

Lothar Krisch

**Fernsehtechnik**

# **Aus dem Programm**

## **Nachrichtentechnik**

**Schaltungen der Nachrichtentechnik**  
von D. Stoll

**Verstärkertechnik**  
von D. Ehrhardt

**Berechnungs- und Entwurfsverfahren der Hochfrequenztechnik**  
von R. Geißler, W. Kammerloh und H.W. Schneider

**Entwurf analoger und digitaler Filter**  
von O. Mildenberger

**Mobilfunknetze**  
von R. Eberhardt und W. Franz

**Optoelektronik**  
von D. Jansen

**Signalanalyse**  
von W. Bachmann

**Digitale Signalverarbeitung**  
von Ad. v. d. Enden und N. Verhoeckx

**Analyse digitaler Signale**  
von W. Lechner und N. Lohl

**Weitverkehrstechnik**  
von K. Kief

**Fernsehtechnik**  
von L. Krisch

**Methoden der digitalen Bildsignalverarbeitung**  
von P. Zamperoni

Lothar Krisch

# **Fernsehtechnik**

**Grundlagen  
Verfahren  
Systeme**

Mit 143 Abbildungen, 15 Tabellen und  
65 Aufgaben mit Lösungen

Herausgegeben von Wolfgang Schneider



Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Krisch, Lothar:**

Fernsehtechnik: Grundlagen, Verfahren, Systeme;  
mit 15 Tabellen und 65 Aufgaben mit Lösungen /  
Lothar Krisch. Hrsg. von Wolfgang Schneider. –  
Braunschweig; Wiesbaden: Vieweg, 1993

ISBN-13: 978-3-528-04920-1 e-ISBN-13: 978-3-322-86500-7

DOI: 10.1007/978-3-322-86500-7

Alle Rechte vorbehalten

© Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1993

Der Verlag Vieweg ist ein Unternehmen der Verlagsgruppe Bertelsmann International.



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Umschlaggestaltung: Klaus Birk, Wiesbaden

Gedruckt auf säurefreiem Papier

ISBN-13: 978-3-528-04920-1

---

## Vorwort

Die stürmische Entwicklung der Mikroelektronik hat auch beim Fernsehen bedeutende Entwicklungen ausgelöst. Die digitale Signalverarbeitung hielt Einzug in die Geräte der Fernsehtechnik. Die Breitbandübertragung über Satelliten und Lichtwellenleiter ermöglicht neue, leistungsfähigere Fernsehübertragungstechniken. Unsere bewährten Farbfernsehsysteme müssen durchdacht werden. Neue Fernsehsysteme – ohne die mangelhaften Beeinflussungen zwischen Helligkeit und Farbe und mit verbesserter Detailauflösung – sind bereits eingeführt (MAC) oder werden weltweit lebhaft diskutiert (hochauflösendes Breitwandfernsehen HDTV). Bei allen Neuerungen kommt dem Übergang von den jetzigen Standardsystemen zu den neuen Fernsehsystemen besondere Aufmerksamkeit zu.

Die begonnene rasche Weiterentwicklung der Fernsehsysteme ist von großer technischer und ökonomischer Bedeutung. Für alle an der Entwicklung Beteiligten ist das Wissen um die bestehenden Prinzipien der Fernsehübertragung unabdingbar.

Mit diesem Buch wende ich mich an Ingenieure, Techniker und Studenten. Der mathematische Aufwand wurde möglichst niedrig gehalten. Es werden mathematische und elektrotechnische Kenntnisse erwartet, wie sie ein Student der Elektrotechnik an einer Universität oder Fachhochschule in den ersten Semestern erwirbt. Viele dargestellte Verfahren können aber auch ohne diese Vorkenntnisse gut begriffen werden.

Es kommt mir stets auf das Verständnis der nicht immer einfachen prinzipiellen Zusammenhänge an. Dabei ist es ebenso notwendig, die verschiedensten Gebiete wie beispielsweise subjektive Hellempfindungen, Farbmétrie und Modulationsverfahren anzusprechen. Auf die Beschreibung detaillierter Schaltungen habe ich jedoch zugunsten von Systemdarstellungen vollständig verzichtet. Zum einen existiert dazu gute Literatur, zum anderen werden Einzelschaltungen immer mehr durch digitale Signalverarbeitung ersetzt werden.

