau elemente



## 11. Kleinigkeiten werden selbst erledigt

Wie oft scheitert es an unbedeutenden Dingen, wenn man seine individuellen Wünsche bei der vorhandenen Tonanlage oder dem Fernsehempfänger verwirklichen möchte. Darf man den Zusatzlautsprecher anschließen, ohne daß Schaden entsteht, und wie hilft man sich schnell und richtig bei einem kleinen Malheur? Wo ist die Grenze gezogen, an der wir einen Fachmann bemühen

oder unser Projekt aufgeben müssen? Wie unbefangen einige Bastler ihre Kenntnisse und Fähigkeiten überschätzen, zeigt sich in mancher Leserzuschrift: „In Ihrem Buch vom guten Ton ist ein Stereomischpult abgebildet. Das möchte ich nachbauen“ (ein Übersichtsschaltplan, in dem jede größere Baugruppe lediglich als viereckiges Kästchen dargestellt ist!). „Da ich wenig elektronische Kenntnisse habe, komme ich aber mit dem rechten Kanal nicht zurecht. Bitte schicken Sie mir das komplette Schaltbild, und zeichnen Sie doch gleich noch einen Lautsprecherausgang“ (ja wie denn, ein Amateurmischpult hat doch keinen Ausgangsverstärker!) „und ein Hi-Filter ein.“

Der etymologisch etwas unprofilierte Autor mußte erst einmal forschen, was ein Hi-Filter überhaupt ist. Konnte der Ratsuchende nicht gleich Rauschfilter schreiben?

Dieses Buch ist für Laien geschrieben. Daher verfolgt der Autor bei seinen Selbsthilfetips konsequent einen Grundsatz: keine Ratschläge, die für den Nutzer gefährlich oder für das Gerät schädlich werden könnten und keine Eingriffe ins Innere! Erfahrene Bastler, die ihre Apparate weitergehend umstricken möchten, holen sich bitte ihre Anregungen aus der reichlich vorhandenen Fachliteratur.

Spezielle Pflegetips finden Sie im Kapitel 8.

### 11.1. Was kann man tun, wenn sich das Kassettenband im Recorder verfangen hat?

Ursache dafür sind immer Bandtransportfehler, die meist von der Kassette selbst, seltener vom Recorder herrühren. Weil Recorderantrieb und Kassettenmechanik als Funktionseinheit zu betrachten sind, können manche Kassetten auf dem einen Recorder einwandfrei laufen und auf einem anderen trotzdem Bandsalat verursachen.

Oft passiert folgendes: Der Ton fängt bei Wiedergabe an zu jaulen, dann wird er immer dumpfer oder abwechselnd dumpf und wieder hell, schließlich ist es ganz vorbei, die Kassette klemmt. Beim Versuch, sie aus dem Gerät zu nehmen, zieht man ein Stück zerknittertes Kassettenband hinterher, das sich irgendwo im Recorder verfangen hat.

Wie kann so etwas geschehen? Läuft das Band nicht vollkommen leichtgängig in der Kassette, stehen einzelne Wickellagen heraus oder haben sich die Schalen der Kassette verzogen – oft durch zu langes Liegen in der prallen Sonne –, dann werden die Bandwickel eingeklemmt und können sich nicht mehr frei drehen. Zu der beschriebenen Erscheinung

kommt es dann, wenn die aufwickelnde Spule in der Kassette stehenbleibt und der Antrieb immer weiter Band nachschiebt. Es bildet sich eine Bandschlaufe, die sich schließlich an der Antriebswelle (der Tonrolle) verfängt, sich darumwickelt und dabei vollkommen zerknittert wird, bis schließlich der ganze Antrieb blockiert.

Solchen Ärger können wir vorsorglich vermeiden, wenn wir schon bei den ersten Anzeichen – Jaulen und dumpfer Ton – sofort den Recorder stoppen. Ist das Mißgeschick aber endgültig, dann dürfen wir unter keinen Umständen das zerknäuelte Band gewaltsam herauszuzerren versuchen. Der Antrieb könnte dabei Schaden nehmen, die Köpfe aus ihrer richtigen Lage gebracht werden; aus dem ärgerlichen Malheur würde ein schlimmer Schaden entstehen. Am besten, wir versuchen durch abwechselndes, vorsichtiges Ziehen an den beiden Bandenden, das Band herauszubekommen. Manchmal kann es dabei günstig sein, es einmal oder mehrfach sauber durchzuschneiden. Ist auf diese Weise nichts zu erreichen, dann versuchen Sie, das zerknitterte Band mit einem Holzstäbchen behutsam zu lockern und von der Antriebswelle herunterzuschieben (keinen Metallgegenstand verwenden).

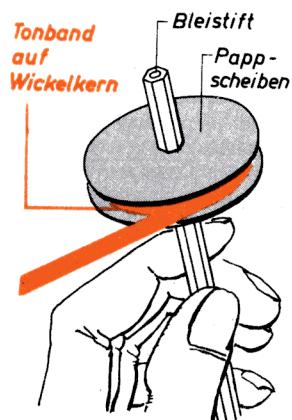
den!). Keinesfalls darf man blind im Gerät herumstochern, sondern Sie müssen unbedingt sehen, was Sie tun. Dabei leistet ein Zahnarztspiegel oder der Spiegel auf einem Servicestab, wie er zur Tonkopfreinigung verwendet wird, gute Dienste. Unter Umständen, wenn sonst nichts hilft, muß das Gerät aufgeschraubt bzw. zerlegt werden. Wenn Sie es selbst versuchen wollen, dann vergessen Sie bitte nicht, bei netzbetriebenen Geräten vorher den Netzstecker herauszuziehen!

Zerknitterte und überdehnte Teile des Bandes schneiden Sie in jedem Fall heraus; sie führen sonst zu immer neuen Kassettenklemmern, und eine saubere Aufnahme und Wiedergabe ist ohnehin bei diesen Stücken nicht möglich. Der Ton klingt stotterig, vor allem in den hohen Lagen. Bei Kassettenrecordern mit eingebauter automatischer Bandlaufabschaltung, dem sogenannten Autostop, tritt dieser Fehler kaum auf, weil eine Automatik dafür sorgt, daß bei stehender Aufwickelpule in der Kassette sofort alle Bedientasten in Ruhelage springen. Auf diese Weise wirkt Autostop auch als automatische Abschaltung am Bandende, weil sich dann ebenfalls keine Bandwickel mehr drehen.

## 11.2. Wie geht man am besten vor, wenn sich in einer Tonbandkassette mit wertvollen Aufnahmen das Band verheddert hat?

Gelingt es nicht mehr, das zerknitterte Bandstück ganz vorsichtig herauszuziehen, um es danach herauszuschneiden, dann muß die Kassette aufgeschraubt werden. Dabei merken Sie sich genau die Positionen der Einzelteile, wie Umlenkrollchen, Gleitfolien, Abschirmblech und Andruckfeder mit Filzklötzen.

11.2.  
So wird Band-  
aufspulen etwas  
erleichtert!



Sind Teile des Bandes bereits vom Wickel gerutscht, dann werden die Wickelkerne mit dem Band vorsichtig herausgenommen, und einwandfreies Band wird wieder aufgespult. Dabei können uns 2 kleine Papp-scheiben und ein Bleistift gute Dienste leisten, damit das Band nicht immer wieder vom Wickel rutscht. Auch bei diesem Malheur gilt, daß man an stark zerknitterten Bandstücken keine rechte Freude mehr haben wird und sie darum wegwerfen sollte. Bei nur leichteren Knittern – und wenn es sich um eine unerlässliche Aufnahme handelt – bleibt dieses Band zunächst im Wickel, und man läßt die Kassette nach mehrfachem schnellem Umspulen einige Tage in Ruhe. Manchmal haben Sie Glück, und das Band glättet sich wieder einigermaßen. Die Qualitätsminde rung bleibt dann zwar in Grenzen, trotzdem ist es besser, solche Aufnahmen möglichst bald auf eine andere Kassette zu überspielen und danach die Knitter

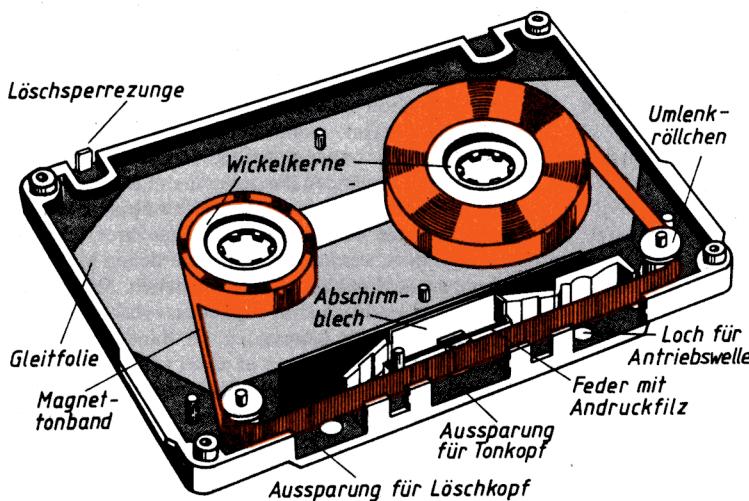


Bild 11.1  
Inneres einer Kompaktkassette

vor einer Neuaufnahme auf der geschädigten Kassette herauszuschneiden. Zerknittertes Band gibt immer wieder Anlaß zu Bandlaufstörungen! Ist das geklebte Band aufgespult und richtig in die Kassette eingelegt (Bild 11.1), so wird sie wieder verschraubt (Schrauben nur leicht anziehen, sonst bricht der Kunststoff aus!). Haben Sie sich überzeugt, daß sich beide Wickelkerne leicht drehen lassen, wird der gesamte Bandvorrat mindestens 2mal beschleunigt umgespult, damit sich wieder ein gleichmäßiger Winkel ausbildet. Das ist auch dann anzuraten, wenn Sie eine Kassette beim laufenden Aufnehmen sehr oft gestartet, gestoppt und immer wieder stückchenweise zurückgespult haben.

### 11.3. Wie wird Kassettentonband zusammengeklebt?

Beide Enden des Bands werden mit einer scharfen Schere, besser noch mit einer Rasierklinge, lotrecht zur Bandlaufrichtung abgeschnitten. Dann schiebt man sie auf einer ebenen Unterlage, zum Beispiel einer Glasplatte, genau auf Stoß zusammen. Die äußere Bandseite, die Schichtseite, muß zur Unterlage zeigen. Die Enden des Bands fixieren Sie gegen ungewolltes Verrutschen mit daraufgelegten kleinen Gegenständen oder mit 2 Klebestreifen. Der Bandstoß bleibt dabei frei. Da normales Hinterklebeband<sup>1</sup> für Kassettentonband etwas zu breit ist, kleben Sie ein kurzes Stück quer zum Stoß auf und trennen die

<sup>1</sup> In diesem Zusammenhang sei auf das im Handel erhältliche ORWO-Reparaturset für Magnetbandkassetten hingewiesen, das u. a. passendes Hinterklebeband enthält.

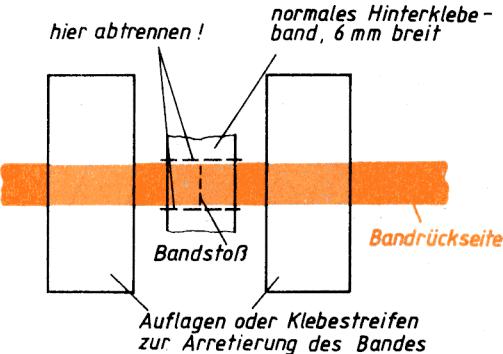


Bild 11.3 Kleben von Kassettentonband

überstehenden Teile anschließend mit einer Rasierklinge ab. Das geht am saubersten, wenn Sie die Kante eines Lineals oder einer Zeichenschablone anlegen.

Wie genau die Schnittstellen des Bands zusammenstoßen, ist entscheidend dafür, ob die Klebestelle später als kleiner Blubser hörbar wird oder unbemerkt bleibt.

### 11.4. Auf welche Weise läßt sich ein Tonkopf selbst entmagnetisieren?

Dazu muß man sich zunächst einen „Löschpinsel“ bauen. Aus Sicherheitsgründen verbietet sich für den Nichtfachmann der Bau eines solchen Geräts für 220 Volt. Doch auch eine Wechselstromquelle geringer Spannung können wir verwenden. Es eignet sich zum Beispiel der Trafo einer elektrischen Eisenbahn, der an den Klemmen für Weichen, Signale und Beleuchtung eine Spannung von 16 Volt abgibt. Keinesfalls dürfen Sie beim Entmagnetisieren des Tonkopfs versehentlich die Fahrspannung des Trafos oder eine andere Gleichstromquelle benutzen, das würde den Fehler nur verschlimmern!

Als Löschpinselwickeln wir einen Weicheisenstab

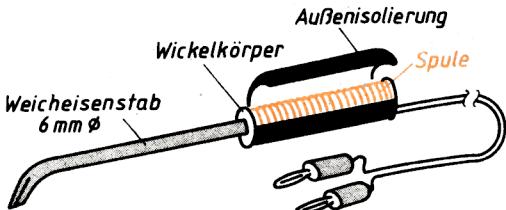


Bild 11.4 Selbstgefertigter Löschpinsel für Kleinspannung

(kein Werkzeugstab!) mit etwas Isolierband, oder wir bauen eine kleine Spulenkammer (Bild 11.4); darauf werden etwa 50 m Kupferdraht mit 0,4 mm Durchmesser aufgespult<sup>1</sup>.

Vorn wird der Stab etwas abgewinkelt, damit der Tonkopf besser zu erreichen ist. Außerdem feilen Sie eine leichte Schneide an, die Sie anschließend sehr sorgfältig mit feinstem Schmirgelleinen und zum Schluß mit einem Tuch polieren, damit der empfindliche Tonkopf keinesfalls beschädigt wird.

<sup>1</sup> Nur für Fachleute, die wissen, wie man die Spule richtig isoliert, wie man die Zuleitung korrekt mit Schutzkontakt anschließt und zugentlastet, geben wir auch die Werte für 220 V an: 170 m CuL, 0,2 mm Durchmesser.

Die eigentliche Entmagnetisierung geschieht auf folgende Weise: Nachdem die Spulenenden mit einer beliebigen Wechselstromquelle von etwa 12 bis 15 V verbunden wurden (sie muß allerdings mindestens 2 A Strom liefern können), streicht man mit der Schneide des Löschpinsels vorsichtig vom am Tonkopf entlang. Dann entfernt man den Pinsel langsam auf wenigstens 1 m vom Kopf und schaltet ihn erst dann ab. Die ganze Prozedur muß in 30, höchstens 45 Sekunden abgeschlossen sein, denn der Löschpinsel erwärmt sich sehr rasch. Das langsam beim Zurückführen des Pinsels abklingende magnetische Wechselfeld entmagnetisiert den Tonkopf vollständig. Es empfiehlt sich, auch andere Eisenteile des Laufwerks, vor allem die Antriebswelle, gleich mitzubehandeln. Auch Tonamateure, die ihre Tonbänder selbst cuttern, haben einen Nutzen von diesem einfachen Gerät. Es eignet sich hervorragend zum Entmagnetisieren der Cutterschere, mit der man das Band schneidet, und es entsteht nicht der kleine Faucher an der Schnittstelle, wie er bei Verwendung einer aufmagnetisierten Schere meist zu hören ist.

### 11.5. Wie baut man sich einen Reinigungsarm für Schallplatten?

Wenn der Plattenspieler einen genügend starken Motor hat, kann er leicht noch einen Reinigungsarm verkraften, der Staubwischen und das Ableiten elektrostatischer Aufladungen gleichzeitig übernimmt. Am einfachsten wird die ganze Angelegenheit, wenn man einen fertigen Tonarm mit Gegengewicht, aber ohne

Abtastsystem erwerben kann (z. B. im Fachgeschäft für Elektronikbastler). Auch ein Selbstbau ist möglich, dann müssen Sie aber auf sehr leichtgängige Lagerstellen für die horizontalen und vertikalen Bewegungen achten. Der Halter für das Abtastsystem wird entfernt und dafür ein kleines Büschel ganz feiner Kupferdrähtchen befestigt, zum Beispiel dünne Litze aus einer flexiblen Leitung. Sollte der Tonarm nicht aus elektrisch leitendem Material sein, dann muß von der Kupferlitze bis zum Erdanschluß ein dünner Draht gelegt werden. Die Kupferhärtchen dienen nämlich dem laufenden Entladen der Plattenoberfläche. Zur Staubentfernung wird am Arm eine mit Samt überzogene, etwa 1 cm breite Walze befestigt, die sich, wenn eine Stelle darauf verschmutzt ist, immer wieder ein Stück von Hand weiterdrehen läßt. Der Reinigungsarm wird am besten im hinteren Teil des Plattenspielers neben dem Plattenteller befestigt. Man kann ihn anschrauben, ankleben, und wenn der Fuß schwer genug ist, steht er sogar von allein. Das Gegengewicht wird so eingestellt, daß die Plüschrölle nur ganz leicht auf der Platte liegt. Dann müssen auch die Kupferhärtchen die Rille berühren und sich an der Spitze leicht umlegen. In dieser Länge werden sie abgeschnitten und zurechtgebogen. Der Erdanschluß soll mit einem Wasser- oder Gasrohr, wenigstens aber mit dem Plattenspielerchassis verbunden sein (beste Wirkung erproben!). Beim Abspielen der Platte wird der Reinigungsarm so aufgesetzt, daß sich die Walze im gerade von der Nadel abgetasteten Rillenbereich befindet. Die Rolle mitsamt dem Arm daran wird dann während des Abspielens der Platte durch die Rillensteigung seitlich

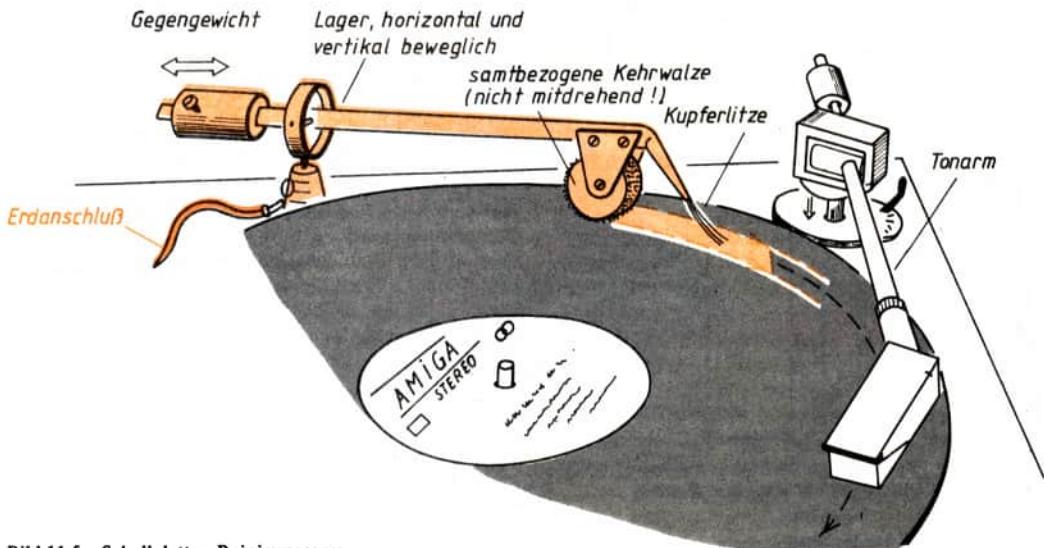


Bild 11.5 Schallplatten-Reinigungsarm

mitgezogen. Vorher aber justieren Sie den Arm an einer alten Platte ein. Außerdem müssen auf einer solchen auch die frisch abgeschnittenen Kupferhäärchen „eingefahren“ werden. Danach brauchen wir nicht mehr zu befürchten, daß ihre Spitzen unsere wertvollen Platten zerkratzen; der superharte Diamant der Abtästnadel schafft das ja auch nicht! Trotz des Reinigungsarms sollten Sie auf das Abwischen der Platte mit einem Reinigungstuch nicht verzichten. Sie werden erstaunt sein, was die Plüschrolle trotzdem aus den Rillen noch zusammenkehrt.

### 11.6. Ist es möglich, Anschlußleitungen für Kopfhörer, Mikrofone, Lautsprecher, Plattenspieler und Antennen zu verlängern?

Die Möglichkeiten sind je nach Art der Anschlußleitung sehr verschieden. Bei allen Verlängerungsleitungen ist wichtig, daß keine Adern vertauscht werden, sonst kommt es bei Stereo zu Seitenumkehr, verschwommenem Klangbild, oder das Verlängerungskabel funktioniert überhaupt nicht. In jedem Falle ist

anzuraten, das zu verlängernde Kabel nicht anzuflikken. Man baut sich besser – oder erwirbt – eine passende Verlängerungsleitung mit Stecker und Kupplungssteckdose.

**Leitungen für Stereokopfhörer** lassen sich mit einem 4adrigen Kabel beliebig verlängern. Es genügt ein ganz geringer Querschnitt, eine Abschirmung ist auch nicht notwendig. Günstig sind aber Litzenleitungen, damit bei der häufigen Biegebeanspruchung das Kabel nicht bricht. Es wird auf der einen Seite mit einem Würfelstecker, auf der anderen mit einer Würfel-Kupplungssteckdose versehen oder bei Anschluß an Lautsprecherausgängen auch mit jeweils 2 entsprechenden Lautsprecher-Steckverbindern. Bei Würfelsteckern bleibt der Mittelstift 1 frei (Bild 11.6a und b). **Mikrofonleitungen** sollten Sie möglichst nicht verlängern, weil bei den mittel- und hochohmigen Heimmicrofonen leicht Brummen oder Störeinstrahlung von einem Rundfunkprogramm auftreten kann (vor allem in der Nähe von Rundfunksendern). Riskieren Sie dennoch einen Versuch, so verwenden Sie ein- oder besser 2adrige abgeschirmte Tonsignalleitung (Bild 11.6 c und d). Allerdings ist eine Verlängerung auf

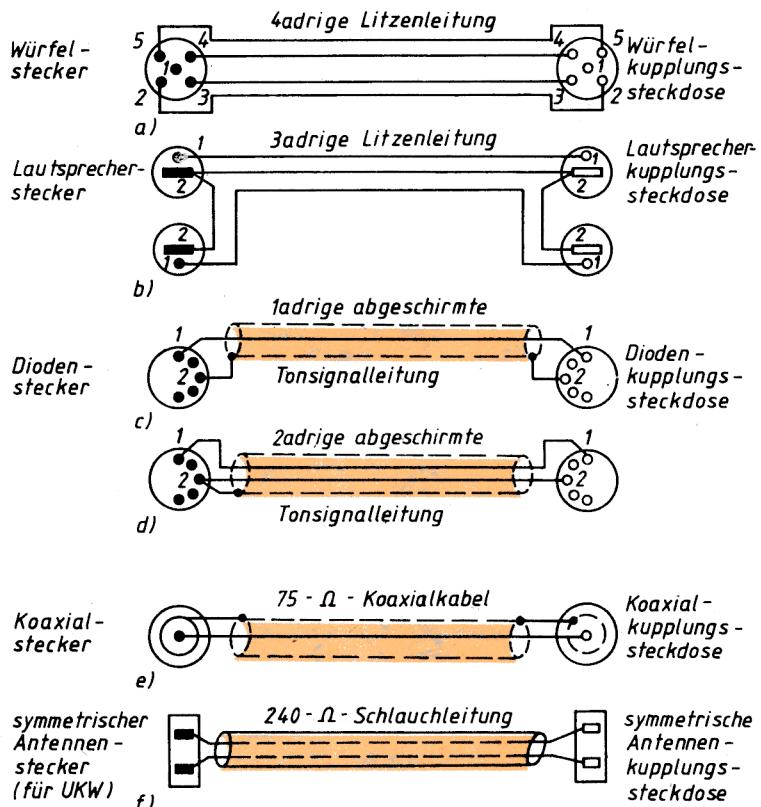


Bild 11.6  
Verlängerungsleitungen

„bis zu 100 m“ – wie manchmal zu lesen ist – bei den unsymmetrisch geschalteten Heimmikrofonen vollkommen illusorisch.

Lautsprecherleitungen kann man ohne größere Lautstärkeverluste etwa 10 bis 15 m verlängern (beachte 11.7.).

Antennenkabel können auch verlängert werden. Sie müssen aber unbedingt den gleichen Kabeltyp und die dazu passenden Steckverbindungen verwenden (Bild 11.6 e und f), sonst entstehen beim Rundfunkempfang Verluste, die vor allem bei Stereo zu unnötigem Rauschen führen können. Bei Fernsehempfang ist bei Verwendung des falschen Kabel- oder Stekkertyps mit Doppelkonturen, Rauschen und Farbsäumen im Bild zu rechnen. Antennenleitungen soll man keinesfalls länger machen als unbedingt erforderlich. Besonders beim II. Programm auf UHF bringen längere Kabel schnell Bildverschlechterung, die aber mit einem passenden Antennenverstärker ausgeglichen

werden können. Der Antennenspezialist weiß dabei genauen Rat.

Anschlußleitungen von Plattenspielern mit piezoelektrischem Abtaster sollen weder verlängert noch gekürzt werden. Sie sind in ihrer Lage auf die Funktion des Abtastsystems abgestimmt; bei einer Veränderung wird der Klang verfälscht.

## 11.7. Was ist beim Verlängern von Lautsprecherleitungen zu beachten?

Lautsprecherboxen haben einen sehr niedrigen Innenwiderstand, der vorzugsweise  $4 \Omega$  beträgt. Die Adern der Lautsprecherleitung liegen mit diesem Widerstand in Reihe. Wählt man ihren Querschnitt zu gering, dann treten bei längeren Leitungen beträchtliche Verluste auf, und der Lautsprecher erreicht nicht mehr seine volle Lautstärke. Am besten, Sie verwenden 2polige Lampenanschußleitung, die Sie im Elektrofachgeschäft bekommen. Bei einem Querschnitt von  $0,5 \text{ mm}^2$  können wir bis maximal 10 m, bei  $0,75 \text{ mm}^2$  sogar bis 15 m verlängern. An einem Ende versehen wir die Verlängerungsleitung mit einem Lautsprecherstecker, am anderen mit einer Lautsprecher-Kupplungssteckdose.

Auf folgendes ist noch besonders zu achten:

1. Die Leitung soll nur so weit verlängert werden, wie unbedingt nötig. Das ergibt die geringsten Lautstärkeverluste.
2. Beide Lautsprecherleitungen sollen bei Stereoanlagen gleichlang sein, damit keine Balanceverschiebungen entstehen.
3. Die Adern dürfen nicht verwechselt werden (Bild 11.8), sonst kommt es zu einem verschwommenen Stereoklangbild mit einem akustischen Loch in der Mitte.
4. Alle Lötstellen müssen sehr sorgfältig ausgeführt werden, es dürfen keine Kurzschlüsse durch Zinnbrücken entstehen, weil sonst im NF-Verstärker teure Transistoren oder Schaltkreise durchbrennen können. Aus diesem Grunde sollten Sie Lautsprecherleitungen auch niemals quetschen oder direkt auf die Scheuerleiste nageln.

Abgeschirmte Leitungen sind für Lautsprecher normalerweise nicht erforderlich. Sie können aber notwendig werden, wenn Hochfrequenzeinstreuung von starken Rundfunksendern in der Nähe auftritt. Man erkennt eine solche daran, daß ein unerwünschtes Programm selbst bei zugeschaltetem Lautstärkeeinsteller durchschlägt. Dann kürzt man die zur Box gehörende Anschlußleitung bis direkt ans Gehäuse und setzt den Stecker neu an. Als Verlängerung wird abgeschirmte Leitung, möglichst 2adrig nach Bild 11.8b) notfalls einadrig nach c) verwendet. Die Störeinstrahl-



Bild 11.7 Die häufigsten Stecker und Kupplungssteckdosen bei Heimtonbandgeräten

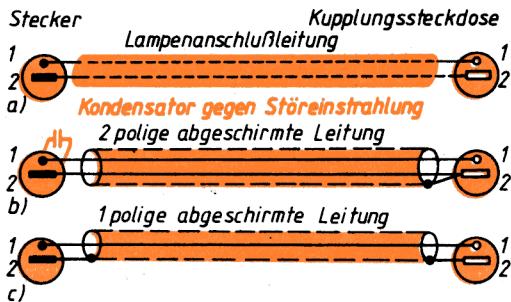


Bild 11.8 Lautsprecher-Verlängerungsleitungen

lung läßt sich noch wirksamer unterdrücken, indem ein Kondensator von etwa 47 bis 100 nF (Nanofarad) direkt am Stecker der Verlängerungsleitung aufgelöst wird.

### 11.8. Auf welche Weise kann man an einen Stereo-Rundfunkempfänger einen Zweitlautsprecher anschließen?

Wer sich nicht extra für dieses Vorhaben einen zusätzlichen NF-Verstärker anschaffen möchte, dem sei ein Mono-Zusatzauslautsprecher, zum Beispiel für Küche oder Bad empfohlen. Das bedeutet aber, daß man den Rundfunkempfänger oder Stereoerstärker mit der Stereo-/Mono-Taste auf Mono schalten muß, wenn man den Zusatzauslautsprecher anstelle einer der beiden Stereoboxen anschließt. Bleibt nämlich die Anlage auf Stereo geschaltet, so hören Sie beispielsweise im Zusatzauslautsprecher den linken und in der verbliebenen Box den rechten Stereokanal. Bei Anschluß eines Zusatzauslautsprechers auf die Weise ist also keine Stereowiedergabe mehr möglich, auch nicht im Wohnraum.

Der Zusatzauslautsprecher mit Gehäuse soll eine Nennimpedanz zwischen 4 und 8 Ω haben. Ist seine Nennbelastbarkeit – wie im Regelfall – kleiner als die der Stereoboxen, dann muß man mit der Lautstärke behutsam umgehen, will man ihn nicht überlasten.

Das ständige Umstecken der Lautsprecherstecker an der Stereoanlage bekommt der Buchse auf Dauer sicher nicht gut, es ist außerdem sehr umständlich. Ein einfacher, selbstzubauender Umschaltadapter löst das Problem auf elegante Weise. Es wird ein normaler Kipp- oder Tastenumschalter verwendet (Bild 11.9).

Den Adapter schaltet man zwischen eine der Lautsprecherbuchsen – ob linke oder rechte ist egal – und Zusatzauslautsprecher bzw. Stereobox. Durch Umschalten am Adapter und Drücken der Stereo-/Mono-Taste am Gerät läßt sich zwischen Mono-Wiedergabe mit

Zusatzauslautsprecher und Stereowiedergabe (ursprünglicher Zustand) wählen.

Das Lautstärkegleichgewicht zwischen Zusatzauslautsprecher und verbliebener Box im Zimmer kann am Balanceeinsteller der Stereoanlage nach eigenen Wünschen eingestellt werden (Einstellung markieren!).

Natürlich kann man sich für die Stereoanlage auch eine Umschalteinrichtung bauen, mit der man entweder auf die Stereoboxen an der Anlage oder auf 2 Stereozusatzauslautboxen in einem anderen Raum schaltet. Diese Zusatzauslautboxen müssen aber vom gleichen Typ sein, damit kein schiefes Stereoklangbild entsteht. Die Schaltung ist die gleiche, wie in Bild 11.9 dargestellt, nur muß sie doppelt ausgeführt sein.

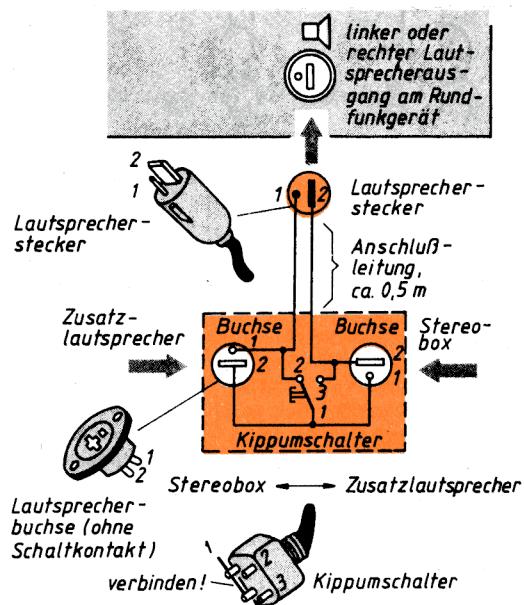


Bild 11.9 Adapter zum Anschluß eines (Mono-)Zweitlautsprechers an ein Stereogerät

### 11.9. Wie läßt sich ein Mono-Mikrofon so an einen Stereorecorder anschließen, daß die Aufnahme auf beiden Stereokanälen möglich ist?

Stecken Sie ein normales Mono-Heimmikrofon in die Mikrofonbuchse eines Stereorecorders, dann hören Sie später die Wiedergabe nur aus dem linken Kanal! Die Magnettonspur des rechten Kanals in der Kassette bleibt ungenutzt. Es ist dann zwar möglich,

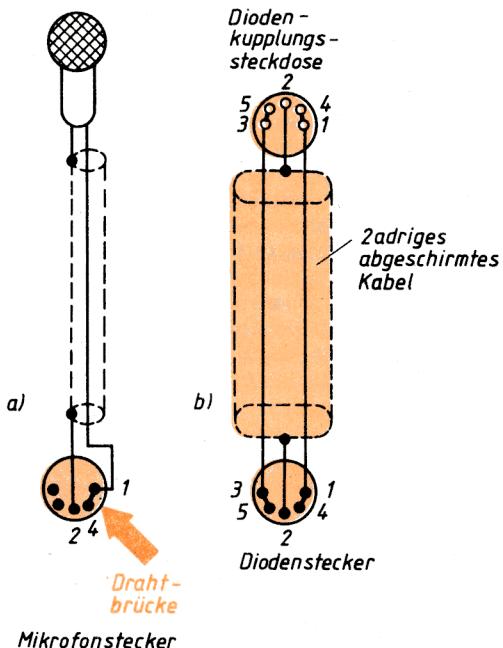


Bild 11.10 Anschlußvarianten für Mono-Geräte an Stereoanlagen, damit das Signal auf den linken und den rechten Kanal gelangt

durch Lösen der Stereo-/Mono-Umschalttaste am Radio oder NF-Verstärker die Wiedergabe trotzdem auf beide Stereoboxen zu schalten – der Ton kommt dann scheinbar aus der Mitte –, es ist aber besser, man nutzt beide Magnettonspuren. Dadurch entstehen geringere Aufzeichnungsfehler, die Aufnahme klingt nicht so stotterig, rauscht weniger, und es gibt kaum Aussetzer infolge von Beschichtungsfehlern des Tonbands.

Es geht ganz einfach: Im 5poligen Mikrofonstecker

müssen nur die Kontakte 1 und 4 durch ein ganz kurzes Drähtchen verbunden werden. Ist ein 3poliger Stecker montiert, so tauschen wir ihn gegen einen Spoligen aus (Bild 11.10a). Wer am Mikrofon nichts verändern will, der kann sich eine kurze Adapterleitung nach b) bauen. Damit lassen sich auch beliebige andere Mono- und Stereogeräte zusammenschalten. Verlängern Sie diese Leitung etwas (maximal 2 bis 3 m), dann können Sie sie gleichzeitig als Verlängerungsleitung benutzen.

### 11.10. Auf welche Weise kann man einen tragbaren Kleinstrecorder (Walkman) an eine große Stereoanlage oder an einen zweiten Recorder zum Überspielen anschließen?

Bei diesen ausschließlich mit Kopfhörern zu benutzenden Geräten besteht das Problem meist darin, daß der Kopfhörer mit einem kleinen Japanklinkenstecker ausgerüstet ist, den es nachträglich normalerweise nicht zu kaufen gibt. Um dennoch an die beiden Stereoausgänge des Walkman heranzukommen, kann man in die Kopfhörerleitung einen 5poligen Diodensteckverbinder einfügen (Diodenstecker und Kupplungssteckdose → Bild 11.11).

Dazu wird die Kopfhörerleitung in etwa 10 cm Abstand vom Klinkenstecker vorsichtig aufgespleißt, und die 3 Adern werden beidseitig der Schnittstelle zusammengehörig gekennzeichnet. Es darf nämlich keine Verwechslungen geben. Erst dann werden sie durchgetrennt. Mit einem Durchgangsprüfer – im einfachsten Fall ein Lämpchen mit Batterie – wird zum Klinkenstecker hin geprüft, welche Ader auf welchem Kontakt liegt. Auf welche Kontakte der Diodensteckverbinder sie gelötet werden müssen, zeigt ebenfalls unser Bild.

Wollen Sie nun den Walkman mit seinem Kopfhörer betreiben, dann wird die Kupplung einfach zusammengesteckt, – fertig! Soll er dagegen zum Überspie-

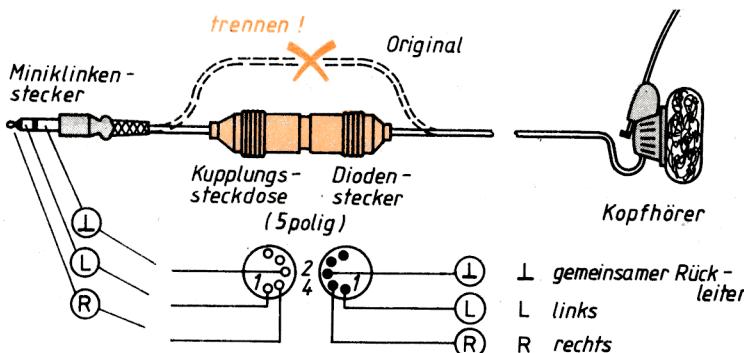


Bild 11.11  
In der Kopfhörerleitung eines Walkman zwischengeschalteter Steckverbinder für Wiedergabe- und Überspielzwecke

len verwendet werden, so trennen Sie die Kupplung und stellen eine Verbindung zum Eingang des Zweit-Tonbandgeräts mit einem normalen Diodenkabel her. Soll der Walkman dagegen zur besseren Wiedergabequalität an eine Stereoanlage angeschlossen werden, dann verwendet man ein Überspielkabel und benutzt den Platten spieler eingang der Stereoanlage (TA). Das hat den Vorteil, daß man auch auf ein am TB-Eingang angeschlossenes Tonbandgerät überspielen und über die Stereo boxen gleichzeitig mithören kann. Beim direkten Überspielen zu einem zweiten Recorder empfiehlt es sich, den Lautstärkeinsteller des Walkman nur wenig aufzudrehen, damit das angeschlossene Zweitgerät nicht übersteuert wird. Beachten Sie das nicht, klingt später die überspielte Aufnahme verzerrt. Der Klang schalter des Walkman steht dabei immer auf hellstem Klang; es ist günstiger – falls überhaupt erforderlich – Klangkorrekturen erst nach dem Überspielen, bei der Wiedergabe, vorzunehmen.

### 11.11. Wie läßt sich ein Kopfhörer mit Klinkenstecker auf Würfelstecker umrüsten?

Es kommt vor, daß jemand einen Kopfhörer mit Klinkenstecker (Durchmesser 6,3 mm) besitzt, ihn aber an einem Kopfhörausgang mit Würfelbuchse betreiben möchte, wie sie bei Geräten unserer Produktion normalerweise eingebaut wird. Dabei gibt es oft ein Problem, wenn im Klinkenstecker nur 3 Adern von den beiden Kopfhörerkapseln ankommen. Der Rückleiter (Masse) wird dann für beide Kapseln gemeinsam benutzt. Will man jedoch den Würfelstecker so beschalten, daß sich durch Steckerdrehen um 180° der Kopfhörer wahlweise mit ein- oder abgeschalteten Stereo boxen betreiben läßt, dann benötigt man eigentlich 4 Anschlußdrähte, nämlich getrennte Rückleiter von den beiden Kopfhörerkapseln (Bild 11.12b). Wer etwas Aufwand scheut, der muß sich zunächst entscheiden, ob er mit Kopfhörern bei ein- oder bei abgeschalteten Lautsprechern hören möchte. Danach richtet sich die Beschaltung der Kontakte des Würfelsteckers, also, ob man Variante I oder Variante II (Bild c) wählt. Drehen Sie bei beiden Beschaltungsvarianten den Stecker trotzdem um 180°, dann schrumpft das Stereoklangbild im Kopfhörer auf einen Punkt im Kopf zusammen; es entsteht Mono-Wiedergabe. Die Frage, welche Variante zu wählen ist, spielt also nur dann eine Rolle, wenn der Kopfhörer an einem Stereogerät betrieben werden soll. Beim Anschluß an ein Mono-Gerät – auch Fernsehempfänger – ist es egal, ob Sie Variante I oder II verwenden. Um bei Stereogeräten die ganze Entscheidung zu umgehen, müssen Sie sich zusätzlich zum ausgewechselten Kopfhörerstecker eine Zwischenleitung mit Be-

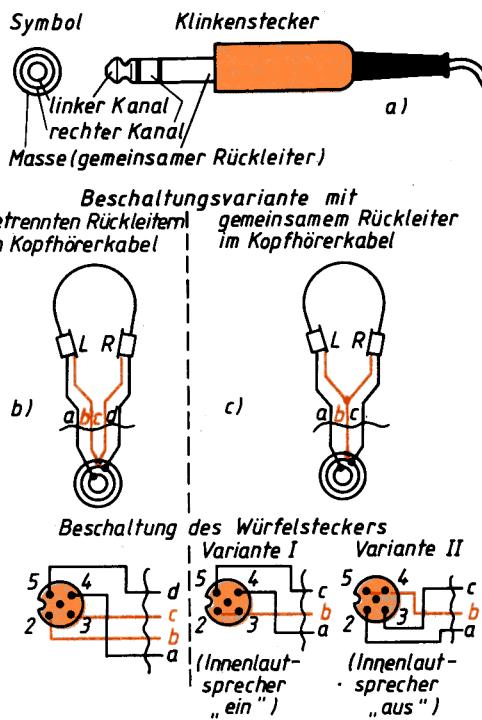


Bild 11.12 Umbau von Kopfhörern mit Klinkensteckern auf Würfelstecker

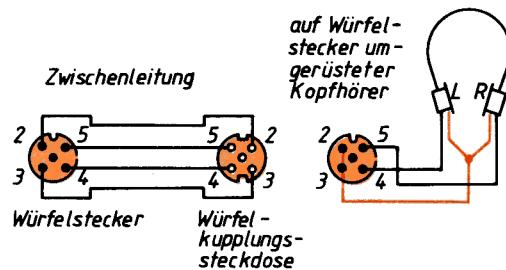


Bild 11.13 Kopfhörer-Zwischenleitung

schaltung nach Bild 11.13 anfertigen, die zwischen Kopfhörerstecker und Kopfhörrerbuchse am Stereogerät gesteckt wird. Durch einfaches Drehen beider Stecker um 180° können die Boxen wahlweise ein- oder abgeschaltet werden. Macht man diese Zwischenleitung gleich etwas länger, dann hat man unter seinem Kopfhörer mehr Bewegungsspielraum. Zum Ansetzen des Würfelsteckers wird die Kopfhörer

rleitung hinter dem Klinkenstecker in etwa 10 cm Abstand abgeschnitten. Welche Ader an welchen Kontakt geht, läßt sich ebenso herausfinden, wie es bei 11.10. empfohlen wurde. Wollen Sie den Kopfhörer sowohl an Würfelsbuchsen als auch an Klinkenbuchsen betreiben, so können Sie an das verbliebene Leitungsschwänzchen des abgeschnittenen Klinkensteckers wiederum eine Würfel-Kupplungssteckdose anlöten und haben dann einen zweckmäßigen Adapter.

### 11.12. Kann man bei farbigen Flecken am Rand einer Farbbildröhre selbst Abhilfe schaffen?

Längliche, verfärbte Zonen am Bildrand, die sowohl im Schwarzweiß- als auch im Farbbild sehr stören, entstehen meist durch eine allmähliche Verspannung

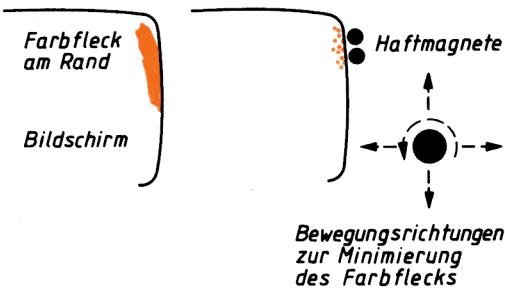


Bild 11.14 Verringerung eines Farbsaums am Bildschirmrand mit Hilfe von Permanentmagneten

bzw. Verwerfung der Schattenmaske in der Bildröhre. Sie lassen sich auch durch eine fachmännische Neuerstellung des Farbgeräts nicht beseitigen. Dann hat man selbst noch ein letztes Mittel, um diese Randverfärbungen zu mildern, mit etwas Glück sogar völlig zum Verschwinden zu bringen.

Die Geheimwaffen sind runde oder eckige, etwa 1 bis 2 cm große Haftmagnete, wie sie zum Beispiel auf Dispo-Tafeln Verwendung finden. Auch aus Magnetverschlüssen kann man sie ausbauen.

Gehen Sie folgendermaßen vor: Am deutlichsten erkennen Sie die Randverfärbungen auf einem gleichmäßig hellen Bildschirm ohne Bild (bei weggedrehtem Sender den Kontrast auf Null stellen und mittlere Bildhelligkeit wählen). Von außen kommend, schieben Sie den Magnet auf der Gehäusevorderseite langsam zum Bildschirmrand in die Nähe des Flecks. Merken Sie, daß dieser seine Farbe oder Größe verändert, so drehen und wenden Sie den Magnet und bringen ihn in eine Position, bei der die Verfärbung ein Minimum erreicht oder sogar gänzlich verschwindet. In dieser Lage wird der Magnet am Gehäuse bzw. der Bildröhrenumrandung mit Knetmasse befestigt. Bei ausgedehnten oder sehr starkfarbigen Randflecken können Sie mehrere Magnete, auch mit verschiedenem Durchmesser, neben- oder übereinander ansetzen.

Vorsicht! Niemals einen Magnet direkt auf das Glas des Bildschirms oder sogar weit auf seine Fläche schieben! Dabei entstehen noch mehr Farbflecken, die sich nur mit großer Mühe in einer Werkstatt wieder entfernen lassen. Es dürfen auch keine Magnete vor dem Bildschirm herunterfallen; sie zeichnen sonst eine bunte Spur.



