

EDITION ALCATEL-SEL-STIFTUNG

Springer

Berlin

Heidelberg

New York

Barcelona

Budapest

Hongkong

London

Mailand

Paris

Santa Clara

Singapur

Tokio



Prof. Dr.-Ing. Helmut Schönfelder war 1955-69 in einer Fernseh-Studiogeräte-firma als Entwicklungsingenieur und Laborleiter mit den Grundlagen des Farbfernsehens und mit der Entwicklung der ersten PAL-Studios befaßt. Er promovierte 1958 zum Dr.-Ing. an der TH Darmstadt bei Prof. F.W. Gundlach. Ab 1969 Ordinarius an der TU Braunschweig für das Fachgebiet Nachrichtentechnik, widmete er sich in Lehre und Forschung der Qualitätsverbesserung des Farbfernsehens und der Entwicklung neuer Fernsehsysteme.

1975-79 Vorsitzender der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG), 1986 Ehrenmitglied; 1983-89 Leiter des Fachausschusses 3.1 (Fernsehen und Bildübertragung) der Informationstechnischen Gesellschaft im VDE (ITG); 1990 Fellow der Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) in USA; 1988 Richard-Theile-Goldmedaille der FKTG und Verdienstkreuz 1. Klasse des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland.

Helmut Schönfelder

Fernsehtechnik im Wandel

Technologische Fortschritte
verändern die Fernsehwelt

Mit 103 Abbildungen,
davon 14 in Farbe



Springer

Prof.em. Dr.-Ing. Helmut Schönfelder
Technische Universität Braunschweig
Institut für Nachrichtentechnik
Schleinitzstraße 22
D-38092 Braunschweig

ISBN-13:978-3-642-79350-9 e-ISBN-13:978-3-642-79349-3
DOI: 10.1007/978-3-642-79349-3

Die Deutsche Bibliothek-CIP-Einheitsaufnahme

Schönfelder, Helmut: Fernsehtechnik im Wandel: technologische Fortschritte verändern die Fernsehwelt/Helmut Schönfelder.-Berlin; Heidelberg; New York; Barcelona; Budapest; Hongkong; London; Mailand; Paris; Santa Clara; Singapur; Tokio: Springer, 1996
(Edition ALCATEL-SEL-Stiftung)

ISBN-13:978-3-642-79350-9

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1996

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1996

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Satz: Reproduktionsfertige Vorlage vom Autor

Umschlaggestaltung: Künkel+Lopka, Ilvesheim

Gedruckt auf säurefreiem Papier SPIN 10485202 45/3142 – 5 4 3 2 1 0

Vorwort

Wenn man die technische Entwicklung des Fernsehens analysiert, kann man Stabilisierungsperioden auf dem jeweiligen technologischen Stand beobachten, die meist zu der irrigen Annahme führten, die Entwicklung sei nun abgeschlossen, und man müsse sich mit der erreichten Bildqualität bzw. dem medientechnischen Leistungsstand zufriedengeben. Der jeweils nächste Technologiesprung änderte das stets sofort und löste eine Innovationsflut bei den Fernseh-Fachleuten aus. Während so die Physiker und Technologen die Weiterentwicklungen in der Fernseh-technik befruchteten, läßt sich bei einigen entscheidenden Fortschritten beobachten, daß geniale Entwickler einfach den Sprung in eine fernsehtechnische Weiterentwicklung wagten und durch den sich abzeichnenden wirtschaftlichen Erfolg die Technologen zu nachträglichen Höchstleistungen zwangen. Natürlich sind diese Vorgänge auch in anderen Disziplinen zu beobachten, aber die durch den Unterhaltungsrundfunk besonders populäre Fernsehtechnik ist vorzüglich geeignet, dieses Zusammenspiel zwischen den technologischen Fortschritten und dem Technikwandel zu zeigen.