Auch bei der Darstellung der heute bekannten Verfahren des hochauflösenden Fernsehens (Kapitel 10) habe ich mich auf die Prinzipien beschränkt. Für das tiefere Verständnis der Details sind erhebliche theoretische Kenntnisse auf den Gebieten der Codier-, Signalverarbeitungs- und Nachrichtentechnik erforderlich.

Allen, die zum Gelingen des Buches beigetragen haben, danke ich an dieser Stelle. Mein Dank gilt insbesondere meiner Frau Ulrike Krisch für die Durchsicht und dem Herausgeber Professor Dr. W. Schneider für das Korrekturlesen des Manuskriptes. Für die gute und angenehme Zusammenarbeit bedanke ich mich beim Herausgeber und beim Verlag.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Farbkomponenten, Bildabtastung und Übertragung – ein Überblick .....</b>	<b>1</b>
1.1	Farbkomponenten eines Bildes .....	1
1.2	Bildabtastung .....	3
1.3	Bildwechselfrequenz und Zeilensprungverfahren .....	5
1.4	Anzahl der Bildzeilen und Basisbandbreite .....	6
1.5	Übertragung von Leuchtdichte und Farbartsignalen .....	8
1.6	Zeilen- und Bildsynchronisation .....	9
1.7	Hochfrequente Übertragung der Bild- und Tonsignale .....	11
1.8	Fernsehnormen-Basiswerte .....	13
1.9	Aufgaben und Lösungen .....	14
<b>2</b>	<b>Bildaufnahmewandler .....</b>	<b>17</b>
2.1	Fotoeffekt und Ladungsbild .....	17
2.2	Kameraröhre mit äußerem Fotoeffekt .....	19
2.3	Kameraröhre mit innerem Fotoeffekt .....	20
2.4	CCD-Bildsensoren .....	21
2.5	Gradationsentzerrung .....	23
2.6	Bildsensor-Anordnungen für Farbaufnahme .....	25
2.7	Aufgaben und Lösungen .....	27
<b>3</b>	<b>Bildwiedergabewandler .....</b>	<b>29</b>
3.1	Bildröhren .....	29
3.2	Flüssigkristall-Flachbildschirme .....	32
3.3	Projektionsanordnungen für große Fernsehbilder .....	35
3.4	Entwicklungstendenzen .....	35
3.5	Aufgaben und Lösungen .....	37
<b>4</b>	<b>Schwarz-Weiß-Fernsehübertragung .....</b>	<b>39</b>
4.1	BAS-Signale .....	39
4.2	Restseitenband-Amplitudenmodulation .....	42
4.3	Tonsignalübertragung .....	44
4.3.1	Zweikanal-Frequenzmultiplex .....	44
4.3.2	Intercarrier-Verfahren .....	46
4.3.3	Kompressions-Verfahren .....	48
4.4	Empfängerblockbild .....	48
4.5	Aufgaben und Lösungen .....	51
<b>5</b>	<b>Grundlegende Farbmatrik .....</b>	<b>53</b>
5.1	Additive Farbmischung .....	53
5.2	Farbvektoren im Raum .....	55
5.3	RGB-Farbdreieck .....	56