## 12. Scheinbar unmögliche Erscheinungen

Es ist schon ein paar Jährchen her, da ging die Meldung über eine mysteriöse Angelegenheit durch die Presse, die wohl in England passiert war. Etwa folgendes hatte sich zugetragen:

*In der Zuschrift bei einer Zeitung beklagte sich ein Leser bitter über seinen Fernsehapparat. Jedesmal, wenn sich der große, neben dem Gerät liegende Hund beim abendlichen Fernsehen mit der Hinterpfote zu kratzen begäne, zerfiele das Bild in viele Streifen. Der Fernsehgenuß könne erst fortgesetzt werden, wenn der Hausherr den Hund beim Nackenfell nehmen und kräftig schütteln würde. Dann wäre das Bild gleich wieder in Ordnung. Weil aber das Tier doch sehr groß und*

*schwer sei, wäre das auf die Dauer eine recht anstrengende Prozedur, und darum bäre die Familie um einen Rat.*

Zugegeben, der Autor hätte auf diese Zuschrift hin auch keine Antwort geben wollen, noch dazu, wenn Erfolgsgarantie angesagt gewesen wäre. Eine mögliche Lösung für dieses eigenartige Problem, bei dem der Fernsehempfänger offenbar auf den Hund gekommen war, wäre ihm wohl eingefallen; sie ist verblüffend einfach: Flohpulver, um das Kratzen zu unterbinden. Offen und äußerst interessant bleibt nur die Frage: Wie ist die Familie eigentlich auf diese Reparaturmethode gekommen?

Im Jahre 1913 erschien eine merkwürdige Schallplatte in den Geschäften. Sie war zu Ehren des 100. Geburtstages von Giuseppe VERDI hergestellt worden und hatte eine sonderbare Eigenschaft: Spielte man sie ab – wohlgemerkt, immer die gleiche Plattenseite –, dann ertönten in unter Zufallsfolge 3 verschiedene Melodien des Meisters, bei jedem Aufsetzen der Nadel eine andere. Nur scheinbar ist dieses Verhalten der neckischen Platte unerklärlich. Auf ihr waren 3 Rillenspiralen ineinander eingeschrieben worden. Jeweils mit einem Versatz von  $120^\circ$  begann außen am Rand eine neue Rille.

Nicht immer lassen sich solche mephistophelischen Dinge in Ferndiagnose aufklären, aber häufig erkennt der wachssame Fachmann die Ursache, die dem Laien meist verborgen bleiben muß und die eine ganz einfache Erklärung zuläßt. Solche Erscheinungen wollen wir im folgenden Kapitel vorstellen und den Schleier zu lüften versuchen.

### 12.1. Warum stören im Zimmer herumlauende Personen manchmal den Fernsehempfang?

Solche Empfangsstörungen – Bildzerfall, Verzerrungen des Tons oder Rauscheinbrüche – sind nichts Ungewöhnliches, wenn man eine Zimmerantenne verwendet. Sie ist immer ein Kompromiß. Ihre einfache Aufstellung und die geringen Kosten werden häufig dadurch erkauft, daß der Fernsehzuschauer selbst am Bild „mitgestaltet“, teilweise genügt schon das Heben einer Hand im Sessel!

Wie kommt es zu diesen wunderlichen Beeinträchtigungen? Die elektromagnetischen Wellen, die unser Programm heranschaffen, müssen bei einer Zimmerantenne durch die Raumwände hindurch und werden dabei bereits geschwächt, von Gegenständen abgelenkt und von den Zimmerwänden zurückgeworfen;

sie mischen sich mit den direkt ankommenden Wellen. Praktisch entsteht innerhalb eines Raumes immer ein vollkommen verzerrtes Feld, dessen ursprüngliche Polarisationsebene sich sogar drehen kann ( $\rightarrow$  7.7.).

Hat man mit der Zimmerantenne endlich eine brauchbare Stelle gefunden und sind ihre Stäbe in die günstigste Lage und Länge für guten Empfang gebracht, dann können sich die Feldverhältnisse am Ort der Antenne vollkommen verändern, wenn Personen im Zimmer ihren Platz wechseln. Auch sie reflektieren einen Teil der Wellen oder schirmen ihn ab. Denken Sie daran, daß sehr kurze Wellen, wozu auch UKW und die Fernsehwellen zählen, sich mit ihren Eigenschaften denen des Lichts nähern. Und Schatten im Licht wirft schließlich ein jeder!

Feldverzerrungen im Raum sind auch der Grund dafür, daß die Zimmerantenne oft in ganz unübliche Positionen gebracht werden muß, um den günstigsten

Empfang zu erzielen: wie eine kältestarre Spinne auf der Schrankwand liegend oder sogar unter dem Fernsehempfänger in die Ecke gestellt! Und für jedes Programm ist meist ein anderer Platz vorteilhaft.

Die beschriebenen Bildbeeinflussungen sind immer dann besonders stark ausgeprägt, wenn der empfängene Sender weiter entfernt ist. Darum soll die Entfernung bei Behelfsantennen i. allg. nicht mehr als etwa 20 km betragen. Auch ein Stahlbetonbau ist sehr ungünstig für eine Zimmerantenne, in einem solchen ist mitunter überhaupt kein brauchbarer Empfang zu erzielen, weil man wie in einem Wellenkäfig sitzt.

Bei Radios mit Teleskopantenne kann der Empfang durch Bewegungen im Zimmer ebenfalls gestört werden, besonders leidet darunter die Qualität einer Stereoübertragung. Wie ärgerlich, wenn dann gerade eine Tonbandaufnahme läuft!

Jedenfalls ist ein durch Bewegung gestörtes Bild oder verrauschter Ton ein Hinweis darauf, daß Sie sich mit Ihrem benutzten Antennengebilde schon jenseits der Grenze von brauchbarem Empfang befinden. Steigen Sie auf eine leistungsfähigere Antennenanlage um!

Sogar bei Außenantennen können Beeinträchtigungen durch bewegte Objekte auftreten. Vielleicht hat es mancher schon bemerkt, daß ein vorbeifliegendes Flugzeug das Bild und den Ton zum Flattern bringen kann. Auch das hat seine Ursache in einer Überlagerung der direkten mit der am Flugzeug reflektierten Welle. Weil sich deren Wegunterschied durch die Flugbewegung ständig ändert, kommt es abwechselnd zur Verstärkung und Abschwächung des Wellensalats, der die Antenne schließlich erreicht.

## 12.2. Kann man tatsächlich aus einer ausrangierten Leuchtstoffröhre eine UKW-Antenne bauen?

Etwa 30 Jahre ist es her, da war im Aprilheft einer Fachzeitschrift die Anleitung zum Bau einer UKW-Antenne zu lesen. Sinngemäß ging das so: *Man nehme eine unbrauchbar gewordene 40-W-Leuchtstoffröhre und einige Meter Flachband-Antennenkabel. Das Kabel schneide man in einer Länge von etwa 65 cm zwischen beiden Adern auf, die Enden isoliere man ab und verbinde sie jeweils auf einer Seite mit einem Anschlußstift der Leuchtstoffröhre. Am anderen Kabelende montiere man einen Antennenstecker. Die Leuchtstoffröhre hänge man an geeigneter Stelle, zum Beispiel im Fenster, waagerecht so auf, daß sie quer zur gewünschten Empfangsrichtung weist.*

Es folgte noch eine theoretisch gehaltene Pseudobegründung, und der Gutgläubige konnte zum Bau des Empfangswunders schreiten.

Häufig ließen sich in den fünfziger Jahren, teilweise auch noch sehr viel später, derartige Gebilde in den

Fenstern bestaunen. Merkwürdig bei der ganzen Sache war nur eines: Obwohl die Erbauer auf einen gekonnt erfundenen Aprilscherz hereingefallen waren, konnten sie doch im Sender-Nahbereich einen Empfangserfolg erzielen!

Die Erklärung fällt nicht schwer, wenn wir uns der Mühe unterziehen, die Länge einer solchen Leuchtstoffröhre nachzumessen. Sie ist genau 1,20 m lang. Erinnern wir uns: Der Empfangsdipol einer Antenne soll halb so lang sein wie die empfängene Wellenlänge. Ultrakurzwellen sind etwa 3 m lang, und kommt da nicht 1,20 m der Hälfte davon recht nahe? Natürlich ist die Leuchtstoffröhre an den Empfangsergebnissen ganz unschuldig, sie ist ja mit einem isolierenden Gas gefüllt. Was aber wirklich etwas empfängt, das sind die gespreizten Drähte zu den Anschlußstiften. Ohne Nachteil hätte man daher die Leuchtstoffröhre auch weglassen und die Drahtenden zum Beispiel am Fensterrahmen annageln können. Auf ganz ähnliche Weise wurden in manchen UKW-Empfängern 2 Drahtstücke von je 0,75 m Länge im Innern des Gehäuses angebracht, die als „Einbauantenne“ für ausreichenden Nahempfang sorgten.

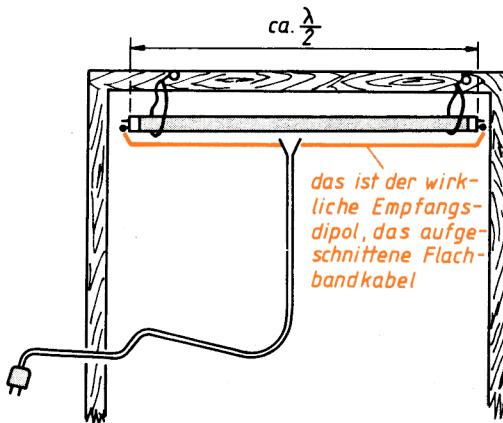


Bild 12.1 April, April! – die Leuchtstoffröhrenantenne

## 12.3. Ein Bekannter aus einer Phonowerkstatt hat mir erzählt, daß sie dort auch eine Schallplatte verwenden, die überhaupt keine Rillen hat. Wollte der mich verulken?

Die erwähnte Platte mit vollkommen glatter Oberfläche – Schallplatte kann man dazu allerdings nicht sagen – gibt es wirklich! Es ist die Prüfplatte LB 27, die in Fachwerkstätten zur genauen Einstellung der Skatingkompensation verwendet wird. Das müssen wir et-

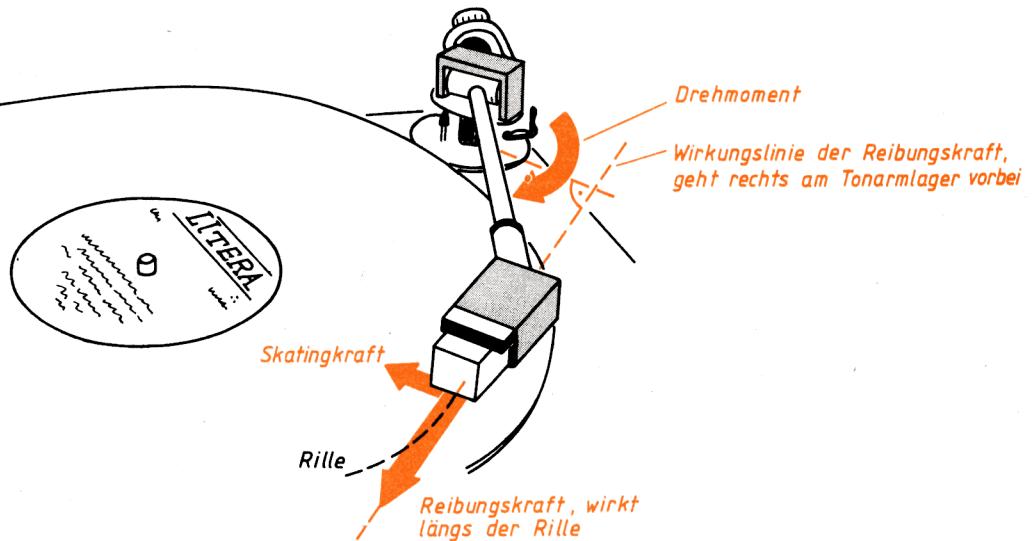


Bild 12.2 Auf diese Weise entsteht die Skatingkraft, weil sich der Tonarm infolge Nadelreibung und Abknickung des Tonkopfs rechtsherum drehen möchte

was erklären! Die merkwürdige und durchaus unerwünschte Skatingkraft entsteht beim Abspielen einer Schallplatte infolge der Reibung der Nadel in der Rille in Verbindung mit der Tonarmkröpfung. Die Reibungskraft zeigt dabei in Richtung der Rillentangente. Verlängert man gedanklich ihre Wirkungslinie, so geht diese Linie nicht durch den Drehpunkt des Tonarms, sondern rechts dran vorbei (Bild 12.2). Es entsteht ein kleines Drehmoment, das den Tonarm im Uhrzeigersinn drehen möchte. Weil das aber die Nadelspitze in der Rille verhindert, übt sie gleichzeitig auf die innere Rillenflanke eine schädliche Druckkraft aus, die man als Skatingkraft bezeichnet (von engl. skate = gleiten). Bei hochwertigen Plattenspielern wird diese Skatingkraft kompensiert, weil sie zu Klangverzerrungen, unterschiedlicher Lautstärke in beiden Stereoaltsprechern und zu unsymmetrischer Nadelabnutzung führt. Die Kompensation ist zum Beispiel möglich: mit einer kleinen und weichen Feder, die den Tonarm zurückzieht, mit magnetischer Kraft oder mit einem kleinen Gegengewicht an einem Faden. In jedem Falle muß aber die Gegenkraft zur Skatingkraft einstellbar sein, weil sich letztere mit der eingestellten Auflagekraft der Nadel verändert.

Zurück zu unserer Prüfplatte. Bei einer normalen Schallplatte kann man die unmittelbare Auswirkung der Skatingkraft nicht erkennen, weil ja die Rillenflanken eine seitliche Nadeldrift verhindern. Daher läßt sie sich auch nicht exakt kompensieren. Die Prüf-

platte dagegen hat keine Rille, und deshalb sieht man die Nadel seitlich weggleiten, wenn die Skatingkraft nicht genau ausgeglichen ist. Die Kompensation ist dann optimal, wenn die Nadel, etwa am mittleren Durchmesser der Prüfplatte LB 27 aufgesetzt, nicht seitlich auswandert, sondern auch ohne vorhandene Rille auf einer Kreisbahn läuft.

#### 12.4. Ich habe gehört, daß es bei einigen Batteriegeräten mit eingebautem Netzteil bedenklich ist, bei Abwesenheit den Stecker in der Steckdose zu belassen. Warum, bei anderen ausgeschalteten Geräten ist das doch auch möglich?

Bei manchen Radios, Radiorecordern oder anderen tragbaren Geräten, die sowohl am Netz als auch mit Batterien arbeiten, wird mit dem Ein-/Ausschalter lediglich die Betriebsgleichspannung abgeschaltet. Steckt man die Netzschnur ins Gerät, dann löst das zwar automatisch eine Umschaltung von Batterie- auf Netzbetrieb aus, aber der Netztransformator und die Gleichrichterschaltung stehen ständig unter Spannung, auch wenn das Gerät ordnungsgemäß abgeschaltet ist. Normalerweise ist das unbedenklich (der Klingeltransformator in unserer Wohnung steht ebenfalls ständig unter Strom), und es fließen auch nur wenige Milliampere Ruhestrom, so daß eine unnötig

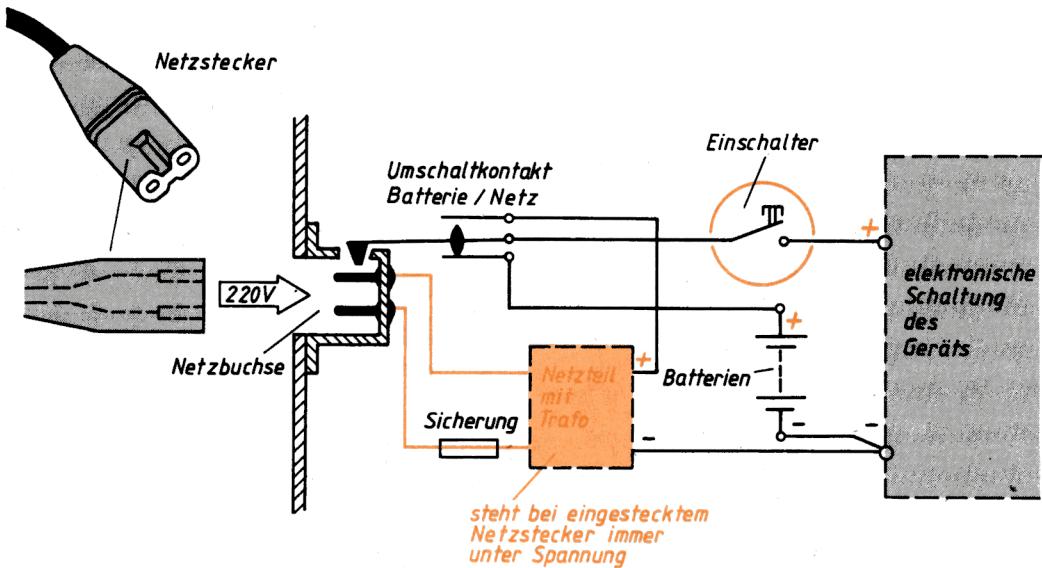


Bild 12.3 Weil der Einschalter bei Batterie-/Netzgeräten meist hinter dem Netzteil liegt, steht dieses bei angeschlossenem Netzkabel ständig unter Spannung

hohe EnergierECHnung nicht zu befürchten ist. Trotzdem geht man auf Nummer Sicher, wenn man bei Abwesenheit das Gerät vom Netz trennt.

### 12.5. Ein ausgeschalteter Fernsehempfänger kann doch bei Blitz einschlag in der Nähe keinen Schaden nehmen, wenn die Antenne herausgezogen ist, oder?

Das ist ein verbreiteter Irrtum! Bei Blitz einschlag in eine naheliegende Energieleitung entsteht ein kurzer Überspannungsstoß.

Die Überschlagsspannung für elektrische Funken in Luft beträgt etwa 2000 V/mm (Volt je Millimeter). Rechnet man, daß bei geöffnetem Netzschalter im Fernsehgerät die Kontakte einen Abstand von etwa 2 mm haben, so genügt bereits eine kurze Überspannungsspitze von 4000 V zum Überschlag. Vielleicht dazu ein zwar etwas gewagter, aber auch ohne große Physik einleuchtender Vergleich: Wenn ein Blitzfunke die Hunderte von Metern zwischen Wolke und Energieleitung bewältigen konnte, dann werden die paar Millimeter im Schalter auch keine große Hürde mehr für ihn sein!

Es entsteht also ein zwar sehr kurzer, aber äußerst kräftiger Stromstoß durch den eingebauten Netztransformator. Anstelle der normalen Betriebsspannung entsteht im Fernsehgerät ein Hochspannungsstoß, der

viele empfindliche Teile, vor allem Gleichrichterdioden, integrierte Schaltkreise und Transistoren zerstören kann. Oft ist der Stromstoß so kurz – Blitze wären ja nur Tausendstel Sekunden! –, daß nicht einmal die Gerätesicherung abschmelzen kann.

Vollkommen zu Unrecht wurde daher zum Beispiel von einer Fachwerkstatt einem Kunden die Bestätigung eines Blitzschadens an seinem Gerät mit der Begründung verweigert, daß zwar die Gleichrichterdioden im Netzteil durchgeschlagen seien, nicht aber die Sicherung durchgebrannt wäre. Dieser Sachverhalt ist viel eher ein Beweis für Blitzeinwirkung als für das Gegenteil.

### 12.6. In meinem Radiorecorder verbrauchen sich einige Monozellen viel schneller als die anderen, und zwar stets die im Batteriefach an derselben Stelle befindlichen. Woran kann das liegen?

Das gibt es doch nicht. Oder? Alle Zellen liegen im Gerät in Reihe, und schon aus der Schule wissen wir: Bei Reihenschaltung fließt in jedem Bauteil der gleiche Strom! Die Batterien, wenn wir vom gleichen Typ aus demselben Produktionszeitraum ausgehen, müssen sich annähernd gleichmäßig entladen! Es kann zwar schon mal ein fauler Fisch darunter sein, aber warum immer die Zellen an derselben Stelle?

Und doch ist dem Autor dieses Phänomen schon mehrmals begegnet, und es wurde auch eine verblüffende Ursache gefunden. Schuld daran ist ein Batteriefach, das irgendwann einmal durch eine ausgelau- fene Monozelle verunreinigt wurde. Der dabei verschmierte Elektrolyt ist ein Stromleiter, und wenn er so unglücklich zwischen 2 Kontaktfedern im Batteriefach über die Innenwände gelaufen ist, daß er eine Strombrücke bildet, dann haben wir schon die auf Dauer recht kostspielige Bescherung! Sehr sorgfältiges, etwas feuchtes Auswischen des Batteriefachs sorgt dafür, daß dieser heimtückische Fehler nach dem Austrocknen verschwunden ist.

## 12.7. Wie entsteht auf dem Fernsehbildschirm das sogenannte Geisterbild?

Von einem Geisterbild spricht man dann, wenn auf dem Bildschirm in gewissem Abstand rechts vom Originalbild die gleichen Konturen noch einmal abgebildet sind – meist allerdings viel schwächer oder schemenhaft. Diese Erscheinung ist sehr störend und teilweise sogar verwirrend, zum Beispiel, wenn sich die Fernsehkamera auf die Szene zubewegt.

Wie kommt so etwas zustande? Die Eigenschaften der Funkwellen werden mit sinkender Wellenlänge denen des Lichts immer ähnlicher. Solche sehr kurzen Wellen, zu denen auch die Funkwellen für das Fernsehen zählen, können an großen Gegenständen, wie Stahlbetonbauten, Hochspannungsmasten oder Gasometern, reflektiert werden – genau wie sich Licht spiegeln kann. Dabei besteht durchaus die Möglichkeit, daß von einer Fernsehanne nicht nur der Originalstrahl vom Sender, sondern auch noch ein in der Nähe reflektierter Strahl aufgefangen wird, der sich aufgrund seines Umwegs etwas verspätet hat (Bild 12.4).

Nun scheint es allerdings absolut unglaublich, daß ein paar 100 Meter Umweg bei einer elektromagnetischen Welle überhaupt etwas ausmachen könnten; schließlich bewegt sie sich mit immerhin 300 Millionen Metern je Sekunde durch den Raum! Doch rechnen wir mal etwas an dem „Geist“ herum!

Wir wissen, daß unser Fernsehbild aus 625 Zeilen aufgebaut ist, die allesamt je Sekunde 25mal auf dem Bildschirm neu erscheinen: insgesamt also 15 625 Zeilen pro Sekunde. Da bleibt für eine einzelne Zeile, die sich quer über den ganzen Bildschirm erstreckt, nur der Zeitanteil von  $1/15\ 625 = 0,000\ 064\text{ s} = 64\ \mu\text{s}$  (Mikrosekunden) übrig.

Der Umweg unserer reflektierten Welle soll zum Beispiel  $\Delta s = 3\text{ km}$  betragen. Mit der Formel für die geradlinige, gleichförmige Bewegung  $v = s/t$  erhalten wir in unserem speziellen Fall die Zeitdifferenz gegenüber der Originalwelle zu

$$\Delta t = \frac{\Delta s}{v_L} = \frac{3\text{ km}}{300\ 000\text{ km/s}} = 10\ \mu\text{s}!$$

( $v_L$  ist dabei die gleichförmige Lichtgeschwindigkeit, mit der unsere Welle auf geradem Strahl den Raum durchsetzt.)

$10\ \mu\text{s}$ ! – So kurze Zeit nach dem Original kommt also die gleiche Information, jedes Pünktchen des Fernsehbilds, beim Fernsehempfänger noch einmal an. Sie erscheint in Schreibrichtung des Elektronenstrahls – von links nach rechts – Zeile auf Zeile, Bildpunkt für Bildpunkt zusätzlich auf dem Bildschirm: der Geist!  $10\ \mu\text{s}$  sind aber bereits etwa  $1/6$  der Zeilendauer, also auch der Bildschirmbreite. Bei einem 50 cm breiten Bildschirm erschien der Geist in unserem Beispiel

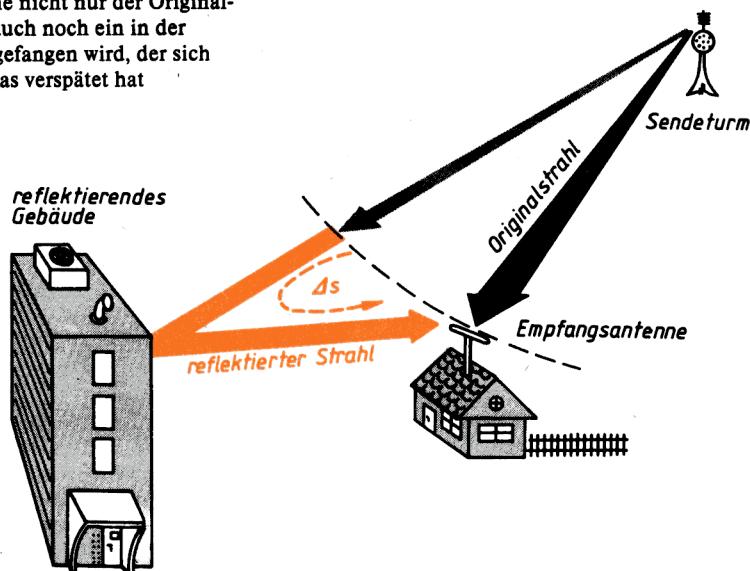


Bild 12.4  
Entstehung des Geisterbilds

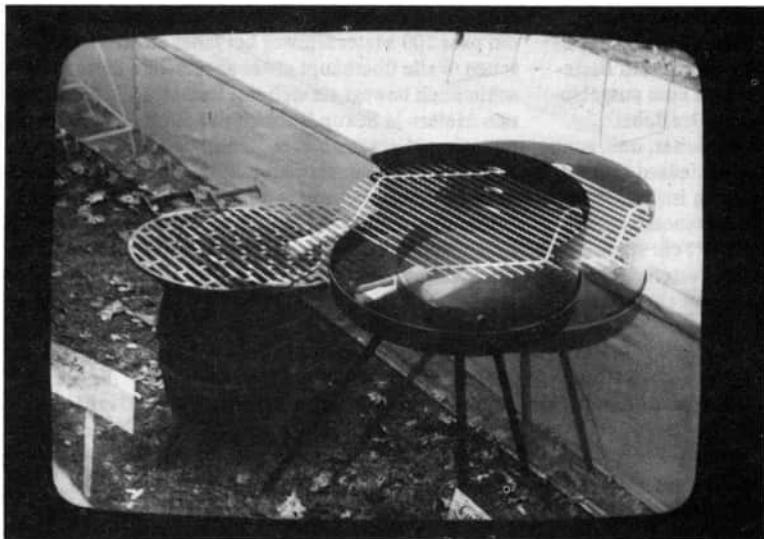


Bild 12.5  
Und so zeigt sich der Geist auf dem Bildschirm.  
Foto: Leue

mit einem Rechtsversatz von etwa 8 cm gegenüber dem Originalbild. Da schau an! Geisterbilder lassen sich in vielen Fällen mit Hilfe der Richtwirkung stark bündelnder Antennen (mit vielen Stäben!) beseitigen oder zumindest mildern. Das funktioniert deshalb, weil solche Antennen Signale aus einer bevorzugten Richtung gut auffangen und andere aus anderen Richtungen abschwächen.

Weil immer die reflektierte Welle mit dem Geist aus einer anderen Richtung kommt als der Originalstrahl vom Sender, richtet man die Antenne auf letzteren aus, und der Geist steht vor verschlossener Tür. Ein Sonderfall des Geisterbilds – quasi ein ganz schneller Geist – kann die sogenannte Plastik im Fernsehbild sein. Senkrechte Bildkanten sehen reliefartig aus, heben sich gewissermaßen plastisch ab oder

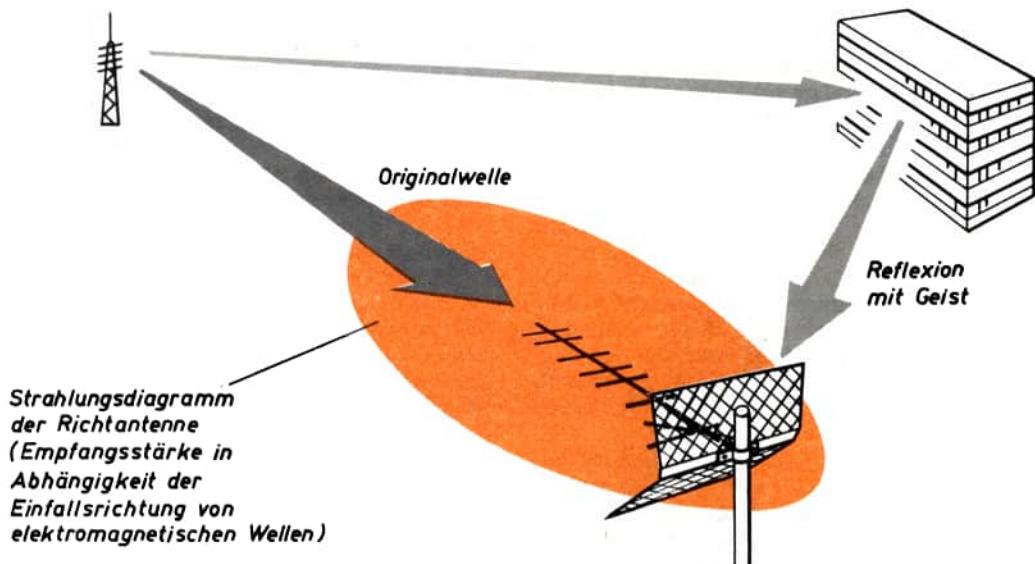


Bild 12.6 Mit einer stark bündelnden Antenne – und nur auf diese Weise – kann man den Empfang der reflektierten Welle abschwächen

zeigen sogar Mehrfachkonturen. Die Ursache dieser Erscheinung ist hauptsächlich in einer unsachgemäß an den Fernsehempfänger angepaßten Antenne oder in einem gequetschten bzw. geknickten Antennenkabel zu suchen. Die Antennenenergie läuft in einem solchen Fall mehrfach zwischen Antenne oder schadhafter Kabelstelle und Empfängereingang hin und her; die Anteile werden dabei gegeneinander etwas verzögert. Auch dieser Fehler läßt sich von einem Spezialisten meist beseitigen.

Es bleibt eine kleine Frage offen: Warum hören wir nicht auch im Fernsehton ein schwaches Echo, wenn wir eine reflektierte Welle mitempfangen? Beim Ton wird dann ein Echo wahrgenommen, wenn es gegenüber dem Originalschall um wenigstens 0,1 s verzögert ist. Und dagegen nehmen sich unsere wenigen Mikrosekunden, die eine Reflexion bei Lichtgeschwindigkeit zu schaffen vermag, doch recht mickrig aus!

Anders bei Schallwellen, da genügt für ein Echo, gewissermaßen den akustischen Geist, bereits ein Schallwegunterschied von etwa 35 m. Sie breiten sich ja „nur“ mit 340 m/s aus!

## 12.8. Manchmal erscheint bei einer Ansage – zum Beispiel in der Aktuellen Kamera – oder auch in anderen Fernsehsendungen hinter den Akteuren ein wechselnder Hintergrund im Bild. Wie ist so etwas überhaupt denkbar?

So einfach, wie es beim Ton geht – man mischt einfach 2 oder noch mehr Signale –, so leicht ist es beim Bild nicht! Töne durchdringen sich gegenseitig, und erst das Gehör filtert sich das interessierende Schallereignis heraus. Beim natürlichen Bild dagegen wird immer ein Teil des Hintergrunds vom Vordergrund verdeckt. So muß das auch auf dem Bildschirm aussehen, sollen die Zuschauer nicht an Geisterspuk glauben.

So lange man Vorder- und Hintergrund gemeinsam mit einer Fernsehkamera aufnimmt, ist alles in Ordnung. Der Zuschauer sieht zu Hause das Bild, wie es in das Objektiv der Kamera fällt. Dann aber läßt sich der Hintergrund nicht einfach bei laufender Szene auswechseln.

Man könnte nun vermuten, daß das mit einem ähnlichen Verfahren wie der Rückprojektion bei einer Filmaufnahme möglich sein müßte, bei der man eine Hintergrundhandlung auf eine rückwärtige Leinwand projiziert und die Darsteller davon agieren läßt. Aber so wird's beim Fernsehen i. allg. nicht gemacht. Eine Rückprojektion würde zum Beispiel auch nicht den Effekt erklären, daß ein Schauspieler nacheinander, zuerst mit den Armen rudernd über eine Landschaft fliegt, dann plötzlich auf einer riesigen Blume

sitzt und sich zum Schluß in einem Fußballtor wiederfindet.

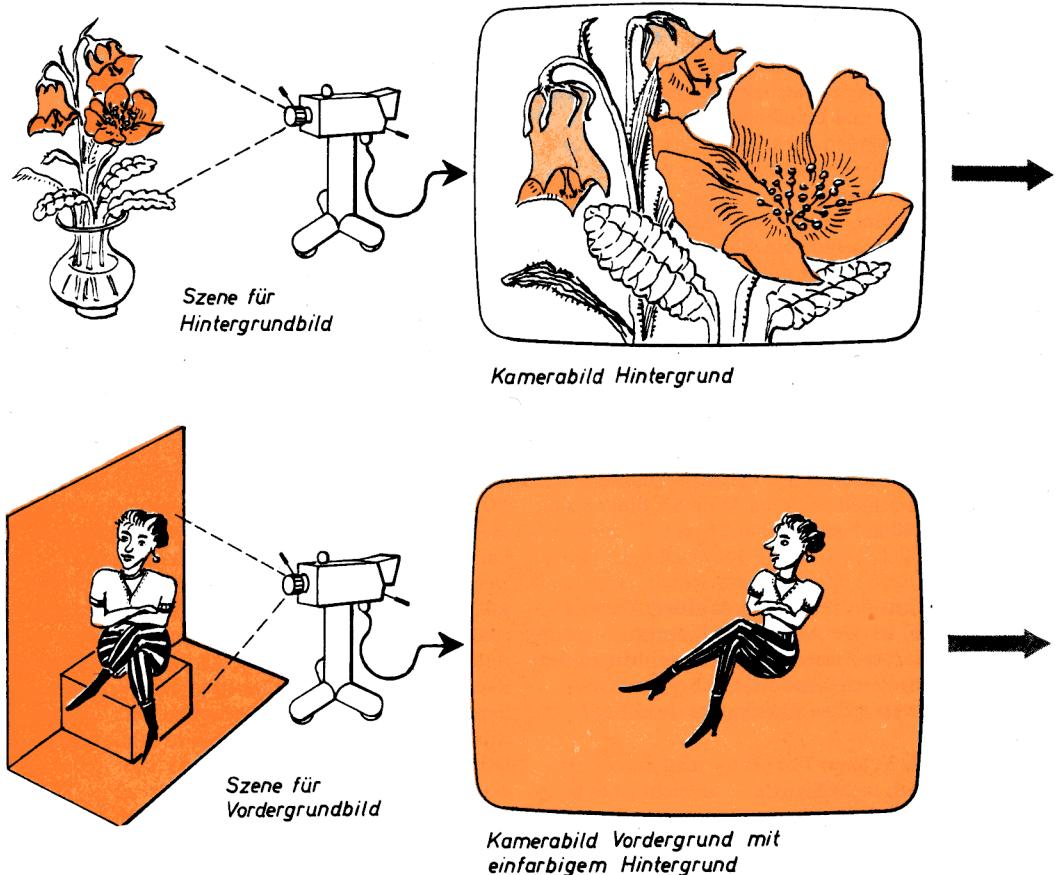
Anfänglich benutzte das Fernsehen für diesen Trick die sogenannte Blue Box (auch Blue Screen = blauer Kasten/Schirm): Alle Bildteile, auf denen die Hintergrundhandlung für den Fernsehzuschauer erscheinen soll, werden mit satter blauer Farbe bemalt oder mit intensivem blauem Licht angestrahlt. Im einfachsten Fall sitzt der Sprecher vor einer Wand aus blauem Stoff. Diese Szene wird von einer Fernsehkamera aufgenommen. Ihr Bildsignal wird einem elektronischen Gerät zugeführt, das alle blauen Anteile darin erkennt und zum Verschwinden bringt. Übrig bleibt ein Signal, das nur die Anteile des nichtblauen Vordergrunds enthält, zum Beispiel den Ansager an seinem Tisch.

Das Hintergrundsignal wird mit einer zweiten Fernsehkamera aufgenommen und ist dann ebenfalls ein bewegtes Bild. Ebenso kann es von einer magnetischen Bilddraufzeichnungsanlage oder einem Filmabtaster kommen. Auch von einem Abtastgerät für Diapositive kann das Hintergrundsignal stammen, dann ist es allerdings ein stehendes Bild, zum Beispiel eine Landkarte, ein Schrifttitel oder eine Dekoration.

Der Bildanteil, der als Vordergrundsignal verbleiben soll, wird nun wiederum aus diesem Hintergrundsignal entfernt, so daß gewissermaßen eine Maske entsteht. Das Vordergrundsignal mit den ausgeblendeten Blauflächen und das maskenartige Hintergrundsignal werden schließlich am Trickmischpult der Fernsehstudioanlage zu einem einzigen Bild vereinigt. Der Hintergrund erscheint nur dort, wo vorher in der Originalszene eine blaue Fläche war, er ist auch ein- und ausblendbar oder auf ein anderes Hintergrundsignal (von einer dritten Kamera) umblendbar. Selbst der Vordergrund läßt sich bei gleichbleibendem Hintergrund auswechseln.

Bei dem Blue Box-Verfahren gab es oftmals Schwierigkeiten, wenn ein Darsteller blaue Augen hatte; anstelle der Iris erschienen dann Löcher, durch die scheinbar der Hintergrund durchschimmerte. So eine Wirkung könnte jedoch nur beim Grafen Dracula gewollt sein. Darum wurde das Verfahren weiterentwickelt. Mit dem heutigen Chroma Key (engl. svw. Farbstanzen) kann man jede beliebige gesättigte Farbe für den Hintergrund benutzen. Die Darsteller und alle im Vordergrundbild erscheinenden Gegenstände müssen nur farblich so abgestimmt sein, daß die Hintergrundfarbe darin nicht gesättigt enthalten ist; sonst würde an solchen Stellen ebenfalls der Hintergrund sichtbar werden. Teilweise verwendet man diesen Effekt jedoch gewollt, wenn beispielsweise Hintergrund auf bestimmten Stellen der Kleidung erscheinen soll. Ein Spiegel mit Farbfläche anstelle des Glases wird zum Zauberspiegel der bösen Fee: er kann die wundersamen Dinge zeigen!

Bild 12.7 Chroma Key-Verfahren oder: Wie kommt die Frau auf die Blume?

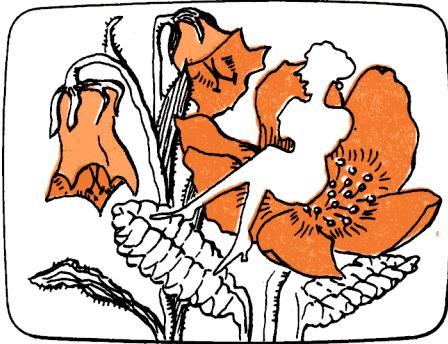


Das Chroma Key-Verfahren lässt sich sehr phantasielos variieren: Hat man im Fernsehstudio zum Beispiel eine ganze Wand aus Fernsehgeräten aufgestapelt, so lassen sich während einer Sendung auf deren Bildschirmen gleiche oder vollkommen verschiedene Bilder gleichzeitig zeigen. Manchmal bemerkt der Fernsehzuschauer zu Hause auf dieser Wand aber auch ein einziges, riesengroßes Bild, das nur von den Trennfugen zwischen den einzelnen Bildschirmen unterbrochen ist. Dieses wird dann mittels Chroma Key-Verfahrens eingetrickst. Die Zuschauer im Saal werden dabei allerdings schamlos betrogen: Sie sehen

alle Bildschirme der Wand nur in einer einzigen Farbe erstrahlen!

Zurück noch einmal zu unserem fliegenden Darsteller! Wenn eine solche Szene aufgenommen werden soll, muß nicht nur der Hintergrund, sondern auch der Fußboden eine einheitliche Farbgebung besitzen. Dann wird das gesamte Umfeld des Akteurs herausgestanzt und kann durch ein beliebiges Hintergrundbild ersetzt werden, so auch durch die aus dem Hubschrauber aufgenommene Vogelperspektive einer Landschaft: Der Schauspieler fliegt, er fliegt elektronisch!

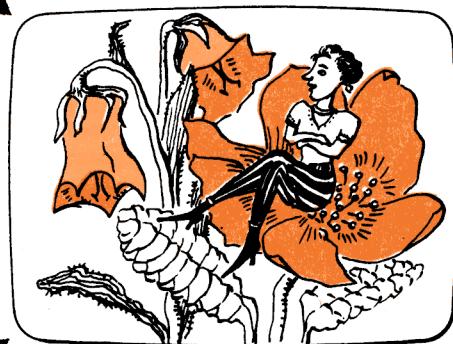
## Bildmanipulationen im Trickmischpult



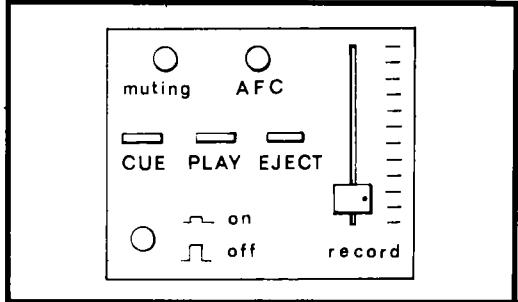
Hintergrundbild mit „herausgestanzter“  
Vordergrundkontur



Vordergrundbild



Mischbild aus Vorder- und Hintergrund



## 13. Verständigungsschwierigkeiten, (k)ein Problem

Wer heute einen modernen Radiorecorder auf Anhieb richtig bedienen möchte, muß perfekt Englisch können und auch etwas Phantasie besitzen. Technisches Verständnis ist keine unbedingte Voraussetzung, kann aber von Vorteil sein. Die elektronische Begriffswelt wandelt sich laufend und weitet sich ständig aus. Standardisierte Bezeichnungen für Verfahren, Geräte und deren Kennwerte mischen sich mit der Umgangssprache sowie einer sichbazillenhaft vermehrenden Flut englischer Begriffe. Das verwirrt schon den Fachmann, den Laien noch mehr. Batterieradio, tragbarer Rundfunkempfänger, Portable Receiver, Kofferheule – alles dasselbe!

Wie sehr sich die Elektroniksprache seit den Anfängen des Rundfunks gewandelt hat, können Sie feststellen, wenn Ihnen die Bedienungsanleitung eines alten Dampfradios in die Hände fällt. Wenn man jetzt modern, aber vollkommen bildlos, von „nichtlinearen Verzerrungen“ spricht, so nannte man das jenerzeit ganz unkompliziert „Überschreien der Röhren“. Was für eine einprägsame Formulierung! Anschaulich und sogar dem blutigsten Laien verständlich.

Vor allem mit Pseudofachwörtern, deren begrifflichen Inhalt er nicht einmal erfaßt hat, sollte sich der Anfänger etwas zurückhalten und sie nicht zusätzlich mit gefühlsträchtigen Ausdeutungen vermengen. Ein technischer Vorgang läßt sich nicht beschreiben wie etwa eine blühende Wiese mit Schmetterlingen im Sonnengeflimmer.

Zur Verdeutlichung seiner Mahnung kann es sich der boshaften Autor nicht verkneifen, die wertvoll-

sten Sätze aus einer Elektronik-Fachzeitschrift<sup>1</sup> zu zitieren, in der unter der Rubrik „Der Leser hat das Wort“, ein HiFi-Freak seine durchaus ernstgemeinten Bemerkungen zu 2 Schallplatten-Abtastsystemen der Fachwelt mitzuteilen versuchte. Lesen Sie selbst, was für wunderbare Blasen dieses Gehirn aufgetrieben hat:

*„Mein erster Eindruck war das sehr geringe Volumen des MC 20. Es spielte irgendwo hinten im Lautsprecher und wirkte außergewöhnlich schlank, dünnblütig‘ ... Schlagzeug und Baß erinnern eher an Bohnenstangen. Eine Orgel wirkte abgeflacht und unplastisch. ... ein Sopran klang dann aber wie ein Tenor. ... Sopran und Violine klingen gepreßt und drahtig. Im Hochtonbereich wird viel verschluckt. ... Besonders beeindruckt hat mich die ‘schnelle’ Wiedergabe ...“*

Und so sprudelt der Quell der Weisheit munter fort – über immerhin 97 Druckzeilen! Herzerfrischenderweise tauchte alsbald ein widerborstiger Fachmann auf, der diesen Erguß in einem der nächsten Hefte hämisch kommentierte:

*„Wie arm war bisher mein Hörvermögen. Aber jetzt weiß ich, daß es schlanke, dünnblütige, gepreßte, drahtige und luftige Töne gibt. ... nur die Bohnenstangen haben noch keinen Laut von sich gegeben; aber einen Tenor aus einem Sopran habe ich auch schon gemacht. ... mit dem Geschwindigkeitsumschalter.“*

Doch auch über den Rundfunk läuft manchmal solcher Nonsense. So erinnert sich der Autor an eine Sonntagmorgensendung, in der ein etwas unbefangener Reporter, der ja durchaus Muße gehabt hätte, sich vorzubereiten, seinem Gesprächspartner, einem Toningenieur, hartnäckig zu entlocken versuchte, was dieser für günstiger halte:

Stereofonie oder Kopfhörerwiedergabe. Das war nicht als Scherfrage gedacht, sondern der Reporter bemühte sich lediglich zu ergründen, ob Stereofonie über Lautsprecher oder über Kopfhörer natürlicher klingt. Solche Komplikationen, daß es schließlich raumbezogene Stereofonie (vorrangig für Lautsprecherwiedergabe) und auch kopfbezogene gibt (nur für Kopfhörerwiedergabe), wurden dabei schlichtweg übergangen. Kein Wunder, daß der befragte Spezialist bei seinen Antworten etwas herumeierte!

Sehr schwierig ist es geworden, sich in der technischen Begriffswelt zurechtzufinden, und ohne ein Fachwörterbuch geht oft nichts mehr. Wir wollen versuchen, nach bestem Wissen und Gewissen einiges zu erhellen. Zu mehr reicht der Platz nicht aus.