Ein solches Thema ließ sich gut einfügen in das 1986 von der SEL-Stiftung an der Universität Stuttgart gegründete "Stiftungskolleg zur Förderung von Forschung und Lehre über Theorie und Anwendung der Kommunikation". So gab man mir im Sommersemester 1994 die Gelegenheit, in einer Vortragsreihe das Thema "Fernsehtechnik im Wandel der Technologien" darzustellen. Daraus entstand das vorliegende Buch, dessen Kapitel den 8 Vortrags-Doppelstunden entsprechen.

Um die Zusammenhänge zwischen den technologischen Fortschritten und den Veränderungen der Fernsehwelt darstellen zu können, werden in den einzelnen Kapiteln, die auch im wesentlichen mit der chronologischen Fernsehentwicklung konform gehen, jeweils die Grundlagen anschaulich erklärt. Dabei wird auf größeren formelmäßigen Aufwand verzichtet, so daß sich auch der technisch interessierte Nichtfachmann über die Entwicklungsschritte der Fernsehtechnik informieren kann.

Fernsehingenieure werden sicher gerne noch einmal die historischen Entwicklungsstufen des eigenen Fachgebietes an sich vorüberziehen lassen. Es wird dabei deutlich, daß jeweils nach Erreichen der betreffenden Technologiestufe geradezu zwangsläufig der nächste Schritt in der Fernsehentwicklung vollzogen wurde.

Das Buch erscheint zu einem Zeitpunkt, da die technologischen Voraussetzungen erreicht wurden, um den wohl größten Schritt in eine zukünftige rein digitale Fernsehwelt zu tun. Die beiden letzten Kapitel beschäftigen sich mit dem neuesten Stand dieser Entwicklung, die das Fernsehen in die Welt der Computer- und Multimedia-Technik zu integrieren gestattet. Es ist sicher interessant zu erkennen, daß dieser letzte große Schritt erst nach Erfahrungen mit der Teildigitalisierung im Studio und Heimempfänger gegangen werden konnte.

Um die für dieses Buch so wichtigen Zusammenhänge zwischen den technologischen Fortschritten und den fernsehtechnischen Weiterentwicklungen zu verdeutlichen, wurden in den Text Kästen mit Erläuterungen zum "Technologischen Hintergrund" eingesetzt. So kann man sich schon beim Durchblättern mit den wichtigsten Entwicklungsschritten vertraut machen.

Eine gute Erläuterung – speziell der Farbfernsehentwicklung – bieten die in den Text eingestreuten Farbfotos. Für diese ausgezeichnete drucktechnische Ausstattung habe ich dem Springer-Verlag zu danken. Großen Anteil an der redaktionellen Umsetzung meines Manuskriptes in die vorliegende Buchform haben insbesondere die Herren *Dr. H. Wössner* und *P. Straßer* vom Springer-Verlag, wofür ich mich sehr bedanke. Ein besonderer Dank geht an Frau *C. Bartz*, die die druckfertige Aufbereitung des Textes besorgte, sowie an Frau *S. Sengpiel* für die sorgfältige Anfertigung der Zeichnungen. Herrn *Prof. U. Reimers*, TU Braunschweig, danke ich für die kritische Durchsicht der beiden Kapitel 7 und 8.

Für die Überlassung je eines Fotos in Bild 3.16 und auf der Titelseite danke ich Herrn *G. Schaas* von der Firma Loewe Opta GmbH in Kronach, für das Bild 4.23 Herrn *H.-W. Kalb* vom Süddeutschen Rundfunk Stuttgart, für Bild 4.24 Herrn *Klemmer* von der Firma BTS in Griesheim und für das Bild 6.10 Herrn *Prof. G. Mahler*, ehemals HHI Berlin.

Nicht zuletzt sei ein Dankeschön den Herren *Prof. G. Zeidler*, *P. Landsberg*, *Prof. J. Mittelstraß* und *Dr. D. Klumpp* sowie der SEL-Stiftung gesagt für die Förderung dieses Buches durch die Herausgabe im Rahmen der Edition Alcatel-SEL-Stiftung und schließlich auch meinem Kollegen Herrn *Prof. W. Kaiser*, Stuttgart, für die Ermunterung, das vorliegende Buch zu schreiben.