---

5.4	Normfarben und Normfarbtafel .....	58
5.5	Empfänger-Primärfarben .....	60
5.6	Farbunterscheidung .....	62
5.7	Farbkreis .....	63
5.8	Aufgaben und Lösungen .....	64
<b>6</b>	<b>Farbfernsehübertragungsverfahren NTSC, PAL und SECAM .....</b>	<b>66</b>
6.1	Leuchtdichte- und Farbdifferenzsignale .....	66
6.1.1	Bildung der Signale .....	66
6.1.2	Bandbreiten und Spektren .....	71
6.2	NTSC-Farbfernsehübertragung .....	75
6.2.1	Quadraturmodulation für die Farb-Differenz-Signale .....	75
6.2.2	Farbträgerburst .....	83
6.2.3	FBAS-Signal .....	85
6.2.4	NTSC-Coder .....	86
6.2.5	NTSC-Senderblockbild .....	88
6.2.6	NTSC-Decoder .....	88
6.2.7	NTSC-Empfänger .....	91
6.2.8	NTSC-Farbträgerfrequenz .....	92
6.2.9	Farbton und Phasenfehler .....	94
6.3	PAL-Farbfernsehübertragung .....	95
6.3.1	Quadraturmodulation mit V-Umpolung .....	95
6.3.2	PAL-Farbträgerburst .....	99
6.3.3	FBAS-Signal .....	100
6.3.4	PAL-Coder .....	101
6.3.5	PAL-Senderblockbild .....	102
6.3.6	PAL-Decoder .....	103
6.3.7	PAL-Empfänger .....	105
6.3.8	PAL-Farbträgerfrequenz .....	105
6.4	SECAM-Farbfernsehübertragung .....	106
6.4.1	Frequenzmodulation für die Farb-Differenz-Signale .....	106
6.4.2	Zeilen-Identifikation .....	110
6.4.3	Minderung der Moiré-Störungen .....	111
6.4.4	SECAM-Coder .....	112
6.4.5	SECAM-Decoder .....	113
6.4.6	Vorzüge und Nachteile von SECAM gegenüber NTSC und PAL ..	114
6.5	Aufgaben und Lösungen .....	115
<b>7</b>	<b>Videotext - Prüfzeilensignale - VPS .....</b>	<b>121</b>
7.1	Nutzung leerer Fernsehzeilen .....	121
7.2	Videotext .....	122
7.2.1	Allgemeine Parameter .....	122
7.2.2	Zeichencodierung und Zeichenvorrat .....	123
7.2.3	Übertragungsverfahren und Rahmenaufbau .....	126
7.2.4	Wartezeiten und Zugriffsstrategien .....	128
7.2.5	Bildschirmtext und Videotext .....	129

7.2.6 Videotext-Decoder .....	130
7.3 Prüfzeilensignale .....	130
7.4 Video-Programm-System (VPS) .....	133
7.4.1 Übertragungsverfahren .....	133
7.4.2 VPS-Daten .....	133
7.5 Aufgaben und Lösungen .....	136
<b>8 Kabel-Fernsehen .....</b>	<b>139</b>
8.1 Örtliche Kabel-Verteilnetze .....	139
8.1.1 Netzstrukturen und Netzausdehnungen .....	139
8.1.2 Frequenzplan 300-MHz-System .....	141
8.1.3 Frequenzplan 440-MHz-System .....	142
8.1.4 Netzelemente .....	144
8.2 BK-Verteil-Netze mit Glasfaser-Kabeln .....	147
8.2.1 Stand der Glasfasertechnik .....	147
8.2.2 Realisierung von Glasfaser-BK-Verteilnetzen .....	149
8.3 Aufgaben und Lösungen .....	151
<b>9 Satelliten-Fernsehen für Direktempfang .....</b>	<b>152</b>
9.1 Direktstrahlende Satelliten .....	152
9.2 Parabolantenne und Frequenzkonverter (LNC) .....	156
9.3 MAC-Übertragung .....	159
9.3.1 MAC-Prinzip .....	159
9.3.2 C-MAC/D-MAC/D2-MAC .....	162
9.4 Satellitenempfänger und Gemeinschaftsanlagen .....	163
9.5 Verschlüsselung von Fernsehsignalen .....	167
9.6 Aufgaben und Lösungen .....	168
<b>10 Auf dem Wege zum hochauflösenden Fernsehen .....</b>	<b>171</b>
10.1 Ausgangssituation .....	171
10.2 I-PAL .....	173
10.3 Q-PAL .....	176
10.4 PAL-Plus .....	179
10.5 HLO-PAL .....	180
10.6 MUSE .....	181
10.7 HD-MAC .....	184
10.8 HDTV-Daten .....	189
10.9 Aufgaben und Lösungen .....	190
<b>Normfarbtafel .....</b>	<b>192</b>
<b>Formelzeichen .....</b>	<b>193</b>
<b>Abkürzungen .....</b>	<b>198</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>200</b>
<b>Sachwortverzeichnis .....</b>	<b>218</b>