<sup>1</sup> Funktechnik/Hüthig und Pflaum, – Heidelberg, 1977 – Hefte 17 und 21.

### **13.1. Man spricht oft von Fachjargon und Fachbegriff. Gibt es einen Unterschied zwischen den beiden Wörtern?**

Ganz einfach: Fachjargon ist die saloppe und meist recht treffende Sprache der Fachleute, mit der sie sich untereinander verständigen, „wenn's nicht so draufankommt“ und die wohl unausrottbar ist. Fachjargon verrät solide Kenntnisse der Zusammenhänge. Wissen Sie zum Beispiel, was ein Krümelbohrer ist? Das ist ein kleiner eisenloser Schraubendreher zum Abgleich von Spulen mit Schraubkern. Ein von vergnatzten Mechanikern mit Galgenhumor geprägter Begriff, denn sie allein wissen, wie leicht ein aus Sinterreisepulver gepreßter Kern beim Drehen zerbröselt und wie schwer es sich aus der Spule herauspolken läßt. Mit Fachbegriffen dagegen, dem Außenstehenden sind sie zwar ebenfalls nicht immer verständlich, beschreibt man einen technischen Vorgang begrifflich korrekt. Fachbegriffe sind daher i. allg. standardisiert und somit eindeutig definiert. Man kann sie im Fachlexikon nachschlagen, was bei Fachjargon nur in den seltensten Fällen zum Erfolg führt. Bei schriftlichen Ausarbeitungen mit wissenschaftlichem Charakter und Fachvorträgen müssen Fachbegriffe unbedingt verwendet werden, damit keinerlei Mißverständnisse entstehen.

Es gibt selbstverständlich auch Zwischenformen oder einfach nur schlechtes Deutsch. Der Satz „Kunstköpfe kann man auch mischen“ enthält zwar die korrekten Fachwörter Kunstkopf und mischen, trotzdem beschleicht den Leser ein komisches Gefühl: Was soll das Ergebnis sein, Kopfsalat? So kann der Satz in einer Fachpublikation nicht stehenbleiben. Nicht die Kunstköpfe werden an einem Tonmischtisch elektrisch kombiniert, sondern doch wohl nur die von ihnen abgegebenen Stereosignale!

Während eines Vortrags für Autoren räsonierte ein Sprachpfleger gegen den für Laien etwas merkwürdig klingenden Satz aus einem Lehrbuch für Dachdecker „Den Nonnen werden die Köpfe mit Mörtel gefüllt“. Nach Ansicht des Autors zu Unrecht, weiß doch jeder Bauexperte, daß die Nonne ein besonderer Dachziegel ist, dessen oberer Teil folgerichtig als Kopf bezeichnet wird.

Fachjargon ist nämlich ganz leicht aufzuspüren: Er will einen Vorgang oder Gegenstand skurril umschreiben, ein Wort verschlimmern.

Teilt zum Beispiel der Toningenieur im Studio seinem Facharbeiter mit, daß die „Keule am Galgen noch einen Spuckschutz braucht und daß die Kanne längst nicht so topfig klingen würde, wenn man eine Niere vor den Trichter setzte, anstatt eine Kugel zu hängen“, so macht sich dieser umgehend auf die Strümpfe, um das Richtmikrofon am Fahrstativ mit einer Popschutzkappe zu versehen und das am Kabel

aufgehängte Mikrofon mit Kugelcharakteristik gegen ein Stativmikrofon mit Nierencharakteristik auszutauschen. Schließlich soll das Saxophon in der Aufnahme nicht so unnatürlich dumpf klingen!

Wenn der hilfreich zur Hand gehende Mitarbeiter (der Assi) einem Kollegen von der Abteilung Meßtechnik (einem Meßknecht) meldet: „Der Kopf der OMA ist völlig verkeimt und muß wahrscheinlich auch entlaust werden“, dann weiß dieser sofort, was zu tun ist, nämlich, am Magnetbandgerät ist ein Magnettonkopf zu säubern und zu entmagnetisieren. Beides hat seine Berechtigung, Fachjargon und Fachbegriff, aber jedes, wo es hinpaßt!

### **13.2. Die Begriffe „Sound“ und „Power“ werden sehr verschieden gebraucht. Was bedeuten sie wirklich?**

Schlägt man ein englisch-deutsches Wörterbuch auf, so findet man Power, mit Kraft, Energie übersetzt. In diesem Sinne steht am Netzschalter von Geräten nicht nur aus englischer Produktion „Power on“ bzw. „off“, „ein“ und „aus“ für die Energie!

Der Diskjockey sagt zu seinem Techniker: „Jib ma Paua!“ und meint damit: „Dreh' mal den Lautstärke-einsteller auf!“ Schließlich bezeichnet man mit Power Output die Ausgangsleistung, zum Beispiel eines NF-Verstärkers.

Noch weit mehrdeutiger sind die Begriffe Sound oder Tone, was soviel wie Ton, Klang bedeutet. So ist ein Sound Amplifier ein Tonverstärker, und ein Sound Carrier ist die Hochfrequenzschwingung zur Übertragung des Fernsehtons; beides rein technische Begriffe also. Und doch wird viel eher Tone vorzugsweise sachbezogen verwendet, Sound dagegen hat meist einen Gefühlswert. Er ist ein angenehmer Klang, ein spezieller auch, einer, der ins Ohr dringt! Wer hätte nicht schon vom Glenn-Miller-Sound gehört, jenem legendären, unverwechselbaren Klang, wie ihn nur diese beliebte Swingkapelle der dreißiger Jahre hervorbringen vermochte? Geheimnis dabei war die besondere Instrumentierung (Klarinette und 4 Saxophone) und die charakteristische Spielweise.

„Das ist ein Sound, was?“, bemerkt beifallheischend der stolze Besitzer, wenn er seine Super-HiFi-Anlage lautstark vorführt. Dann geht es nicht um ein spezielles Orchester, auch nicht um die Lautstärke allein, sondern um die perfekte Tonqualität.

Ganz selten kann Sound auch einen unangenehmen Beigeschmack haben. So wurden spezielle, lediglich bei transistorisierten Verstärkern auftretende Klangverzerrungen – die nur außergewöhnliche Kenner zu hören glaubten – mit Transistorsound bezeichnet.

Power und Sound haben mehrere Gesichter, aber die Techniker und Musikfreunde verstehen sich schon.

### **13.3. Was kann man tun, wenn die angegebenen technischen Daten von einem Gerät nicht eingehalten werden?**

Die Nichteinhaltung technischer Daten ist ein Reklamationsgrund. Daran ändert auch der häufige Zusatz „Der Hersteller behält sich Änderungen vor, die dem technischen Fortschritt dienen“ nichts. Solch ein an den Benutzer weitergegebener technischer Fortschritt könnte sich doch nur in noch besseren elektrischen oder akustischen Werten, in höherem Bedienungskomfort oder größerer Zuverlässigkeit präsentieren. Hervorragende elektronische Daten bei einem Gerät allerdings kann selbst der Sachkundige nur bewundern und mit denen anderer Produkte theoretisch vergleichen. Er muß sich ansonsten auf deren Korrektheit verlassen, nachkontrollieren kann er sie normalerweise nicht. Dazu fehlen die erforderlichen Meßgeräte, und meist sind auch nicht die vorgeschriebenen Meßbedingungen bekannt. So sagt zum Beispiel bei einem Tonbandgerät der Übertragungsbereich von 40 Hz...14 kHz nur dem Näheren, der auch weiß, auf welches Toleranzfeld sich diese Angabe bezieht. Normalerweise sind vom Besitzer nur die Kennwerte des Geräts nachprüfbar, die sich auf dessen Äußeres, seinen Bedienungskomfort und die Anschlußmöglichkeiten beziehen. Er kann mit einem Lineal die Abmessungen kontrollieren, Knöpfe, Lampen und Buchsen nachzählen und ihre Funktion prüfen, das Gerät, wenn er will, sogar wiegen; viel mehr kann er in den allermeisten Fällen nicht!

Anfragen zur Gültigkeit technischer Daten gibt es immer wieder, und dann werden machmal die seltsamsten Beispiele angeführt: „Bei meinem Rundfunkempfänger ist der Balanceeregler doch sicher nicht in Ordnung, denn ich muß ihn bei Wiedergabe vom Kassettendeck weit aus der Mitte drehen, um ein gleichmäßiges Stereoklangbild zu erzielen. Welche Abweichungen sind da nach TGL überhaupt zulässig?“

Was würde es dem Briefeschreiber nützen, wenn man sie ihm mitteilte? Im beschriebenen Fehlerfall würde der Autor doch vermuten, daß der Mangel nicht am Balanceeingsteller liegt (dort wahrscheinlich ohnehin nicht, viel eher im NF-Verstärker), sonst müßte er ja auch bei Rundfunkempfang schieflegen. Davon war aber im Brief keine Rede. Es ist daher wohl zu vermuten, daß die Kanalbalance sich auf irgendeine Weise im Kassettengerät verschoben hat; vielleicht ist lediglich ein Spalt des Stereotonkopfs total verkrustet?

Ferndiagnose im Detail ist nicht möglich!

Leider entstehen Fehler in den seltensten Fällen dort, wo sie sich direkt zeigen. Wäre es anders, dann brauchten wir keine Spezialisten, und es würde genügen, den Lautstärkeknopf auszuwechseln, wenn unser Gerät plötzlich hartnäckig schweigt.

Darum sollte ein mit seinem neuen Gerät unzufriede-

ner Besitzer in der Verkaufsstelle oder Servicewerkstatt – je nachdem, welche Garantieform er wählt – den Fehler als solchen klar beschreiben und nicht Vermutungen über die Nichteinhaltung bestimmter Werte anstellen. Es ist doch keine Schande – und viel plausibler und angemessener – layenfrisch zu sagen: „Mich stört das ständige Krisseln im rechten Lautsprecher!“, als zu vermelden: „Ich denke, der angegebene Störabstand von 56 dB wird im Kanal 2 nicht eingehalten!“ Eine Beweisführung ist an diesem Ort sowieso nicht möglich, und die Verkäufer oder Mechaniker gucken dann immer ganz komisch!

### **13.4. Was bedeutet es, wenn bei den technischen Daten eines elektronischen Geräts der Zusatz „bewertet gemessen“ steht?**

Wenn im Herstellerwerk die technischen Werte eines Rundfunkempfängers, NF-Verstärkers oder Tonbandgeräts vom Konstrukteur festgelegt werden, dann muß er bei einigen Kenndaten berücksichtigen, daß das menschliche Hörorgan ein äußerst diffiziles Gebilde ist, das bestimmte Unregelmäßigkeiten bei der Schallwiedergabe sehr deutlich wahrnimmt, andere dagegen fast vollkommen ignoriert. Die Theorie des Hörens ist natürlich insoweit bekannt, daß man die besonders kritischen Störfaktoren kennt und entsprechend überlisten, zumindest aber berücksichtigen kann. (Ganz ähnlich ist es ja beim Auge: Obwohl unser natürliches Umweltbild bekannterweise nicht aus 625 waagerechten Streifen zusammengesetzt ist, kann man es doch mit der gleichen Anzahl von Fernsehzeilen übertragen; der Gesichtssinn setzt alles wieder richtig zusammen!)

Ist das Gerät dann fertig erprobt und wird es in Serie gebaut, so kontrollieren elektronische Meßgeräte laufend, ob die vorgegebenen Daten auch eingehalten werden. Nun sind aber diese Meßgeräte zunächst vollkommen objektiv und kümmern sich nicht um unser kaprizioses Hörorgan. Man kann sie jedoch mit einem vereinfachten, dem jeweiligen Zweck angepaßten „Höhrsinn“ ausstatten.

Dazu ein Beispiel: Jede Art Schall, ob Sprache, Musik oder Naturgeräusch, ist nach vollzogener Übertragung oder Speicherung auf Band bzw. Platte mit störenden Geräuschen behaftet. Da zischt und rauscht es ein bißchen, es knackt und brodelt, knistert und brummt. Alle möglichen Einflüsse liefern ihren Beitrag zum Störgeräusch, seien es die Bauteile in den Geräten, hochfrequente Funkenstörer oder einstreuende Magnetfelder aus allen möglichen Wechselstromspulen (z. B. Transformatoren, Leuchtstoffröhren-Vorschaltgeräten). Nicht alle diese Störgeräusche empfindet aber unser Ohr als gleichermaßen lästig. Ganz feines Rauschen oder sehr tiefes Gebrumm kann schon ein

wenig stärker sein. Es wird vom Nutzschall viel mehr zugedeckt – und darum weniger wahrgenommen – als Störgeräusche in den mittleren Tonlagen. Bei der Messung der Gesamtheit aller Störungen im Verhältnis zum Nutzsignal (der sogenannte Geräuschspannungsabstand) schaltet man darum vor das Meßgerät ein elektronisches Filter mit international verbindlicher Charakteristik, das, fast wie auch unser Gehör, die Störgeräusche je nach Frequenzlage abschwächt oder hindurchläßt. Das heißt dann bewertet gemessen!

Auch unbewertete Messungen sind üblich. Dann werden alle Störfaktoren vollkommen gleich behandelt (so ermittelt man den Fremdspannungsabstand). Eine gut an die tatsächlichen Hörbedingungen angepaßte bewertete Messung liefert auch eine gute subjektive Aussage über die tatsächlich zu erwartende Störwirkung.

So bleibt nur die Frage, warum man seine Zeit damit verschwendet, komplizierte Meßmethoden zu ersinnen, anstatt die Aktivitäten darauf zu richten, die Störgeräusche vollständig zu beseitigen? Das allerdings ist zur Zeit mit akzeptablen Mitteln noch nicht möglich, obwohl die digitalen Übertragungs- und Speicherverfahren dazu sehr gute Ansätze bilden (→ 15.9. und 15.11.).

### 13.5. Was ist eine Raumlichtautomatik?

Ein verwirrender Begriff, zugegeben, denn wenn man auf eine Wortverbindung mit Automatik stößt, dann denkt man normalerweise daran, was die Automatik bewirkt, nicht an das, wovon sie gesteuert wird. So ist das bei der AFC-Automatik (ein anderes Wort für Computer-AFC, → 13.8.), der Aussteuerung automatisch und vielen anderen.

Die Raumlichtautomatik müßte daher richtig Helligkeitsautomatik heißen, bewirkt sie doch bei einem Fernsehgerät, daß sich die Bildschirmhelligkeit<sup>1</sup> selbsttätig der Raumhelligkeit anpaßt und nicht etwa umgekehrt!

Der Fernsehzuschauer braucht darum nicht mehr selbst nachzuregulieren, wenn zum Beispiel die abendliche Dämmerung hereinbricht. Das wird bei dieser Automatik von einer kleinen Fotodiode gesteuert, die sich an der Frontseite des Fernsehgeräts befindet, die Raumhelligkeit kontrolliert und dementsprechend einen elektronischen Helligkeitseinsteller im Innern des Geräts beeinflußt.

Soll die Automatik richtig funktionieren, so darf die Fotodiode nicht verdeckt sein, sie soll aber auch nicht

<sup>1</sup> Bei einigen dieser Automatiken werden auch Kontrast und Farbkontrast mitverändert.

direkt vom hellen Schein einer Lampe oder einem einzelnen, durchs Fenster blinzelnden Sonnenstrahl getroffen werden.

Der englische Begriff trifft den Kern der Sache richtig: ABC, das Kürzel von Automatic Brightness Control = automatische Helligkeitseinstellung. Die Raumlichtautomatik gibt es auch bei Uhren mit digitaler Leuchtzifferanzeige. Dann wird die Helligkeit der leuchtenden Ziffern der Umfeldhelligkeit angepaßt. Das trägt zur Schonung der Leuchtdioden bei und verhindert Blendung.

### 13.6. Was bedeutet es, wenn vom Pegel gesprochen wird bzw. wenn ein Wert in dB angegeben ist?

Pegel werden bei Leistungen und bei sogenannten linearen Größen verwendet, und zwar bei Signalen (also Schwingungsgrößen), hauptsächlich beim Ton. Wir wollen uns nur mit Pegeln befassen, die aus linearen Größen gebildet werden, da solche uns am häufigsten begegnen. Dazu gehören der Schalldruck und die Tonsignalspannung.

Schalldruck, das sind die winzigen Luftdruckschwankungen, die entstehen, wenn sich Schall als Welle fortbewegt. Analog dazu sind Tonsignalspannungen die Spannungsschwankungen im elektrischen Bereich hinter dem Aufnahmemikrofon.

Pegel stellen ein eigenes Maßsystem dar, das auf Verhältniszahlen aufbaut und den dekadischen Logarithmus benutzt. Erkennbar ist ein Pegel immer an dem Anhänger dB (Abkürzung von Dezibel = 1/10 Bel, nach dem Erfinder des Telefons: Graham BELL). Das ist eine sogenannte Pseudoeinheit, weil der Pegel, mathematisch-physikalisch betrachtet, dimensionslos ist. Nur zur Verdeutlichung geben wir die Bildungsformel für den Pegel an, Rechenübungen werden wir damit nicht vollführen:

$$\text{Pegel in dB} = 20 \lg \frac{x_2}{x_1}$$

Das Dumme ist nur, daß es strenggenommen 2 Arten von Pegeln gibt, den absoluten Pegel, bei dem man eine konstante Bezugsgröße  $x_1$  verwendet, und den relativen Pegel, bei dem beide Größen,  $x_2$  und  $x_1$ , veränderlich sind. Da beide Pegelarten einheitlich mit dB gekennzeichnet werden, muß selbst der Fachmann manchmal wie ein Luchs aufpassen, welche von beiden gemeint ist. Die meisten Verwirrungen und Mißverständnisse entstehen, weil der Ungeübte diesen Unterschied nicht beachtet oder ihn überhaupt nicht kennt.

Darum zunächst einige Beispiele zum absoluten Pegel. Es ist möglich, den Schalldruck als absoluten Pegel anzugeben, dann spricht man von Schalldruckpegel oder kurz Schallpegel in dB. Wozu nun diese

Angabe überhaupt, da man doch schon den Schalldruck als (quantitative) Beschreibunggröße für die Lautstärke hat? Der Grund dafür ist die Eigenart des menschlichen Gehörs, das eine gewaltige Lautstärke spanne verarbeiten kann, nämlich Schalldrücke in einem Verhältnis von etwa 1 zu 10 Millionen; physikalisch ausgedrückt: von  $0,000\ 02\text{ Pa}^1$  (Hörschwelle) bis etwa  $200\text{ Pa}$  (Schmerzgrenze). Man ist darum bei Verwendung von Schalldrücken gezwungen, eine gewaltige Zahlenskala zu benutzen, um den Hörbereich der Lautstärken zu beschreiben.

Mit dem Schalldruckpegel geht das viel einfacher und übersichtlicher! Der gesamte Lautstärke-Hörbereich von  $0\text{ dB}$  (Hörschwelle) bis zu  $140\text{ dB}$  (Schmerzgrenze) wird in  $140\text{ dB}$ -Schritte eingeteilt. Das läßt sich mit der o. a. Bildungsformel erreichen, indem man als Bezugsgröße  $x_1 = 0,000\ 02\text{ Pa}$ , also den Schalldruck an der Hörschwelle, wählt und als  $x_2$  den betreffenden Schalldruck einsetzt, für den der Pegel errechnet werden soll. Die Logarithmierung dieses Verhältnisses ist wichtig, weil sie die erwähnte Annäherung des Pegel-Maßsystems an die Gehöreigenchaften vollzieht.

Genug! Betrachten wir die schwarze Kurve in Bild 13.1. Wir entnehmen ohne Schwierigkeiten, daß ei-

<sup>1)</sup> Pa = Pascal (Druckeinheit),  $1\text{ Pa} = 1\text{ N/m}^2$  (Newton pro Quadratmeter).

nem Schalldruck von zum Beispiel  $1\text{ Pa}$  der Schalldruckpegel von  $94\text{ dB}$  gleichzusetzen ist; gut zu wissen, daß das etwa sehr lautem Sprechen oder Rufen entspricht und bei HiFi-Musikwiedergabe in der Wohnung etwa die Obergrenze sein dürfte ( $\rightarrow$  6.4.). Hinter dem Mikrofon wird der Schalldruck zur Tonsignalspannung mit dem gleichen Signalverlauf. Auch diese kann in einer Tonanlage sehr verschiedene Größen annehmen. Gängige Werte liegen im Bereich zwischen  $1\text{ mV}$  (am Mikrofonausgang) und  $10\text{ V}$  (am Lautsprecher). Auch dann hilft wieder der Pegel, um zu einem übersichtlichen Wertebereich zu kommen. Nur setzt man diesmal die betrachtete Tonsignalspannung  $x_2$  zum Bezugswert  $x_1 = 0,775\text{ V}^1$  ins Verhältnis. Das ergibt für eine Tonsignalspannung von ebenfalls  $0,775\text{ V}$  einen Tonsignalpegel von genau  $0\text{ dB}$ , kleinere Spannungen als  $0,775\text{ V}$  ergeben negative dB-Werte, größere führen auf positive Pegel. Auch dabei verwenden wir zur Verdeutlichung die farbige Kurve in Bild 13.1.

Bei Aussteuerungsmessern gibt es eine kleine Ausnahme beim angezeigten Tonsignalpegel in dB. Bei

<sup>1)</sup> Der scheinbar krumme Wert stammt aus dem drahtgebundenen Fernmeldewesen. Diese Spannung erzeugt an einem Widerstand von  $600\ \Omega$ , wie er als Leitungs-Abschlußwiderstand üblich ist, eine Leistung von genau  $1\text{ Milliwatt}$  ( $0,001\text{ W}$ ).

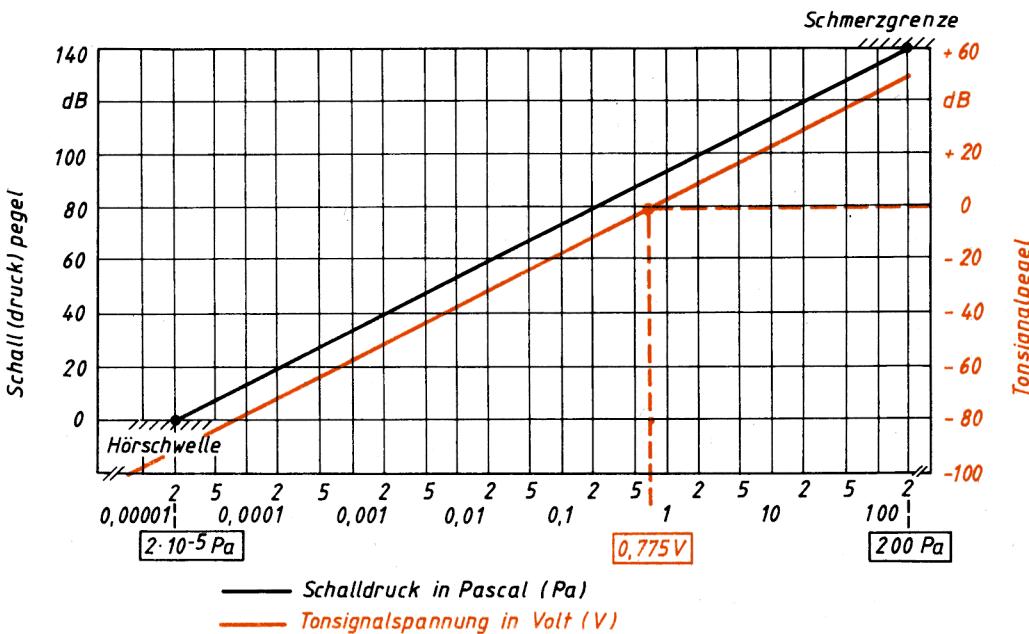


Bild 13.1 Umrechnungskurven für Schalldrücke und Tonsignalspannungen in Pegel

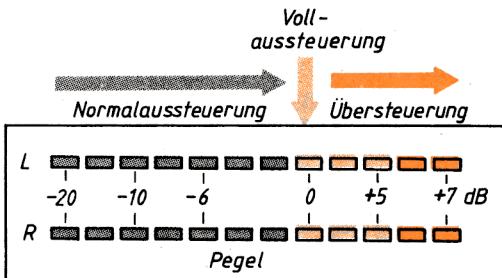
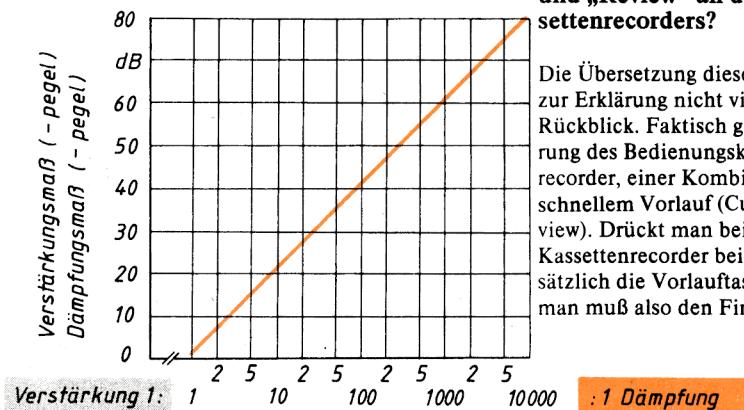


Bild 13.2 Auch ein Aussteuerungsmesser zeigt meist den Pegel an. Wegen der besseren Übersichtlichkeit wird Vollaussteuerung als 0 dB gesetzt, unabhängig davon, wie groß der angezeigte Tonsignalpegel tatsächlich ist

ihnen legt man den Bezugswert  $x_1$  an die Stelle, bei dem das Tonband magnetisch voll ausgesteuert ist, denn dort ergeben sich die günstigsten Speichereigenschaften. Daher bedeutet 0-dB-Anzeige: Das Gerät wird mit genau der richtigen Tonsignalgröße (Vollaussteuerung genannt) betrieben (Bild 13.2).

Nun zur zweiten Pegelart. Mit Hilfe des **relativen Pegels** werden Verstärkungen und Dämpfungen angegeben; exakt heißen die entsprechenden Pegel dann **Verstärkungsmaß** und **Dämpfungsmaß**. Beim Verstärkungsmaß bedeutet  $x_1$  in der Bildungsformel die Tonsignalspannung am Eingang der verstärkenden Baugruppe, und  $x_2$  ist die zugehörige Tonsignalspannung an deren Ausgang. Beim Dämpfungsmaß, das man dann verwendet, wenn die Tonsignalspannung in einer Baugruppe zwischen Eingang und Ausgang abnimmt, kehren sich die Zuordnungen von  $x_1$  und  $x_2$  um.

Bild 13.3 Umrechnungskurven für Verstärkungen und Dämpfungen in Pegel



Haben Sie die Kurven im Bild 13.1 genau betrachtet, dann konnten Sie sicher feststellen, daß eine Zehnfachung von Tonsignalspannung und Schalldruck immer genau einer Pegelerhöhung von 20 dB entsprechen. Genauso ergibt es sich beim Verstärkungsmaß! Zehnfache Verstärkung, was letztendlich bedeutet, daß am Verstärkerausgang eine 10fach höhere Tonsignalspannung erzielt wird als an seinen Eingangsklemmen, wird zum Verstärkungsmaß von 20 dB und gewissermaßen als Pegelzuwachs aufgefaßt. Analog entspricht ein Dämpfungsmaß von 20 dB einer Reduzierung der Tonsignalspannung auf ein Zehntel. Für Verstärkungs- und Dämpfungsmaß gilt das Nomogramm (grafische Zuordnungsvorschrift) in Bild 13.3.

Nun kann man einen weiteren Vorteil der Pegel ausnutzen und mit ihnen ganz einfach rechnen: Gibt zum Beispiel ein Mikrofon einen Tonsignalpegel von -52 dB ab (nach unserer Umrechnungskurve in Bild 13.1 sind das etwa 2 mV) und benötigt man zur Ansteuerung des NF-Verstärkers -12 dB (etwa 0,2 V), dann müssen wir zwischen Mikrofonausgang und Eingang des NF-Verstärkers noch einen Mikrofonverstärker schalten, der von -52 dB auf -12 dB, also um genau 40 dB verstärkt. Die Kurve für das Verstärkungsmaß in Bild 13.3 sagt uns außerdem, daß das einer Spannungsverstärkung von 100 gleichkommt.

Auch die von einer Empfangsantenne an den Antenneneingang des Empfängers abgegebenen Hochfrequenzsignale werden u. a. als absoluter Pegel mit Bezug auf  $x_1 = 1 \mu\text{V}$  angegeben. Man erkennt sie an dem Anhangsel dB $\mu\text{V}$ . Ein UKW-Radio benötigt für rauschfreien Mono-Empfang etwa 40 dB $\mu\text{V}$ , für Stereoempfang ca. 55 dB $\mu\text{V}$ . Einem Fernsehempfänger muß man für gute Bildqualität mindestens 58 dB $\mu\text{V}$  anbieten.

### 13.7. Was bedeuten die Beschriftungen „Cue“ und „Review“ an den Bedientasten eines Kassettenrecorders?

Die Übersetzung dieser beiden englischen Wörter gibt zur Erklärung nicht viel her: Fingerzeig; Marke und Rückblick. Faktisch geht es jedoch um eine Erweiterung des Bedienungskomforts bei einem Kassettenrecorder, einer Kombination von Wiedergabe mit schnellem Vorlauf (Cue) und schnellem Rücklauf (Review). Drückt man bei einem derart ausgestatteten Kassettenrecorder bei eingeschalteter Wiedergabe zusätzlich die Vorlauftaste – diese rastet dann nicht ein, man muß also den Finger drauf behalten –, so hört

man aus dem Lautsprecher die Musikstücke auf dem Band mit stark beschleunigtem Tempo „erklingen“. Beim zusätzlichen Drücken der Rücklauftaste dagegen läuft das Ganze umgekehrt: man hört die Titel viel schneller und außerdem rückwärts. Wozu soll diese Sache gut sein? Mit der Betriebsart Cue und Review besteht ohne großen Herstellungsaufwand die Möglichkeit, einen bestimmten Titel auf dem Band schnell aufzuspüren (z. B. zur Titelwiederholung oder um das Tonband bei einer mißglückten Aufnahme zum Aufzeichnungsanfang, also zum Ende des Vorgängertitels zurückzufahren).

Pausen zwischen 2 Musikstücken sind auch bei schnellerer Wiedergabe sehr gut hörbar, vor allem dann, wenn man sie bei der Aufnahme nicht zu kurz bemäßt (ca. 3 bis 4 s genügen!). Allerdings, um innerhalb eines Stükess oder bei einer Sprachaufnahme eine bestimmte Stelle nach dem „Mäusekonzert“ aus dem Lautsprecher aufzuspüren, bedarf es schon einiger Übung, guter Ohren und etwas Phantasie.

Laufendes Hin und Her zwischen Cue und Review ist bei wechselseitigem Tastendrücken auch möglich. Es wird Rangieren genannt und dient dem Herantasten an eine gewünschte Bandstelle.

Abnormaler Kopfverschleiß – wie oft befürchtet – entsteht bei den Betriebsarten Cue und Review nicht. Im Gegenteil, die Magnettonköpfe werden überhaupt nicht beansprucht, weil das Band mit geringem Abstand an ihnen vorbeilaufen.

### 13.8. Was bedeutet Computer-AFC?

Zunächst ein paar einleitende Sätze: AFC ist die Abkürzung für Automatic Frequency Control = automatische Frequenzeinstellung. Eine AFC-Schaltung kann einen nicht ganz sorgfältig eingestellten Sender automatisch scharfziehen, so daß er trotzdem einwandfrei empfangen wird. Das ist besonders bei Stereoempfang wichtig, weil sich bei unkorrekter Abstimmung Klangverzerrungen und eine Verringerung der empfundenen Breite des Stereoklangbilds ergeben. Fast noch wichtiger ist das Vermögen der AFC, den einmal genau eingestellten Sender auch dann festzuhalten, wenn sich der Empfänger erwärmt oder sich die Betriebsspannung ändert (z. B. bei Netzspannungsschwankungen). Um die genaue Sendereinstellung nach Abstimmanzeiger und ohne Hilfe der AFC vornehmen zu können, läßt sie sich meist an einer AFC-Taste abschalten. Das ist vor allem für schwächere Sender wichtig. Unabgeschaltet würde sich sonst die AFC stets auf den danebenliegenden stärkeren Sender orientieren, und der schwächere könnte überhaupt nicht gefunden werden.

Die Computer-AFC – sie tritt uns auch in den Spezialfällen AFC-Logik oder Berührungs-AFC gegen-

über – bedeutet eine Bedienungsvereinfachung für den Rundfunkempfänger. Sie macht das manuelle Abschalten an der AFC-Taste überflüssig. Berührt man den Abstimmknopf nur mit der Hand bzw. fängt an, leicht an ihm zu drehen, so ist die AFC sofort außer Betrieb. Läßt man ihn nach Auffinden des gewünschten Senders wieder los, so schaltet sie automatisch zu.

Kann man bei einer Computer-AFC selbst überprüfen, ob sie überhaupt funktioniert? Ganz einfach, wir stellen am Abstimmknopf einen Sender nicht ganz scharf ein, so daß ein verzerrter Ton hörbar wird und der Abstimmanzeiger noch nicht Maximalwert anzeigt. Nach Loslassen des Abstimmknopfes muß sich der Sender automatisch sauber einstellen, und der Zeiger des Abstimminstruments bzw. die Leuchtdiodenkette signalisiert einen größeren Wert als vorher.

### 13.9. Worin besteht der Unterschied zwischen Sensor-, Kurzhub- und Tipptaste?

Um einen Schalter zu betätigen, muß zumindest ein winziger Stromfluß ausgelöst werden. Bei der **Sensor- oder Berührtaste**, die ein vollelektronisches Bauelement ohne mechanisch wirksame Teile ist, geschieht das durch Berühren einer isolierten Elektrodenanordnung mit dem Finger. Der Strom fließt über die Haut des Betätigenden. Auch der zugehörige eigentliche Schalter, der irgendwo eine Bedienungsfunktion auslöst, arbeitet vollelektronisch. Er besteht zum Beispiel aus einem sogenannten Flipflop. Das ist eine Schaltungsanordnung von (mindestens) 2 Transistoren, die die beiden Betriebszustände „stromleitend“ („ein“) und „stromsperrend“ („aus“) einnehmen kann. Davon können beliebig viele von einer Sensortaste betätigt werden, so daß sich auch elektronische Schalter mit mehreren „Kontakten“ verwirklichen lassen (z. B. wenn mehrere Stromkreise mit einer Taste geschaltet werden sollen).

Sensortasten werden vor allem als Programmtasten verwendet, um vorabgestimmte Sendestationen bei einem Rundfunk- oder Fernsehempfänger sofort anwählen zu können. Sie lassen sich aber auch für beliebige andere Schaltfunktionen einsetzen. In jedem Falle sind die Vorteile absolute Verschleißfestigkeit, sichere Kontaktgabe und die Betätigung ohne jegliche Druckanwendung.

Eine **Kurzhubtaste** dagegen hat bewegte Teile. Das kann ein einfacher „Einkontakt“ (Schließer, wie bei einem Klingelknopf) sein oder ein kleiner Magnet, der einen in einem Glaskröhrchen mit Schutzgasfüllung eingeschmolzenen Kontakt mit Magnetkraft schließt (sogenannter Reedschalter). Der Magnet kann auch in eine kleine Spule tauchen, in der er da-

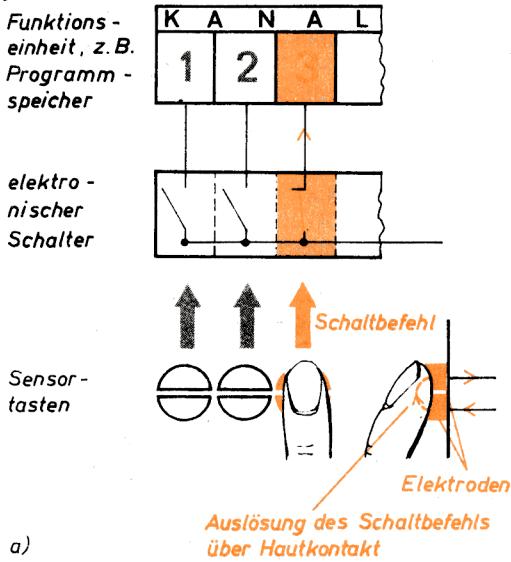
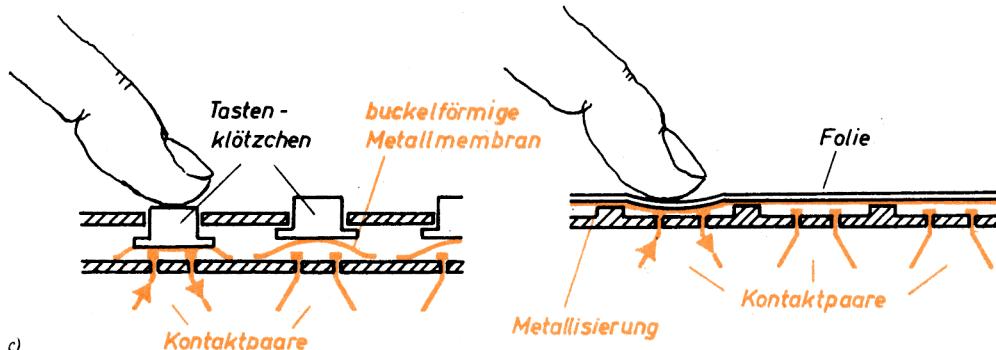
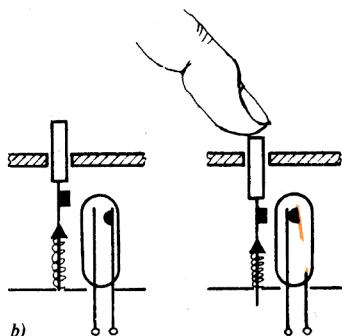


Bild 13.4  
Tastenarten  
a) Sensor-tasten  
b) Kurzhub-taste mit Reed-Kontakt  
c) Tastaturen, aus Tipptasten aufgebaut



bei einem Induktionsstromstoß hervorruft. Nach den beiden letztgenannten Verfahren werden zum Beispiel einige Studiotonbandgeräte gesteuert. Kurzhubtasten haben also einen, wenn auch sehr geringen Bewegungshub. Auch sie arbeiten mit elektronischen Schaltern der beschriebenen Art zusammen. Sie sind sehr verschleißarm aufgebaut und gegen Feuchtigkeit sowie ungewollte Auslösung durch elektrostatische Aufladungen weniger empfindlich als Sensortasten.

Eine besondere Ausführung der Kurzhubtaste ist die **Tipptaste**, wie wir sie vor allem von den Tastaturen bei Taschenrechnern oder Fernbedienungsteilen her kennen. Ihre Grundstruktur wird meist von einer gedruckten Schaltung mit Kontaktpaaren in Tastenfeld-anordnung gebildet. Über jedes Kontaktpaar spannt sich ein aus dünnem Blech oder metallisierter Hartfolie bestehender „**Buckel**“, der bei Fingerdruck auf das zugehörige Tastenklötzchen die beiden Kontaktelkroden verbindet – den Schalter schließt – und nach Loslassen durch Eigenelastizität in die ursprüngliche Form zurückspringt.

Auch elastische Folien, mit einem Metallbelag leitend gemacht (Folientasten), oder elektrisch leitende Gummiplatten werden verwendet. Dabei erübrigt sich zum Teil eine „**Tastatur**“, und man drückt die mit Funktionssymbolen beschriftete Folie direkt auf die Kontakte.

Sowohl Sensor- als auch Kurzhubtasten fügen sich harmonisch in die moderne mikroelektronische Schaltungstechnik ein.

Weil sich hinter der Kurzhubtasten-Steuerung eines Kassettenrecorders oder Plattenspielers eine ganze Menge elektronischer Steuertechnik verbirgt und somit anfällige Mechanik wegfällt, wird der Käufer auf diesen Komfort manchmal besonders aufmerksam gemacht, und zwar mit dem sofort ins Gehirn springenden Slogan „**Soft Touch Operation**“, was – wie jeder natürlich weiß – nichts anderes heißt als „**Bedienung durch sanftes Berühren**“!

### 13.10. Was bedeutet im tontechnischen Sinne der Begriff „Dynamik“?

Was ein Signal ist, läßt sich leicht beschreiben: Es ist eine Botschaft, auch Information oder Nachricht genannt (ein Orchesterklang, eine Fernsehszene, Daten u. ä.), die der Elektrizität, dem Magnetismus oder einer sonstigen Erscheinungsform unserer materiellen Welt aufgeprägt worden ist, um sie entweder zu transportieren (übertragen) oder zu speichern.

Auch ein Kanal ist unschwer zu definieren: Es ist der technische Weg des Signals von seinem Absender bis zum Empfänger der innewohnenden Botschaft. Der Kanal besteht im wesentlichen aus den an der Übertragung beteiligten Geräten (Mikrofone, Fernsehkameras, Verstärker, Lautsprecher, Bildröhren), den Informationsträgern, wie Schallplatte, Magnetband, und den Übertragungsstrecken (Kabel, drahtlose Funkwege).

Warum holen wir so weit aus? Wenn beispielsweise von dynamischer Entwicklung der Volkswirtschaft gesprochen wird, dann versteht jeder, daß es sich um eine kraftvolle Entwicklung handelt, die aktuell auf den wissenschaftlichen Fortschritt reagiert, das Volksvermögen schnell wachsen läßt und den Welthöchststand der Produkte mitbestimmt. Den Studenten einer technischen Hochschule erfaßt beim Wort

Dynamik meist ein leichtes Frösteln, denn es handelt sich dabei um die Mechanik der Bewegungsvorgänge, wobei die auftretenden Kräfte und Materialbelastungen nur unangenehm schwer zu durchschauen sind. Es gebietet intensive Lernarbeit, wenn sichere Kenntnisse erworben sein wollen. Zwei Gesichter der Dynamik, die uns jedoch bei tontechnischer oder akustischer Betrachtungsweise auch nicht weiterhelfen

können. Bei diesen Fachgebieten definiert man die Dynamik als: Verhältnis zwischen lautestem und leisestem Schalldruck,

wie es bei unterschiedlich lauten Stellen eines Orchesterstücks oder auch bei den Lautstärke Schwankungen von Sprache auftritt. Bei der Tonsignalübertragung definiert man die Dynamik als: Verhältnis von höchster zu niedrigster Tonsignalspannung.

Die Dynamik ist demnach ein reiner Signalkennwert, der zum Beispiel objektiv am Schall oder Tonsignal messbar ist.

Bei Kenngrößen muß man streng unterscheiden, ob sie sich auf das Signal oder auf den Kanal mit seinen einzelnen Geräten beziehen. Die Lautstärke bei einer Tonaufnahme findet sich beispielsweise in der Signalgroße wieder und wird bis zum Zuhörer übertragen; die Geräte des Kanals sind dabei nur Hilfsmittel. Dagegen ist der Übertragungsbereich ein Gerät- oder Kanalkennwert, der zwar das übertragene Signal klanglich verändern oder sogar entstellen kann, der aber vollständig vom Gerät, überhaupt nicht vom Signal abhängt.

Normalerweise beeinflußt immer der Kanal mit seinen einzelnen Abschnitten das Signal, äußerst selten ist es umgekehrt (Ausnahme: Rauschminderungssystem, → 5.10.).

Damit sind wir endlich beim eigentlichen Thema. Man hält sich nämlich bei der Verwendung des Begriffs Dynamik nicht immer an die angegebene Definition, sondern versucht ihn teilweise zu einem Gerätewert umzufunktionieren. Und dann gibt es Mißverständnisse. Das machen wir uns am besten an einem Beispiel klar:

Der Übertragung sowohl sehr großer wie auch ganz

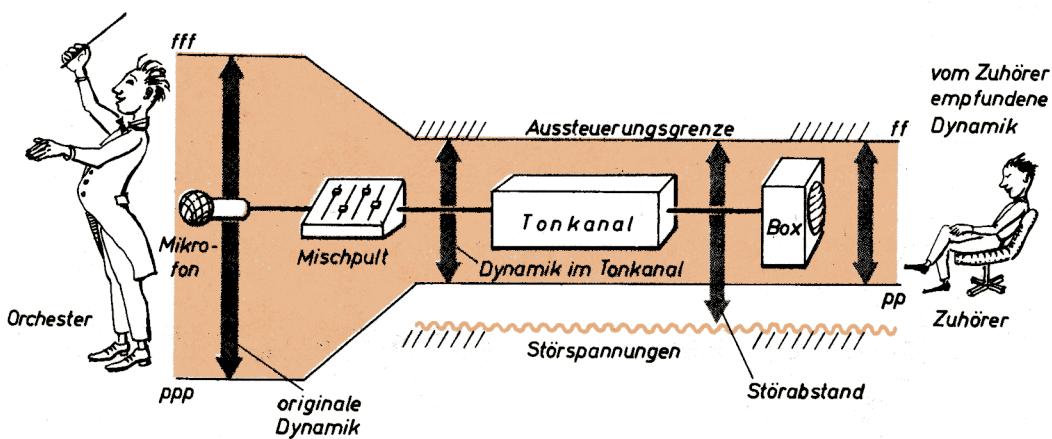


Bild 13.5 Die Dynamik bei der Tonübertragung

geringer Tonsignalspannungen sind im Tonkanal Grenzen gesetzt. Wird es zu laut, dann wird das Tonsignal zu groß, überfordert die einzelnen Baugruppen der Geräte oder die magnetische Schicht des Tonbands (man spricht von Übersteuerung), und die Klangverzerrungen nehmen stark zu. Wird es dagegen allzu leise, übersteigen schließlich die Störsignale im Tonkanal (Brummen, Rauschen, Knistern u. a.) das Tonsignal, und es versinkt bei der Wiedergabe im lästigen Grundgeräusch.