Inhaltsverzeichnis

1 Die Anfänge der Bewegtbildübertragung – Verknüpfungen mit der technologischen Weiterentwicklung	1
1.1 Quantisierung der Bildvorlage	2
1.2 Serielle Übertragung durch Bildabtastung	4
1.3 Elektromechanische Abtastung	5
1.4 Zeilenzahl und Bandbreite	8
1.5 Bandbreite mit Kell-Faktor	11
1.6 Flimmerreduktion durch Zeilensprung	15
1.7 Grenzen der mechanischen Abtastung	18
1.8 Elektronische Bildaufnehmer	21
1.9 Farbfernsehkamera	26
2 Das Ringen um die optimale Farbcodierung – Konsequenzen einer politischen Entscheidung	29
2.1 Teilbildsequentielles Farbfernsehsystem	29
2.2 NTSC-System	31
2.3 SECAM-System	38
2.4 PAL-System	41
2.5 Das Ringen um ein europäisches Farbfernsehsystem	44
2.6 Konsequenzen zweier Farbfernsehsysteme in Europa	48
3 Analoge Übertragung und digitaler Fernseh- empfang – eine ökonomische Synthese	53
3.1 Verbesserung der Luminanz-Chrominanz- Trennung	56
3.2 Bildschärfverbesserung	61

3.3	Rauschreduktion.....	67
3.4	Flimmerreduktion	74
3.5	Systeme zur Qualitätsverbesserung der analogen Fernsehübertragung	78
3.6	PALplus-System.....	81
4	Komponententechnik – der Schlüssel zur Qualitätssteigerung in der Fernsehübertragung	93
4.1	Aufbereitung einer analogen Einkanal- Komponentenübertragung.....	94
4.2	Timeplex-Verfahren.....	99
4.3	MAC-System	106
4.4	HDTV-Komponentenübertragung	110
4.5	Analoges Komponentenstudio.....	121
4.6	Digitales Komponentenstudio	127
4.7	Digitales HDTV-Studio	139
4.8	Blick in die fernere Zukunft der Produktionstechnik	141
5	Der lange Weg zur digitalen Fernsehübertragung – Historie der Datenreduktion	145
5.1	Differenz-Codierung als Vorstufe zur DPCM	146
5.2	Entwicklung der DPCM-Schaltung	150
5.3	Verbesserung der DPCM durch Interframe- Prädiktion	152
5.4	Transformations-Codierung.....	154
5.5	Hybrid-Codierung.....	157
6	HDTV – Fernsehtechnik an den Grenzen der Physik?	161
6.1	Digitale HDTV-Übertragung	161
6.2	Digitale HDTV-Magnetbandaufzeichnung.....	166
6.3	HDTV-Bildsensoren	174
6.4	HDTV-Displaytechnik	179

7 Von der analogen zur digitalen TV-Satelliten- übertragungstechnik – ein Beispiel für den Technologiewandel	191
7.1 Transponder-Bandbreiten	192
7.2 Digitale Modulationsverfahren	192
7.3 Äußerer und innerer Fehlerschutz	196
7.4 Vorteile einer digitalen Satelliten- TV-Übertragung	199
7.5 Digitale Weiterverteilung über ein Kabelfernsehtz	202
7.6 Digitaler Empfang im privaten Bereich	206
7.7 Rückkanäle für interaktives Fernsehen	209
7.8 Video-on-Demand über das Telefonnetz	210
7.9 Neue medientechnische Möglichkeiten durch Kanalvervielfachung	216
8 Digitales terrestrisches Fernsehen (DVB-T) – wird es die Fernsehwelt verändern?	223
8.1 Variable Empfangsverhältnisse beim terrestrischen Fernsehen	224
8.2 Hierarchische Codierung	227
8.3 Hierarchische Modulation	229
8.4 Multiträger-Modulation zur Vermeidung von Echoeffekten	231
8.5 Gleichwellen-Sendernetz	239
8.6 Entwicklungsstand und Chancen des digitalen terrestrischen Fernsehens	244
Literatur	249