Darum ist man bestrebt, sowohl zu große als auch ganz kleine Nutzsignale bei der Übertragung zu vermeiden. Das maximal erreichbare Verhältnis zwischen größter Tonsignalspannung und den im Kanal vorhandenen Störspannungen liegt etwa zwischen 200:1 und 1000:1 (46 bis 60 dB). Erkennen Sie den feinen Unterschied zu der anfangs gegebenen Definition der Dynamik? An dieser Stelle stoßen wir nämlich auf eine mißverständliche Anwendung. Das soeben angegebene Verhältnis wird nämlich oft als „übertragbare Dynamik“, „Störspannungsdynamik“, „Systemdynamik“ o. ä. bezeichnet. Dazu besteht aber keinerlei Grund, denn das Kind hat schon einen verbindlichen Namen, nämlich Störspannungsabstand oder Störabstand. Außerdem führt eine solche Namensgebung zu den erwähnten Gehirnverzirnungen, denn die tatsächliche Dynamik – ausführlich: die übertragbare Signaldynamik – ist geringer als der Störabstand, nämlich höchstens 100:1 (40 dB). Das ist auch einzusehen und muß gefordert werden, damit das Tonsignal nicht einerseits die Grenze zur Übersteuerung durchstößt, andererseits nicht in den Störungen versinkt (Bild 13.5). In solchen Fällen würden entweder Klangverzerrungen oder Geräusche den Hörgenuß zu sehr beeinträchtigen. Daran ändert es auch nichts, daß ein großes Sinfonieorchester zwischen Fortississimo (fff) und Pianississimo (ppp) eine Dynamik bis zu 4000:1 (72 dB) erreichen kann. Dann muß man bereits bei der Tonaufnahme durch geeignete Maßnahmen die Dynamik auf das erwähnte Verhältnis 100:1 (40 dB) abschwächen, zum Beispiel durch Aussteuern der Mikrofonsignale am Tonmischpult oder durch etwas in der Lautstärke ausgewogene Spielweise des Klangkörpers.

Ganz sinnverwirrend wird es mitunter bei den Rauschminderungssystemen. Sie erzeugen in der Lesart mancher Autoren oder Hersteller sogar einen Dynamikgewinn; als ob sie das übertragene Lautstärkeverhältnis vergrößern würden, gewissermaßen bei der Wiedergabe auseinanderzögeln! Man sollte darum besser von Gewinn an Störabstand sprechen, der bei einem „Dolby“ etwa den Faktor 3 (9 bis 10 dB) ausmacht.

Es ist eines der wenigen, heute noch ungelösten Probleme bei der Tonübertragung, daß man aufgrund einiger „Engstellen“ im Tonkanal – dazu zählt an erster

Stelle die Magnettonspeicherung – nicht die originale Dynamik großer Orchester vollständig übertragen und somit auch nicht wiedergeben kann. Diesen Mangel darf man allerdings nicht überbewerten, denn volle Dynamik müßte gleichzeitig auch etwa volle Lautstärke – wie im Original so laut! – bedeuten! Wer aber könnte im Wohnzimmer Schalldruckpegel um 115 dB verkraften, wie sie ein Großes Orchester im Konzertsaal durchaus hervorzubringen vermag? Abgesehen von der dann nach Kilowatt zählenden Verstärkerleistung würde wohl das Gehämmern der Nachbarn an die Wände die sich prächtig entfaltende Musik übertönen!

### 13.11. Was bedeutet das Zungenbrecherwort „Kompatibilität“?

Kompatibilität heißt nichts weiter als Verträglichkeit, und so haben wir es in diesem Buch stets konsequent umschrieben. Auch im nachrichtentechnischen Sinne heißt kompatibel schließlich nur verträglich. Der Begriff ist vor allem bei den Farbfernsehverfahren und der Stereofonie verbreitet, wird aber auch sinngemäß auf andere Übertragungsverfahren, auf Geräte und Speicherprinzipien angewendet.

Wenn ein Verfahren mit fortschreitender technischer Entwicklung schließlich überholt ist oder mit neuen Möglichkeiten erweitert werden soll, dann ist normalerweise Kompatibilität das oberste Gebot bei der Einführung einer neuen Norm. Das bedeutet, daß die bestehenden und bei der Bevölkerung vorhandenen Geräte bei dem neuen Verfahren weiterverwendbar bleiben müssen. Andererseits sollen die nach dem neuen Verfahren arbeitenden Geräte auch dann funktionstüchtig sein, wenn sie mit dem alten Verfahren konfrontiert werden. Letzteres heißt dann mitunter gar Rekompatibilität!

Zu alldem ein anschauliches Beispiel: Nach Einführung der Rundfunkstereofonie wurde es möglich, mit den schon vorhandenen und auch weiterhin gebauten UKW-Mono-Empfängern das in Stereo ausgestrahlte Programm zu empfangen, und zwar in gewohnter Mono-Qualität. Andererseits werden viele Sendungen noch in Mono ausgestrahlt, und darum müssen auch Stereoempfänger eine Mono-Sendung in voller Qualität wiedergeben können.

Daß man allerdings für die kompatible Stereoübertragung in einem UKW-Kanal, der ursprünglich nur für Mono-Übertragung gedacht war, seinen Preis zu zahlen hat, merkt man spätestens am erhöhten Rauschen bei Stereoempfang, wenn man weiter vom Sender entfernt wohnt. Dieses störende Rauschen läßt sich leider nur bedingt mit erhöhtem Antennenaufwand kompensieren, bei Empfang im Auto überhaupt nicht. Die wichtigsten Fälle von Kompatibilität:

**Kompatibel miteinander sind:**

- Jedes Farbfernsehverfahren für sich mit dem Schwarzweißfernsehen
- Stereo- und Mono-Aufzeichnungen auf Kompaktkassette
- Stereo- und Mono-Sendungen beim Empfang
- Stereo-Zweiton-Übertragung (→ 15.3.) mit normalem Mono-Fernsehton (allerdings wird vom Fernsehgerät nur der Ton im Hauptkanal 1 wiedergegeben).

**Nicht kompatibel miteinander sind:**

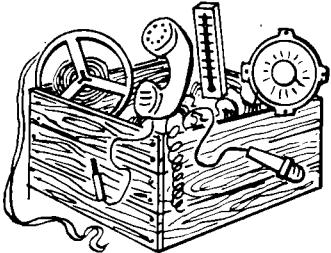
- Kunstkopfstereofonie mit Lautsprecherwiedergabe
- die Farbfernsehverfahren SECAM und PAL untereinander in der Farbwiedergabe
- alle Videorecordersysteme untereinander
- Compact Disc und klassische Schallplatte
- fast alle Rauschminderungssysteme bei Kassettenrecordern untereinander.

**Eingeschränkt kompatibel sind:**

- Kopfhörerwiedergabe von raumbezogener Stereofonie, die Schallquellen werden „im Kopf“ wahrgenommen

- Zweispur- und Vierspuraufzeichnungen auf Spulentonband. Die Wiedergabe einer Zweispuraufzeichnung (in Mono) ist mit einem Vierspurerät möglich, nicht aber die Vierspuraufzeichnung (Mono oder Stereo) auf einem Zweispurerät
- bestimmte Stereo-Mikrofonaufnahmen bei Mono-Wiedergabe. Das betrifft vor allem Amateuraufnahmen, bei denen sich keine klanglich gleichwertige Mono-Wiedergabe erreichen lässt
- Stereo- und Mono-Schallplatten. Stereoplatten sollen nicht mit einem (heute nicht mehr hergestellten) Mono-Abtastsystem abgespielt werden; das führt zur Beschädigung der Stereoplatte. Dagegen lassen sich Mono-Platten mit Stereoabtastern komplikationslos wiedergeben.

Man kann mit dem Wort Kompatibilität auch Schindluder treiben. Liest der Autor von einer „Inkompatibilität dieser Steckverbinder“, dann wäre sein Vorschlag, einfach zu sagen: „Die Stecker passen nicht in solche Buchsen.“ Mit derselben Anzahl von Buchstaben wäre das Gleiche ausgedrückt, nur, jeder verständne es sofort!



## 14. Sammelsurium

Jeder, der schon einmal eine fachliche Abhandlung schreiben oder eine Rede vorbereiten mußte, kennt die Nöte, eine sinnvolle Gliederung des Stoffes zusammenzubringen! Gehört das Problem „Rückenflug des Maikäfers im Mondeslicht“ nun zum Abschnitt „Kunstflugtauglichkeit“, „Aerodynamik“ oder gar „terrestrische Navigation“? So ähnlich ist es auch dem Autor dieses Buches ergangen. Ein umfangreiches Paket von Fragen ließ sich entweder nicht sachbezogen genug in eines der vorhandenen Kapitel oder gleich in mehrere einfügen. Aus diesen Schwierigkeiten heraus ist das etwas unorthodoxe 14. Kapitel entstanden.

### 14.1. Lohnt sich der Selbstbau elektronischer Heimgeräte auch heute noch?

Nehmen wir zunächst an, die Frage wurde unter dem Aspekt gestellt, Geld zu sparen. Dann kommt es auf die Umstände an! Hat der Bastelfreudige bereits Kenntnisse im Aufbau elektronischer Schaltungen und ein gefestigtes Wissen um grundlegende elektrische Vorgänge, besitzt er eine Grundausrüstung an Werkzeugen und Meßgeräten (wenigstens einen Vielfachmesser für Gleich- und Wechselspannungen und -ströme) und kann er schließlich in eine gutgefüllte Bastelkiste mit einem Sortiment der wichtigsten Baulemente greifen, dann kann sich die Sache bei manchen Geräten schon lohnen. Es hat außerdem den Vorteil, daß man seine „Selbstgestrickten“ gut kennt, falls notwendig, auch reparieren kann und vor allem: Sie lassen sich schon beim Entwurf dem gewünschten Zweck anpassen. Das betrifft die Anzahl der Eingänge bei einem Tonmischpult, die Kopfhöreranschlüsse, Signalisationen, Fernsteuerungen, gewünschte Ausgangsleistungen und vieles andere. Auch die äußere Form läßt sich in weiten Grenzen frei wählen, allerdings wird es dem Hobbybastler kaum gelingen, Miniausführungen der Industrie im Volumen zu unterbieten und das Design zu verbessern.

Zur Erweiterung des polytechnischen und physikalischen Horizonts und zur Herausbildung eines soliden elektronischen Grundwissens – das auch später im gewählten Beruf sehr förderlich sein kann – lohnt sich Elektronikbasteln immer. Soll es jedoch nicht auf ein unsystematisches Herumstochern in komplizierten Schaltungen beschränkt bleiben und zu einer wenig sinnvollen Materialvergeudung ausarten, dann

sollte der noch Ungeübte klein anfangen. Einfache, überschaubare Schaltungen, überall zu finden und problemlos nachzubauen, bringen das notwendige Grundwissen und die elektronische Spürnase, um sich danach auch an etwas anspruchsvollere Objekte heranwagen zu dürfen, zum Beispiel an einen als Bausatz erworbenen Stereooverstärker oder an ein zunächst einfaches Tonmischpult. Wer gleich eine komplizierte Platine selbst entwerfen und ohne Erfahrung ätzen will, der muß unweigerlich Lehrgeld zahlen. Wie häßlich sehen schlecht geätzte Schaltungen aus, auf denen noch dazu Leiterzüge wieder weggekratzt oder durch Drähte stümperhaft ersetzt wurden bzw. sich andere nach mehrmaligem Löten gelöst haben. Wer eine gedruckte Schaltung herstellen will, der sollte entweder auf bewährte Entwürfe zurückgreifen oder – nach einem konventionell verdrahteten Probeaufbau – sich seiner Sache sicher sein, daß die Schaltung wie gewollt funktioniert. Auch beim eigentlichen Platinenentwurf und beim Zeichnen sind Erfahrungen vonnöten, damit jedes Schaltelement seinen richtigen Platz bekommt und keine gegenseitige Störbeeinflussung entsteht, zum Beispiel ein späteres starkes Brummen im Ton oder ein Pfeifkonzert, wenn der Verstärker wild schwingt. Der Autor erinnert sich in diesem Zusammenhang eines Jugendfreundes, über den das geflügelte Wort im Umlauf war: „Jonny kann bauen was er will, es wird immer ein Tongenerator<sup>1</sup>.“ Gehässig, nicht?

Selbstüberschätzung bei Anfängern kann beim Basteln sehr teuer werden, beispielsweise, wenn ein „nur

<sup>1</sup> Der Tongenerator ist ein Gerät, mit dem sich für Messungen beliebige Brumm- und Pfeifstöne erzeugen lassen.

falschherum“ eingelöteter Schaltkreis als Rauchfahne in die ewigen Jagdgründe eingeht. Wer an einer zu ändernden Buchsenbelegung scheitert, einen einfachen Spannungsteiler nicht seinen Zwecken anpassen kann oder die elementaren Bedingungen zum Zusammenschalten einzelner Baugruppen nicht beherrscht, also nichts von den Widerstandsverhältnissen zwischen Ausgang und Eingang, der sogenannten Anpassung weiß, der sollte noch etwas bei den Grundschaltungen verweilen und nicht nur den Lötkolben, sondern auch einmal ein Elektronikfachbuch in die Hand nehmen. Besonders effektiv aber ist es in einem solchen Falle, bei einer Arbeitsgemeinschaft Elektronik mitzumachen. Dort bekommt man seine Fragen praxisnah beantwortet und kann sich je nach erworbenem Kenntnisstand an Aufgaben unterschiedlicher Kompliziertheit messen.

Doch nicht alles läßt sich selbst bauen, ohne daß Abstriche von der Qualität in Kauf genommen werden müssen, wie sie von industriellen Produkten erreicht wird. Man kann zum Selbstbau kaum raten, wenn es sich um Geräte handelt, bei denen sehr seriöse Fachkenntnisse gefordert und bei denen komplizierte Meß- und Einstellarbeiten unumgänglich sind (z. B. Empfangsteile und Tonbandgeräte). Sehr schwierig wird es auch, wenn Präzisionsantriebe benötigt werden, die man normalerweise selbst nicht herstellen kann. Bekommt man einen Plattenspieler- oder Kasettenrecorderantrieb nicht fertig zu kaufen, so ist man mit seinem Latein bereits am Ende. Nur wenige Bastler haben außerdem die Meßgeräte, um zum Beispiel die Kurvenform des Löschstroms bei einem Tonbandgerät zu kontrollieren oder den Vormagnetisierungsstrom korrekt einzustellen. Wer kann schon bei einem Rundfunk-Empfangsteil überprüfen, ob die gesetzlichen Vorschriften zur HF-Störausstrahlung eingehalten sind? Ganz kritisch wird es beim Selbstbau eines Fernsehempfängers. Dabei müssen die Sicherheitsbestimmungen beim Umgang mit Bildröhren eingehalten werden, komplizierte Meßgeräte, angefangen vom Oszilloskop (zur Darstellung der vielen Schwingungs- und Impulsformen) bis hin zum Hochspannungsvoltmeter, wären zu beschaffen.

Auch bei hochwertigen Lautsprecherboxen ist der Selbstbau keine ganz einfache Sache. Manche, mit den Problemen nicht genügend vertraute Bastler werden fragen, was an „solch bißchen Kiste“ eigentlich dran sein kann, aber es ist wohl doch etwas mehr!

Nicht umsonst ist auch heute noch die Lautsprecherbox eine der Schwachstellen jeder Tonanlage. Es bleibt alles so lange problemlos, wie es sich um ein einfaches Lautsprechergehäuse, zum Beispiel für einen Zweitlautsprecher, handelt. Ist jedoch wirkliche Klangtreue angesagt, eventuell sogar HiFi-Anspruch, so kommt man nicht ohne umfassende Erfahrungen und aufwendige Meßeinrichtungen aus. Da gilt es, die

Lautsprecher klanglich untereinander abzustimmen oder eine Frequenzweiche zu berechnen und zu bauen. Ein passendes Lautsprechergehäuse muß dem Tieftonlautsprecher auf den Leib geschniedert und sorgsam akustisch ausgekleidet werden. Probleme, die selbst erfahrenen Spezialisten Kopfzerbrechen bereiten, die nicht allein theoretisch gelöst werden können, sondern die teure akustische Versuchsräume und Meßeinrichtungen erfordern. Alles das ist beim Eigenbau von Boxen zu bedenken!

## 14.2. Was ist beim Abfotografieren vom Fernsehbildschirm zu beachten?

Für den Wahrheitsgehalt der folgenden Begebenheit verbürgt sich der Autor: Ein Fachschulstudent im letzten Semester möchte Bildschirmfotos für seine Abschlußarbeit machen und erhält von einer es wahrhaftig ehrlich meinenenden Kollegin den Rat, die Vorhänge weit aufzuziehen, damit ordentlich Licht auf den Bildschirm fällt und die Bilder auch recht hell werden!

Zum Glück hat der Betroffene sich anders entschieden und den Raum gut abgedunkelt. Im anderen Falle wären seine Fotos tatsächlich ziemlich hell geworden, so hell, daß vom Schirmbild nichts übriggeblieben wäre.

Ergo, die erste und wichtigste Regel: den Raum so weit wie überhaupt möglich abdunkeln, Kontrast und Helligkeit am Fernsehempfänger zwar kräftig, aber nicht unnormal weit aufdrehen. Nur Helligkeitsabstufungen, die im Schirmbild erkannt werden, können auch später auf dem Foto erscheinen. Die Belichtungszeit darf bei Bildschirmfotos keinesfalls kürzer als 1/30 s sein, denn wir wissen ja, daß zum Schreiben eines vollständigen Fernsehbilds mit allen 625 Zeilen genau 1/25 s benötigt werden. Bei unbewegten Szenen ist es sogar besser, noch länger zu belichten (1/8 bis 1/2 s), um so gleichmäßiger hell werden die Fotos über die ganze Fläche.

Es empfiehlt sich außerdem, einen recht empfindlichen Film zu verwenden. Richtwerte für die Kameraeinstellungen bei normal hellem Fernsehbild sind beim Film NP 22: 1/30 s, Blende 2,8; beim Film NP 27: 1/30 s, Blende 5,6 und beim Farbfilm UT 20: 1/30 s, Blende 2.

Die Fotokamera wird auf einem Stativ so dicht an den Bildschirm gebracht, daß er das Sucherbild vollständig ausfüllt<sup>1</sup>. Von dieser Position aus wird mit dem Belichtungsmesser die Bildschirmhelligkeit gemessen und danach die Objektivblende genau eingestellt. Vergessen Sie nicht, die Entfernung einzustellen; sie läßt sich besonders günstig an der Zeilenstruktur des Bildes vornehmen! Schärfeverluste sind beim Abfotografieren von Fernsehbildern nicht zu befürchten, da

selbst ein Kleinbildfilm noch eine bessere Auflösung hat als das 625-Zeilen-Fernsehbild.

Allerdings kann bei der kürzestmöglichen Belichtungszeit von 1/30 s bei schnellen Bewegungen im Fernsehbild bereits bedeutende Bewegungsunschärfe im Foto auftreten. Wir warten darum etwas Ruhe im Bild ab, bevor wir den Verschluß auslösen.

Auch Farbfotos sind in guter Qualität vom Bildschirm möglich (Bild 3 im Farbteil ist eins!). Dabei soll der Farbkontrast kräftig, aber nicht übertrieben grell eingestellt sein. Wenn es wirklich auf besonders gute Qualität ankommt, empfiehlt es sich, 2 bis 3 Aufnahmen mit veränderter Kontrasteinstellung der Farbe zu machen.

Werden jedoch Farbbilder auf Schwarzweißfilm fotografiert, dann soll die Farbe ganz aus dem Bild genommen werden (Farbtaste drücken!).

Vom verblaßten Bildschirm eines schon etwas altersschwachen Empfängers gelingen kaum brauchbare Reproduktionen.

Bei allen BildschirmOTOS sind die Schutzrechte zu beachten (→ 2.9.). Keine Schwierigkeiten wird derjenige bekommen, der seine Aufnahmen nur aus persönlichem oder beruflichem Interesse macht und sie nicht in der Öffentlichkeit zur Schau stellt, zum Beispiel auf einer Fotoausstellung.

#### **14.3. Wie verhält man sich richtig, wenn der Fernsehapparat brennt?**

Zunächst etwas zur Beruhigung: Der Brand eines Fernsehempfängers ist ein durchaus böser, aber recht sel tener Zwischenfall. Aufmerksamen Zuschauern kündigt sich ein eventueller Brand schon vorher durch verschiedene Merkmale an. Hören Sie zum Beispiel aus dem Empfänger ein Geräusch, als ob Wasser aus einem Rasensprenger sprüht – das kann vor allem dann passieren, wenn das Gerät längere Zeit feucht gestanden hat –, dann ist an einem hochspannungsführenden Teil im Innern ein winziger Funkenregen entstanden, eine sogenannte Koronaentladung. Das Sprühgeräusch verschwindet also auch bei weggedrehter Lautstärke nicht. Dann ist es besser, den Fernsehempfänger erst einmal einige Tage außer Betrieb zu nehmen und in einem warmen Raum mit geringer Luftfeuchte austrocknen zu lassen.

Fußnote zu Seite 152

<sup>1</sup> Aufnahmen im Querformat empfehlen sich nur bei Kameras mit Klappspiegel- (Exa!) oder Lamellen- bzw. Zentralverschluß. Bei quer zur Kamera laufenden Schlitzverschlüssen aller Art (Praktika!) stellt man das Format hochkant, so daß der Verschluß bei der Belichtung von unten nach oben läuft. Das kann man bei lang eingestellter Belichtungszeit an der geöffneten Kamera beim Betätigen des Auslösers beobachten.

Bei knallenden Geräuschen aus dem Fernsehempfänger (Hochspannungsüberschläge), starkem Knistern oder Prasseln, bei brenzligem Geruch oder wenn bereits Wölkchen aufsteigen, muß der Empfänger **sofort** ausgeschaltet werden, am besten durch Herausziehen des Netzsteckers.

Gleicher gilt sinngemäß auch für alle anderen am Netz angeschlossenen Geräte, wenn sich ein Brand ankündigt.

Mißtrauisch beobachten wir dann einige Zeit durch die hinteren Lüftungslöcher im Fernsehempfängergerüste, ob etwas flackert oder leuchtet. Auch wenn das nicht der Fall ist, darf das Gerät nicht wieder eingeschaltet werden, sondern muß in eine Werkstatt.

Sollte es aber wirklich einmal zu starker Rauchentwicklung aus einem Fernsehgerät kommen, dann dürfen Sie **keinesfalls** in der ersten Aufregung mit Wasser löschen. Richtig ist auch dann, das Gerät sofort stromlos zu machen. Kommt man an den Netzstecker nicht mehr heran, dann werden die Wohnungssicherungen herausgeschraubt (alle!). Das sollte aber nur im äußersten Notfall geschehen, weil dann auch kein Licht mehr eingeschaltet werden kann. Darum vorher eine Taschenlampe bereitlegen!

Das Fernsehgerät wird mit einer möglichst kräftigen und dichten Decke fest umhüllt. Das reicht meist schon aus, um einen Entstehungsbrand zu ersticken. Trotzdem ist es besser, den abgedeckten Empfänger ins Freie oder ins Badezimmer zu tragen. Dort kann er dann, wenn der Brand nicht zu ersticken sein sollte, mit einem Pulver- oder Halon-Feuerlöscher (normaler Autolöscher), im äußersten Notfall auch mit Wasser abgelöscht werden. Im letzteren Fall ist aber mit dem Fernsehgerät anschließend nur noch wenig Staat zu machen, eine Reparatur lohnt sich kaum.

Kommt man jedoch ins Zimmer, und aus einem unbeaufsichtigten Fernsehgerät schlagen bereits helle Flammen, dann ist sofort die Feuerwehr zu alarmieren, bevor man eigene Löscharbeiten unternimmt. Ein arbeitsteiliges Vorgehen, der eine alarmiert die Feuerwehr und der andere löscht, sichert dabei den besten Erfolg.

#### **14.4. Wohin mit dem ausrangierten Fernsehempfänger?**

Das Fernsehgerät, das jahrelang seine Pflicht erfüllt hat, zeigt eines Tages die Telewelt nur noch düster und grau. Hin und wieder flackert es schon bedenklich, und die etwas gedrungenen Beine der Akteure lassen sich mit dem Linearitätseinsteller auch nicht mehr in die Länge ziehen. „Wüßt ihr“, sagt das Familieneroberhaupt, „eigentlich könnten wir uns langsam

von dem alten Kasten trennen und uns einen Buntfernseher zulegen!"

Gesagt, getan! Doch wohin mit dem alten Apparat, wenn sich eine Reparatur nicht mehr lohnt?

Wir wissen um die Gefahren, die in einer mechanisch noch intakten Bildröhre schlummern (→ 9.7.). Darum darf ein alter Fernsehempfänger nicht einfach zum Sperrmüll gegeben und schon gar nicht in den Abfallcontainer gestopft werden. Den Kollegen von der Müllabfuhr oder abenteuerlustigen Kindern, die mit einer Gefahr nicht rechnen, könnte eine Bildröhrenimplosion zum Verhängnis werden.

Die Fachleute in den Fernsehwerkstätten können Ihre alte Bildröhre im Fernsehgerät mit einfachen Mitteln „belüften“ und damit unschädlich machen. Das ist bei Einhaltung der entsprechenden Sicherheitsvorschriften gefahrlos möglich.

Werkstätten des Industrievertriebs Rundfunk und Fernsehen kaufen alte Fernsehgeräte an und führen geeignete verbrauchte Bildröhren einigen zentralen Spezialbetrieben in der DDR zu, die ihre Wiederaufbereitung übernehmen (→ 3.16.).

Außerdem werden alte Fernsehempfänger, deren Bildröhre bereits belüftet ist, von den Sekundärrohrstoff-Erfassungsstellen (SERO) zu bestimmten Zeiten entgegengenommen; informieren Sie sich am besten vorher an Ort und Stelle! Manchmal ist sogar bei solchen Annahmeaktionen eine unterwiesene Person zur Stelle, die die fachgerechte Belüftung übernimmt.

Mitunter besteht Interesse bei Bastlern, denen ausgediente Empfänger zur Ersatzteilgewinnung sehr willkommen sind. Es sei aber dringend davor gewarnt, den Apparat einem polytechnisch zwar bewanderten, aber mit den Fragen der Sicherheit beim Umgang mit Bildröhren bestimmt nicht vertrauten Minderjährigen zu überlassen. Basteln wird in einem solchen Falle zum gefährlichen Risiko, auch rein rechtlich für den gutherzigen Schenker.

#### 14.5. Wie kann ich einen Fernsehempfänger oder ein Radio sicher vor Blitzschäden schützen?

Außenantennenanlagen müssen zwar mit einer ordnungsgemäßen Erdungsanlage versehen sein, die atmosphärische Überspannungen und Blitzströme ins Erdreich ableitet, diese kann aber weder den Blitzeinschlag verhüten, noch ausschließen, daß ein Teil des Blitzstroms über das Antennenkabel in den Empfänger gelangt und dort Schäden anrichtet. Allerdings genügt das Herausziehen des Antennensteckers allein nicht, um diese Gefahr abzuwenden. Der Blitz kann nämlich auch in die Energieleitung einschlagen und über das Netzkabel in den Empfänger gelangen

(→ 12.5.). Selbst bei einem weiter entfernten Einschlag in eine Starkstromleitung können sich stoßartige Überspannungswellen ausbreiten. Daher muß bei Gewittergefahr auch der Netzstecker aus der Steckdose gezogen werden. Bei Gewitterschäden an Rundfunk- und Fernsehgeräten tritt die Haushaltversicherung in Kraft. Man muß jedoch nachweisen können – zum Beispiel mit einem Vermerk auf der Reparaturrechnung – daß der Schaden infolge von Blitzeinwirkung entstanden ist. Die Regulierung setzt außerdem voraus, daß sich die Erdungsanlage der Antenne in einwandfreiem Zustand befindet. Das wird unter Umständen geprüft.

Die Versicherung sollte uns jedoch nicht zur Sorglosigkeit verführen, denn jeder Versicherte ist verpflichtet, Schäden nach Möglichkeit abzuwenden. Ein unbeaufsichtigter Empfänger kann durch Blitzschlag sogar in Brand geraten, mit verheerenden Folgen für die Wohnung oder das ganze Wohnhaus. Außerdem machen Reparaturen immer Verdruß, nicht zuletzt, weil man einige Zeit auf seine gewohnten Rundfunk- oder Fernsehsendungen verzichten muß.

Beherzigen wir daher generell die Regel: Beim Herannahen eines Gewitters oder bei längerer Abwesenheit: Antennen- und Netzstecker bei Radio und Fernsehgerät herausziehen!

#### 14.6. Was ist ein Familienstecker?

Ein Familienstecker ist ein familienfreundlicher Stecker, der zum Mehrfachanschluß von Kopfhörern an Rundfunkempfänger oder Tonbandgeräte verwendet

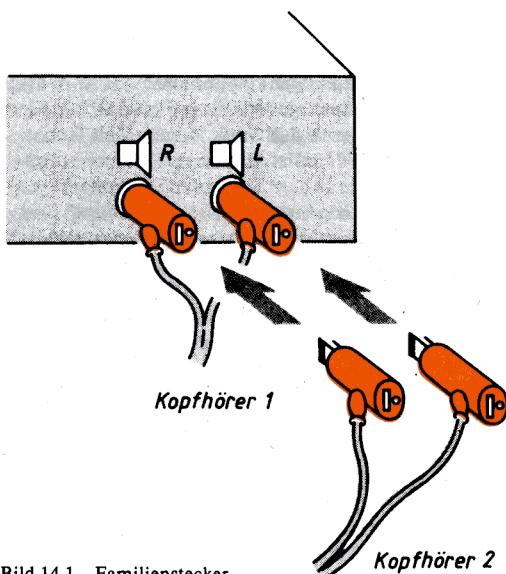


Bild 14.1 Familienstecker

werden kann. Weil bei diesen Geräten meist nur eine Kopfhörerbuchse eingebaut ist, läßt sich unter normalen Umständen auch nur ein Kopfhörer anschließen. Bei Familiensteckern befindet sich am hinteren Ende eine zusätzliche Buchse gleicher Art, die mit den Steckerstiften verbunden ist. Ist ein Kopfhörer mit einem solchen Stecker versehen, so kann man in diesen hinten einen zweiten Kopfhörerstecker oder wiederum einen Familienstecker stecken – und immer so fort –, bis die ganze Familie schließlich mit akustischen Ohrwärtern ausgestattet ist. Familienstecker werden vor allem für Lautsprecherbuchsen gefertigt, daher kann man sie auch zwischen Buchse und Box stecken; es gibt sie international auch für die 5polige Würfelschelle.

#### 14.7. Darf man mehrere Lautsprecher gleichzeitig an einen Lautsprecherausgang anschließen, oder kann das Gerät dabei Schaden nehmen?

Diese Frage ist ohne Kenntnis des betreffenden Geräts mit dem Lautsprecherausgang nicht eindeutig zu beantworten. NF-Verstärker sollen mit ihrem Nennabschlußwiderstand belastet werden, und das sind bei transistorisierten Heimgeräten vorzugsweise  $4\ \Omega$ . Davor abweichende Werte sind in den technischen Daten zu finden. Das heißt, daß der angeschlossene Lautsprecher ebenfalls  $4\ \Omega$  haben soll (diese Kenngröße heißt Nennscheinwiderstand oder Lautsprecherimpedanz). Dann kann bei geringsten Klangverzerrungen die höchstmögliche, für den Verstärker angegebene Ausgangsleistung entnommen werden. Die Belastung des Lautsprecherausgangs für  $4\ \Omega$  mit einer höheren Ohmzahl, beispielsweise  $8\ \Omega$ , schadet nichts, nur sinkt die entnehmbare Ausgangsleistung etwa im gleichen Maße, wie sich der Widerstand des angeschlossenen Lautsprechers erhöht.

Wollen Sie dagegen einen Lautsprecher mit niedrigerer Impedanz als  $4\ \Omega$  anschließen oder schalten Sie mehrere parallel, wodurch der Gesamtwiderstand ebenfalls kleiner wird als der jedes einzelnen Lautsprechers, so ist das ohne Schaden für das Gerät nur dann möglich, wenn dessen Endstufe nachdrücklich als kurzschlußfest gekennzeichnet ist. Aber auch dann sinkt die entnehmbare Ausgangsleistung.

Man kann zwar die angeschlossenen Lautsprecher in Reihe schalten, jedoch sollten sie in diesem Fall alle vom gleichen Typ sein oder wenigstens gleiche Nennbelastbarkeit und gleichen Nennscheinwiderstand haben (z. B.  $3\ W/4\ \Omega$ ). Bei in Reihe geschalteten Lautsprechern mit stärker untereinander abweichenden Werten ist damit zu rechnen, daß sie alle verschieden laut erklingen.

Spezielle Vorschläge zum Anschluß von Zweitlautsprechern finden Sie in 10.6. und 11.8.!

#### 14.8. Warum werden heute in Radios zur Abstimmanzeige keine magischen Augen mehr verwendet?

Magische Augen – in den fünfziger Jahren kamen der magische Fächer, der magische Strich und zum Schluß die magische Waage hinzu – waren allesamt Elektronenröhren, die in ihrer Funktionsweise nicht viel Magisches an sich hatten. Ein Fluoreszenzschirm wurde von einem breit gestreuten Elektronenstrahl getroffen. In seiner Bahn standen an eine veränderliche negative Gleichspannung gelegte Elektroden, die die Leuchtsektoren begrenzten und sie für den Betrachter mehr oder weniger breit erscheinen ließen.

In jedem Rundfunkempfänger gibt es Gleichspannungen, deren Größe sich nach der empfangenen Hochfrequenzenergie richtet. Diente eine solche Spannung zur Steuerung des magischen Auges, so hatte man einen empfindlichen Anzeiger für die günstige Abstimmung auf den empfangenen Sender.

Für UKW-Radios eignete sich die magische Waage am besten. Weil sie nebeneinander 2 getrennte Leuchtbalken hatte, konnte man an der größeren Länge eines der beiden Striche schon erkennen, ob der Knopf zur Senderabstimmung nach rechts oder nach links zu drehen war.

Magische Augen wurden auch in einigen Tonbandgeräten als Ausssteuerungsmesser verwendet, zum Beispiel in den Geräten der Smaragd-Serie (→ 5.1.). Trotz ihres ansprechenden optischen Effekts mußten sich schließlich mit Verbreitung der Transistoren in den Radios die magischen Augen für immer schließen. Jede Elektronenröhre benötigt nämlich eine Heizspannung zur Erwärmung ihrer Kathode, damit überhaupt genügend Elektronen abgestoßen werden, sie braucht außerdem eine recht hohe Betriebsspannung von mindestens  $100\ V$ , damit sich diese Elektronen in Marsch setzen (beim magischen Auge zum Leuchtschirm). Beide Spannungen müßte man in einem volltransistorisierten Radio nur wegen des magischen Auges erzeugen, und dieser Aufwand wäre nicht gerechtfertigt. Man hat darum zunächst auf das sehr empfindliche Drehspulmeßgerät mit Zeiger zurückgegriffen.

Heute werden als Abstimmanzeiger auch Leuchtdiodenketten verwendet, die selbst im Dunkeln gut zu erkennen sind, so daß eine extra Beleuchtung entfällt. Moderne Abstimmanzeiger mit Zeigerinstrument oder Leuchtdioden haben außerdem den Vorteil, daß sie nicht wie ein magisches Auge mit der Zeit immer blasser werden. Ihre Anzeige läßt sich durch spezielle Schaltungsmaßnahmen viel genauer machen. Das ist

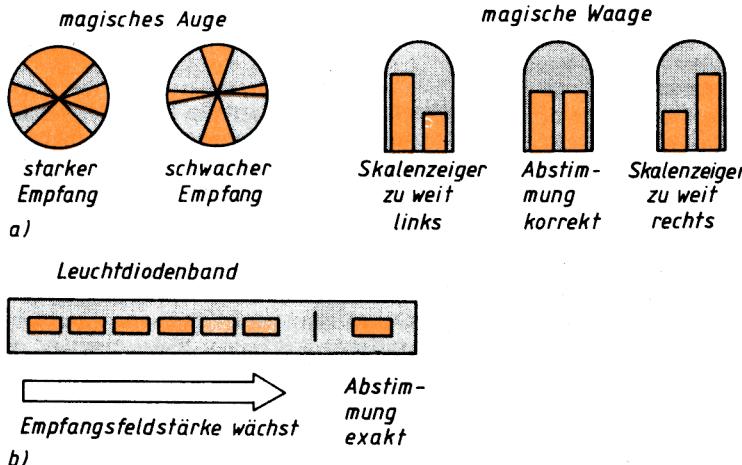


Bild 14.2  
Verschiedene Abstimmmanzeiger  
a) Abstimmmanzeigeröhren (veraltet)  
b) moderner Abstimmmanzeiger mit Leuchtdiodenband

vor allem bei Stereoempfang sehr wichtig, weil man dabei möglichst genau auf den Sender abstimmen muß. Eine sehr präzise Einrichtung ist die sogenannte Exakt-Abstimmmanzeige, bei der eine einzelne Leuchtdiode nur dann anspricht, wenn der Sender haargenau eingestellt worden ist.

#### 14.9. Auf welche Weise lassen sich Telefongespräche auf Band aufnehmen bzw. über ein Radio hörbar machen?

Obwohl es die Deutsche Post mit Recht verbietet, den Telefonapparat oder die Leitung zu diesem Zweck anzuzapfen, können wir uns doch recht einfach helfen. Wir bauen uns einen induktiven Telefonadapter, den wir von außen an das Fernsprechergehäuse ansetzen können.

Dazu nehmen wir ein Stück Weicheisen, es eignet sich schon ein etwas dickerer Nagel, und bewickeln ihn zunächst mit einer Lage Isolierband. Dann folgen etwa 1000 Windungen dünnes Kupferlackdrähtes mit etwa 0,1 bis 0,15 mm Durchmesser, den wir von einem alten Relais oder einer Drosselspule abwickeln können. Verschiedentlich wird auch empfohlen, den Antennen-Ferritstab aus einem alten Taschenempfänger zu benutzen. Damit lässt sich die Empfindlichkeit des Adapters erhöhen. Die Spulenenden werden festgeklebt oder -gebunden und an ein einpoliges abgeschirmtes Kabel angeschlossen. An der anderen Seite wird ein Diodenstecker angelötet. Diesen stecken wir in den Mikrofoneingang des Tonbandgeräts. Die ganze Anordnung können Sie noch in einem kleinen Kästchen unterbringen, allerdings darf es nicht aus Eisen sein.

Bei abgenommenem Telefonhörer – der Wählton ist hörbar – und eingeschalteter Aufnahme am Tonbandgerät wird der Adapter außen am Telefongehäuse so lange entlanggeführt und auch etwas gedreht, bis sich am Aussteuerungsmesser maximaler Ausschlag zeigt. Bei der späteren Aufnahme ist es allerdings besser, wegen der auftretenden Lautstärkeunterschiede beim Telefonieren mit der Aussteuerungsautomatik zu arbeiten. Der Adapter kann am Telefongehäuse mit Knetmasse befestigt werden.

Bei der Aufnahme von Telefon Gesprächen sei aber noch auf einige Besonderheiten hingewiesen, die Sie unbedingt beachten sollten:

- Bei modernen Telefonapparaten mit Tastenwahl lässt sich ein solcher Adapter meist nicht anwenden, weil in diesen Apparaten kein Sprechübertrager mehr eingebaut ist (ein kleiner Trafo für die Fernsprechsignale). Es funktioniert nämlich nur, wenn man dessen nach außen dringendes magnetisches Streufeld mit dem Adapter auffangen kann.
- Telefon Gespräche dürfen nur dann auf Band aufgenommen werden, wenn der Gesprächspartner damit einverstanden ist. Als Rechtsbeweis werden solche Aufnahmen ohnehin nicht anerkannt, weil sie zum Beispiel durch eine Schnittbearbeitung mit anschließender Überspielung auf ein durchgehendes Band geschickt verändert worden sein können.

Auch das Telefon mithören über den Rundfunkempfänger oder eine Stereoanlage ist mit dem Adapter möglich. Steht kein Tonmischpult mit Mikrofoneingang zur Verfügung, benötigen Sie zusätzlich noch einen kleinen Vorverstärker, wie er auch für Mikrofone verwendet wird. Ein kompletter Bausatz ist in Bastlergeschäften erhältlich und kostet nur wenig. Der Zusammenbau ist bei etwas Löterfahrung nach der bei-

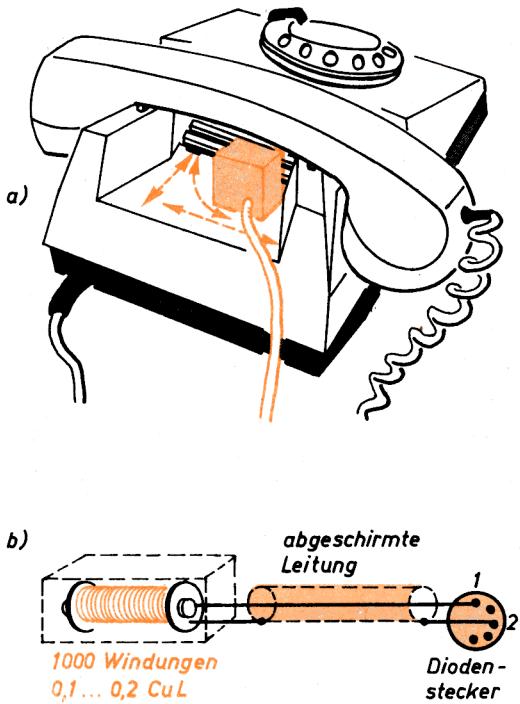


Bild 14.3 Telefonadapter  
a) günstige Position beim Fernsprechapparat „Variant“  
b) Aufbau und Anschluß der „Fangspule“

liegenden Anleitung kein Problem. Der Verstärker, der von einer 4,5-V-Flachbatterie gespeist wird (notfalls genügt eine Monozelle), wird zwischen Telefonadapter und TA- oder TB-Anschlußbuchse geschaltet. Dabei soll die Leitung vom Adapter zum Verstärker so kurz wie möglich gehalten werden. Beim Mithören über Lautsprecher darf man allerdings die Lautstärke nicht allzu weit aufdrehen, weil sich sonst ein pfeifender oder heulender Rückkopplungston aufschaukelt.

#### 14.10. Welche Garantieansprüche bestehen für Tonbandkassetten und Batterien?

Die allgemeine Garantiezeit wird im Zivilgesetzbuch der DDR § 149 geregelt. Sie beträgt für Waren i. allg. 6 Monate und darf nur in wenigen Ausnahmefällen nicht gewährt oder verkürzt werden: für kurzlebige, schnellverschleißende Verbrauchsartikel und für verderbliche Waren.

Tonbandkassetten fallen nicht unter diese Einschränkung, es gilt die gesetzliche Garantie von 6 Monaten. Wann besteht ein Grund für eine berechtigte Reklamation?

Es kommt vor, daß stellenweise auf einer Kassette keine einwandfreie Aufzeichnung möglich ist, daß die Wiedergabe stark stotterig klingt, der Ton zeitweise aussetzt oder jault. Nun ist es aber eine Tücke des Objekts, daß bestimmte Tonbandkassetten auf einem Gerät solche Fehler zeigen können, dagegen auf einem anderen durchaus normal laufen. So etwas kann einem die Show stehlen, wenn man einen an sich berechtigten Anspruch in der Verkaufsstelle durchsetzen möchte. Am besten ist es dann, man nimmt seinen Recorder und auch eine normallaufende Kassette zum Vergleich in das Geschäft mit.

Im Zweifelsfall darf sich aber der Verkäufer nicht herauswinden und Sie zur Klärung Ihrer Ansprüche an den Hersteller oder eine Vertragswerkstatt verweisen. Die Entscheidung, ob ein berechtigter Reklamationsgrund vorliegt oder nicht, ist Sache der Verkaufsstelle und muß innerhalb der nächsten 2 Wochen getroffen und Ihnen mitgeteilt werden. Geschieht das in dieser Frist nicht, dann gilt die Reklamation automatisch als anerkannt (ZGB § 158).

Nun kann es aber vorkommen, daß Ihr Recorder das Tonband in der neu erworbenen Kassette bereits verunstaltet hat. Wenn Sie zum Beispiel Kassetten mit umgeknickten Bandkanten, ziehharmonikaartig zusammengefälteltem, zerknittertem oder gar gerissenem Band in der Verkaufsstelle zum Umtausch präsentieren, dann kann es recht schwerfallen zu beweisen, daß daran die Kassette, nicht aber ihr Gerät die Schuld trägt. Dieser Fall ist eigentlich nur dann eindeutig zu klären, wenn die Kassettenschalen verzogen sind und sich die Bandwickel schwer drehen lassen.

Normalerweise werden Kassetten beim Verkauf mit Datum, Stempel der Verkaufsstelle und Unterschrift des Verkäufers versehen, um den Beginn der Garantiezeit zu fixieren und Verwechslungen auszuschließen. Sie sichern sich Ihre Ansprüche, wenn Sie auf dieser Kennzeichnung bestehen.

Bei Batterien sieht die ganze Sache etwas anders aus. Fleißige Benutzer ihres Geräts sind mit einem Batteriesatz manchmal schon in 6 Tagen und nicht erst nach 6 Monaten fertig. Batterien haben darum den Charakter eines Verbrauchsartikels, für den es keine Garantiezeit geben kann. Haben Sie wirklich unter den gekauften Batterien ein Exemplar erwischt, das lediglich die Energieentfaltung eines narkotisierten Faultiers zeigt, dann verfahren Sie damit, wie mit einem faulen Ei: Werfen Sie es fort, oder tauschen Sie es alsbald um! Eine berechtigte Beanstandung wird der Verkäufer sicher akzeptieren, schließlich weiß er, daß so etwas vorkommt!

#### 14.11. In welchem Temperaturbereich darf man Geräte der Unterhaltungselektronik betreiben?

Jeder Hersteller hat die Pflicht, seine Geräte so zu konstruieren, daß sie in einem bestimmten Temperaturbereich einwandfrei funktionieren. Dieser liegt bei Netzbetrieb meist zwischen +10 °C und +35 °C. Batteriegeräte, die im Freien oft bei extremen Temperaturen betrieben werden, müssen zwischen +5 °C und +45 °C normal arbeiten, das gilt auch für die Kassetten selbst. Nur bei batteriebetriebenen Fernsehgeräten liegt die Obergrenze schon bei +40 °C, dagegen müssen Autoradios sogar noch bis zu +50 °C ihre Pflicht erfüllen.

Ein Gerät funktioniert allerdings auch dann noch normal, wenn sich zum Beispiel Verzerrungen von vorgeschriebenen maximal 1 % infolge der Erwärmung auf 1,2 % erhöhen oder wenn ein kältestarres Kassettenlaufwerk geringfügig höhere Tonhöhenschwankungen zeigt, als in den technischen Daten ausgewiesen.

Darum liegt der Temperaturbereich, in dem ein Gerät die nach Standard vorgeschriebenen technischen Kennwerte vollständig einhalten muß, etwas enger, nämlich zwischen +15 °C und +35 °C. Im Normalbetrieb wird man wohl auch diesen Bereich kaum verlassen.

Zu tiefen Temperaturen hin löst sich das Problem meist von selbst, denn wer möchte schon ein Fernsehbild vor Kälte bibbernd betrachten oder mit klammen Ohren eine Kassette hören? Die obere Temperaturgrenze von 45 °C für Batteriegeräte kann jedoch recht schnell überschritten werden, wenn der Recorder oder das Kofferradio unmittelbarer Sonnenbestrahlung ausgesetzt ist. Vor allem dunklere Gehäuse heizen sich ungeschützt weit über 50 °C auf und können sich verformen.

Bei alledem sind 2 andere Komponenten nicht zu vernachlässigen: der Wert der relativen Luftfeuchtigkeit und extreme Temperaturänderungen. Bei sehr hohen Temperaturen darf die Luftfeuchte nur noch gering sein, wenn das Gerät einwandfrei arbeiten soll (Bild 14.4).

Bringt man ein Gerät aus einem kühlen Raum in einen wesentlich wärmeren oder heizt man einen kalten Raum schnell auf, so kann sich Kondenswasser als feiner Tröpfchenschleier auf den Schaltelementen niederschlagen und deren Funktion vorübergehend beeinträchtigen (denken Sie an die beschlagenen Fensterscheiben an kalten Tagen oder an Ihre Brille!). Bei Fernsehgeräten kann das besonders kritisch werden, wobei es vollkommen egal ist, um welche Art von Fernsehgerät es sich dabei handelt. Es kommt sehr leicht zu Sprühercheinungen in den Hochspannungsstufen oder zu knallenden Überschlägen, die das Gerät beschädigen oder sogar einen Brand verursachen

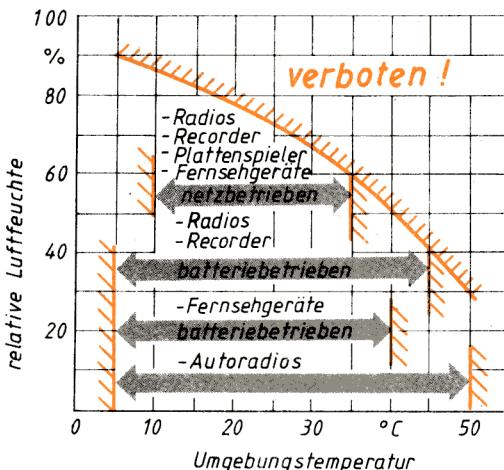


Bild 14.4 Grenzbeanspruchung elektronischer Heim- und Reisegeräte. Der schraffierte Bereich von Luftfeuchte und Temperatur ist beim Betrieb zu meiden

können. Es ist daher anzuraten, bei den geschilderten Temperaturänderungen mit dem Einschalten einige Stunden zu warten, bis sich das Gerät auch im Innern temperiert hat.

#### 14.12. Worin haben Funkstörungen ihre Ursachen, und was kann man gegen sie unternehmen?

Hochfrequenzschwingungen, die den Rundfunk- und Fernsehempfang stören, werden fachmännisch als Funkstörschwingungen bezeichnet. Jeder elektrische Unterbrecher, jeder Schaltkontakt oder Kollektormotor und jedes mit Hochfrequenzschwingungen arbeitende Gerät kann sie erzeugen, sogar fehlerhafte Rundfunk- oder Fernsehgeräte, ohne daß es der Besitzer selbst merken muß. Ursache sind elektrische Funken, welche elektromagnetische Impulse erzeugen oder Hochfrequenzschwingungen, die sich bis hin zum gestörten Gerät ausbreiten.

Das Gesetz fordert, daß Funkstörungen durch geeignete Entstörmaßnahmen auf ein solch geringes Maß herabzumindern sind, daß Fernseh- und Rundfunkteilnehmer nicht mehr als unvermeidbar belästigt werden. Darum sind alle in den Handel gebrachten Geräte, ob Staubsauger oder Küchenmaschine, ob elektrische Eisenbahn oder Wohnungsklingel (sogar die Autos), ausreichend entstört (beachte jedoch 10.7.).

Die Entstörmittel können aber irgendwann ihren Dienst quittieren, oder ein unternehmungslustiger Hobbyreparateur hat's beim Zusammenbau nicht so

genau genommen, und dann kommt in der Nachbarschaft unter Umständen keine rechte Freude mehr an Bild und Ton auf, zumindest zeitweilig.

Wie äußern sich Funkstörungen im Fernsehbild? Sie reichen von Lichtblitzen – auf dem ganzen Bildschirm verteilt – über perlenschnurartige waagerechte Linien (Bild 14.5) und zerrissene, gepfeilte Streifen bis hin zum totalen Bildzerfall. Das Begleitkonzert aus dem Lautsprecher ist ein mehr oder weniger starkes Geprassel oder verzerrtes Gesumm. Auch grobe oder feine, wandernde, stillstehende oder sich drehende Helligkeitsstreifen bzw. tanzende Fischgrätmuster oder Pepitamuster können dem Fernsehbild störend überlagert sein (Moiré, Bild 7.7). Die Störung kann von wenigen Sekunden Dauer (Klingel, Kaffeemühle, Leuchtstoffröhrenstarter) über mehrere Minuten (Staubsauger, Küchenmaschine) bis hin zu Stunden reichen (meist industrielle Störer oder Hochfrequenzgeräte).

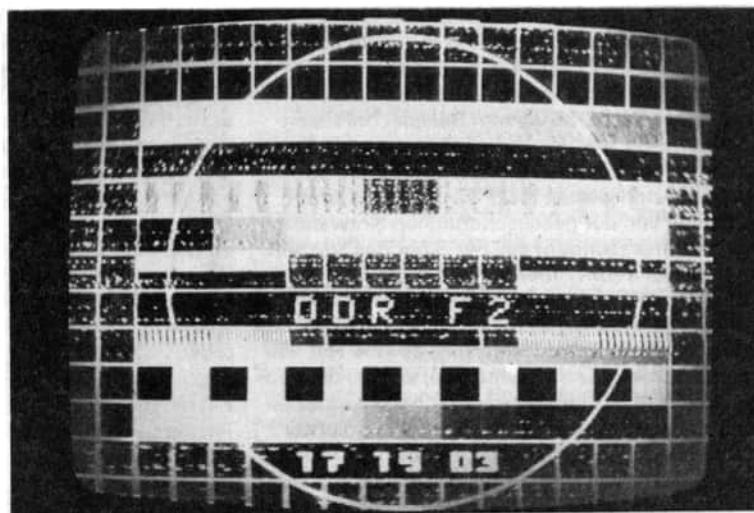
Für all das ist der Funk-Entstörungsdienst der Deutschen Post zuständig. Er wird auf Antrag hin wirksam.

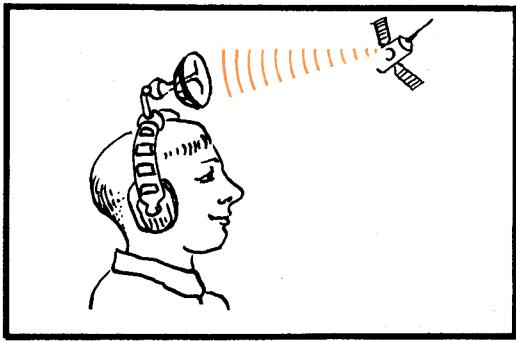
Letzterer ist beim zuständigen Postamt zu stellen, ohne daß für den belästigten Rundfunk- oder Fernsehteilnehmer Kosten entstehen. Der Störer wird mit speziellen Meßgeräten ermittelt, und dem Betreiber werden Auflagen zur Entstörung erteilt. Ein störendes Gerät darf erst wieder nach Beseitigung des Fehlers in Betrieb genommen werden. Voraussetzung für eine Entstörungsaflage ist allerdings, daß die Empfangsleistung der Antenne für das gestörte Gerät den geltenden Normen entspricht. Wer also nur einen Drahtverhau auf dem Dach hat oder eine Behelfsantenne benutzt, der darf keine Verbesserungen erwarten! Stellt sich heraus, daß eine Entstörung nicht mit vertretbarem finanziellem Aufwand oder überhaupt nicht zu erzielen ist, dann kann man sich von den Kollegen des Funk-Entstörungsdienstes auch bei seinen Antennenproblemen beraten lassen. Das ist zum Beispiel der Fall, wenn man im dichten elektrischen „Störnebel“ eines Industriegebiets, unmittelbar an einer vielbefahrenen Verkehrsstraße oder direkt im Nahfeld eines starken Rundfunksenders wohnt.

Bild 14.5

Perlenschnüre, eine Hochfrequenz-Funkstörung, meist hervorgerufen von einem Kollektormotor (z. B. Staubsauger, elektrische Küchenmaschine, Kaffeemühle).

Foto: Leue





## 15. Wo stehen wir, und wo geht's hin?

Viel Neues hat die Heimelektronik bei Rundfunk und Fernsehen in den letzten Jahren hervorgebracht. Wie kaum auf einem anderen technischen Gebiet erlebt der Nutzer bewußt den Wandel ins mikroelektronische Zeitalter. Fragen tauchen auf, Fragen zu neuen Begriffen, zu rein technischen Dingen, aber auch Fragen zutiefst politisch-ökonomischer Natur. So ist zum Beispiel bei vielen von Interesse, warum manche Neuheit des Auslands bei uns mit einer breiten Einführung so lange auf sich warten läßt? Die Antwort darauf muß man von der gesellschaftlichen Notwendigkeit her, insbesondere aus der Sicht des Nutzens im Verhältnis zum Aufwand bedenken. Eine planmäßige Entwicklung vollzieht sich in der DDR – wie auf allen Gebieten – auch in der Nachrichtentechnik. Demzufolge wird es eine Flut von heimelektronischen Gerätetypen, wie sie der kapitalistische Markt hervorgebracht hat – getrieben vom Konkurrenzkampf und einer weitverbreitet geschürten Wegwerfideologie –, bei uns nicht geben. Neuerungen, Technologien und technische Lösungen dagegen, die die Zuverlässigkeit der Produkte steigern, ihre Ton- und Bildqualität verbessern oder sie bedienungsfreundlicher machen, werden laufend bei unserer Gerätepalette berücksichtigt.

Nehmen wir die zum Senkrechtstarter des kapitalistischen Markts avancierte Compact Disc (→ 15.11.). Durchaus bemerkenswerte Möglichkeiten wohnen ihr inne, aber auf den zugehörigen Abspielgeräten läuft keine herkömmliche Schallplatte mehr. Bevor man eine Jahrzehntelang geltende Norm vollständig umstößt, muß man sehr sorgfältig abwägen; denn es gilt das Gesetz der großen Zahl. Millionen von Plattenspielern – zum

Teil vielleicht gerade von erwartungsfreudigen Liebhabern erworben – müßten mit einem Schlag ihren Dienst quittieren, wären höchstens noch gut zum Abspielen der jahrelang gesammelten Singles und Langspielplatten. Eine neue Norm, und böte sie noch so verlockende Möglichkeiten, ist eine verantwortungsvolle und sehr teure Entscheidung! Sie wird kaum billiger dadurch, daß man einige Zeit das alte und das neue Produkt nebeneinander produziert.

Was ist mit dem Stereofernsehen (→ 15.3.) in der DDR, wie er in einigen Ländern, zum Beispiel in Japan oder in der BRD, übertragen wird? Zweifellos eine Bereicherung des Fernsehens, wenn auch von Fachleuten umstritten – das Stereoklangbild ist viel breiter als das zugehörige Bild es je sein kann. Der technische Aufwand hält sich aber in Grenzen, und die bereits eingeführten Verfahren sind auch verträglich mit der bestehenden Fernsehnorm. Solche Probleme, wie bei der Compact-Disc treten also nicht auf. Und doch ist es von einem einzelnen Land vermessen, ein vielleicht noch nicht vollständig ausgegorenes Verfahren oder eines, das schon bei seiner Einführung den technischen Kenntnisstand nicht voll ausschöpft, intern einzuführen und dann zu hoffen, alle anderen Länder würden sich dieser Vorreiterposition anschließen. So etwas kann leicht ins Auge gehen, denn die spätere internationale Normung sieht eventuell ganz anders aus! Dann steht dieses Land mit seinem Verfahren im Abseits. Oft genug ist es ja schon so gekommen, daß vorpreschende kapitalistische Firmengruppen auf die Nase gefallen sind, z. B. bei der Quadrofonie, bei verschiedenen Videorecorder- und Tonbandkassetten-Systemen und bei Bildplatten: Wegwerfprodukte für die leichtgläubige Käuferschar. Jedes Land ist gut beraten, vor Einführung eines neuen Verfahrens nicht des eigenen Vorteils willen vorschnelle Entschlüsse zu verwirklichen, sondern sich aktiv an der Erarbeitung eines weltumspannenden und gemeinsam getragenen Normenvorschlags zu beteiligen. Das tut auch die DDR im Falle der Zweitonübertragung beim Fernsehen. Technisch wären wir bereits Anfang der achtziger Jahre in der Lage gewesen, uns dem in einigen westeuropäischen Ländern praktizierten 2-Träger-FM-Verfahren anzuschließen. Eine internationale Einigung kam aber seinerzeit noch nicht zustande, weil bedeutende Länder, darunter die UdSSR und die USA, berechtigte Zweifel anmeldeten, ob es sich dabei tatsächlich um die perspektivisch günstigste Lösung handle. Ein drittes Beispiel: Der Satellitendirektempfang (→ 15.1.). In der DDR besteht ein perfekt ausgebautes ergebnundenes (terrestrisches) Sender-

netz. Überall in der DDR (verschwindend kleine Lücken ausgenommen, die ständig weiter geschlossen werden) können alle unsere Rundfunk- und Fernsehprogramme in hoher Qualität empfangen werden. Das entspricht gegenwärtig voll den gesellschaftlichen Bedürfnissen, aber auch den technisch-ökonomischen Möglichkeiten bei weiteren Investitionen auf nachrichtentechnischem Gebiet. Der eindeutige Auftrag an die Medien Rundfunk und Fernsehen lautet, die Programme inhaltlich attraktiver und somit anziehender zu machen. Damit wird den sich laufend entwickelnden Bedürfnissen unserer Bürger nach umfassender Information und anspruchsvoller Unterhaltung sowie Bildung voll Rechnung getragen. An eine quantitative Ausweitung des Programmangebots ist zur Zeit nicht gedacht, und aus diesem Blickwinkel ist daher kaum zu erwarten, daß individueller Satellitendirektempfang eingeführt wird. Zusätzliche, per Satellit übertragene Programmdienste werden wohl, wenn es soweit ist, zentral empfangen und in die vorhandenen und laufend neu errichteten Großgemeinschaftsantennenanlagen eingespeist.

# Es gibt viele Quadraphonie-Receiver. Mit Supertechnik und komplizierter Bedienung.

Vielen Musikliebhabern zu kompliziert.  
Aber jetzt gibt es den  
Hi-Fi-Quadraphonie-Receiver ELAC 5000 T Electronic.  
Mit Supertechnik. Und Superkomfort in der Bedienung.

Als Neupreis bietet:  
Hi-Fi-Quadro-Receiver  
ELAC 5000 T Electronic  
MPX-Kar-LW, MW, LW  
Die Programme: Der Hi-Fi-Quadro-  
receiver ELAC 5000 T Electronic  
ist vor Werkstattbesuch  
Qualitätsgarantie-Gesichter  
hat eine 3-fach-Verstärker-Komponente, das an für  
einen 4-fach-Verstärker, auch einer sehr viel aufwendiger ist.  
Außer Mono- und Stereo-Wiedergabe  
können Stereo-Elektron ELAC Quadrophonie  
Duo und Quadrophonie nach HM- und SQ-Standard  
ausgetauscht werden sowie mit Anpassen nach dem  
CD-E-Standard.  
Kann weiterhin Besonderheit ist die Wiedergabe  
der vier verschiedenen Programme, die es über  
die Leistungsfähigkeit 2 x 100 W Musik und  
2 x 100 W Stereo, gemeinsam als 8 Ohm. Die Musik-  
sendungen sind hierbei so abgestimmt, daß sie  
speziell für diesen Receiver entwickelt hoch-  
wertigen Hi-Fi-Lautsprechersystemen LK 5000  
Lautsprecher 2 x 75 W 10 Ohm und 2 x 40 W

Bild 15.1 Kundenfang auf dem kapitalistischen Markt:  
Quadraphonie-Receiver (-Empfänger)! Wozu? Quadrofone  
Sendungen sind nie offiziell ausgestrahlt worden!  
Quelle: *Funk-Technik. – Berlin (West)*, Heft 8/1974

Auf diese Weise vermeidet man außerdem, daß zum architekturzerstörenden Antennenwald auf vielen Wohnzentren noch die Schüsselsammlung ungezählter individueller Parabolspiegelantennen hinzukommt.

Stellt man unter dem Gesichtspunkt des zunehmenden Satellitenfunks in kapitalistischen Ländern die Frage, wozu diese Flut neuer Programme eigentlich gut sein soll, dann muß die Antwort zwangsläufig auf eine bequeme Manipulation breiter Kreise der Gesellschaft, auf ihre Ablenkung von Klassenauseinandersetzungen und zunehmend auf den zu erwartenden Profit aus diesem Mediengeschäft zielen. Selbst in kapitalistischen Ländern kommen heute verstärkt Unwillen und Zweifel darüber auf, wofür es gut sein soll, 10, 15 oder noch mehr vollständig vermarktete Programme empfangen zu können.

Jedenfalls hat die Empfängerindustrie des „freien Markts“ das Ziel schon erkannt. Sie stellt Fernsehgeräte vor, bei denen man im Hauptbild mehrere andere Programme verkleinert einblenden kann, um ja nichts zu verpassen! Technische Bereicherung oder Finger im Gehirn? Man kann sich vorstellen, welchen Tumult ein solcher Empfänger in einer größeren Familie auslösen vermag, in der man sich schon bei nur 2 Programmen manchmal nicht einigen kann.

Sicher werden nur unkompliziert gewebte Gemüter glauben – oder Zeitgenossen, die mit geschlossenen Augen durch die Welt der Technik tappen –, die DDR könnte das alles nicht auch. Da ließen sich Gegenbeispiele anbringen, wie zum Beispiel die richtungweisenden Forschungen auf dem Gebiet der Stereofonie in den sechziger Jahren. Dabei hat Professor L. KEIBS mit seinen Untersuchungen die praktischen Möglichkeiten der Quadrofonie frühzeitig aufgezeigt, und er sowie viele andere Techniker haben optimale Stereoaufnahme- und -übertragungsverfahren entwickelt. Auch die Deltastereofonie stammt aus der Erfinderküche der DDR. Sie ist ein Verfahren zur richtungsgetreuen Beschallung großer Säle, das zunächst in unserem Palast der Republik angewendet und danach auch von anderen Staaten (BRD, Österreich) übernommen wurde. Die Mitbestimmung des Weltniveaus durch DDR-Forscher auf vielen anderen nachrichtentechnischen Gebieten wird wohl kaum jemand ernsthaft in Frage stellen können.

Von allen diesen Positionen muß der Leser aussehen, wenn er die Antworten aus vorrangig technischer Sicht zu den Fragen im folgenden Kapitel richtig einordnen will.

## 15.1. Was ist Satellitenfunk, und welche Möglichkeiten wohnen ihm im wesentlichen inne?

Wer heutzutage an einem sternenklaren Abend in den Himmel schaut, braucht normalerweise nicht lange zu warten, bis er zwischen den vielen Sternen ein helles Pünktchen ausmacht, das gleichmäßig seine Bahn zieht: ein künstlicher Erdsatellit, den die Strahlen der untergehenden Sonne beleuchten. Um einen sogenannten Nachrichtensatelliten handelt es sich in dem Fall jedoch i. allg. nicht, denn dieser steht meistens über einem Punkt der Erde still. Das ist dann ein Satellit mit synchroner Umlaufbahn; steht er noch dazu in etwa 36 000 km Höhe direkt über dem Äquator, wird er geostationärer Satellit genannt. Das heißt aber nicht, daß ein stillstehender Satellit keine Umlaufbahn um die Erde hätte (dann müßte er ja herunterfallen), vielmehr wurde sie mit der Erdrotation gewissermaßen in Übereinstimmung gebracht, d. h. synchronisiert. Er läuft praktisch etwa in der gleichen Weise um die Erde herum, wie das Fahrradventil um die Nabe des Rades: relativ zu ihr steht es still, läuft aber doch auf einer Kreisbahn.

Zu einem Nachrichtensatelliten kann man über einen Strahl von einer auf der Erde installierten Parabolspiegelantenne Funkwellen hinausenden, die dort verstärkt werden und zur Erde zurückgelangen. Dabei arbeitet man mit Schwingungen von superhoher Frequenz im Gigahertzbereich ( $1 \text{ GHz} = 1\,000\,000\,000$  Schwingungen je Sekunde!). Das hat die Vorteile, daß man mit einem Strahl sehr viele Informationen gleichzeitig über den Satelliten schicken kann (Telefongespräche, Rundfunk- und Fernsehprogramme, Daten usw.) und daß sich diese sehr kurzen Wellen besonders präzise bündeln lassen, wie Licht; schließlich erinnert die Parabolspiegelantenne bereits an einen Scheinwerfer! Dadurch kann man recht genau auf ein vorgesehenes Empfangsgebiet zielen, und es entstehen viel weniger Energieverluste durch Streuung der Wellen.

Durch Einbeziehung des Nachrichtensatelliten läßt sich die Erdkrümmung überwinden, die sonst eine direkte Verbindung von Sende- zu Empfangsantenne begrenzt, weil sie die Funkwellen abschattet. Außerdem kann man über einen Nachrichtensatelliten die hinaufgestrahlten Informationen auch auf ein größeres Gebiet der Erde verteilen.

Nun wird klar, warum Nachrichtensatelliten normalerweise über einem festen Punkt der Erdoberfläche stehen müssen. Bei anderen Systemen nämlich, bei denen sie wandern, muß man die Bodenantennen dauernd nachschwenken, und wenn der Satellit hinter dem Horizont verschwindet, ist die Funkverbindung für einige Zeit unterbrochen. So etwas kennen wir ja vom Funkverkehr mit bemannten Raumschiffen, die unsere Erde umkreisen.

Wenn man den Nachrichtensatelliten zur Stabilisierung seiner Flugbahn wie einen Kreisel um seine eigene Achse rotieren läßt, müssen seine Antennen automatisch auf das Erdziel nachgeführt werden. Käme ein Satellit unerwünscht ins Pendeln, würde der Strahl seiner Richtantennen über die Erdregionen schwanken wie der Scheinwerferstrahl eines über einen Kartoffelacker holpernden Autos, und an einen stabilen Empfang wäre nicht mehr zu denken. Es gibt auch Satellitensysteme, bei denen mehrere Nachrichtensatelliten in konstantem Abstand voneinander die Erde auf einer elliptischen Umlaufbahn umkreisen. Dann tritt der erwähnte Nachteil des Funkschattens nicht mehr auf, dagegen der Vorteil, daß man mit einer solchen Satellitenkette große Territorien – auch Polarregionen – über Funk erreichen kann. Das ist mit einem geostationären Satelliten nicht möglich; messen Sie es an Ihrem Globus einmal aus!

Da im Nachrichtensatelliten die Funksignale normalerweise verstärkt und anderweitig elektronisch bearbeitet werden müssen, benötigt er dazu Energie, die er mittels Solarzellen aus dem Sonnenlicht gewinnen muß. Die sogenannten Sonnenpaddeln können bis zu 30 m Spannweite erreichen!

Nachrichtensatelliten müssen sehr zuverlässig und langzeitstabil arbeiten, denn ihre Herstellung und die Positionierung im Kosmos kosten Milliarden, und eine Reparatur ist zur Zeit noch so gut wie unmöglich. Im wesentlichen werden 2 Arten von Nachrichtensatelliten unterschieden:

Erstens: Die bereits weltweit im Einsatz befindlichen Fernmeldesatelliten dienen entweder der nationalen Nachrichtenübermittlung und sind dann Teil des Nachrichtennetzes eines Landes, oder sie werden für den Nachrichtenaustausch über Ländergrenzen und Ozeane hinweg benutzt. Rundfunk- und Fernsehprogramme, Telefongespräche, Fernschreiben, Bildtelegrafie und Daten lassen sich so von Punkt zu Punkt auf der Erde übertragen oder sogar zu beweglichen Zielen, zum Beispiel Schiffen und Flugzeugen. Von einer Boden(sende)station werden die Nachrichten zum Satelliten gefunkt, dort werden die Signale regeneriert, d. h. aufbereitet und von Störungen befreit, verstärkt und zu einem weiteren Satelliten der Nachrichtenkette oder sofort zurück zu einer Boden(empfangs)station gesendet.

Es gibt auch sogenannte passive Fernmeldesatelliten, die ein hinaufgefunktes Signal lediglich gerichtet reflektieren – ganz ähnlich, wie es die Ionosphäre mit den Kurzwellen tut.

Fernmeldesatelliten können auch wie eine Art kosmisches Fernmeldeamt arbeiten. Dann strahlen mehrere Bodenstationen ihre Signale zum gleichen Satelliten, dort werden sie miteinander verschachtelt und zu mehreren Bodenstationen zurückgesendet. In jeder

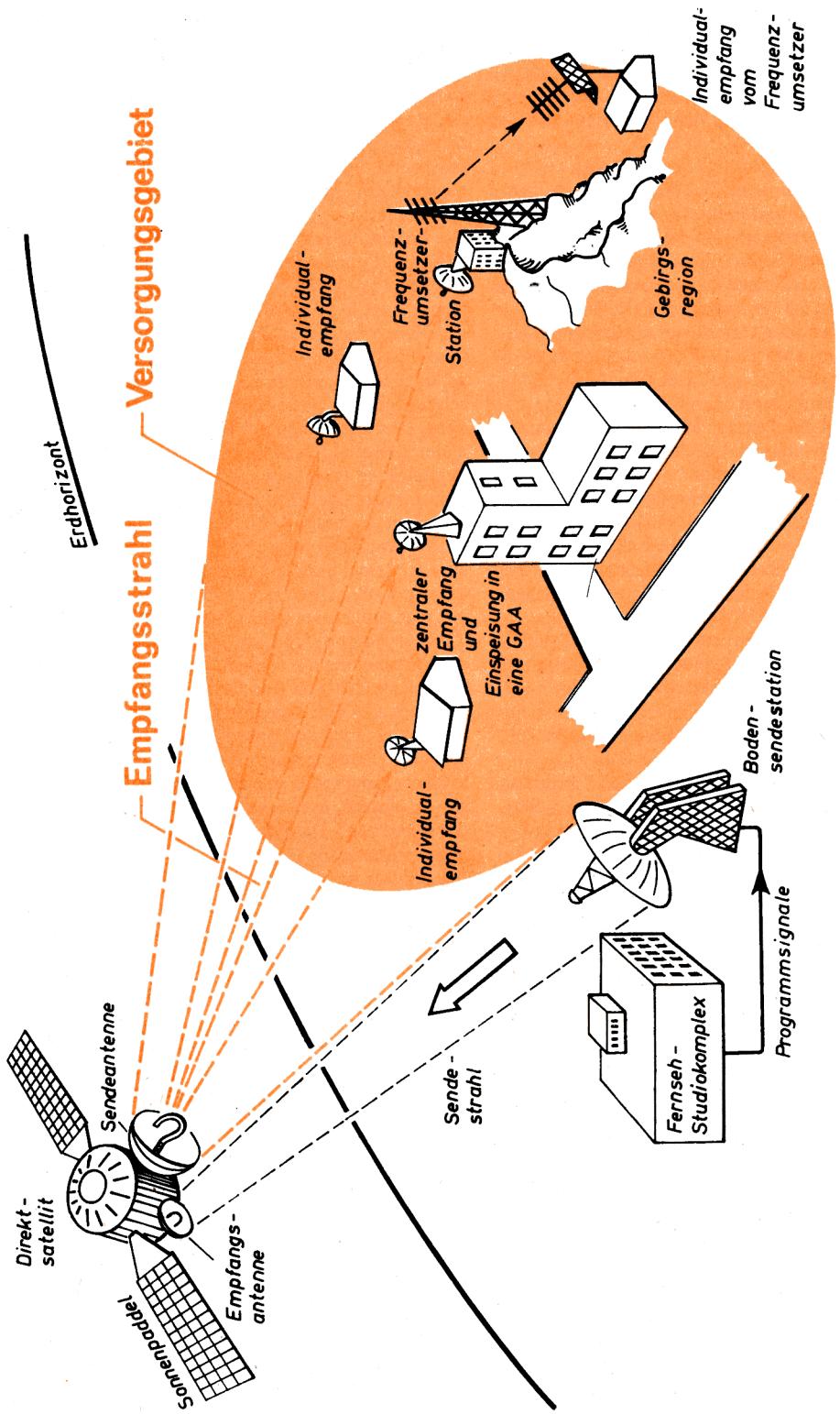


Bild 15.2 Mehrere der möglichen Varianten von Satellitendirektempfang

davon wird nur der für sie bestimmte Teil der Gesamtinformation ausgewählt und über das ergebundene Nachrichtennetz weiter verteilt. Auf diese Weise lassen sich regelrechte Nachrichtennetze via Satellit aufbauen.

Zweitens: Der Direksatellit – auch Fernseh- oder Rundfunksatellit genannt – ist dagegen für die unmittelbare Rundfunk- und Fernsehversorgung der Bevölkerung gedacht. Dazu werden die Programme von einer Bodenstation zum Satelliten hinaufgestrahlt, dort umgesetzt und über einen keulenförmigen Funkstrahl auf ein festgelegtes Territorium verteilt. Dieses kann ein ganzes Land oder Teile davon umfassen; ein Direksatellit kann über mehrere Sendeketten auch verschiedene Länder versorgen<sup>1</sup>. Der Rundfunk- und Fernsehteilnehmer kann dann seine Programme nicht mehr (nur) von den Sendern auf der Erde empfangen (terrestrisches Sendernetz), sondern sie fallen gewissermaßen vom Himmel herab.

Dabei wäre individueller Direktempfang über eine eigene, auf den Satelliten gerichtete Parabolspiegelantenne denkbar; wesentlich rentabler dürfte dagegen die Einspeisung der zentral empfangenen Programme in die bestehenden Gemeinschaftsantennenanlagen (GAA) sein oder in die Kabelfernsehnetze.

Auf der Genfer Satellitenkonferenz im Jahre 1977 wurden international die Standorte der Direksatelliten, ihre Empfangsgebiete und die Anzahl der Kanäle für Rundfunk und Fernsehen auf die Bedürfnisse der einzelnen Staaten abgestimmt; diese Festlegungen galten zunächst bis 1994.

Vor allem Länder mit weit ausgedehnten Territorien oder noch wenig ausgebautem ergebundenem Sendernetz profitieren vom Satellitedirektempfang. Darum hat er u. a. in der UdSSR und in den USA, aber auch in Indien und China umfassende Bedeutung. Für die DDR ist die Stationierung eines Direksatelliten zur Zeit noch kein Schwerpunkt.

## 15.2. Was versteht man unter Kabelfernsehen?

Kabelfernsehen ist eigentlich nichts weiter, als eine an Leitungen gebundene Übertragung von Rundfunk- und Fernsehprogrammen, aber auch von Datensignalen, von einer sogenannten Kopfstation zu einer Vielzahl von Teilnehmern. Im einfachsten Falle ist eine

stärker verzweigte Gemeinschafts- oder Großgemeinschaftsantennenanlage bereits ein Kabelfernsehsystem. Die Kopfstation besteht dann lediglich aus einer Empfangsantennenanlage an günstiger Stelle, deren Empfangssignale von den Rundfunk- und Fernsehsendern über das Kabel zu einer Vielzahl von Haushalten – zum Teil in ganzen Stadtvierteln – verteilt werden.

Die Errichtung von Kabelfernsehanlagen vollzieht sich häufig unbemerkt vom Nutzer in aller Stille. Der einziehende Mieter in einem neu erbauten Wohnblock findet in seiner Wohnung eine Antennenanschlußdose vor, deren Buchsen mit „Radio“ und „TV“ beschriftet sind, nicht aber etwa mit „KTV“, dem Kürzel für Kabeltelevision, Kabelfernsehen. Ihm ist es schließlich egal, ob er allein an einer Antennenanlage hängt oder zusammen mit Hunderten, ja Tausenden anderer Mieter. Für ihn ist entscheidend, daß er die gewünschten Programme in perfekter Qualität empfangen kann. Und eben das garantiert eine Kabelfernsehanlage am besten! Man kann sehr hohen Aufwand bei der Antennenanlage betreiben – schließlich wird sie nur einmal für alle Teilnehmer gebraucht –, diese kann in großer Höhe an einem günstigen Empfangsort, sogar auf einem nahe gelegenen Berg oder einem Turm errichtet werden, und Funkstörungen können die Verkabelung nur schwer durchdringen. Eine große Zahl von Rundfunk- und Fernsehprogrammen läßt sich über dasselbe Kabel leiten, auch direkt von einem Rundfunksatelliten empfangene Programme. Dadurch steigt das Programmangebot. Um mehrere Programme in einem einzigen Kabel übertragen zu können, muß man sie allerdings gegeneinander „versetzen“. Das geschieht normalerweise dadurch, daß man sie in die festgelegten Kabelkanäle verlegt, die, ähnlich wie die Hochfrequenzkanäle für die Funkübertragung, in ihren Frequenzbereichen einer hinter dem andern liegen. In Kabelanlagen verwendet man allerdings vorrangig den Frequenzbereich zwischen 47 und 300 MHz, weil dann das Koaxialkabel noch geringere Verluste hat als bei höheren Frequenzen.

Aber das Kabelfernsehen ermöglicht noch mehr! Auch Daten können zusätzlich über das Kabel in beiden Richtungen übertragen werden: zum Teilnehmer hin und von ihm weg. Damit rückt zum Beispiel das Bildtelefon ins Blickfeld oder die Datenkommunikation zwischen den Kabelteilnehmern. Der Zuschauer mit einem Kabelanschluß kann so per Fernsehbildschirm seine Kontobewegungen bei der Bank kontrollieren und über die Tastatur neben dem Fernsehgerät Abbuchungsaufträge eingeben. Er kann auch Zugverbindungen von der Bahn abfordern, anschließend die Fahrkarten bestellen und vieles andere mehr. Weil jedes Kabelnetz hohe Errichtungskosten entstehen läßt (Kopfstation, Kabelnetzverlegung, Zwischen-

<sup>1</sup> Für einen die Staaten Bulgarien, ČSSR, DDR, Polen und Ungarn versorgenden geostationären Direksatelliten ist ein Standort mit 1° westlicher Länge vorgesehen, also etwa über dem Golf von Guinea. Jedem der genannten Länder sind dabei 5 Satellitenkanäle mit je einer Kanalbreite von 27 MHz reserviert.

verstärker, Anschlußgeräte bei den Teilnehmern) und auch sehr wartungsingensiv ist, muß man sich seine Einführung von Fall zu Fall gut überlegen. Soll damit ein Gebiet in sehr ungünstiger Empfangslage – zum Beispiel eine Gebirgsregion – oder ein ganzer Stadtteil versorgt werden, so ist seine Einführung sicher berechtigt. Gleichzeitig löst sich damit ein architekturästhetisches Problem: Die Antennenwälder auf den Dächern verschwinden.

In kapitalistischen Ländern wird das Interesse an Kabelprojekten hauptsächlich von anderen Faktoren diktiert. So lassen sich beispielsweise „Gebührenzähler“ einbauen, um die Teilnehmer für lukrative Programme auf einem der Kabel-Sonderkanäle stundenweise abkassieren zu können; Pay-TV heißt das in den USA. Private Programmanbieter drängen ans Kabel, die sich einen besonderen Profit mit Reklamesendungen ausrechnen oder spezielle Interessengruppen zur leichteren Verbreitung ihrer Ideologien. Schließlich versprechen sich Kaufhauskonzerne fetten Gewinn durch den Datenrückfluß vom konsum-orientierten Zeitgenossen, der eifrig über das Kabel Waren bestellt und den Kaufpreis dafür per Knopfdruck von seinem Konto abbuchen kann – alles im Ohrensessel vor der Röhre, auf deren Bildschirm sich allzu verführerisch das Versandhausangebot präsentieren läßt.

### 15.3. Was bedeutet Simulcast-Verfahren in Verbindung mit der Fernsehübertragung?

Simulcast ist eine Verkürzung von Simultaneous Casting (englisch svw. gleichzeitig ausgesendet). Der Begriff wird für ein Stereotonübertragungsverfahren zum Fernsehbild verwendet, wie es seit dem 29. November 1969 auch in der DDR angewendet wird. Dabei wird das Bild und der zugehörige (Mono-)Fernsehton wie üblich über den Fernsehsender ausgestrahlt und kann von allen Fernsehzuschauern empfangen werden.

Gleichzeitig und zusätzlich wird eine Stereoausstrahlung des Fernsehtons über einen stereotüchtigen Hörrundfunksender bzw. die ganze Programmketten abgestrahlt. Besitzt der Fernsehzuschauer eine Stereoanlage – und eine solche ist ja in vielen Haushalten vorhanden –, so kann er den Fernsehton auch in Stereo empfangen.

Das Simulcast-Verfahren wird bei ausgewählten Fernsehsendungen, vorrangig Orchester- und Opernübertragungen, praktiziert und in den Programmankündigungen vermerkt. Wer zum Beispiel die festliche Eröffnungsübertragung des „Freischütz“ im Jahre 1985 aus der wiedererbauten Dresdener Semperoper am Bildschirm in Stereoton miterleben konnte, der ist von dem erzielbaren Qualitäts- und Erlebnisgewinn restlos überzeugt. Es kommt nämlich hinzu, daß der Ton dann auch in HiFi-Qualität erklingt, was man bei

der üblichen Fernsehtonübertragung aufgrund des benutzten Empfangsprinzips (Intercarrierverfahren) sonst nicht schaffen kann.

Das Simulcast-Verfahren ist eine sehr ökonomische Lösung, weil sie weder auf der Sende- noch auf der Empfangsseite zusätzliche Anschaffungen erfordert. Trotzdem kann es keine Dauerlösung werden, weil man einerseits damit während der Dauer der Fernsehübertragung ein Hörrundfunkprogramm blockiert, andererseits es nicht immer gewährleistet ist, daß sich die Versorgungsgebiete der Fernseh- und Hörrundfunksender vollständig decken. Außerdem ist man perspektivisch daran interessiert, wahlweise anstatt Stereoton auch 2 völlig voneinander unabhängige Toninformationen zum Fernsehbild zu übertragen, zum Beispiel für Lehrer und Schüler in einem Schulfunkprogramm oder bei einem ausländischen Film den Originalton und die deutsche Synchronfassung. Das aber ist mit dem heutigen Rundfunk-Stereoübertragungsverfahren, dem Pilottonverfahren, nicht möglich; die beiden Töne würden sich gegenseitig etwas durchdringen und somit stören.

In einigen Ländern wird bereits eine sogenannte Zweitonübertragung zum Fernsehbild praktiziert, allerdings uneinheitlich nach sehr verschiedenen Verfahren (Japan: ab 1978 nach dem FM-FM-Multiplex-Verfahren, BRD: ab 1981 nach dem 2-Träger-FM-Verfahren). Ein international verbindlicher oder wenigstens zur Anwendung empfohlener Standard zur Zweitonübertragung besteht zur Zeit noch nicht, und einen solchen wollen wir in der DDR möglichst noch abwarten, bevor wir uns zur Zweitonübertragung entschließen. Schließlich besteht mit dem Simulcast-Verfahren eine qualitativ sehr gute Übergangslösung, die beim Fernsehteilnehmer keinerlei zusätzliche Kosten verursacht und deshalb jederzeit zugunsten einer echten Zweitonübertragung wieder eingestellt werden kann.

Wenn später ein Zweitonverfahren eingeführt worden ist, muß für den Empfang von Stereofernsehton bzw. des zweiten Programmtons vom Fernsehzuschauer ein spezieller Fernsehempfänger angeschafft werden, der einen Zweitondekoder und ein Stereowiedergabeteil enthält. Die Sendungen können allerdings auch mit normalen Fernsehgeräten empfangen werden, dann aber nur in Mono bzw. lediglich der Haupt-Programnton.

### 15.4. Was bedeutet Hochzeilenfernsehen, und wo wird es angewendet?

Der Name Hochzeilenfernsehen spricht für sich! Will man zum Beispiel beim Papierdruck schärfere Bilder mit mehr Details erhalten, so wird der Druckraster verfeinert, eine Erkenntnis, die so alt ist wie die Druk-

kerkunst. Der Fernsehraster läßt sich verfeinern durch die Erhöhung der Zeilen- und damit der Bildpunktzahl. Von Hochzeilenfernsehen spricht man dann, wenn die Zahl der Zeilen – gegenüber den üblichen 625 Zeilen im Bild – bei über 1000 liegt. Außerdem kann auch noch die Zahl der Bildwechsel je Sekunde erhöht werden, die heute 25 beträgt, und es wäre ein anderes Bildformat denkbar, das sich dem Breitwandfilm annähert, zum Beispiel Breite zu Höhe = 5 zu 3 anstatt heute 4 zu 3. Die Fernsehbilder würden somit insgesamt viel schärfer, flimmerfreier wiedergegeben und könnten größer und breiter sein. Der Ausdruck HiFi-Fernsehen wäre dafür nicht übertrieben.

Wer allerdings Abschnitt 2.3. aufmerksam gelesen hat, wird leicht erkennen, daß so ein hochqualitatives Fernsehbild seinen „Preis“ hätte: Die Videobandbreite steige von jetzt 5 MHz auf etwa den 4fachen Wert: 20 MHz! Das ist zwar technisch ohne weiteres beherrschbar, aber zur Funkübertragung nur eines Hochzeilenprogramms brauchte man 3 der heute mit 7 bzw. 8 MHz Bandbreite festgelegten Fernsehkanäle!

Das ist aber nur ein Aspekt. Was würde aus den Fernsehzuschauern, die noch einen herkömmlichen Fernsehempfänger für 625 Zeilen betreiben? Man müßte eine Hochzeilennorm so einrichten, daß das Bild von diesen Empfängern zumindest in der gewohnten Qualität wiedergegeben werden könnte und nur spezielle Hochzeilenfernsehempfänger die bessere Bildqualität ermöglichen.

Dieses Problem der Verträglichkeit ließe sich allerdings weitgehend lösen: Das herkömmliche 625-Zeilen-Bild wird, wie auch zur Zeit, auf einem herkömmlichen Fernsehkanal übertragen und die zusätzlichen „Zwischenzeilen“ des Hochzeilenbilds auf einem zweiten, einem Zusatzkanal. Andere Komponenten jedoch, wie die des veränderten Bildformats, wären dagegen voll befriedigend kaum lösbar; denken Sie an die lästigen Streifen bei der Übertragung von Breitwandfilmen!

Das alles ist sehr aufwendig, erforderte grundsätzliche Umstellungen in allen Produktionsstufen der Fernsehübertragung und ist aus heutiger Sicht kaum mehr als Musik aus sehr weiter Ferne.

Trotzdem existieren international schon Normenvorschläge, und es werden auch erste drahtgebundene Anlagen für Hochzeilenbilder gebaut. Allerdings setzt man sie nicht für die öffentliche Übertragung ein, sondern für Versuchs- und Spezialzwecke. Denkbar ist zum Beispiel ein Einsatz im angewandten Fernsehen (auch technisches Fernsehen genannt), wenn es auf besondere Detailtreue ankommt, wie bei der Übertragung von Bildern aus dem Operationssaal für Medizinstudenten.

Da das Hochzeilenbild durchaus die Qualität des 35-mm-Films erreichen kann, wäre auch eine elektro-

nische Aufnahme von Spiel- und Dokumentarfilmen mit Fernsehkameras im Hochzeilenverfahren sowie die vollelektronische Bearbeitung mit Speicherung auf Videoband und elektronischem Schnitt denkbar. Der fertig bearbeitete Beitrag müßte zum Schluß nur auf einen vorführbaren Kinofilm umkopiert werden. Dadurch würde sich die Filmbildqualität verbessern lassen, weil es keine Kopierverluste gibt, die Aufnahmetechnologie würde sich wegen der kleineren und handlicheren elektronischen Kameras vereinfachen, letztendlich könnten die gesamten Produktionskosten gesenkt werden.

Auch bei der herkömmlichen Fernsehproduktion brächte das Hochzeilenfernsehen Qualitätsvorteile, selbst wenn die Funkübertragung und Bildwiedergabe weiter nach der heutigen 625-Zeilen-Norm erfolgen würden.

### 15.5. Gab und gibt es außer der gebräuchlichen Kompaktkassette noch andere Kassettenysteme für die Tonspeicherung?

Das erste Kassettentonbandgerät der Welt, das „Optaphon“, wurde im Jahre 1950 vorgestellt. Das Normaltonband lief mit einer Bandgeschwindigkeit von 19,05 cm/s in einer großen und unhandlichen Blechkassette, deren Verwendung kaum Vorteile brachte.



Bild 15.3 Das „Optaphon“, erstes Kassettentonbandgerät der Welt.

Quelle: *Funk-Technik. – Berlin (West)*, Heft 8/1973

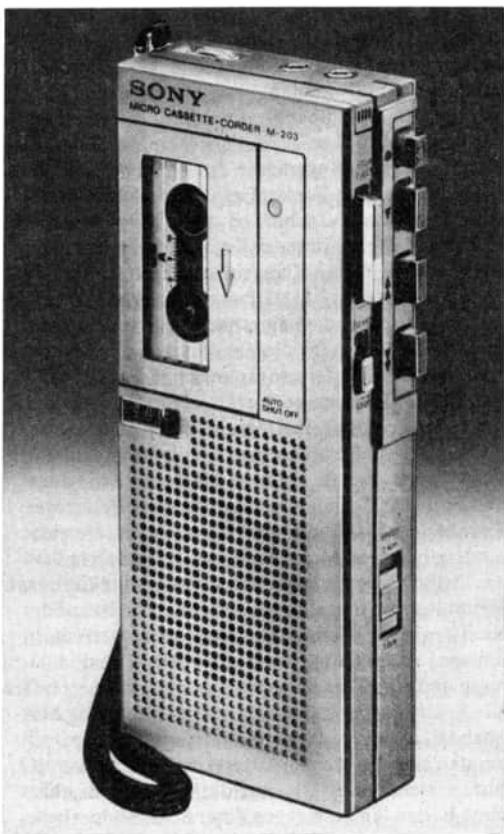


Bild 15.4 Moderner Kassettenrecorder für Mikrokassetten mit umschaltbarer Bandgeschwindigkeit [2,4 und 1,2 (!) cm/s], 15 cm hoch und nur knapp 3 cm dick!

Foto: Werkskatalog SANYO, 1984

Die Spieldauer bei der angewendeten Zweispräraufzeichnung betrug insgesamt eine Stunde. Auch bei unserem Rundfunk wurde zu dieser Zeit bereits ein Reporter-Tonbandgerät mit Kassetten verwendet, die mit normalem, 6,25 mm breitem Tonband geladen waren. Bei diesem recht einfachen tragbaren Gerät, das nur für Aufnahme gedacht war, walzte die Motorachse an der Außenseite des freitragenden Bandwickels entlang und bewirkte so den Bandtransport. Die Wiedergabe der Reportagebänder wurde auf Studiotonbandgeräten vorgenommen. Unsere heutige Kompaktkassette, von der niederländischen Firma Philips im Jahre 1963 entwickelt, konnte sich wegen ihrer vorteilhaften Abmessungen und der durchdachten Mechanik schnell weltweit verbreiten. Ein gutes Beispiel für einen international einheitlichen Standard! Dem System Elcaset, Mitte der siebziger Jahre von der japanischen Firma Sony vorgestellt, wohnten zwar noch günstigere Möglichkeiten als bei der Kompaktkassette inne (das Band wird außerhalb der Kassette angetrieben und geführt, was einen stabileren Bandlauf ermöglicht), aber diese Entwicklung kam zu spät, und so konnte sich Elcaset nicht mehr überzeugend durchsetzen.

Vor allem in den USA gibt es noch ein anderes Kassetten system, die „(8 Track) Cartridge“. Auf einem insgesamt 32 Minuten laufenden Endlos-Tonband sind  $2 \times 4$  Spuren festgelegt, so daß diese Kassette auch quadrofonietüchtig ist. In anderen Ländern ist sie zwar selten zu finden, trotzdem werden auf dem kapitalistischen Markt Geräte angeboten, die sowohl ein Laufwerk für Kompaktkassetten als auch für Cartridges enthalten.

Die jüngste Entwicklung ist die Mikrokassette aus Japan, wo ja alles sooo klein ist. Sie tauchte ab 1982 auch auf dem westeuropäischen Markt auf. Bei ihr wurden nicht nur die Abmessungen beträchtlich ver-

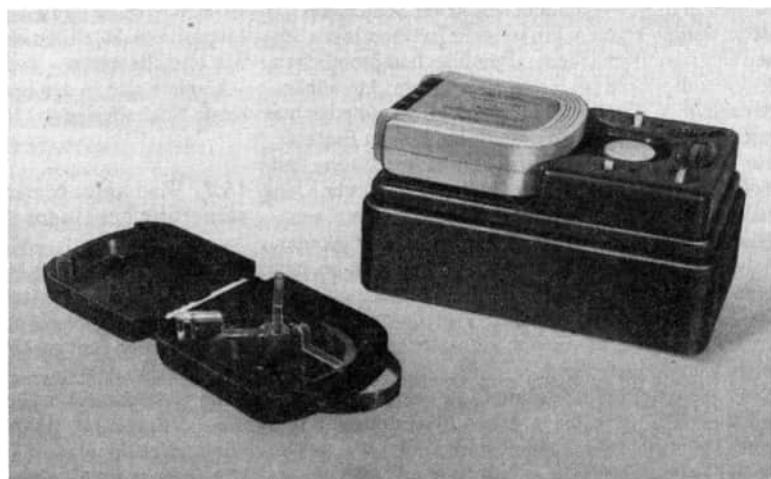


Bild 15.5  
Nadelton-Kassetengerät  
„Tefifon“  
(links eine geöffnete Kassette  
mit dem 16 mm breiten Plast-  
band mit Schallrillen).  
Foto: Leue

ringert – sie ist nur etwa streichholzschahtelgroß und halb so dick –, sondern auch die Bandgeschwindigkeit wurde gegenüber der Kompaktkassette noch einmal halbiert und beträgt somit 2,4 cm/s. Manche dieser Mikrokassettenrecorder (Bild 15.4) sind für Diktierzwecke sogar auf 1,2 cm/s umschaltbar. Daher laufen auch Mikrokassetten bis zu 2 × 30 Minuten bzw. 2 × 60 Minuten; mit Metallband (→ 15.6.) erreichen sie sogar HiFi-Qualität.

Mikrokassettengeräte lassen sich winzig klein herstellen, selbst in einen Stereokopfhörer wurden sie schon eingebaut.

Interessant ist, daß es auch ein Nadelton-Kassettengerät gegeben hat, das „Tefifon“ (Bild 15.5). In der recht molligen Kassette lief ein Endlos-Band mit parallelen Schallrillen, ebensolchen, wie sie jede Schallplatte in Spiralenform trägt. Zur Wiedergabe diente wie bei der Schallplatte ein Abtastsystem mit Nadel. Auf jeder der parallelen Rillen war ein komplettes Musikstück gespeichert, und über eine Kabel-Fernbedienung konnte man den Abtaster jederzeit in eine andere Rille setzen.

### 15.6. Ich habe von sogenannten Metallbändern gehört. Wann wurden sie entwickelt, und welche Eigenschaften haben sie?

Während normale Eisenoxidtonbänder eigentlich mit „Rost“, nämlich  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ -Teilchen in einem Bindemittel, beschichtet sind, greift man bei Metallbändern (sie werden auch als Metallpulverbänder, Metallpigmentbänder oder Reineisenbänder bezeichnet) auf Eisen oder Kobalt in seiner reinsten metallischen Form zurück. Die Bänder aus Polyesterfolie sind mit feinstem Metallpulver beschichtet, das aus nadelförmigen Teilchen mit einer Länge unter 1 µm besteht. Je dichter diese Magnetteilchen in der Schicht gepackt werden können, um so mehr Informationen lassen sich darauf speichern, gegenüber herkömmlichen Eisenoxidtonbändern bis zu 10mal mehr! Metallbänder zeichnen sich durch außerordentlich günstige magnetische Eigenschaften aus, die sie für den Einsatz zur Datenspeicherung, Fernsehbildaufzeichnung und Tonaufnahme qualifizieren. Bei letzterer ist der Klang rauscharm und rein bis zu den höchsten Obertönen. Besonders bei sehr niedrigen Bandgeschwindigkeiten haben die Metallbänder Vorteile und können bis herunter zu 2,4 cm/s noch HiFi-Qualität erreichen. Bei Kompaktkassetten sind die Vorteile gegenüber hochwertigen Chromdioxidbandkassetten (→ 5.2.) nicht ganz so bedeutend. Doch diese Spezialbänder sind teuer, denn sie sind nicht einfach herzustellen. Die Aufbereitung von feinstem Metallstaub ist technologisch aufwendig, wegen seiner Explosionsgefahr in Luft ist es erforderlich,

strengere Sicherheitsvorkehrungen zu treffen. Die reinen Metallteilchen sind stark rostanfällig und müssen von besonders haltbaren und abriebfesten Schutzschichten umhüllt werden.

Recorder, die Metallband verwenden – es kommen vor allem die auf dem kapitalistischen Markt erhältlichen Mikrokassettengeräte in Betracht (→ Bild 15.4) –, benötigen einen Tonkopf mit speziellem Kernmaterial, da bei der Aufnahme so starke Magnetflüsse auftreten, daß ein normaler Kopf bereits magnetisch gesättigt wäre. Starke Klangverzerrungen würden die Folge sein. Jeder mit Metallband arbeitende Recorder braucht eine besondere elektrische Einstellung und einen hohen Strom für die Bandlöschung. Obwohl Metallbänder von japanischen Herstellern erst 1979 für Heimtongeräte eingeführt wurden und sich in der Folgezeit nur zögernd durchzusetzen begannen, ist ihre Herstellung prinzipiell schon viel früher gelungen. Bereits im Jahre 1934 stellte die deutsche Firma AGFA eine größere Menge sogenannter Massebänder für Studiotonbandgeräte her, die sich mit dem heutigen Metallband etwa vergleichen lassen. Lediglich wurde das damals verwendete Carbonyleisenpulver nicht als feinste Teilchenschicht auf der bandförmigen Unterlage aufgebracht, sondern darin homogen verteilt eingelagert. Es waren deshalb viel zu wenig und vor allem zu große Teilchen, die besonders gute Speichereigenschaften nicht zuließen. Die Massebänder, als erste Magnettonbänder überhaupt, konnten sich nicht durchsetzen und wurden knapp 2 Jahre später von den Eisenoxidtonbändern abgelöst. Diese bestanden bereits aus einer Schichtunterlage (damals noch Azetylzellulose) mit einem aufgegossenen „Magnetlack“. Schon vor der Einführung der Metallbänder in der Heimelektronik hat die DDR als erstes Land der Welt ein Metallband auf Kobaltbasis entwickelt, das seit 1976 zuverlässig und mit guten Ergebnissen in den Interkosmos-Satelliten eingesetzt wird. Auf der Basis von Metallbändern – so schätzen es die Fachleute ein – könnten sich in den neunziger Jahren revolutionierende Neuheiten in der Magnetbandtechnik ergeben.

### 15.7. Was heißt Mehrmotorantrieb und Logiksteuerung bei einem Kassettentonbandgerät?

**Mehrmotorenantriebe** bei Tonbandgeräten sind an sich nichts Neues. In Studiotonbandgeräten kennt man gar nichts anderes als einen Motor nur für den Bandvorschub und zusätzlich je einen unter jedem Bandwickelteller.

Beim herkömmlichen Kassettenrecorder und den meisten Spulenheimtonbandgeräten müssen jedoch alle Antriebsfunktionen (Bandtransport, Aufwickeln, Umspulen) von nur einem Motor bewältigt werden.

Vor allem bei Kassettenlaufwerken mit ihrer einfachen Bandführungsmechanik liegt darin eine Quelle häufiger Bandlaufstörungen.

Erst bei einem hochwertigen Mehrmotorenantrieb verwendet man 2 Motoren, ja es gibt sogar Laufwerke mit deren 3! Ein Motor übernimmt allein den Bandvorschub, ein zweiter (und dritter) das Wickeln und Umspulen. Diese Arbeitsteilung bringt mehrere Vorteile.

1. Der Antriebsmotor erzielt eine sehr gleichmäßige Bandgeschwindigkeit, weil Unregelmäßigkeiten in den Bandwickeln, zum Beispiel herausstehende Lagen oder klemmende Schalen, nicht mehr den Antriebsmotor zusätzlich und ungleichmäßig belasten bzw. abbremsen. Dadurch verringert sich die Gefahr von verjaulten Aufnahmen und Bandsalat beträchtlich. Auch der während des Kassettenlaufs ständig wachsende Durchmesser der aufwickelnden Seite (und der sinkende der abwickelnden) führt zu keiner sich wesentlich ändernden Belastung des Antriebsmotors mehr. Beim Einmotorenlaufwerk bedeutet das eine geringe Veränderung der Bandgeschwindigkeit zwischen Kassettenanfang und -ende, weil das Band wegen sich ändernder Wickelzugkräfte unterschiedlich stark an der Antriebswelle rutscht (Schlupf).
2. Das gesamte Laufwerk lässt sich viel einfacher und übersichtlicher aufbauen. Viele Zwischenräder, Riemen und Hebelmechanismen können entfallen. Die mechanische Umschaltung des Antriebs zwischen Normallauf (Aufzeichnung und Wiedergabe), schnellem Vor-/Rücklauf und verschiedenen Sonderbetriebsarten (z. B. Cue, Review, → 13.7.) kann mit elektrischen Zugmagneten gesteuert werden. Es entstehen viel weniger Störungen; Zuverlässigkeit und Lebensdauer des Antriebs steigen.

Bei Einsatz mehrerer Motoren im Laufwerk ist eine sogenannte **Logiksteuerung** anwendbar, mit der die Mikroelektronik im Kassettenrecorder Einzug hält. Sie wird aus logischen Verknüpfungsgliedern – sogenannten Gattern – und Speicherschaltkreisen aufgebaut und arbeitet mit Sensoren zusammen, welche die Betriebszustände im Gerät signalisieren, mit Kurzhubtasten (→ 13.9.) für die Bedienung, mit Anzeigenschaltungen für den momentanen Betriebszustand des Recorders (z. B. Leuchtdioden), und sie steuert die Motoren und Zugmagnete des Laufwerks. Die Logiksteuerung stellt eine vorrangig elektronisch arbeitende Folgesteuerung des Laufwerks dar, die im Rahmen ihrer Möglichkeiten „mitdenkt“, dem Bedienenden wichtige Entscheidungen abnimmt und Fehlbedienungen weitestgehend ausschließt. Sie schaltet zum Beispiel erst dann die gewählte Betriebsart am Laufwerk ein, wenn alle Bedingungen dafür vorliegen. So wartet die Steuerlogik, wenn bei schnellem Rück-

lauf die Vorlauftaste gedrückt wird, erst den Stillstand des Tonbands ab, bevor der Vorlauf gestartet wird. Dadurch ist ein sehr schonender Bandtransport gewährleistet. Bei der Logiksteuerung kann man zwar jederzeit auf die Aufnahmetaste drücken, jedoch erfolgen Bandtransport und Aufnahme erst dann, wenn beispielsweise die Kassette nicht gegen unbeabsichtigtes Löschen geschützt ist (keine herausgebrochene Löschsperrzunge), wenn das Kassettenfach richtig geschlossen ist und – als besonderer Clou – teilweise erst dann, wenn auch die Löschung voll funktioniert. Logikgesteuerte Laufwerke schalten nicht nur die Antriebsfunktionen vollelektronisch um, sondern auch die Umschaltung der Aufnahme- und Wiedergabekanäle geschieht kontaktlos und damit knackfrei. Es gibt also insgesamt nur sehr wenige mechanische Hebelübersetzungen, anfällige Zwischengetriebe und verschleißende elektrische Kontakte. Selbst die Bremsung des Antriebs bei Schalten auf „Halt“ kann vollelektronisch vollzogen werden, es bremst dann der Motor für die Bandwickel. Bei Bandlaufstörungen reagiert eine Logiksteuerung sofort: Der Bandtransport wird weich stillgesetzt.

Ergänzend sei bemerkt, daß sich logikgesteuerte Kassettenrecorder besonders einfach mit einer Fernbedienung oder Zeitschaltuhr kombinieren lassen. Eine Anzeige aller Steuerfunktionen ist über Leuchtdioden, sogar mit einer 7-Segment-Ziffernanzeige möglich.

## 15.8. Es soll Kassettentonbandgeräte und Plattenspieler mit eingebautem Mikroprozessor geben. Wozu braucht man ihn?

Ein Mikroprozessor kann zählen, rechnen, vergleichen, Schaltzustände logisch miteinander verknüpfen und in der Folge Motoren, Zugmagnete oder Anzeigeschaltelemente steuern – alles Fähigkeiten, die sich in einem Tonbandgerät oder Plattenspieler durchaus sinnvoll anwenden lassen. Daher sind in einigen Heimgeräten der internationalen Spitzenklasse Mikrorechner zu finden, die außer einer komfortablen Betriebsartensteuerung (→ 15.7.) auch noch sehr ansprechende funktionelle Erweiterungen und Bedienungserleichterungen in sich bergen.

Man kann mit einem Mikroprozessor zum Beispiel eine vollautomatische Optimierung auf die verwendete Bandsorte vornehmen. Dabei wird die Elektronik des Recorders während eines kurzen Probelaufs des Bandes so eingestellt, daß sich die günstigsten Aufnahme- und Wiedergabebedingungen für den betreffenden Bandtyp ergeben. Der Mikroprozessor kann bei einem speziellen System sogar erkennen, daß eine Aufnahme wiedergegeben werden soll, die auf einem anderen Recorder mit schiefstehendem Arbeitsspalt

im Tonkopf gemacht wurde. Der eigene Tonkopf wird dann mit Hilfe eines kleinen Motors in seiner Spaltlage verstellt und der „falschen“ Aufzeichnung angepaßt. Bei üblichen Recordern, die eine solche Einrichtung nicht haben, führt eine dermaßen fehlerbehaftete Aufnahme unweigerlich zu einer mangelhaften Wiedergabe der hohen Töne.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Mikroprozessor zusammen mit einem elektronischen Speicher zur vollautomatischen Bandstellenfindung (auch Titelsuche genannt) zu verwenden. Auf einem Tastenfeld gibt man lediglich die gewünschte Titelnummer nach einem systembedingten Kode ein, und schon läuft die Kassette beschleunigt auf die gewünschte Position, und der Recorder spielt den Titel ab. Wie bei einer Musikbox lassen sich auch mehrere Titel in beliebiger Reihenfolge vorwählen, die dann alle nacheinander abgespielt werden. Auch Wiederholungen sind dabei möglich.

Es gibt bei dieser Titelsuche 2 grundsätzlich von einander verschiedene Prinzipien:

Bei dem einen Verfahren können bestimmte Kennmarkierungen ausgewertet werden, die sich direkt auf dem Tonband befinden. Das sind zum Beispiel kurze Impulskombinationen, die in den Pausen zwischen den einzelnen Titeln auf dem Tonband aufgezeichnet werden. Vor der Wiedergabe prüft der Mikroprozessor bei beschleunigtem Bandlauf die an einem Spezialkopf vorbeilaufenden Kennimpulse. Entspricht schließlich eine Gruppe der über das Tastenfeld eingegebenen Titelnummer, so stoppt sofort der beschleunigte Bandlauf, und die Wiedergabe des gewünschten Titels wird automatisch gestartet. Nachteilig ist bei diesem System, daß das Band während oder nach der Aufnahme der einzelnen Stücke erst programmiert, also mit Kennimpulsen versehen werden muß. Gewissermaßen eine einfache Variante davon – ohne Mikroprozessor – ist der Pausensuchlauf (auch bekannt unter dem Kürzel APSS – automatisches Pausensuchsystem). Bei diesem wird lediglich die Lücke im Ton zwischen 2 benachbarten Titeln bei beschleunigtem Umspulen aufgespürt und dann der Recorder auf Wiedergabe umgeschaltet. Man kann mit dem Pausensuchlauf also immer nur einen Titel vorwärts oder rückwärts überspringen.

Bei dem anderen Verfahren der Titelsuche werden die Ziffern des mitlaufenden Bandzählwerks mit der eingetasteen Titelnummer während des beschleunigten Umspulens laufend verglichen. Bei Übereinstimmung wird ebenfalls die Wiedergabe des gewünschten Stücks gestartet. Bei diesem Verfahren ist die Treffsicherheit für den Titel etwas geringer, weil der Antrieb jedes Bandzählwerks einen gewissen Schlupf aufweist. Das Zählwerk muß außerdem bei jeder neu eingelegten Kassette am Bandanfang erst auf Null eingestellt werden, damit eine sinnvolle Titelsuche überhaupt

möglich ist. Dieses Zurückspulen zum Bandanfang kann man sich bei dem zuerst beschriebenen Titelsuchsystem mit Kennimpulsen sparen. Es ist zeitraubend, auch wenn es bei einigen Systemen nach Einlegen der Kassette automatisch erfolgt.

Bei Plattenspielern ist die Titelsuche noch komplizierter. Da man eine Platte kaum beschleunigt auf dem Plattenspieler kreisen lassen kann, um die Pausen zwischen den Stücken aufzuspüren – ganz zu schweigen von einer nachträglichen Einbringung von Kennimpulsen in die Rillen –, läuft die Titelsuche im Prinzip auf eine Auszählung der Rillenumläufe hin-aus. Gute Ergebnisse erreicht man, wenn der Tonarm in gerader Linie auf einem Gleitschlitten von einem Motor über die Platte geführt wird (Tangentialtragarm). Dieser kann im abgehobenen Zustand schnell einen Block von Rillen überspringen, ohne daß die Abtastnadel die ganze Rillenlänge durchlaufen muß. Zur Eingabe des gewünschten Titels auf der Platte genügt ebenfalls eine Kennzahl, die beim Abspielen als „Rillenziffer“ zum Beispiel digital angezeigt wird. Mikroprozessoren können auch mit Digitaluhren (Timer) zusammenarbeiten und übernehmen es dann, das Kassettengerät zu bestimmter vorwählbarer Zeit oder zu mehreren Zeiten nacheinander auf Aufnahme zu schalten.

### 15.9. Was bedeutet „digital“ im Zusammenhang mit der Tonaufzeichnung und Tonübertragung?

Überall, wo das Wort digital ins Spiel kommt, handelt es sich um etwas revolutionierend Neues, und auch die Mikroelektronik mischt kräftig mit. Digital kommt vom lateinischen Digit (Finger) und bedeutet soviel wie zählend. Offenkundig wird die Bedeutung bei einer Uhr mit Digitalanzeige. Wir sehen keine Zeiger mehr über das Zifferblatt schleichen, sondern bekommen die aktuelle Zeit in Ziffern angeboten. Solche Uhren zählen die Sekunden<sup>1</sup> und summieren sie zu Minuten und Stunden. Kein Zeiger zieht seine gleichmäßigen Runden, sondern die Anzeige springt von Zahl zu Zahl. Im Gegensatz zur häppchenweise digitalen Abbildung eines Vorgangs – in unserem Beispiel des Zeitverlaufs –, nennt man seine gleichmäßig fließende Darstellung analog.

Auch bei den elektrischen Signalen als Transporteur von Sprache, Musik, sogar von Fernsehbildern unterscheidet man analoge und digitale. Unsere klassische Schallschwingung ist ein analoges Signal: Gleichmä-

<sup>1</sup> Korrekterweise muß man sagen, sie zählen die mehreren 10 000 Schwingungen, die ein eingebauter Schwingquarz je Sekunde ausführt.

Big verläuft der Kurvenzug, alle Zwischenwerte von Null bis zu jeweils einem positiven und einem negativen Höchstwert der Schwingung werden durchlaufen. Die dabei möglichen Schwingungszahlen je Sekunde sind bekannt. Unser Ohr hört zwischen etwa 20 Hz und 20 kHz.

Man kann aus einem Tonsignal, dem Abbild der Schallschwingung im elektrischen Bereich, auch ein digitales Signal gewinnen, das quasi nur noch aus (zählbaren) Impulsen bestimmter Größe besteht, aber dafür aus sehr, sehr vielen. Interessant ist dabei eine bestimmte Anordnung der Impulse, die man Pulskodemodulation (PCM) nennt. Wir wollen uns von diesem schwierigen Wort nicht erschrecken lassen und werden versuchen, die Sache vereinfacht, Schritt für Schritt zu erklären.

Um zu verstehen, wie ein digitales PCM-Signal aus dem analogen Tonsignal entsteht und welche Vorteile und Probleme es mit sich bringt, vollziehen wir gedanklich das nach, was auch das Umwandlungsgerät, – der A/D-Umsetzer – in Blitzschnelle praktisch tut.

Man ordnet dem Kurvenzug des analogen Tonsignals eine größere Zahl streifenförmiger Bezirke zu, die so genannten Quantisierungsschritte (Bild 15.6). Alle

Kurvenabschnitte des Signals, die innerhalb eines bestimmten Streifens verlaufen, werden als gleichwertig behandelt. Wir können aus unserer ursprünglichen Schwingung also eine Art Treppe herstellen, eine Folge von Spannungssprüngen ohne Zwischenwerte. Merken Sie etwas? Es ist leicht einzusehen, daß Feinheiten des originalen Kurvenzugs um so besser mit dem Treppensignal angenähert werden, je mehr Streifen man vorgibt, je niedriger man die Treppenstufen also macht. In der Praxis wählt man für Fernsprechsignale 256 Stufen, für hochwertige Musikübertragung bis zu 65 536 Stufen. Allerdings sind wir noch lange nicht am Ziel, denn dieses Treppensignal bringt uns kaum einen Vorteil. Unsere Absicht ist es ja gerade, eine große Zahl von Spannungszuständen zu vermeiden und mit nur 2 Möglichkeiten auszukommen: Spannung da / Spannung weg!

Bevor wir unsere Treppe weiter umwandeln, müssen wir uns an die Binärzahlen erinnern und wie man mit ihnen zählen kann. Sie sind für unseren Zweck bestens geeignet, denn jede Stelle einer Binärzahl kennt nur die Werte 1 (Spannung da) oder 0 (Spannung weg). Den Zusammenhang mit unseren gebräuchlichen Dezimalzahlen sehen Sie am besten auf unserem Bild. Sie erkennen, daß wir mit einer 4stelligen

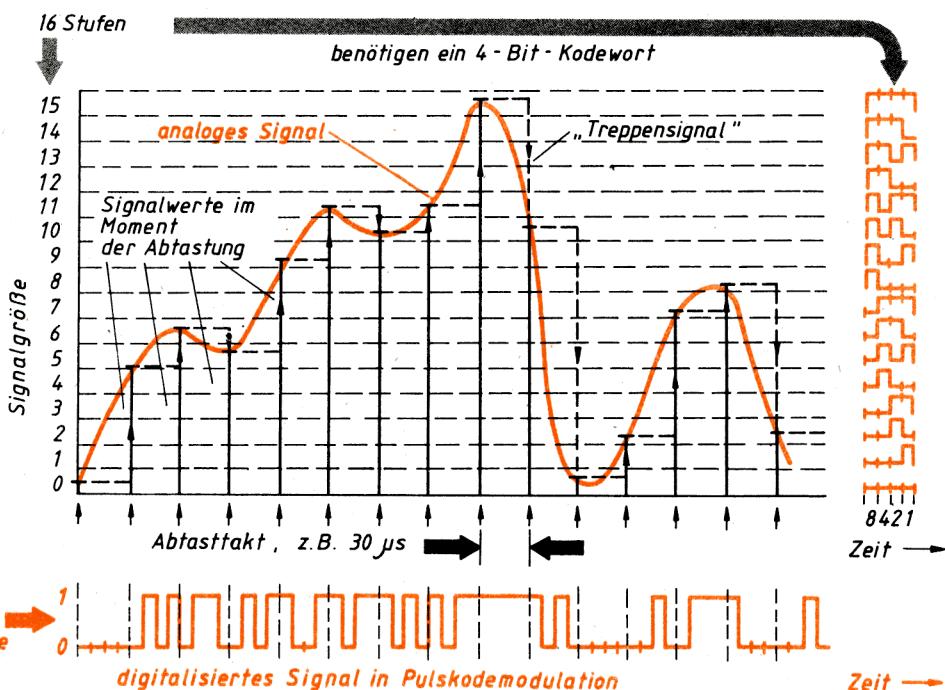


Bild 15.6 Digitalisierung eines analogen Signals am Beispiel von 16 Stufen. Nach jedem periodischen Abtastvorgang wird das zu der Treppenstufe gehörige Kodewort ausgelöst und übertragen, in der sich im Abtastmoment das Analogsignal befindet

Binärzahl 16 Ziffern im Dezimalsystem darstellen können, nämlich 0 bis 15. Jede weitere Binärstelle verdoppelt die Anzahl der darstellbaren Dezimalziffern.

Allgemein gilt:

$$2^{\text{Anzahl der Binärstellen}} = \text{Anzahl der Dezimalziffern}.$$

Wollen wir also die erwähnten 65 536 Treppenstufen für ein hochwertiges Musiksignal unterscheiden, so brauchen wir dafür Binärzahlen mit 16 Stellen ( $2^{16} = 65\,536$ ), gewissermaßen Impulsgruppen mit 16 Einzelimpulsen. Jede Binärstelle in der Impulsgruppe bezeichnet man auch als Bit, die gesamte Impulsgruppe auch als Daten- oder Kodewort.

Wir haben es demnach mit 16-Bit-Kodeworten zu tun (im Beispiel nach Bild 15.6 arbeiten wir dagegen nur mit 4-Bit-Kodeworten, das ist übersichtlicher.).

Nun entsteht sofort die Frage, wie oft sich überhaupt in jeder Sekunde der Signalwert in unserem Treppensignal ändern kann? Diese Änderungen werden sicher bei den Tonsignalanteilen mit den höchsten Frequenzen – wir beschränken uns auf 16 kHz – am schnellsten aufeinanderfolgen. Es hat sich jedoch praktisch gezeigt, daß der Kurvenzug ausreichend genau übertragen werden kann, wenn man bei der höchsten Tonsignalfrequenz noch mit zwei Änderungen bei jedem vollständigen Schwingungszug rechnet. Bis zu  $2 \times 16\,000 = 32\,000$  Änderungen der Treppenhöhe sind demnach je Sekunde zu übertragen, 32 000 verschiedene Kodeworte je 16 Bit, welche unseren ursprünglichen Signalverlauf in jeder Sekunde beschreiben.

Damit sind wir beim Problem der Pulskodemodulation angelangt: 32 000 Kodeworte je Sekunde multipliziert mit 16 Bit je Kodewort bedeuten 512 000 Bit je Sekunde, 512 000 Spannungsimpulse, ein gewaltiger Datenstrom! Nicht mehr zu vergleichen mit den höchstmöglichen 16 kHz des analogen Originalsignals.

Herkömmliche Übertragungskabel, Tonbandgeräte oder Plattenspieler können da nicht mehr mithalten. Aber Lichtwellenleiterkabel haben sich schon bei der Übertragung von digitalen PCM-Signalen bewährt. So wurde die erste Lichtwellenleiter-Telefonkabelstrecke in unserer Hauptstadt Berlin im Jahre 1981 in Betrieb genommen.

Auch auf Tonband speichert man in Tonstudios bereits digital (→ 15.10.) – allerdings mit speziellen Geräten –, und die Digitalschallplatte drängt seit 1983 verstärkt auf den kapitalistischen Markt (→ 15.11.). Immer neue Anwendungsmöglichkeiten werden der digitalen Übertragung und Speicherung erschlossen. Schon seit vielen Jahren findet beispielsweise beim internationalen Programmaustausch die zusätzliche digitale Übertragung des Fernsehtons im Fernsehsignal Anwendung. ITU heißt dieses Verfahren, integrierte Tonübertragung, weil die digitalen Impulsse-

rien (die Kodeworte) in den Synchronisierzeichen des Fernsehsignals eingeschachtelt werden. Vorteile: ausgezeichnete Tonqualität, und es ist kein getrennter Tonübertragungskanal notwendig.

Wo aber stecken nun eigentlich die Vorzüge dieser sehr aufwendigen Pulskodemodulation? Sie finden sich bei der wesentlich geringeren Signalbeeinflussung bei Übertragung und Speicherung. Weder Störgeräusche noch Klangverzerrungen beeinträchtigen den Ton, das gefürchtete Jaulen bei Tonband oder Schallplatte gehören ebenso der Vergangenheit an wie Störungen, wenn fremde Signale ins Nutzsignal gelangen. Die Qualität läßt sich wahrhaftig sprunghaft steigern. Digitale Übertragung funktioniert normalerweise immer optimal in der verfahrensbedingten Qualität, oder sie funktioniert überhaupt nicht. Dazwischen ist nicht viel Spielraum.

Eine Menge von Problemen war zu lösen, bevor digitale Übertragung und Speicherung überhaupt möglich wurden. So mußten günstige Verschachtelungen der Impulsgruppen gefunden werden, um sie den vorhandenen Übertragungskanälen oder Informationsträgern optimal anzupassen. So kann man zum Beispiel auf herkömmlichen Tonbändern durchaus digital speichern, auf normalen Schallplatten geht das aber schon nicht mehr. Wenn bei der PCM-Übertragung oder -speicherung unterwegs einige Impulsserien verlorengehen – wir denken an ein „Loch“ in der Magnetschicht eines Tonbands –, dann setzt bei PCM nicht einfach der Ton kurz aus wie bei einem analogen Signal, sondern die ganze Übertragung kommt zeitweilig durcheinander, weil sich der Empfänger am anderen Ende zwangsläufig „verzählen“ muß. Spezielle raffinierte Impulsverschachtelungen, Kontrollimpulsserien und Fehlerkorrekturschaltungen vermeiden solche Pannen.

Die Übertragung mit Impulsen hat noch andere Vorteile: Die Impulse können von mehreren Signalen gewonnen und ineinander „verkämmt“ werden. Dann braucht man nur einen Kanal für mehrere Signale, ohne daß sie sich gegenseitig beeinflussen. So etwas wird zum Beispiel mit den beiden Stereosignalen gemacht oder beim Fernsprechen mit einer größeren Anzahl von Telefongesprächen, die über einen einzigen Lichtwellenleiterstrang geführt werden.

Auf diese Weise lassen sich auch interessante Zusatzinformationen ins PCM-Signal einschachteln. Auf einer Digitalschallplatte kann ein mit den Musikstücken mitlaufender Kode enthalten sein, der Informationen zu den einzelnen aufgespielten Titeln oder zur Zeit enthält, die die Platte bis zu diesem Zeitpunkt vom Anfang an gelaufen ist. Das hilft beispielsweise bei der Titelsuche (→ 15.8.). Titel und Laufzeit können aber auch ständig am Abspielgerät angezeigt werden.

Digitale Signale haben in ihrer Form mit den ur-

sprünglichen analogen Signalen nichts mehr gemeinsam. Daher können sie auch nicht direkt über Lautsprecher wiedergegeben werden. Am Ende der Übertragung oder nach der Speicherung müssen sie erst mit Hilfe eines D/A-Umsetzers in analoge Signale zurückverwandelt werden.

Allerdings, die Entwicklung schreitet schnell voran, ganz genau stimmt auch das nicht mehr. Immerhin ist es schon gelungen, einen Kopfhörer zu entwickeln, dem digitale Signale (also Impulsserien) direkt zugeführt werden und der trotzdem daraus saubere Klänge formt.

### 15.10. Bei den neueren in der DDR hergestellten Schallplatten findet man oft die Kennzeichnungen „Digital Recording“ und „Direct Metal Mastering“. Was verbirgt sich dahinter?

Um es vorwegzunehmen: Bei solcherweise gekennzeichneten Schallplatten werden zwei der international modernsten Herstellungstechnologien angewendet, die zu einer besonderen Klangtreue führen. Diese Platten erzeugen ein „durchsichtigeres“ Stereoklangbild, haben nur ganz geringes Grundgeräusch, und man hört keine Echosignale mehr aus benachbarten Rillen, wenn eine laute Stelle der Musik einer sehr leisen folgt oder umgekehrt.

Um diese Neuerungen richtig verstehen zu können, muß in aller Kürze etwas zum herkömmlichen Verfahren der Plattenherstellung gesagt werden. Jede Schallplattenaufnahme wird zunächst auf Tonband – dem sogenannten Master- oder Urband – aufgezeichnet, um sie künstlerisch und technisch noch bearbeiten zu können. Dieser Zwischenschritt begrenzt bereits etwas die endgültige Tonqualität. Die spätere Schallplatte könnte nämlich teilweise bessere Qualitätsmerkmale aufweisen, als das Urband sie erreicht – zum Beispiel ein geringeres Grundgeräusch.

Danach wird das aufgezeichnete Tonsignal einer Schallplattenschneidemaschine zugeführt, die eine Rille mit der Toninformation in eine weiche Lackfolienplatte „hobelt“. Die Stege zwischen den Rillenspiralen auf der Lackfolie sind recht elastisch, und so können sich an sehr lauten Stellen die eingeprägten Wellenzüge etwas zur Nachbarrille durchdrücken. Das führt zu den erwähnten Echoerscheinungen. Über 3 komplizierte galvanische Prozesse, von denen jeder einzelne weitere Qualitätsminderungen in sich birgt, werden schließlich von der Lackfolie die metallischen Preßwerkzeuge für die Schallplattenpresung gewonnen.

In diese seit etwa 30 Jahren kaum veränderte Technologie greifen die beiden modernen Verfahren an 2 Schwachstellen ein.

**Digital (Master) Recording** heißt, daß auf dem Ur-

band nicht mehr der Klang in der herkömmlichen Weise als durchgehender Schwingungszug gespeichert wird, sondern als digitales Signal (→ 15.9.), praktisch als „Zahlenfolge“, die den ursprünglichen Schwingungsverlauf des Schalls durchgängig beschreibt. Dadurch lassen sich das Grundgeräusch, aber auch andere Klangveränderungen weit in den Hintergrund drängen. Das Urband kann keine Qualitätsminderungen mehr hervorrufen.

Auf der Schallplatte selbst muß die Information allerdings wieder als durchgehender Wellenzug in den Rillen abgebildet sein, sonst wäre zur Wiedergabe kein herkömmlicher Plattenspieler mehr verwendbar. Das digitale Signal muß darum vor der Schneidemaschine in ein analoges zurückgewandelt werden.

Von dem neuen Verfahren Digital Recording profitiert auch die Musikkassettenproduktion. Unter Verwendung von CrO<sub>2</sub>-Kassetten kann der bessere Klang in den Grenzen ihrer Qualitätsmerkmale an den Musikfreund weitergegeben werden. Seit Juni 1986 sind solche CrO<sub>2</sub>-Musikkassetten im Handel.

**Direct Metal Mastering**, kurz DMM, heißt soviel wie „Schnitt direkt in eine Metallfolie“. Dazu wird eine spezielle Schneideapparatur verwendet, mit der es möglich ist, die Schallrille sofort in eine Kupferplatte einzugravieren. Man erhält also schon im ersten Arbeitsgang ein stabiles metallisches Original, von dem lediglich in einem galvanischen Prozeß die Preßmatrizen gewonnen werden müssen. Schließlich sollen die zur Pressung verwendeten Scheiben quasi „Steg mit Wellenzügen“ haben, die nach außen zeigen, damit sie sich in der zu pressenden Schallplatte als Rillen abformen können.

Infolge der Einsparung von 2 galvanischen Zwischenschritten bei dem neuen Verfahren entfallen weitere Fehlerquellen. Außerdem ist die Kupferfolie wesentlich formstabilier als eine Lackfolie, was die Echobildung entscheidend verringert. Selbst wenn starke Schallstöße auftreten, wie bei harten Rhythmusschlägen oder abrupten Lautstärkeübergängen, federn die Rillen auf der Kupferplatte nicht zurück: Der Schall wird impulsgetreuer gespeichert.

Schließlich kann bei Anwendung von DMM die Herstellungsduer einer Schallplatte verkürzt, die Spielzeit dagegen etwas verlängert werden.

Verwechseln Sie Direkt Metal Mastering nicht mit dem sogenannten Direktschnitt bei Schallplatten! Bei ihm wird lediglich auf eine Urbandherstellung verzichtet, und die Mikrofonsignale werden, ohne sie zwischenzuspeichern, direkt der Schallplattenschneidemaschine zugeleitet. Auch auf diese Weise läßt sich zwar die Qualität verbessern, jedoch ist das Verfahren nur eingeschränkt anwendbar, weil nachträgliche künstlerische und technische Bearbeitungen ohne Urband vollständig entfallen müssen. Außerdem ist bei der Aufnahme kein Playback mehr möglich.

### 15.11. Worin liegen die Besonderheiten der „Compact Disc“?

Das ist etwas völlig Neues: Die Compact Disc, kurz CD genannt, arbeitet mit digitaler Tonspeicherung! Darum ist ihr vollständiger Name auch Compact Disc Digital Audio, was soviel bedeutet wie kompakte Digitalschallplatte. Wer die folgenden Zeilen richtig verstehen will, der sollte den Abschnitt 15.9. aufmerksam gelesen haben.

Auf einer CD finden sich keine Rillen mit Schwingzügen wie bei der klassischen Schallplatte, sondern bestenfalls Spuren mit spiralförmig angeordneten Vertiefungen und Stegen wechselnder Länge. Diese sogenannten Pits sind in Bild 15.7 gut zu erkennen. Darin sind die Binärziffern 0 und 1 des digitalen Tonsignals verschlüsselt enthalten. Digitale Signale repräsentieren eine sehr viel größere Datenmenge als die zugehörigen analogen Schwingzüge, darum werden auf der CD auch viel mehr Spuren gebraucht als auf einer vergleichbaren Schallplatte Rillen. Finden sich auf letzterer etwa 10 Rillenwindungen/mm Durchmesser, so sind es bei der Compact Disc etwa 600 Spurumläufe/mm! An solchen feinen Strukturen beugt sich bereits das Licht, darum hat die CD eine bunt schillernde Oberfläche. Ihr Abspielen mit einer Abtastnadel ist nicht mehr möglich, sondern das muß ein Laserstrahl übernehmen, der sich mit genau festgelegter Wellenlänge erzeugen und besonders scharf bündeln läßt. Deshalb gibt es auch keinerlei Plattenverschleiß. Unter dem Brennpunkt des Laserstrahls dreht sich die CD mit 500 bis 200 Umdrehungen je Minute, und der Laserstrahl wird entweder am Loch-

grund oder am Steg dazwischen reflektiert. Der Strahl kehrt danach in sich selbst zurück, ist aber, je nachdem, ob er ein Pit oder einen Steg getroffen hat, unterschiedlich stark zerstreut. Seine Helligkeit schwankt im Rhythmus der digitalen Informationen in der Spur der CD. Dieser Helligkeitsmodulierte Strahl wird ausgebündelt und in einer Fotodiode in ein elektrisches Digitalsignal umgewandelt (Bild 15.8). Eine komplizierte elektronische Schaltung übernimmt die Entschlüsselung und formt das Digitalsignal in die beiden (analogen) Stereosignale für den rechten und den linken Lautsprecher um. Außerdem sind auf der Platte Informationen enthalten, mit deren Hilfe der Laserstrahl der Spur nachgeführt und darauf scharf gebündelt wird. Sie dienen weiterhin der Drehzahlsteuerung der CD, denn die Abtastung geschieht von innen nach außen mit konstanter Spurgeschwindigkeit. Darum muß sich auch die Drehzahl im angegebenen Bereich ständig verringern, um den wachsenden Spurdurchmesser auszugleichen.

Die Compact Disc weist verblüffende Eigenschaften auf. Man erreicht mit ihr eine Tonqualität, wie bisher nicht bekannt. Höchste wie tiefste Töne können klanggetreu und verzerrungsfrei wiedergegeben werden, Knistern und Rauschen gehören der Vergangenheit an. Kein Echo, kein Jaulen trüben den Hörgefühl! Das Geheimnis liegt im Digitalsignal, das bei der Speicherung fast nicht verfälscht werden kann. Überraschend ist auch, daß Staub oder Kratzer der CD nichts mehr anhaben können. Eine lichtdurchlässige Schicht deckt die Pits ab, und alles, was sich an Unregelmäßigkeiten auf der Oberfläche befindet, wird vom Laserstrahl einfach ignoriert: Beim Durchtritt durch die Oberfläche ist er ja noch unscharf, erst auf den Pits wird er zum haarscharfen Punkt. Und noch etwas ist bei der CD möglich. Man kann die Angaben zum Titel – den Namen des Stücks und der Interpreten, die Laufdauer u. a. – nicht nur auf das Plattenetikett drucken, sondern zusätzlich verschlüsselt in das Digitalsignal „einschreiben“. Bei der Wiedergabe erscheinen diese Angaben dann ständig neu, passend zum gerade wiedergegebenen Teil der Platte auf einem Anzeigefeld.

Mittels Tastatur ist die Nummer eines gewünschten Titels auf der CD einfach anzuwählen, und sekunden schnell findet der Laserstrahl den zugehörigen Ausschnitt auf der Platte. Die Reihenfolge der gewählten Stücke läßt sich variieren, Wiederholungen sind beliebig möglich.

Obwohl die CD nur auf einer Seite „bespielt“ ist und lediglich einen Durchmesser von 12 cm hat, läuft sie doch insgesamt eine Stunde. Damit kann man auf gleichem Archivraum etwa 5mal mehr Compact Discs unterbringen als Langspielplatten mit der gleichen Gesamtspielzeit.

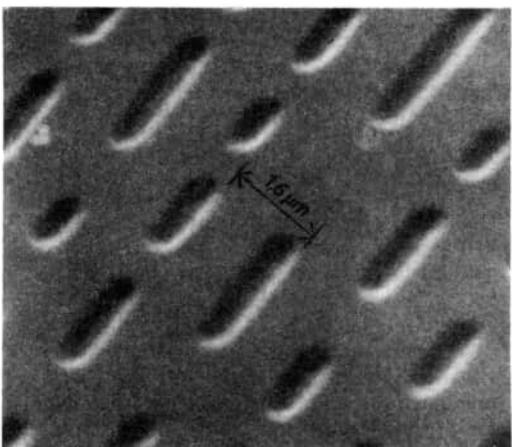


Bild 15.7 Elektronenmikroskopaufnahme der informationstragenden Schicht einer CD mit den Pits.

Werkfoto: Philips

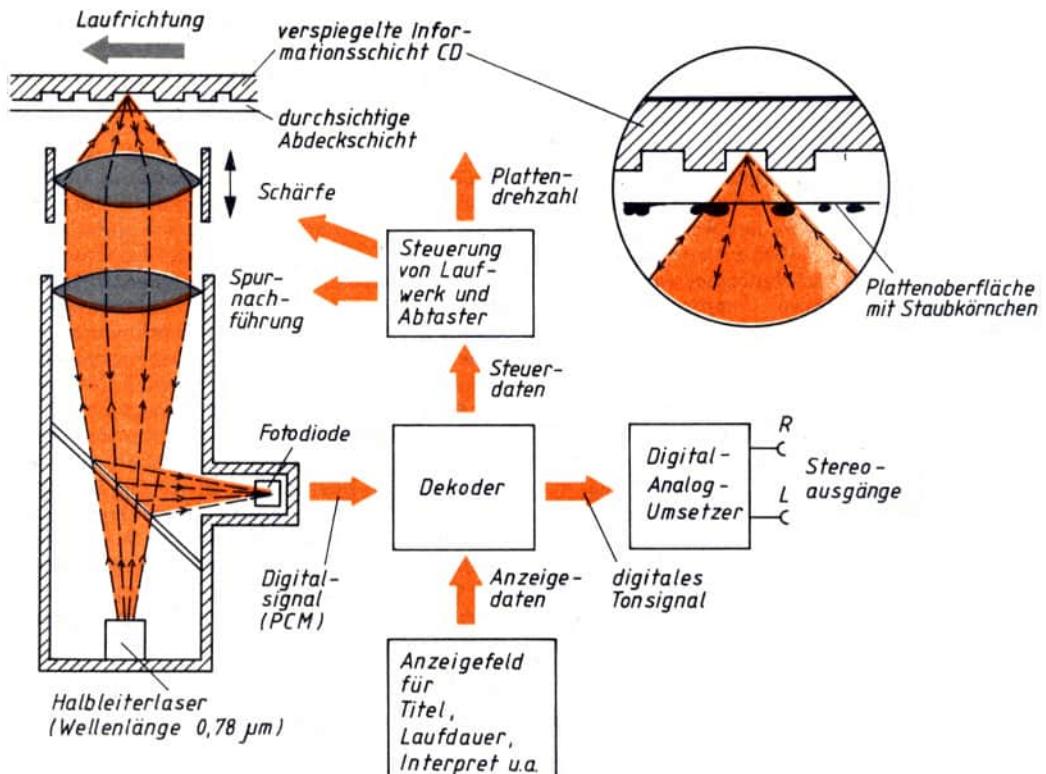


Bild 15.8 Prinzip der Laserabtastung einer Compact Disc mit Dekodierung und Signalumsetzung  
Detail a): Verunreinigungen (Staub, Kratzer) auf der Plattenoberfläche bleiben ohne Wirkung auf die Tonqualität, weil der Laserstrahl an dieser Stelle noch unscharf ist

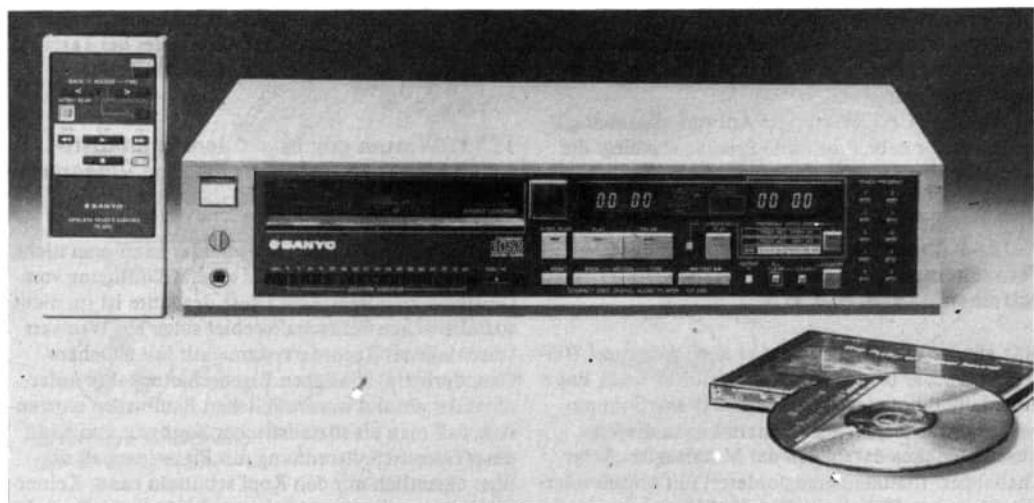


Bild 15.9 CD-Plattenspieler mit Compact Disc, Durchmesser 12 cm!  
Foto: Werkskatalog SANYO, 1984

Die CD wurde im Jahre 1983 von mehreren kapitalistischen Firmengruppen auf den Markt gebracht. Durch stieg die Aussicht, einen breiten Käuferkreis zu interessieren. Jedoch wird ein spezielles Abspielgerät benötigt (Bild 15.9), so daß selbst in den kapitalistischen Ländern mit einer endgültigen Ablösung der herkömmlichen Schallplatte vorerst nicht zu rechnen ist. Auch diese hat bedeutsame Verbesserungen vorzuweisen (→ 15.10.), und für ihre Wiedergabe muß man sich keinen neuen Plattenspieler zulegen!

Im Jahre 1987 ist plötzlich Aufregung unter den west-europäischen Herstellern von Compact Discs ausgebrochen: Da haben doch diese Japaner in aller Stille die digitale Tonbandaufzeichnung mit Kassetten zur Serienreife entwickelt und wollen sie auf den Weltmarkt bringen; mit allen Vorteilen der Tonbandspeicherung, vor allem der Möglichkeit eigener Aufnahmen ... und natürlich Überspielungen! DAT heißt das Zauberwort, die englische Abkürzung für Digital Audio Tape (digitales Tonband), das diese Panik auslöste.

Nun sah man doch sogleich die stolzen Produktionszahlen der CD in Millionenhöhe beträchtlich schrumpfen, wenn die „infamen“ Musikfans die schönen CD-Aufnahmen in Digitalqualität kopieren könnten und davon sicherlich ohne große Skrupel auch Gebrauch machen würden.

Von Importsperren war die Rede, oder die Hersteller der DAT-Geräte sollten dazu gebracht werden, mit geeigneten „Sperrschaltungen“ ein digitales Überspielen überhaupt zu verhindern. Es wurde also tatsächlich verlangt, den Vorteil von DAT teilweise zunichte zu machen. Warum dieses Geschei? Auch die klassische Schallplatte und das normale Tonband mit Analogaufzeichnung existieren jahrzehntelang nebeneinander zum Vorteil der Musikfreunde, ohne sich untereinander den Garaus zu machen, sondern sich gegenseitig ergänzend.

Maximilian SCHEER gibt die Antwort allgemeingültig: „Die Gier nach Profit und Privileg erschlägt die Vernunft“.

### 15.12. Könnte man ein Radio oder einen Fernsehempfänger nicht auch mit Solarzellen betreiben?

Man könnte schon und macht es auch mitunter! Werden doch sogar bereits Autos – eigentlich mehr Experimentalfahrgestelle – und Flugzeuge mit Sonnenenergie angetrieben. Wir erinnern uns in diesem Zusammenhang daran, daß der Motorsegler „Solar Challenger“ (Sonnenherausforderer) mit seinen solarzeilenbelegten Flügeln am 7. Juli 1981 den Ärmelkanal überflog. Im Jahre 1985 fand erstmals in der Schweiz die „Tour de Sol“ statt, ein Rennen von Son-

nenmobilien, bei dem einige Fahrzeuge Geschwindigkeiten bis zu 85 km/h erreichten.

Schläßt man in einem physikalischen Tafelwerk nach, so findet sich darin für die Solarkonstante der Wert  $1,36 \text{ kW/m}^2$ . Das könnte einem Mut machen, bedeutet es doch, daß von der Sonne die Energie von  $13,6 \text{ W}$  auf eine Fläche von nur  $10 \times 10 \text{ cm}$  zu uns herabgestrahlt wird, ausreichend zum Betreiben selbst eines großen Stereo-Radiorecorders. Doch so einfach ist die Sache nicht! Zunächst berücksichtigt der angegebene Wert nicht die strahlendämpfende Erdatmosphäre, und bei wolkenverhangenem Himmel dringt schließlich nur noch ein Bruchteil des Lichts hindurch. Zum anderen lassen sich Solarzellen bisher nur mit einem Wirkungsgrad von 10 % bis allerhöchstens 25 % bei sehr teuren Ausführungen herstellen und müssen – sollen die Verluste nicht noch größer werden – immer genau auf die Sonne ausgerichtet sein. Alles in allem sehr ungünstige Bedingungen, so daß zum Schluß nur noch wenig Energie für unser tragbares Gerät übrigbleibt. Praktisch erreichbar sind etwa 1 W bei einer Solarzelle mit  $10 \times 10 \text{ cm}$  Kantenlänge für elektronische Geräte. Rechnen Sie selbst aus, wie groß eine Solarzelle sein müßte, an der Sie Ihren tragbaren Fernsehempfänger mit 40 W Leistungsaufnahme betreiben wollten!

Wer möchte außerdem immer nur Radio hören oder fernsehen können, wenn die Sonne lacht? Darum wäre außerdem ein Akku als Energiespeicher im Gerät wünschenswert.

Zwar gab es 1982 schon einmal ein Radio mit Solarzellen in Form einer Mütze, aber das Hauptanwendungsgebiet von Sonnenzellen liegt auch heute noch bei elektronischen Geräten mit sehr geringem Energieverbrauch, um die eingebaute Batterie zu entlasten, z. B. bei Quarzarmbanduhren oder bei Taschenrechnern, die man ja meist im Hellen benutzt.

### 15.13. Warum gibt es auf dem kapitalistischen Markt so viele verschiedene Videorecordersysteme?

Zur ganzen Frage der Videorecorder kann man nicht Stellung beziehen, ohne sich eine Mißbilligung vom Gewissen zu nögeln. Im Laufe der Jahre ist im nicht-sozialistischen Wirtschaftsgebiet solch ein Wirrwarr verschiedener Recordersysteme mit fast gleichem Grundprinzip, ähnlichen Eigenschaften, aber untereinander absolut unverträglichen Bauformen entstanden, daß man als sozialistischer Zaungast und Kind einer Gesellschaftsordnung mit Planwirtschaft darüber eigentlich nur den Kopf schütteln kann. Keinerlei Normung konnte bisher eine Linie in die Produkte bringen, was die Breite der Videobänder, die Spurlagen, Bandgeschwindigkeiten und Kassettenformen

# FARBTEIL

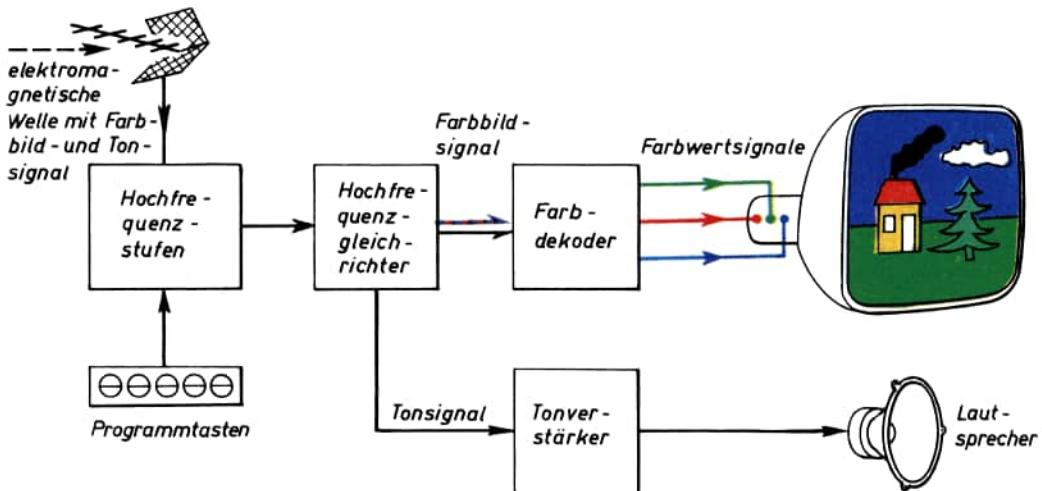


Bild 1 Signalverlauf im Farbfernsehempfänger. In einem Gerät mit Schwarzweißbildröhre fehlt lediglich der Farbdekomponierer

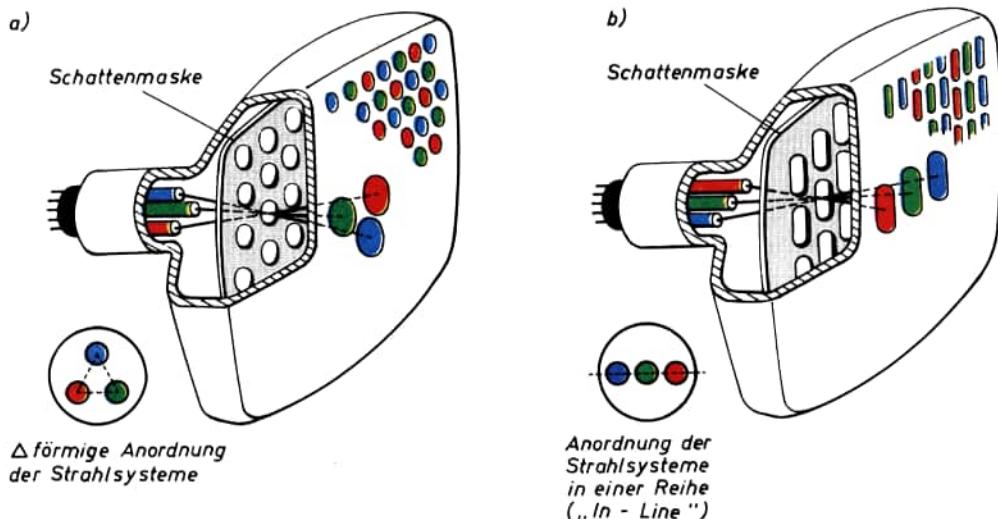


Bild 2 Schattenmaskenröhren

a) Prinzip der Lochmaskenröhre

(Die Farbtripel und die Öffnungen in der Schattenmaske sind übertrieben groß dargestellt.)

b) Prinzip der Schlitzmaskenröhre

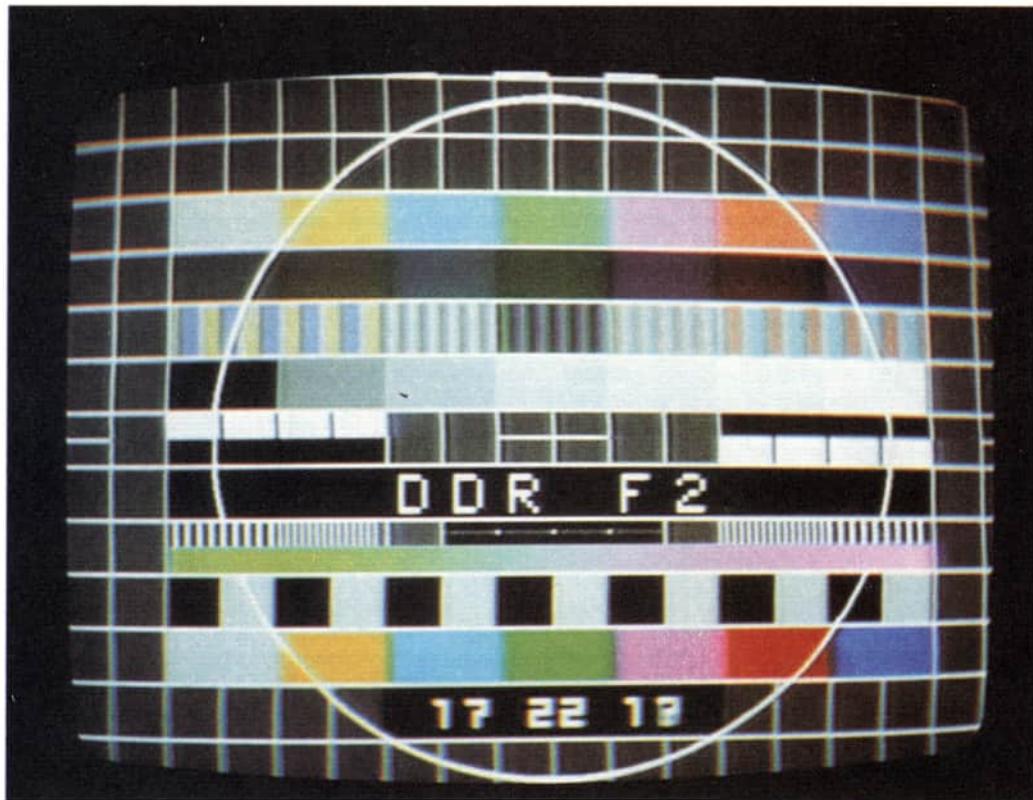


Bild 3 Sendetestbild des Fernsehens der DDR.

Foto: Leue

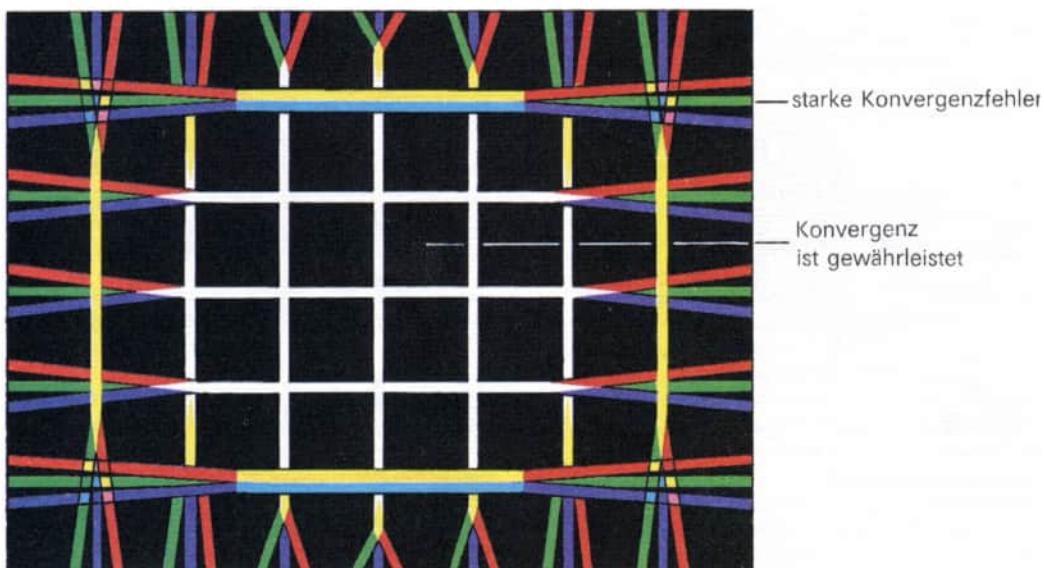


Bild 4 Gittersystem im Fernsehtestbild zur Beurteilung der Konvergenz. In den oberen Ecken bestehen Konvergenzfehler.  
Zeichnung: Starke; Quelle: Lexikon Unterhaltungselektronik. – Berlin, 1987

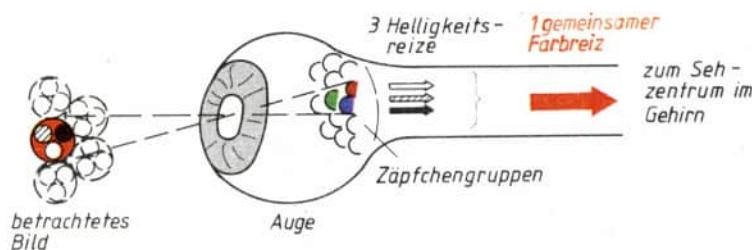


Bild 5 Die Farbauflösung des Auges ist 3mal geringer als die Auflösung für Helligkeitsunterschiede

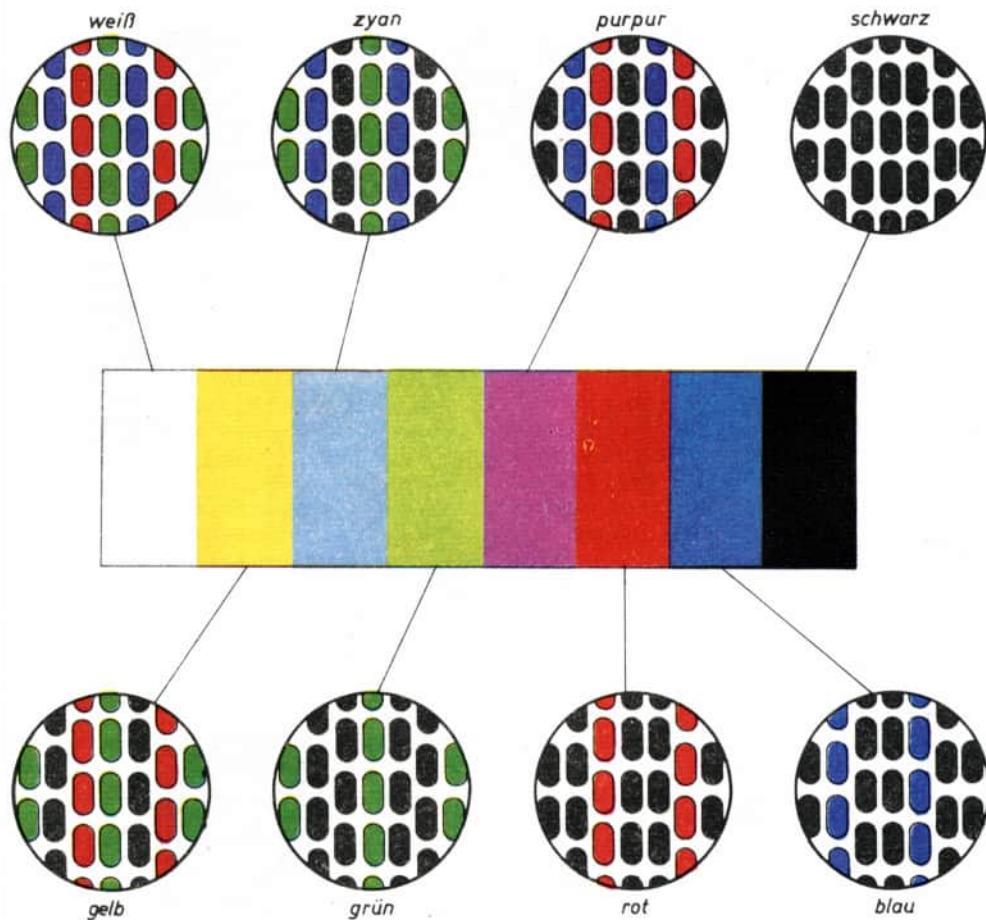


Bild 6 Schon im Farbbalkentestbild präsentieren sich außer den 3 Grundfarben einige Mischfarben des Farbfernsehbilds

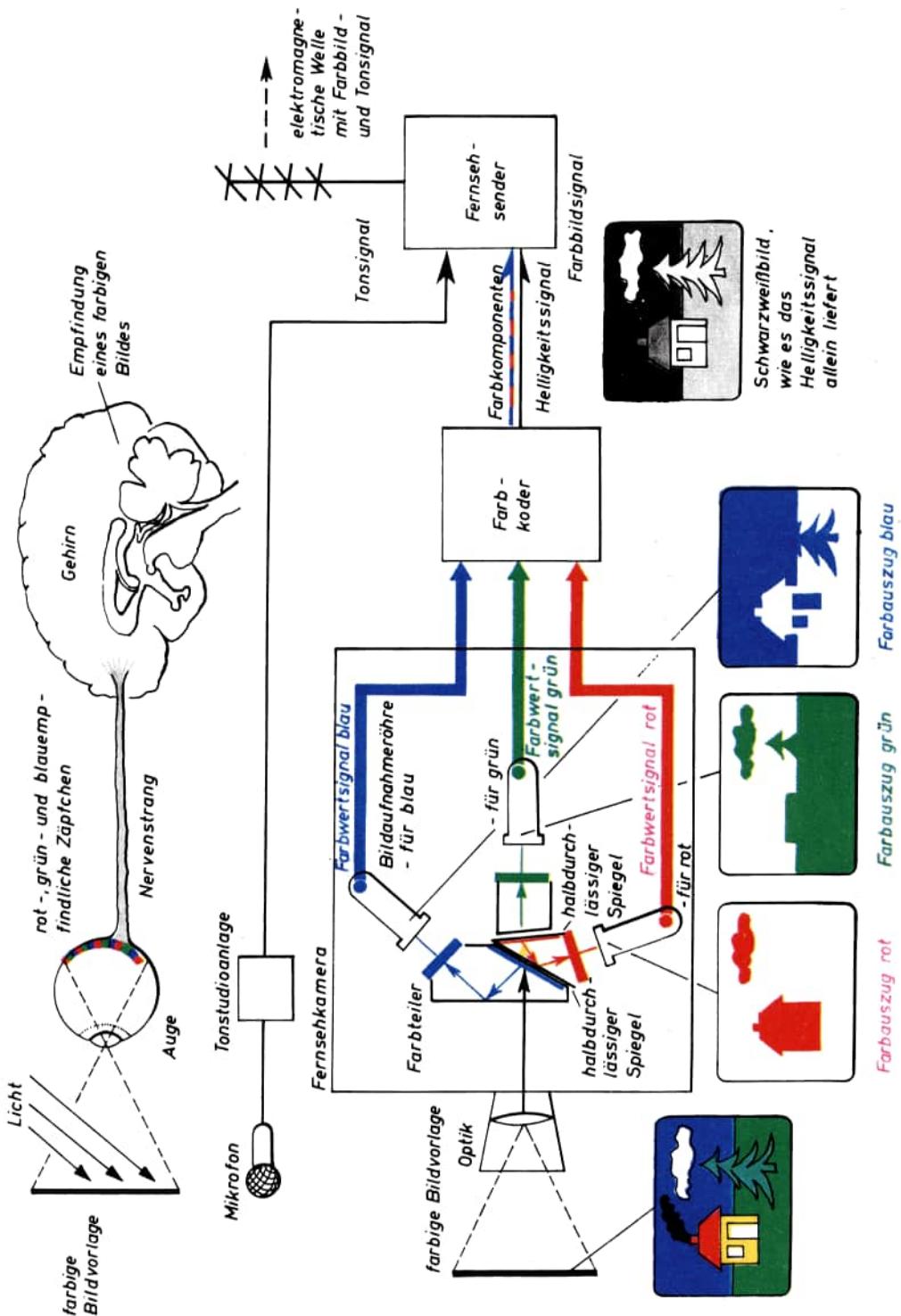


Bild 7 Natürliche Farbensehen und Far fernsehübertragung im Vergleich

# Die Zukunft.

# Mit Video.

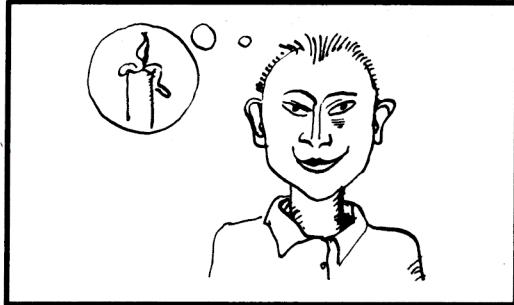


Bild 15.10 Reklame im Spiegel der BRD-Presse: im selben Heft einer Fachzeitschrift gleich 3mal das beste Videorecorder-System, Video 2000, Betamax und VHS!

Fotomontage: Leue; Quelle: *Funk-Technik*, München und Heidelberg, Heft 7/1979

vereinheitlicht hätte. Fast jeder große Konzern der Unterhaltungselektronik entwickelte sein eigenes System, um sich beim großen „Recorder Boom“ eine möglichst dicke Scheibe herunterhobeln zu können. Im sogenannten „freien Spiel der Kräfte“ – sprich: im unerbittlichen Konkurrenzkampf um Marktanteile – ist der Verbraucher alles andere als frei. Der Käufer hat zwar die Freiheit, sich bei meist ungenügender Sachkenntnis auf der Basis ausgeklügelter Reklameversprechungen für eines von vielen Produkten entscheiden zu können (von denen auf wunderbare Weise jedes einzelne das modernste, leistungsfähigste und zukunftssicherste ist), ob diese Entscheidung allerdings die richtige war, stellt sich erst viel später heraus. Der Gerätebesitzer muß nun auch das Zubehör, zum Beispiel die Videokassetten, beim gleichen Hersteller erwerben, und das selbst dann, wenn andere Firmen vielleicht später weitaus bessere Produkte auf den Markt bringen; sie passen ja nicht zum Gerät! Der Kunde muß es sich teilweise sogar gefallenlassen, vom Hersteller einsam stehengelassen zu werden, nämlich dann, wenn ein wenig profitables System wieder von der Bildfläche verschwindet. Was nützt es vielen Recorderbesitzern, wenn seit eini-

ger Zeit von den 3 international am weitesten verbreiteten Systemen – Betamax, Video 2000 und VHS – das letztere das Rennen gewonnen hat (1985: 75 Millionen VHS-Geräte in der Welt)? Schon existiert wieder eine neue Norm – Video 8 –, die neben dem VHS-Format in Minikassetten (VHS-C) bei Kamerasystemen angewendet wird. Die Bezeichnung Video 8 stammt vom 8 mm breiten Videoband. Der Autor will und kann an dieser Stelle kein Schiedsmann sein und entscheiden, welchem System endgültig die Krone gebührt. Er weiß nur, daß sich auf der Basis einer sinnvoll durchdachten und international standardisierten Lösung ein einheitliches Recordersystem gut weiterentwickeln könnte, nur mit dem Unterschied, daß sich die Bänder untereinander austauschen ließen, man sie dann überall passend bekäme und daß sich auch der Service und die Ersatzteilhaltung vereinfachen würden. Bei der Kompaktkassette für die Tonaufzeichnung hat das seinerzeit alles viel besser geklappt. Sie hat inzwischen ein Vierteljahrhundert ohne Normenänderungen durchlebt, konnte sich weltweit verbreiten, wobei sie sich vom anfänglich klanglichen Mauerblümchen zu einem HiFi-fähigen Produkt gemausert hat.



## 16. Schlußexamen

Sie haben das Buch bis hierher hoffentlich mit Gewinn gelesen. Wollen Sie sich nicht einmal selbst als Briefkastenonkel (oder -tante) versuchen? Der Autor hat dafür ein paar hübsche Fragen ausgewählt und serviert sie als Aufgaben mit einigen Hinweisen und Denkanstößen als Beifwerk. Zugegeben, nicht alle Lösungen werden aus dem Ärmel zu schütteln sein, aber bekommen wir sonst im Leben alles als weichen Brei vorgesetzt, den wir nur zu schlucken, an dem wir aber nichts zu beißen haben? Die Antworten in aller Ausführlichkeit finden Sie ab Seite 184.

### 16. 1. Kreislaufstörungen

Während der Fernsehübertragung einer Ratesendung wird ein Zuschauer über Telefon vom Spielmeister angerufen. Bevor die Stimme des Telefonpartners über Lautsprecher zu den Gästen im Saal übertragen wird, fordert man den Zuschauer am Telefon auf, seinen Fernsehton ganz leise zu stellen. Warum kann

das wichtig sein, doch nicht etwa, weil die Telefonverbindung so schlecht ist?

### 16.2. Der Irrtum des Fernsehreporters

Ein noch unerfahrener Sportreporter sitzt mit seinem Mikrofon in den oberen Rängen eines Stadions –

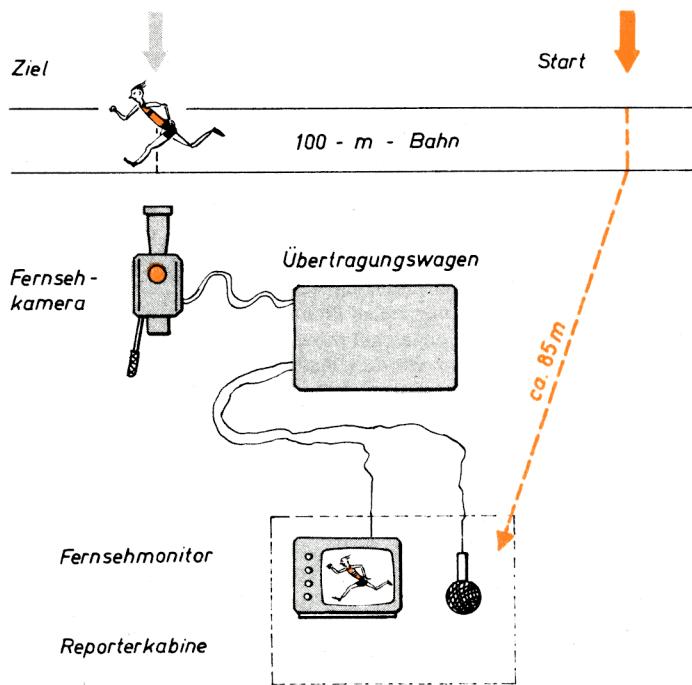


Bild 16.1  
100-m-Lauf im Fernsehen

etwa 85 m entfernt von der Startlinie – und kommentiert einen 100-m-Lauf im Fernsehen. Als er den Knall der Startpistole hört, drückt er seine eigene Stoppuhr. Den Zieleinlauf verfolgt er an seinem Fernsehmonitor. Als der Sieger die Ziellinie passiert, zeigt die Stoppuhr des Reporters genau 9,8 s. Ohne das offizielle Ergebnis abzuwarten, verkündet er begeistert über das Mikrofon: „Neuer Weltrekord!“

Aus welchem Grunde irrite sich der übereifige Reporter? Der offizielle Weltrekord lag zur Zeit dieser erfundenen Begebenheit für den 100-m-Lauf der Herren bei 9,93 s (SMITH, 1983).

### 16.3. Leerstelle

Im Jahre 1979 wurde auf der Weltfunkverwaltungskonferenz beschlossen, den bisherigen Empfangsbereich für UKW von 87,5 bis 100 MHz ab 1982 für die DDR bis 104 MHz zu erweitern. Frage: Wieviel UKW-Kanäle können in diesem zusätzlichen Frequenzband mit Rundfunkprogrammen belegt werden? (Vielleicht findet sich im Abschnitt 2.3. ein Hinweis dazu!)

### 16.4. Berliner Luft

Am Abend ist Einschaltpremiere für den neuen Fernsehempfänger mit 63er Bildröhre. Soeben erscheint das Wettertelegramm, und der Fernsehsprecher sagt: „...Luftdruck 1000 Hektopascal. Im Gebiet der Hauptstadt leichte Schauerneigung und Temperaturen um 20 Grad Celsius.“

„Als wenn ein Walross auf den Bildschirm gestiegen wäre!“, lässt sich in diesem Augenblick der 14jährige, überaus hoffnungsvolle Familiensproß vernehmen.

„Ich bitte dich, Sven-Mortimer“, rügt streng der Vater, „man beleidigt keine Abwesenden, und schon gar nicht grundlos! Der Sprecher ist doch gertenschlank!“

„Daran habe ich auch nicht gedacht“, erwidert verschmitzt der Sohn, „ich meine doch von außen!“ Worauf will er hinaus? Vielleicht hilft eine Rückschau auf Abschnitt 9.7. weiter?

### 16.5. Filmeinstellung

Mitunter erscheint am oberen und unteren Bildschirmrand ein schwarzer Balken, und die Ansagerin belehrte dann früher immer ihr Heimpublikum, daß man darob nicht in panischen Schrecken verfallen solle, es handele sich um keinen Fehler im Gerät, lediglich ein Breitwandfilm würde übertragen. Welcher gestandene Fernsehzuschauer hätte das nicht längst gewußt! Wie aber kann man diese Streifen, vorausge-

setzt, der Kontrast am Fernsehempfänger ist richtig eingestellt, zu dessen Helligkeitskorrektur während des laufenden Programms nutzen?  
Eine Ergänzung zu Abschnitt 3.8.!

### 16.6. Von Saßnitz bis Suhl

Im Durchschnitt ist die Diamantnadel eines Schallplattenabtasters nach 500 Stunden Betrieb so stark abgeschliffen, daß hörbare Mängel beim Abspielen einer Schallplatte auftreten. Dann sind reichlich 1000 Seiten Langspielplatte unter der Nadel hindurchgelaufen. Unsere Frage, die diesen Verschleiß recht deutlich werden läßt, lautet: Wieviel Kilometer Rille haben dann die Nadel beansprucht? Rechnen Sie zunächst bitte aus, wie lang die Rille auf einer Seite der Langspielplatte ist, wenn diese durchschnittlich 25 Minuten läuft. Der Plattendurchmesser an der äußeren Rillenwindung soll  $d_A = 290$  mm, der an der letzten bespielten Rillenwindung  $d_i = 130$  mm betragen.

### 16.7. Trügerisches Stroboskop

„Ich glaube, dein Plattenspieler läuft etwas zu langsam, kannst du die Drehzahl nicht regulieren?“, bemerkt ein kritischer Gast während eines Konzertabends im Heim. „Das kann nicht sein“, erwidert selbstsicher der Hausherr, „ich habe erst vorhin nach dem Abendessen die Drehzahl mittels Stroboskopscheibe genau eingestellt!“

Wir wollen nicht richten, ob das Gehör des nörgeligen Gastes wirklich fein genug ist, um solche Abweichungen zu bemerken; unsere Frage geht in eine andere Richtung: Wie funktioniert eigentlich die Drehzahleinstellung mit einer Stroboskopscheibe, und wie genau läßt sich damit die Drehzahl regulieren, wenn die Teilung auf der Scheibe von einer Glühlampe oder Leuchtstoffröhre beleuchtet wird?

### 16.8. Gegensätze ziehen sich an

Unser Bild zeigt den Antriebsmechanismus eines schon lange unaktuellen Freischwingerlautsprechers, der uns aber auf ein durchaus aktuelles Gedankenexperiment führt: Wozu muß eigentlich der Hufeisenmagnet eingebaut sein? Gingt es nicht auch ohne ihn? Schließlich kann die vom Tonsignal durchflossene Spule als Elektromagnet aufgefaßt werden. Sie kann also allein die Kräfte erzeugen, die die angekoppelte Membran in Schwingungen versetzen, oder? Bedenken Sie bei Ihrer Antwort, daß die Überschrift nicht nur in der Liebe, sondern auch für Magnetpole gilt!

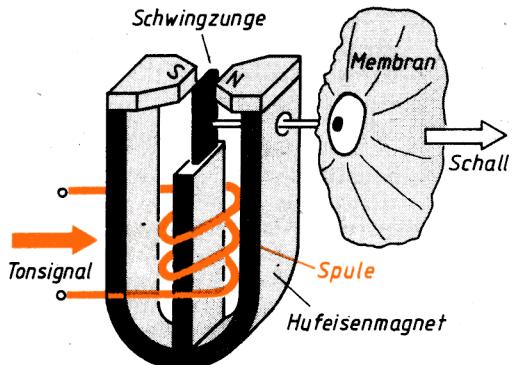


Bild 16.2 Antriebssystem eines Freischwingerlautsprechers

### 16.9. Kostenfrage

Schätzen Sie mal, in welchem Verhältnis die Kosten bei Batteriebetrieb eines tragbaren Geräts gegenüber denen bei Netzbetrieb stehen! Dazu 4 Vorschläge zur Auswahl: 10:1, 60:1, 180:1 oder sogar 500:1.

Vielleicht wollen Sie es aber auch ausrechnen? Dazu müssen Sie wissen, daß in einer Monozelle (Preis je Stück: 1,- M) die elektrische Energie von etwa 7,5 Wh (Wattstunden) gespeichert ist. Von der aufgenommenen Energie aus dem Netz werden infolge von Verlusten im eingebauten Netzteil nicht mehr als durchschnittlich 30 % ausgenutzt. Und unseren niedrigen Energietarif kennen Sie doch: 8 Pfennige je Kilowattstunde!

### 16.10. Auf der Lauer: Funken und Halunken

An welcher Stelle der Karosserie, rechts oder links, vorn oder hinten, würden Sie bei Ihrem Pkw „Skoda“ die Autoantenne einbauen?

Vielleicht lesen Sie noch einmal den Abschnitt 10.3.!

### 16.11. Von Geistern umgeben

Für den Umweg, den eine elektromagnetische Welle nehmen muß, um auf dem Fernsehbildschirm ein Geisterbild zu erzeugen, gilt allgemein:

$$\Delta s \approx 20 \frac{x}{B} \text{ km. Darin bedeuten } B \text{ die Bildschirm-}$$

breite in Zentimeter und  $x$  der Abstand Originalbild zum Geist auf dem Bildschirm in Zentimeter. Wie kommt man zu dieser Formel? Wenn auch Sie darauf kommen wollen, empfiehlt es sich, noch einmal den Abschnitt 12.7. zu lesen.

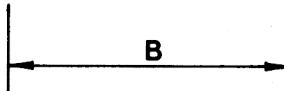
Wissen Sie gut Bescheid in der Geometrie der Ke-

gelschnitte? Wenn ja, dann können Sie sicher auch angeben, wo überall in der Umgebung der Empfangsantenne das reflektierende Bauwerk stehen könnte! Konkret wollen wir annehmen, daß der Geist auf dem Bildschirm im Abstand von 20 % der Bildschirmbreite neben dem Originalbild erscheint. Die Entfernung zwischen Sender und Empfangsantenne soll 10 km betragen.

Wie wäre es mit einer Skizze im Maßstab 1:100 000?



Bild 16.3  
Bildschirmbreite und  
Geisterbildabstand



### Lösungen zu den Aufgaben des Kapitels 16.

**16.1. Von akustischer Rückkopplung bei einer Mikrofonaufnahme** haben Sie sicher schon einmal gehört. Sie entsteht, wenn der wiedergebende Lautsprecher im gleichen Raum steht wie das Mikrofon und die Lautstärke zu weit aufgedreht ist. Das Signal läuft im Kreis, wird immer größer, und schließlich pfeift und heult es zum Davonlaufen!

So ein akustischer Rückkopplungskreis kann sich aber auch auf sehr komplizierte Weise über Hunderte von Kilometern, sogar über verschiedene Übertragungssysteme aufbauen. So ist es auch der Fall bei unserem Sachverhalt. Verfolgen Sie bitte den Weg des Signals anhand des Bildes 16.4: vom Mikrofon des Spielmeisters über die Studioanlage zum Fernsehsender, dann über den Funkweg zum Fernsehgerät des Telefonpartners, aus dem Lautsprecher als Schallwelle zum Fernsprechmikrofon, über die Telefonleitung zurück zum Fernsehstudio, dann auf die Lautsprecher im Zuschauerraum. Diese sollen zwar die Zuschauer informieren, ein Teil des Lautsprecherschalls trifft aber auch auf das Mikrofon des Spielmeisters und alle anderen Aufnahmemikrofone im Saal; der Kreis hat sich für das Signal geschlossen und kann von neuem durchlaufen werden. Soll es keine akustische Rückkopplung geben, welche die Zuschauer aus dem Saal pfeifen und auch alle Fernsehzuschauer daheim erschrecken würde, muß der Signalkreislauf irgendwo unterbrochen werden. Das gelingt am günstigsten

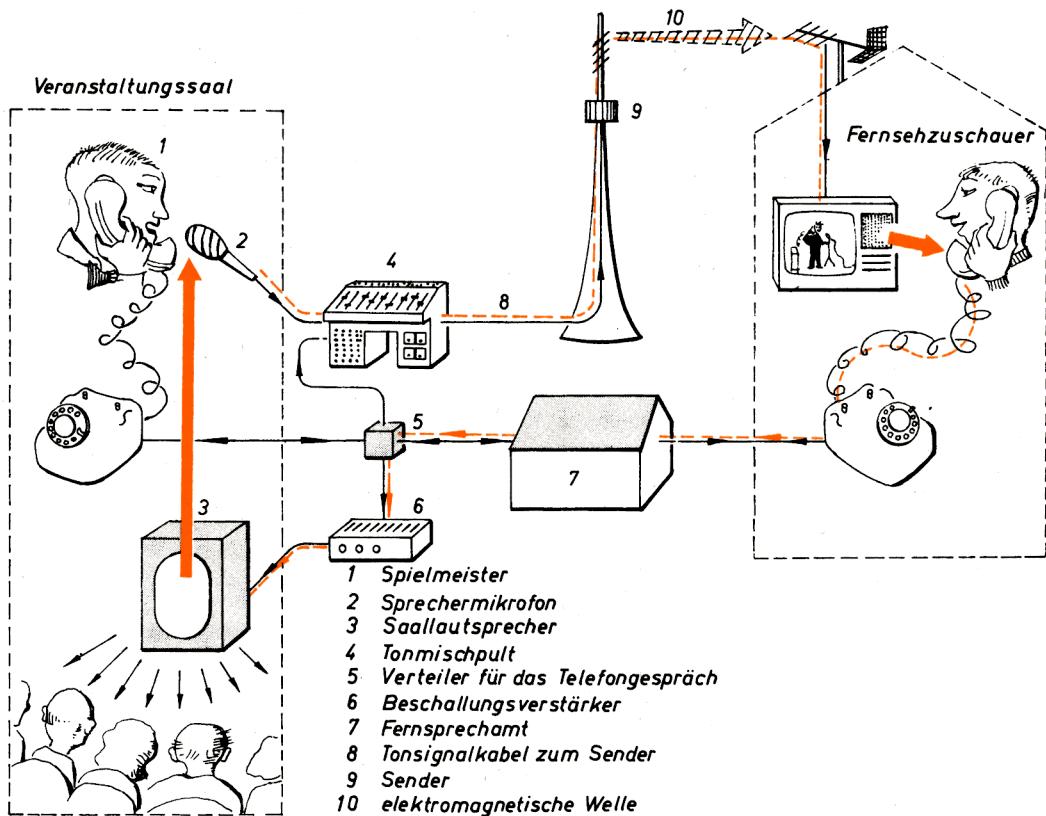


Bild 16.4 Akustischer Rückkopplungsweg, wenn ein Fernsehzuschauer mit dem Spielmeister telefoniert

beim Zuschauer, indem er seinen Fernsehton leise stellt.

**16.2.** Der Reporter hat nicht beachtet, daß der Knall der Startpistole mit einer Verspätung von rund 0,25 s bei ihm angekommen ist. So lange braucht der Schall nämlich, um die 85 m Luftlinie vom Startpunkt aus zu durchlaufen. Diese Zeit sind die Läufer schon unterwegs, ohne daß die Stoppuhr des Reporters läuft. Die 0,25 s müssen demnach zum inoffiziellen Ergebnis des Reporters addiert werden, und es ergibt sich somit eine 100-m-Zeit von  $9,8 \text{ s} + 0,25 \text{ s} = 10,05 \text{ s}$ . Also kein neuer Weltrekord!

**16.3.** Jeder UKW-Kanal beansprucht nach der geltenden Norm eine Frequenzbandbreite von 300 kHz = 0,3 MHz. Damit könnten in das erweiterte Band von 4 MHz Breite etwa 13 neue UKW-Kanäle eingeschaltet werden. Tatsächlich umfaßte der ursprüngliche Bereich von 87,5 bis 100 MHz die Kanäle 2 bis

43, im erweiterten UKW-Bereich (bis 104 MHz) zählen die Kanäle von 2 bis 56, also tatsächlich 13 Kanäle mehr, die mit Sendestationen belegt werden können!

**16.4.** Sven-Mortimer hat kurz überschlagen, mit welcher Kraft der äußere Luftdruck auf der Bildschirmfläche der luftleer gepumpten Bildröhre lastet. Rechnen wir nach:

Der Ansager hatte soeben einen Luftdruck von 1000 Hektopascal = 100 000 Pa genannt. Das ist  $100\,000 \text{ N/m}^2$  gleichzusetzen ( $1 \text{ Pa} = 1 \text{ Pascal} = 1 \text{ Newton pro Quadratmeter} = 1 \text{ N/m}^2$ ).

Die Bildröhre hat ein Diagonalmaß von 0,63 m. Das bedeutet bei einem Verhältnis von Diagonale: Breite: Höhe = 5:4:3, daß die Bildschirmfläche etwa  $0,19 \text{ m}^2$  beträgt. Demnach wirkt auf sie eine äußere Kraft (Druck  $\times$  Fläche) von  $100\,000 \text{ N/m}^2 \cdot 0,19 \text{ m}^2 = 19\,000 \text{ N}$ !

In unseren Breiten wird die Gewichtskraft von 10 N von etwa 1 kg Masse erzeugt. Auf den Bildschirm

drücken demnach 1900 kg = 1,9 Tonnen! Da ausgewachsene Walrosse bis zu 1,5 Tonnen schwer werden können, hat Sven-Mortimer bei seinem anschaulichen Vergleich eher noch untertrieben!

**16.5.** Die beiden Balken, die auch bei dem gesendeten Film die obere und untere Bildbegrenzung darstellen, müssen Schwarz im Bild repräsentieren. Damit weiß der Fernsehzuschauer aber noch nicht, ob sein Empfänger richtig oder ob er zu dunkel eingestellt ist. Er erhöht darum die Bildhelligkeit, bis sich die Balken aufzuhellen beginnen. Danach stellt er die Helligkeit vorsichtig zurück, bis die Balken gerade eben schwarz oder fast schwarz erscheinen. Dann stimmt die Bildhelligkeit.

**16.6.** Zunächst berechnen wir den Plattendurchmesser an einer mittleren Rillenwindung:

$$d_{\text{mitt}} = \frac{d_A + d_I}{2} = \frac{290 \text{ mm} + 130 \text{ mm}}{2} = 210 \text{ mm.}$$

Die Länge dieser Rillenwindung (ihr Umfang!) ergibt sich zu:

$$U = d_{\text{mitt}} \cdot \pi = 210 \text{ mm} \cdot 3,14 = 660 \text{ mm} = 0,66 \text{ m.}$$

Bei einer Drehzahl von  $N = 33,33 \text{ 1/min}$  dreht sich die Schallplatte in  $t = 25 \text{ min}$ :

$$N_{\text{ges}} = N \cdot t = 33,33 \text{ 1/min} \cdot 25 \text{ min} \approx 833 \text{ mal.}$$

Mit der errechneten durchschnittlichen Länge einer Rillenwindung erhält man eine Gesamtlänge der Schallplattenrille von:

$$1 = U \cdot N_{\text{ges}} = 0,66 \text{ m} \cdot 833 \approx 550 \text{ m.}$$

Bei einer durchschnittlichen Betriebszeit der Diamantnadel von 500 Stunden ( $= 30\,000 \text{ min}$ ) ergibt sich die 1200fache abgetastete Gesamtrollenlänge von  $l_{\text{ges}} \approx 660\,000 \text{ m}$ .

660 km, das ist mehr als die Straßenentfernung zwischen Saßnitz und Suhl!

**16.7.** Stroboskopscheiben, die von einer aus dem Wechselstromnetz gespeisten Lampe angestrahlt werden, müssen quasi je Sekunde 100 Lichtblitze über sich ergehen lassen. Wählt man die Stroboskopteilung – die abwechselnden Hell-Dunkel-Felder – nun so, daß bei der richtigen Plattentellerdrehzahl zwischen 2 Lichtblitzen genau ein Hell-Dunkel-Feld weitergerückt ist, dann scheint diese Teilung für den Beobachter stillzustehen. Bei zu schneller Drehzahl bewegt sie sich in Drehrichtung scheinbar vorwärts, im umgekehrten Fall entgegengesetzt zur Drehrichtung. Weil aber die Stroboskopteilung für die genaue Netzfrequenz von 50 Hz festgelegt ist, weicht die eingestellte Drehzahl stets um den gleichen Prozentsatz von der Solldrehzahl ab, wie die Netzfrequenz von ihrem Sollwert 50 Hz.

Vor allem während der Spitzenbelastungszeiten kann die Netzfrequenz etwas tiefer liegen, in der Nacht dagegen eilt sie oft geringfügig vor. Zu diesen Zeiten

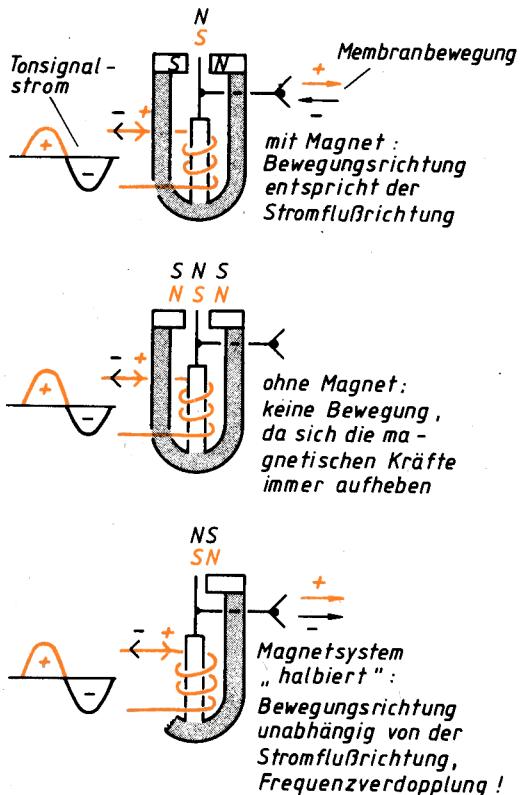


Bild 16.5 Nur das obere Prinzip funktioniert, die beiden anderen führen auf Irrwege!

sollte man darum die Stroboskopscheibe lieber nicht verwenden, wie es zum Beispiel der Hausherr verwerflicherweise getan hat.

**16.8.** Würde man den Hufeisenmagnet durch ein Weicheisenteil ersetzen, dann könnte sich die Schwungzunge zum Membranantrieb nicht bewegen. Rechts und links oben stünden ihr ein Pol gleicher magnetischer Stärke gegenüber, weil sich der von der Spule erzeugte magnetische Fluss zu gleichen Teilen in den rechten und linken Schenkel aufteilen würde (Bild 16.5). Ein findiger Kopf könnte nun auf den Gedanken kommen, einfach eine Seite des ganzen symmetrischen Gebildes fortzulassen, sagen wir die linke. Dann müßte sich doch wieder die Zunge im Takt des Tonsignals bewegen, das die Spule durchfließt, ja? Es stünden sich doch bei Stromfluß immer ein Nord- und ein Südpol gegenüber und könnten sich anziehen. Aha! Was aber, wenn die andere Halbwelle des Signals die Spule durchfließt, bei der schließlich die Membran auch in entgegengesetzter Richtung aus-

schlagen müßte? Beide Pole wechselten dann zwar ihren Platz, aber wieder würde die Zunge angezogen und nicht – wie es richtig wäre – abgestoßen werden. Die Membran bewegte sich in falscher Richtung. Bezogen auf eine volle Schwingung, würde sie 2mal durchschwingen, obwohl sie nur einmal dürfte: Frequenzverdopplung, alle Töne klängen doppelt so hoch, wie sie eigentlich sollten. Wir hatten also Pech mit unserer vereinfachten Konstruktion und bauen den Hufeisenmagnet lieber wieder ein! Das Magnetfeld der Spule verstärkt oder schwächt – je nach Halbwelle der Tonsignalschwingung – den einen oder anderen Magnetpol, und die Stahlzunge schlägt folgerichtig nach der einen oder nach der anderen Seite aus: Die Tonhöhe ist wieder in Ordnung. Aus dem gleichen Grunde müssen übrigens auch magnetische Ohrhörer einen Magnet haben, und elektrostatische Lautsprecher – auch wenn sie ganz selten geworden sind – bekommen deshalb eine hohe Gleichspannung zusätzlich zum Tonsignal zugeführt, sonst gäbe es es auch da Frequenzverdopplung!

**16.9.** Die Lösung wird Sie erstaunen, verhalten sich die Kosten doch tatsächlich etwa 500:1! Das wollen wir in einer kleinen Rechnung beweisen. Eine Monozelle für 1,- M liefert gemäß Aufgabenstellung eine Energiemenge von 7,5 Wh = 0,0075 kWh. Die für den gleichen Effekt benötigte Energiemenge aus dem Netz liegt wegen des ungünstigen Wirkungsgrads von 30 % höher. Die Prozentrechnung liefert einen Wert von 0,025 kWh. Multipliziert mit dem Energietarif ergibt sich dafür ein Preis von 0,025 kWh · 8 Pf/kWh = 0,2 Pfennige.

Das Verhältnis der Kosten beträgt

$$100 \text{ Pf} : 0,2 \text{ Pf} = 500:1!$$

Natürlich kann dieser Wert je nach Recorder- oder Radiotyp etwas streuen, er liegt aber immer näher an der höchsten als an den anderen 3 angebotenen Verhältniszahlen. Unser Fachgutachter hat für einen bestimmten Typ von Taschenradio sogar ermittelt, daß der Batteriebetrieb 700mal teurer wird! Schlußfolgerung: Wo immer eine Steckdose in der Nähe ist, es lohnt sich Netzbetrieb oder – wenn ein eingebautes Netzteil fehlt – die Anschaffung eines separaten Netzgeräts für Batteriegeräte!

**16.10.** Die Antenne sollte unbedingt im Vorderkotflügel, in Fahrtrichtung links, montiert werden! Damit ist sie weit weg von den kräftigsten Funkstörern im Heck (Zündung, Lichtmaschine), und sie ist außerdem der mutwilligen Beschädigung weniger zugänglich, wenn man nachts sein Auto am Bürgersteig parkt. Außerdem stört sie dort nicht beim Beladen des Fahrzeugs, weil die Kofferraumklappe zur rechten Seite hin öffnet.

**16.11.** Die Formel entsteht auf folgende Weise:

$$\Delta s = v_L \cdot t \quad (\text{Formel 1}) \quad \text{und} \quad \frac{x}{B} = \frac{t}{t_z} \quad (\text{Formel 2}), \quad \text{weil der}$$

Elektronenstrahl auf dem Bildschirm in gleichen Zeiten gleiche Zeilenlängen „schreibt“.

In den Formeln 1 und 2 bedeuten

$v_L$  = Lichtgeschwindigkeit = 300 000 km/s

$t$  = Verzögerungszeit der Welle mit dem Geist in Sekunden

$t_z$  = Zeilendauer im Fernsehbild = 64 µs

$x$  = Abstand vom Originalbild zum Geist auf dem Bildschirm in Zentimeter

$B$  = Bildschirmbreite in Zentimeter.

Formel 2 nach  $t$  umgestellt und in Formel 1 eingesetzt, ergibt

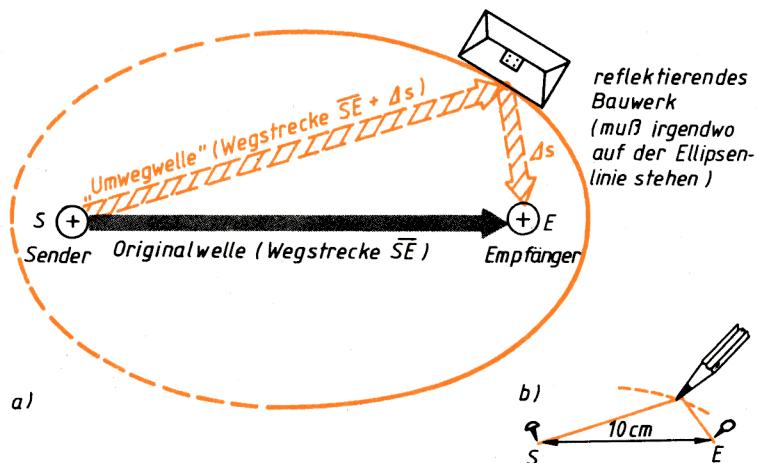


Bild 16.6

- a) Reflexionsellipse bei der Entstehung eines Geisterbildes
- b) Ellipsenkonstruktion mittels Fadens

$$\Delta s = v_L \cdot t_z \cdot \frac{x}{B} = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}} \cdot 0,000\,064 \text{ s} \cdot \frac{x}{B}$$

$$\Delta s \approx 20 \frac{x}{B} \text{ km}$$

Die Entfernung zwischen Sender (S) und Empfangsantenne (E) beträgt nach Aufgabenstellung 10 km. Der Geist hat es aber noch 4 km weiter, wie man nach obiger Formel für einen Abstand von 20 % der Bildschirmbreite ausrechnen kann  
 $(\Delta s \approx 20 \frac{20\%}{100\%} \text{ km} = 4 \text{ km})$ .

Alle Punkte aber, die von 2 vorgegebenen Punkten zu-

sammen einen konstanten Abstand haben, liegen auf einer Ellipse, deren Brennpunkte S und E sind (Bild 16.6). Diese läßt sich maßstabgetreu zeichnen, indem man einen Faden von 14 cm Länge an den Brennpunkten S und E befestigt, ihn mit einer Bleistiftmine spannt und die Brennpunkte beidseitig „umfährt“. Das reflektierende Bauwerk muß irgendwo auf dieser Ellipsenlinie liegen. Dabei kommt der Teil der Ellipse um den Sender nicht in Betracht, weil der Sendemast die Gebäude in der Umgebung weit übertragt, so daß daran keine Reflexionen entstehen können.

## Literaturhinweise

- [1] BLAESE, U.: Magnetische Schallspeichertechnik. – In: electronica. Bd. 219/220, – Berlin: Militärverlag der DDR, 1984
- [2] ENGEL, G.: Musikelektronik. – Berlin: Militärverlag der DDR, 1982
- [3] FELLER, K.-H.; WARG, L.: Elektroakustische Heimgeräte. – 2. Aufl. – Leipzig: VEB Fachbuchverlag, 1983
- [4] FINKE, K.-H.: Fono- und Tonbandgeräte. – 6. Aufl. – Berlin: VEB Verlag Technik, 1983
- [5] GROSSE, G.: Von der Edisonwalze zur Stereoplatte. – Berlin: VEB Lied der Zeit, Musikverlag, 1981
- [6] HERLINGER, J. J.: Geheimnisvolle Wellen. – Krajowa Agencja Wydawnicza. – Warszawa, 1981
- [7] KÖNIG, L.: Tontechnik selbst erlebt. – 2. Aufl. – Leipzig-Jena-Berlin: Urania-Verlag, 1986
- [8] KRĘCAN, Z.: Der große Bildatlas Ton und Bild. – Praha: Artia, 1979
- [9] LEUE, P.: Das Buch vom guten Ton. – 3. Aufl. – Berlin: transpress VEB Verlag für Verkehrsweisen, 1984
- [10] LEUE, P.; STARKE, J.; WEBER, R.: Lexikon Unterhaltungselektronik. – Berlin: transpress VEB Verlag für Verkehrswesen, 1987
- [11] MONSE, H. R.: Tonbandbuch für alle. – 12. Aufl. – Leipzig: VEB Fotokinoverlag, 1984
- [12] SCHOLZ, K.-P.; STEINKE, E.: Rundfunk- und Fernsehempfangstechnik. – Berlin: VEB Verlag Technik, 1985
- [13] SPINDLER, E.: Rundfunkempfang im Auto – Geräte, Antennen, Entstörung. – 5. Aufl. – Berlin: VEB Verlag Technik, 1985
- [14] STEINKE, E.; SCHOLZ, K.-P.: Ton und Bild. – Berlin: VEB Verlag Technik, 1985

# Sachwortverzeichnis

- Abbildungsbreite 4.6.  
Ablenkspulen 3.3.  
Abmelden von Rundfunk- und Fernsehgeräten 2.6.  
Abschalten des Fernsehgeräts, kurzzeitiges 3.11.  
absoluter Pegel 13.6.  
Abspielen alter Schallplatten 5.15.  
Abstand zum Bildschirm 3.7.  
Abstimmazimeter 14.8.  
Abtastnadel 8.8.  
Abtastsystem wechseln 5.15., 8.8.  
additives Farbenmischen 3.4.  
Adernvertauschung in Stereokabeln 4.1.  
Adressen von Rundfunk und Fernsehen 2.8.  
AFC 13.8.  
AFC-Logik 13.8.  
Akkuladen 10.8.  
akustische Rückkopplung 2.12., 16.1.  
„akustisches Loch“ 4.1., 11.7.  
Alterung der Bildröhren 3.16.  
Amplitudenmodulation 1.4., 2.3.  
analoges Signal 15.9.  
Andruckfilz in Kassetten 8.5.  
Anmelden von Rundfunk- und Fernsehgeräten 2.5.  
Ansteckmikrofon 2.10.  
Antenne 7., 7.9.  
Antenne aufarbeiten 8.  
Antennenbuchse 7.2., 7.5.  
Antennenfehler 7.6.  
Antennenkabel 7.1., 7.5., 8.13.  
Antennenkabel verlängern 11.6.  
Antennenspannung, erforderliche 13.6.  
Antennenstecker, defekter 7.6.  
Antistatiktuch 8.10.  
APSS 15.8.  
Arbeiter-Radio-Klub e.V. 1.  
ARC 4.9.  
ARDENNE 1.5., 3.1.  
Aufladen von Batterien 9.4.  
Auflagekraft 8.8.  
Aufnahme auf Musikkassetten 5.7.  
Aufstellung von Fernsehgeräten 3.6.  
-- Plattenspielern 4.3.  
-- Stereoboxen 4.1.  
Ausgangsleistung, erforderliche 6.4.  
Aussteuerungsmesser 13.6.  
Austrocknen naßgewordener Geräte 3.15., 8.4., 14.3., 14.11.  
Autoantenne 10.3.  
Autobatterieanschluß 9.5., 10.2., 10.8.  
Autobetrieb von Batteriegeräten 9.5.  
Autokonsole 10.2., 10.4.  
Autolautsprechereinbau 10.4., 10.5., 10.6.  
Autoradio 10., 10.1.  
Autoradio im Sportboot 10.8.  
Autostop 11.1.  
Bandbreite 2.3.  
Bandgeschwindigkeit 5.16., 15.5.  
Bandrauschen 5.11., 11.4.  
Bandsalat 11.1., 11.2.  
Bandsortenwahlschalter 5.2.  
Baßreflexbox 6.2.  
Baßwiedergabe, dröhnende 4.1.  
Batteriekosten 9.5., 16.9.  
Batterielagerung 9.1.  
Batterielebensdauer 3.17., 9.2.  
Batteriephantome 9.5.  
Batterieverbrauch 9.2., 12.6., 16.9.  
Bereitschaftsbetrieb 3.17.  
Berührungs-AFC 13.8.  
BERLINER 1.7., 5.15.  
Berührungstaste 13.9.  
Beschallung 2.12.  
Beseitigung von Farbflecken 11.12.  
Betrachtungsabstand 3.7.  
Betriebstemperaturen 14.11.  
bewertete Messung 13.4.  
BG 19 5.1.  
Bildeinstellung 3.8.  
Bildgröße 3.18.  
Bildplastik 7.6., 12.7.  
Bildpunkte 2.3.  
Bildrauschen 3.13., 7.6., 7.7.  
Bildröhrenentmagnetisierung 3.12.  
Bildröhrenimplosion 3.15., 9.7.  
Bildröhrenregenerierung 3.16.  
Bildschirm 3.5.  
Bildschirmfoto 14.2.  
Bildschirmgröße 3.1., 3.7.  
Bildstörungen 7.6., 12.1., 14.12.  
Bildsynchronisation 3.3.  
Blitzgefahr 7.8., 12.5., 14.5.  
Blue Box 12.8.  
BLUMLEIN 4.  
Brand im Fernsehempfänger 14.3.  
BRAUN 1.5.  
Braunsche Röhre 1.5.  
Breitbandlautsprecher 6.3., 10.5.  
BRUCH 2.4.  
Cartridge 15.5.  
Chroma Key 12.8.  
Chromdioxidbandkassette 5.2.  
Coaxcolor-Antennenkabel 7.1.

- „Colorantenne“ 7.1.  
 Compact Disc 15., 15.11.  
 Computer-AFC 13.8.  
 Copyright-Vermerk 2.9.  
 CROS 1.7.  
 Cue 13.7.
- Dämpfungsmaß 13.6.  
 dB 13.6.  
 Dekoder 3.4., 15.2.  
 Deltaröhre 3.5.  
 demokratischer Rundfunk 2.2.  
 Detektorempfänger 1.2.  
 Digital Recording 15.10.  
 digitales Signal 15.9., 15.11.  
 Digitalschallplatte 15.11.  
 Diodenstecker 1.9., 11.6.  
 Dipol 7.  
 Direct Metal Mastering 15.10  
 Direksatellit 15.1.  
 Direktschnitt 15.10.  
 DMM 15.10.  
 Dolby 5.10.  
 Doppelanschluß an Antennen 7.5.  
 Drehzahlabweichungen 5.16., 16.7.  
 dröhrende Baßwiedergabe 4.1.  
 drahtloses Mikrofon 2.10.  
 Drahttongerät 5.  
 Dynamik 13.10.  
 Dynamikverzerrungen 5.10.
- EDISON 1.7.  
 Eigenbau elektronischer Geräte 11., 14.1.  
 Einbau von Autoantennen 10.3., 16.10.  
 – von Autolautsprechern 10.4., 10.5., 10.6.  
 – von Autoradios 10.2.  
 Einbuchsenantenneneingang 7.2., 7.5.  
 Einstellen des Fernsehbilds 3.8.  
 Eisenoxidtonband 5., 5.2., 15.6.  
 Elcaset 15.5.  
 „elektrisches Telescop“ 1.5.  
 elektromagnetische Wellen 1.1., 7.7.  
 Elektronenröhre 1.2., 14.8.  
 Elektronikbasteln 14.1.  
 elektronische Autoantenne 10.3.  
 elektronischer Schnitt 2.13.  
 elektronisches Echo 5.8.  
 elektronisches Fernsehen 1.5.  
 elektrostatische Aufladungen 8.7., 8.10., 11.5.  
 Empfängerweiche 7.2., 7.5.  
 Entstör-Bausätze für Pkw 10.7.  
 Entstörung von Pkw 10.7.  
 erdmagnetisches Feld 3.12., 5.11.  
 Erdungsanlage bei Antennen 7.3., 7.4., 7.8.  
 Errichten von Antennenanlagen 7.9.  
 erste Farbfernsehsendungen 3.4.
- erste öffentliche Fernsehsendung 1.5.  
 erste öffentliche Rundfunksendung 1.1.  
 erste Rundfunksendung nach Kriegsende 2.2.  
 erste Schallplatte 1.7.  
 erster Fernsehgeräetyp der DDR 3.1.  
 erster Stereo-Programmbetrieb 4.  
 erstes Autoradio 10.1.  
 erstes Fernsehen nach Kriegsende 3.1.  
 erstes Heimtonbandgerät der DDR 5.1.  
 erstes Kassettentonbandgerät 15.5.  
 Exakt-Abstimmanzeige 14.8.
- Fachbegriff 13.1.  
 Fachjargon 13.1.  
 Familienstecker 14.6.  
 Farbabschaltung 3.8.  
 Farbauszug 3.4.  
 Farbbild 3.4.  
 Farbbildschirm 3.4., 3.5.  
 Farbdeckung 3.10.  
 Farbdekker 3.4.  
 Farbeinstellung beim Fernsehbild 3.8.  
 Farben im Fernsehbild 3.4.  
 Farbfernsehen 3., 3.4.  
 Farbfernsehverfahren 2.4.  
 Farbflecken 3.12., 7.6., 11.12.  
 Farbkoder 3.4.  
 Farbreinheitsfehler 3.12.  
 Farbsignale 3.4.  
 Farbtaste 3.8.  
 Farbteiler 3.4.  
 Farbtestbild 3.8., 3.18.  
 Farbwertsignale 3.4.  
 FAZ 2.13.  
 Fensterantenne 7.4.  
 Ferienwelle 2.7.  
 Fernbedienung 3.17.  
 Fernmeldesatellit 15.1.  
 Fernsehbeleuchtung 3.6.  
 Fernsehempfänger 3.1.  
 Fernsehempfänger-Einstellung 3.8., 3.10., 16.5.  
 Fernsehempfänger verschrotten 14.4.  
 Fernsehgebühren 2.5.  
 Fernsehnorm 1.5., 2.3., 3.1.  
 Fernsehpause 3.11.  
 Fernsehraster 2.3.  
 Fernsehrundfunk 2.1.  
 Fernsehsatellit 15.1.  
 Fernseh-Stereoton 3.6., 15., 15.3.  
 Fernsehstube, öffentliche 1.6., 3.1.  
 Fernsehtonaufnahme auf Tonband 5.6.  
 Fernsehzeilen 2.3., 2.13., 15.4.  
 Ferrittonkopf 8.3.  
 feuchte Räume 3.6.  
 Feuchtigkeit 8.4., 3.15.  
 Filmaufzeichnungsanlage 2.13.

- Fotografieren von Fernsehbildern 14.2.  
**FRANCE** 2.4.  
 Freischwingerlautsprecher 1.2., 16.8.  
 Fremdspannungsabstand 13.4.  
 Frequenzband 2.3.  
 Frequenzmodulation 1.4., 2.3.  
 Funk-Entstörungsdienst der Deutschen Post 14.12.  
 Funkentstörung im Pkw 10.7.  
 – von Außenbordmotoren 10.8.  
 Funkhaus Nalepastraße in Berlin 2.2.  
 Funkstörungen 14.12.  
 Funkstunde A. G. 1.1.  
 „Funkwellen“ 2.1.
- Garantieansprüche 14.10.  
 Gebührenbefreiung 2.6.  
 Gefahren im Fernsehgerät 3.15., 5.6., 9.7., 14.4.  
 Gegenstände auf dem Fernsehgerät 3.15.  
 Geisterbild 7.6., 12.7., 16.11.  
 Gemeinschaftsantennenanlage 7.5., 15.1., 15.2.  
 geostationärer Satellit 15.1.  
 Geradeausempfänger 1.3.  
 Geräuschspannungsabstand 13.4.  
 Germaniumtransistor 1.2.  
 Gewittergefahr für Heimgeräte 7.8., 12.5., 14.5.  
 Gittermustertestbild 3.10., 3.18.  
 gleitender Stereo-Mono-Übergang 4.8.  
 Grammophon 1.8.  
 Grundfarben im Fernsehbild 3.4., 3.5.
- Halbbild 3.2.  
 Heimstudientechnik 4.  
 Heimtonbandgerät 5.1.  
 Helligkeitsautomatik 13.5.  
 Helligkeitseinstellung am Fernsehbild 3.8.  
 Helligkeitssignal 2.4., 3.4.  
**HERTZ** 1.1.  
 HiFi 4.  
 HiFi-Freak 13.  
 HiFi-Lautstärke 6.4., 13.10.  
 HiFi-Standard 4.  
 High Fidelity 4.  
 Hinterbandkontrolle 5.8.  
 Hintergrundbild im Fernsehen 12.8.  
 Hochspannung im Fernsehgerät 9.7.  
 Höchstbelastbarkeit von Lautsprechern 6.5.  
 Hochtonkegel 6.3.  
 Hochzeilenfernsehen 15.4.  
 Hörerpost 2.8.  
 Hörläche bei Stereowiedergabe 4.1.  
 Hörprobleme beim Fernsehen 6.8.  
 H-Synchronisation 3.3.
- In-Line-Bildröhre 3.5.  
 Implosion von Bildröhren 3.15., 14.4.  
 Implosionsschutz 3.15.
- Importkassetten 5.3.  
 Infrarot-Fernbedienung 3.17.  
 integrierte Tonübertragung 15.9.  
**ITU** 15.9.
- Kabelfernsehen 15.2.  
 Kalottenlautsprecher 6.3.  
 Kamerarecorder 5.18.  
 Kanal 13.10.  
 Kassettenabspielgerät 10.1.  
 Kassetten ausländischer Hersteller 5.3.  
 Kassettenpflege 8.5., 8.6., 11.2., 11.3., 14.11.  
 Kassettentonband kleben 11.3.  
 Kassettentonband, zerknittertes 11.1., 11.2.  
 Kassette öffnen 11.2.  
 Kleben von Kassettentonband 11.3.  
 Klinken-Kopfhörerstecker 11.10., 11.11.  
 Kompaktkassette 15.5.  
 Kompatibilität 13.11.  
 Komponentenportable 4.6.  
 Kontrasteinstellung am Fernsehbild 3.8.  
 Konvergenzeinstellung 3.10., 3.18.  
 Kopenhagener Wellenplan 1.4.  
 Kopfhörer im Straßenverkehr 6.9.  
 Kopfhörer, orthodynamischer 6.10.  
 Kopfhöreranschluß am Fernsehgerät 6.8.  
 Kopfhörerlautstärke 6.4., 6.8.  
 Kopfhörerleitung verlängern 11.6.  
 Kopfhörerstecker 6.8., 11.6., 11.11., 14.6.  
 Kopfhörerverstärker 6.8.  
 Kopfreinigung beim Kassettenrecorder 8.2., 8.3.  
 Kopfverschleiß 5.2., 5.4., 8.3.  
 Kunstkopf stereofonie 4.  
 Kurzhubtaste 13.9.  
 Kurzschlußfestigkeit 14.7.  
 Kurzschlußstrommessung an Batterien 9.3.
- Lärmschwerhörigkeit 6.9., 10.  
 Lautsprecher 6., 6.3.  
 Lautsprecher und Wiedergaberaum 4.1., 6.  
 Lautsprecheranpassung 14.7.  
 Lautsprecherbox 6.1., 6.2., 14.1.  
 Lautsprecherimpedanz 14.7.  
 Lautsprecherleitungen verlängern 11.7.  
 Lautstärke 6.4., 6.7., 6.11., 9.2.  
 Lautstärken, übertriebene 6.4., 6.9., 9.2., 10.  
 Lebensdauer von Abtastnadeln 8.8., 16.6.  
 – Bildröhren 3.9.  
 Leistungsbedarf bei Lautsprecherwiedergabe 6.4.  
 Leistungsschutzrechte 2.9.  
 leuchtender Strich auf dem Bildschirm 3.14.  
 Leuchtpunkt 3.14.  
 LH-Tonband 5.3.  
 Lichteinstrahlung auf den Bildschirm 3.6., 3.8., 3.9.  
**LIEBEN** 1.2.  
 LN-Tonband 5.3.

- Lochmaskenröhre 3.5.  
 Logiksteuerung von Kassettenlaufwerken 15.7.  
 Löschedrossel 5.1.  
 Löschpinsel 5.11., 11.4.  
 Luftfeuchtigkeit 8.7., 14.11.  
 Luftzirkulation, freie 3.6.  
  
 magisches Auge 14.8.  
 Magnetfelder, schädliche 4.3., 8.6., 9.3.  
 magnetische Aufzeichnungsanlage 2.13.  
 MARCONI 1.1.  
 Massebänder 15.6.  
 MAXWELL 1.1.  
 MAZ 2.13.  
 mechanisch-optisches Fernsehen 1.5.  
 Mehrmotorenantrieb 15.7.  
 MEISSNER 1.1.  
 Metallband, Metallpulverband 15.6.  
 Mikrofonaufnahmen 5.12., 5.13., 5.14.  
 Mikrofone im Fernsehen 2.10., 2.11.  
 – in Stangenform 2.11.  
 Mikrofonleitung verlängern 11.6.  
 Mikrokassette 15.5., 15.6.  
 Mikroprozessor im Kassettenrecorder 15.8.  
 Mikrorillenplatte 5.15.  
 Moiré 7.1., 7.6., 14.12.  
 Mono-Aufnahmen auf Stereorecordern 5.5., 11.9.  
 Mono-Mikrofon 5.14., 11.9.  
 Monozellen 9.3., 16.9.  
 Musikbelastbarkeit von Lautsprechern 6.5.  
 Musikkassette 5.7., 5.9.  
 Musikleistung 6.6.  
  
 Nachrichtensatellit 15.1.  
 Nadelspringen beim Plattenspieler 4.3.  
 Nadelton-Kassettenystem 15.5.  
 Nadelverschleiß 8.8., 16.6.  
 Nässe im Fernsehgerät 3.15.  
 – Radiorecorder 8.4.  
 natürliches Richtungshören 4.2.  
 Nennbelastbarkeit von Lautsprechern 6.5., 10.4., 10.5., 10.6.  
 Neubespielen von Kassetten 5.4., 5.7., 8.6.  
 NIPKOW 1.5., 3.1.  
 Nipkowscheibe 1.5.  
 Normalbandkassette 5.2., 5.5.  
 NTSC-Far fernsehverfahren 2.4.  
  
 Öl von Kassettenrecordern 8.1.  
 orthodynamischer Kopfhörer 6.10.  
  
 PAL-Fernsehverfahren 2.4., 3.4.  
 Parléophone 1.7.  
 PCM 15.9.  
 Pegel 13.6.  
 Pflege von Kassetten 8.5., 8.6., 11.2.  
  
 – Kassettenrecordern 8.1., 8.2., 8.3., 8.4., 11.4.  
 – Schallplatten 8.7., 8.8., 8.9., 8.10., 8.12.  
 PFLEUMER 5.  
 phono 5.17.  
 Phonograph 1.7.  
 Pilottonverfahren 4., 13.11., 15.3.  
 Pit 15.11.  
 Plattenspielerdrehzahl 5.16., 16.7.  
 PMPO 6.6.  
 Polarisation 7.7., 12.1.  
 POPOW 1.1.  
 Popschutzkappe 5.12.  
 POULSEN 5.  
 Programm illustrierte FF Dabei 2.8., 7.7.  
 Programmzuschrift 2.8.  
 Pseudoquadrofonie 4.7., 10.6.  
 Pulskodemodulation 15.9.  
 PUSKAS 4.  
  
 Quadrofonie 4.7., 15., 15.5.  
  
 Radio-DDR-Ferienwelle 2.7.  
 Raumlichtautomatik 13.5.  
 Raumlichtverhältnisse beim Fernsehen 3.8., 3.9.  
 Raummitklang, Raumschall 4.2., 4.7.  
 Rauschen im Ton 4.8., 5.11., 8.6., 10.1.  
 Rauschminderungssystem 5.10.  
 Raster 2.3.  
 Reedkontakt 13.9.  
 Regenerierung von Batterien 9.4.  
 – Bildröhren 3.16.  
 Reineisenband 15.5.  
 Reinigungskassette 8.3.  
 Reinigungsarm für Schallplatten 11.5.  
 Reinigung von Abtastnadeln 8.11.  
 – Kassettenrecordern 8.1.  
 – Schallplatten 8.7., 8.9., 11.5.  
 – Tonköpfen 8.2., 8.3.  
 relativer Pegel 13.6.  
 Review 13.7.  
 Richtungsmischung 5.14.  
 RMS 5.10.  
 Rohr-Richtmikrofon 2.11.  
 Rundfunk 2.1.  
 Rundfunk-Anordnung 2.6.  
 Rundfunkgebühren 2.5.  
 Rundfunkordnung 2.6.  
 Rundfunksabotage 2.2.  
 Rundfunksatellit 15.1.  
  
 Satellitendirektempfang 15., 15.1.  
 Satellitenfunk 15.1.  
 Schalldruck(pegel) 13.6., 13.10.  
 Schallplattenherstellung 15.10.  
 Schallplattenmaterial 5.15.  
 Schallplattenpflege 8.7., 8.8., 8.9., 8.10.

- Schallplatten-Reinigungsarm 11.5.  
 Schallplattenwäsche 8.9.  
 Schattenmaske 3.5., 3.12.  
 Schellackplatte 1.7., 5.15.  
 Schlitzmaskenröhre 3.5.  
 „Schneegestöber“ auf dem Bildschirm 3.13., 7.1., 7.6,  
**SCHRÖTER** 1.5.  
 Schutzkennung 2.9.  
 Schutzrechte 2.9., 14.2.  
 schwankende Netzspannung 9.6.  
 Schwarzweißsignal 3.4.  
 Schwingkreis 1.1., 1.2., 7.  
 SECAM-Farbfernsehverfahren 2.4., 3.4.  
 Selbstbau elektronischer Geräte 14.1.  
 selbstkonvergierendes System 3.10.  
 senkrecht stehende Antennenstäbe 7.7.  
 Sensortaste 13.9.  
 Servicestab 8.2., 11.1.  
 Shatter 5.8.  
 Signal 13.10.  
 Simulcast-Verfahren 15.3.  
 Sinusleistung 6.6.  
 Skatingkorrektur 8.8., 12.3.  
**SLABY** 1.1.  
 Smaragd 5.1.  
 Soft Touch Operation 13.9.  
 Solarzellenradio 15.12.  
 Sonnenlicht auf dem Bildschirm 3.9.  
 Sound 13.2.  
 Spannungskonstanthalter 9.6.  
 Sportübertragungen, erste 1.6., 2.11.  
 „Spuckgeräusche“, bei Mikrofonaufnahmen 5.12.  
 Staub 8.1., 8.7.  
 Stelltransformator 9.6.  
 Stereobasisbreite 4.6.  
 Stereoboxen 4.1.  
 Stereoeffekt 4.2.  
 Stereofernsehton 15., 15.3.  
 stereofones Richtungshören 4.2.  
 Stereofonie 4.  
 Stereohörfläche 4.1.  
 Stereolautsprecher im Auto 10.4., 10.5., 10.6.  
 Stereoschallplatte 4.  
 Stereoweltwinkel 4.6.  
 Stereozeitübertragung 15.3.  
 Störspannungsabstand 13.10.  
 Stroboskop 16.7.  
 „Stromregler“ 9.6.  
 Super(het) 1.3.  
 Summenlokalisierung 4.2.  
 Synchronimpuls 3.3.  
 Synchronisation 3.3.  
  
 Tangentialtragarm 15.8.  
 technische Daten 13.3., 13.4.  
  
 Tefifon 15.5.  
 Telefonmithören über Lautsprecher 14.9.  
 Telefomitschnitt 14.9.  
 Teleskopantenne 10.3.  
 TELOSA-Reinigungstuch 8.9.  
 Testbild 3.8., 3.18.  
 Timer 15.8.  
 Tippaste 13.9.  
 Titelsuche 15.8.  
 Tonaufnahmen vom Fernsehgerät 5.6.  
 -- Telefon 14.9.  
 Tonhöhenverschiebungen 5.16.  
 Toningenieur 2.12.  
 Tonkopf entmagnetisieren 11.4.  
 Tonkopfreinigung 8.2., 8.3.  
 Tonsignal(pegel) 13.6.  
 Topas 5.1.  
 Transistorsound 13.2.  
 Trichtergrammophon 1.8.  
 Türlautsprecher im Pkw 10.5.  
  
 Überlastungsschutzschaltung 6.5.  
 Überspielen vom Walkman 11.10.  
 Übersteuerung 13.10.  
 Übertragungsbereich 13.3., 13.10.  
 UKW-Empfangsbereich 16.3.  
 Ultrakurzwellen 1.4., 16.3.  
 Ultraschall-Fernbedienung 3.17.  
 unbewertete Messung 13.4.  
 unebene Schallplatte 8.12.  
 Unterdachantenne 7.3.  
 Unterhaltungsradio 2.1.  
 Unterspannung im Energienetz 9.7.  
 Urheberrecht 9.2.  
  
 verbrauchte Batterien 9.2., 9.3.  
 „verbrauchte“ Bildröhre 3.16.  
 verkehrsgefährdendes Musikhören 6.9., 10.  
 Verlängern von Anschlußleitungen 11.6., 11.7., 11.9., 11.11.  
 Verschleiß von Magnettonbändern 5.4.  
 Versenkantenne 10.3.  
 Verstärkerleistung, erforderliche 6.4.  
 Verstärkungsmaß 13.6.  
 verwelzte Schallplatte 8.12.  
 Videobandsynchronisation 2.13.  
 Videofrequenzbereich 2.3.  
 videografieren 5.18.  
 Videorecorder 5.18., 15.13.  
 Videorecordersysteme 15.13.  
 Videospeichergerät 2.13.  
 Vollausssteuerung 13.6.  
 vollständiges Farbbildsignal 3.4.  
 Vollstereo 4.5.  
 V-Synchronisation 3.3.

- Walkman 6.9., 11.10.  
Wartung von Antennenanlagen 7.8., 8.13.  
-- Tonbandgeräten 5.4.  
Wechseln des Nadelträgers 8.8.  
wellige Schallplatte 8.12.  
Wide 4.6.  
Wiedergabe alter Schallplatten 5.15.  
  
Zeicheneinblendung 2.9.  
Zeilensprungverfahren 3.2.  
Zeilenzahl im Fernsehen 2.3., 3.1., 3.7., 15.4.
- Zimmerantenne 12.1.  
Zimmerlautstärke 6.7.  
zischende Geräusche bei Mikrofonaufnahmen 5.12.  
Zuschauerpost 2.8.  
Zweikanalstereofonie 4.2.  
Zweimotorenantrieb 15.7.  
Zweitfernsehgerät anschließen 7.5.  
Zweitlautsprecher anschließen 10.6., 11.8.  
Zweitonübertragung 15.3.  
Zwischenfilm-Reportagewagen 1.6.  
ZWORYKIN 1.5.

## Ebenfalls bei transpress erschienen:



### 1000 Tips für Campingfreunde

Immer mehr Menschen finden Entspannung bei aktiver Erholung: Sie wandern per pedes, per Rad, per Boot, sie treiben Sport – sie campen. Jedoch dem jähnen „Tapetenwechsel“, dem unvermittelten Übergang aus der Komfortwohnung in die karge Zeltbehausung, sozusagen vom Kühlenschrank zum „Erdlochkeller“ wird oftmals vorher nicht genügende Beachtung geschenkt und kann so die schönen Urlaubserwartungen zunichte machen, wenn das „naturnahe“ Leben nicht sorgfältig vorbereitet wurde.

Peter Leue, der Autor, und Henryk Berg, der Zeichner, haben jahrzehntelang als Camper Erfahrungen gesammelt. Ihre Tips zu lesen und anzuschauen ist nicht nur belehrend und anregend, sondern auch über die Maßen amüsant.

Ob Versicherung, Kleidung, Verpflegung, Heizung, Gebühren, Angeln, Waschen ... Bei 1000 Tips wird nichts vergessen!

### Leseprobe

8.3

**Doppelsessel, sogenannte Campingbänke, empfehlen wir höchstens für Dauercamper, die ohnehin viel Gepäck zu transportieren haben.**

Solche Möbel sind auch zusammengelegt noch sehr sperrig und in ihrer Aufstellung nur wenig variabel.

Die bekannten Anglerhocker sind als Camping-sitze völlig ungeeignet. Das Sitzen auf ihnen ähnelt eher einem Balanceakt.

Auch für eine Campingschaukel – eine etwas zierliche Variante der normalen Hollywoodschaukel – dürften nur wenige den erforderlichen Gepäckraum übrig haben.

34.10

**Bei Verlust der Personaldokumente im Ausland wenden wir uns sofort an die Konsularabteilung der DDR-Botschaft im Gastland, in der ČSSR und in Polen an eine Polizeidienststelle.**

Dort werden die erforderlichen Ersatzdokumente für eine Rückreise in die DDR ausgefertigt. Es kann nicht schaden, wenn man für einen solchen Fall zwei Paßbilder mit sich führt.

36.8

**Sollten Sie Schwierigkeiten mit den Reinlichkeitsgewohnheiten Ihres Hundes auf dem Zeltplatz bekommen, so empfehlen wir die Erfindung, die ein spanischer Tierarzt gemacht hat.**

Der Grundaufbau dieser „patentierten Hundetoliette“ ähnelt einem Baumstamm, an dem der Hund durch besondere Reizstoffe zum Beinchenheben angeregt wird. Seine Exkremeante werden in einem eingebauten Behältnis aufgefangen. Die sicher sehr entscheidende Zusammensetzung des „Anregungsmittels“, sowie Konstruktionsdetails, erfahren sie beim Erfinder, bei Don IGUALADA in der Nähe von Barcelona (nach ND v. 21. 1. 1983).

## Wir stellen vor:



Peter Leue wurde 1937 in Breslau geboren. Erlernter Beruf Elektromonteur, dann als Fernmeldemechaniker, Funkmechaniker auf einem Rundfunkssender und als Kameratechniker auf einem Fernsehübertragungswagen beschäftigt.

1961 bis 1964 Studium als Toningenieur. Nach seiner Rückkehr zum Fernsehen (Deutsche Post, Studiotechnik Fernsehen) leitete er über 20 Jahre die Abteilung Aus- und Weiterbildung. Zwischendurch Hochschulstudium mit Diplom in der Fachrichtung Informationstechnik an der Hochschule für Verkehrswesen in Dresden. Er ist leidenschaftlicher Campingfreund, Wassersportler und Autotourist.

Seit 1969 schreibt P. Leue Berufsschulliteratur; von den über 15 Lehrheften wurden 3 übersetzt und zur Ausbildung afghanischer Rundfunkmechaniker eingesetzt. Er ist außerdem Autor von Fachschullehrbriefen und zahlreichen Zeitschriftenartikeln.

Im Jahre 1981 veröffentlichte er beim transpress-Verlag sein erstes größeres Werk: „Das Buch vom guten Ton“, dessen 4. Auflage vorbereitet wird. 1988 erscheint von ihm „1000 Tips für Campingfreunde“.

P. Leue hat an dem in unserem Verlag erschienenen „Lexikon Unterhaltungselektronik“ (1987) maßgeblichen Anteil und arbeitet zur Zeit am „Jugendlexikon Audio Video“.

Mit seinen Büchern wendet er sich überwiegend an den nicht spezialisierten Leser. Er bemüht sich darum, informativ und doch verständlich zu schreiben. Ein ernsthafter Mensch der Technik, der sich dennoch nicht scheut, sie humorvoll zu behandeln.

Seit 1985 ist Peter Leue freischaffend tätig, ist Mitglied des Verbands der Journalisten der DDR und der Interessengemeinschaft Geschichte des Rundfunks.



---

**Wo steht mein Fernseher am besten?**  
**Lassen sich Geisterbilder beseitigen?**  
**Ist eine Unterdachantenne günstig?**  
**Gibt es HiFi-Qualität im Auto?**  
**Lassen sich Batteriegeräte aus dem Bordnetz speisen?**  
**Wo und wie bringe ich Autolautsprecher unter?**  
**Ist die Reinigungskassette für den Recorder schädlich?**  
**Muß man wellige Platten wegwerfen?**  
**Kann ich Lautsprecherleitungen selber verlängern?**  
**Was bedeuten:**  
**Sound, Power, Cue, Review, Compact disc, ...?**

ISBN 3-344-00281-3



---

**Ein Hobbybuch von transpress**

---