

Impulstechnik

Vortragsreihe

des Außeninstituts der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg
in Verbindung mit dem Elektrotechnischen Verein Berlin e.V.

Vorträge von

Dipl.-Ing. **W. Bruch**, Hannover; Priv.-Doz. Dr. **W. Dieminger**, Lindau/Harz;
Dr. **H. Fack**, Braunschweig; Dr. **F. A. Fischer**, Darmstadt; Priv.-Doz. Dr.-Ing.
P. K. Hermann, Berlin; Dr.-Ing. **H. Holzwarth**, München; Dr.-Ing. **E. Kramar**,
Stuttgart; Prof. Dr. **W. Kroebe**, Kiel; Priv.-Doz. Dr. **W. Meyer-Eppler**, Bonn;
Priv.-Doz. Dr. **A. Speiser**, Zürich.

Im Auftrag des Außeninstituts der Technischen Universität
zusammengestellt und bearbeitet von
Privatdozent Dr.-Ing. **F. Winkel**, Berlin

Mit 242 Abbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1956

ISBN 978-3-662-12046-0 ISBN 978-3-662-12045-3 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-12045-3

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.
Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es auch nicht gestattet,
dieses Buch oder Teile daraus auf photomechanischem Wege
(Photokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.**

© by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1956

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag O.H.G., Berlin/Göttingen/Heidelberg 1956.
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1956

Vorwort.

Die Entwicklung der Technik zeigt sowohl bei der Steigerung der Präzision der Verfahren als auch bei der Erzielung höchster Ökonomie auf den verschiedensten Gebieten einen Übergang von der bisher üblichen kontinuierlichen zu einer impulsweisen Betriebsart. Das gilt einerseits hinsichtlich des zeitlichen Verlaufs der Erzeugung und Verteilung der Energie, andererseits für die Herstellung und Aufrechterhaltung von Kopplungen und Übertragungen bei kommunikativen Aufgaben.

Natürlich ist das Prinzip der impulsweisen Übertragung in der Technik altbekannt — wenn man etwa an den stoßweisen Antrieb in der Mechanik oder die Telegraphie-Impulse in der Nachrichtenübermittlung denkt —, jedoch ergeben sich heute aus der Ausbildung des „Kurzzeit-Impulses“ spezifische Lösungen von Aufgaben, die ohne dieses „Funktionselement“ gar nicht gelöst werden können. Die zeitliche Auflösung bis in die Größenordnung von Nanosekunden durch die Ausbildung der Impulse hinsichtlich ihrer Form und Dauer sowie von Impulsfolgen und -verschiebungen schaffen ein umfassendes, ortsunabhängiges Mikrozeitsystem, das in Koinzidenz- bzw. Synchronisierverfahren die kompliziertesten Strukturbildungen gestattet, wie sie beim Fernsehen, in der Radartechnik, den elektronischen Rechenverfahren usw. vorkommen.

Als ein besonders wichtiges Gebiet muß hier die Informationstheorie genannt werden, die — auf den Erfahrungen der Nachrichtentechnik aufgebaut — unser technisches Denken tiefgreifend beeinflusst hat, indem unser Blick von der Makrostruktur einer Nachricht (dargestellt z. B. in der Amplitudenmodulation) zur Mikrostruktur hingelenkt wird, die zur Quantisierung des Signals geführt hat. Mit dieser Erkenntnis kann die für eine Information zu bewältigende Nachrichtenmenge immer weiter reduziert werden, was sich für die verschiedensten Gebiete fruchtbar auszuwirken verspricht.

Eine Gegenüberstellung der technischen Verfahren, die sich der Impulstechnik bedienen, zeigt, daß diese eigens entwickelte Methoden anwenden, die vergleichsweise nur relativ wenig Übereinstimmung aufweisen.

Diese Gedankengänge waren der Anlaß, in einer Vortragsreihe des Außeninstituts der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg die wesentlichsten Verwendungsgebiete der Impulstechnik zu behandeln, um in einem solchen Überblick die typischen Merkmale einer Technik herauszustellen, die sich nun immer mehr zu einer selbständigen Disziplin entwickelt. Durch die Darstellung der einzelnen Verfahren mag eine Befruchtung der angeführten Gebiete untereinander herbeigeführt und die Anwendung für neue Gebiete erschlossen werden.

Bei der Aufstellung der Vortragsreihe waren sich die Veranstalter bewußt, daß eine völlige Ausschöpfung des Themas nicht denkbar ist. Für die wesentlichen Eigenschaften der Impulse und ihres Einsatzes ist jeweils ein charakteristisches Anwendungsgebiet ausgesucht worden. Auf die Verfahren der Regeltechnik ist hier nicht eingegangen, da dieses Fachgebiet den hochgezüchteten Kurzzeit-Impuls bisher nur in beschränktem Umfange einsetzte, außerdem aber in den letzten Jahren eingehend in zahlreichen umfangreichen Veröffentlichungen behandelt wurde.

Dagegen erschien es wesentlich, außerhalb der elektrischen Impulstechnik zu zeigen, wie die Einführung von Impulsmethoden auch die anderen Disziplinen der Physik fördern kann. Besonders haben Anwendungsgebiete der Optik dadurch erhebliche Wandlungen durchgemacht. Bei der Erarbeitung optimaler Systeme und Arbeitsmethoden sollte man stets darauf bedacht sein, das Vorbild der Natur zu erforschen. So beschäftigt sich die abschließende Arbeit mit der Darstellung der Impulsübertragung im Nervensystem, deren Theorie der betreffende Verfasser durch ein bei seinem Vortrag vorgeführtes elektrisches Modell belegen konnte.

Berlin-Charlottenburg, im Juli 1955

Professor Dr.-Ing. O. Mohr
Dekan der Fakultät für Maschinenwesen

Dr.-Ing. F. Winckel
Privatdozent

Inhaltsverzeichnis.

Impulsanalyse. Von Dr. F. A. FISCHER, Fernmeldetechnisches Zentralamt, Darmstadt	1
I. Einleitung	1
II. Der Begriff „Impuls“	2
III. Charakteristische Impulsgrößen	2
IV. Die Fourieranalyse von Impulsen und Impulsfolgen	4
V. Der Zusammenhang zwischen Impulsbreite und Spektralbreite	10
VI. Der Einheitsimpuls (δ -Funktion)	10
VII. Das Gesetz von Lord Rayleigh über die Impulsenergie	13
VIII. Das Gibbssche Phänomen (Überschwingen)	14
IX. Der Probensatz (Sampling-Theorem)	19
X. Die Modulation einer Impulsfolge	22
XI. Das Prinzip der stationären Phase	25
XII. Beeinflussungen von Impulsen durch lineare Systeme	26
Amplituden- und Phasenverzerrungen. S. 26. — Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Energie eines Impulses. S. 32. — Berechnung der Wirkung eines beliebigen Impulses aus der Wirkung eines Einheitsimpulses. S. 33. — Die Laplace-Transformation. S. 34.	
Anwendung der Informationstheorie auf Impulsprobleme. Von Priv.-Doz. Dr. W. MEYER-EPPLER, Universität Bonn	40
I. Die Übermittlung von Information	41
II. Trennung von Impulsen und Störungen	43
III. Optimalfilter.	44
IV. Selektoren	48
V. Periodische Impulsfolgen	49
VI. Exhaustion	51
VII. Kathodenstrahlverfahren	52
VIII. Periodographisches Verfahren	56
Die Impulstechnik als Meßverfahren in der Physik. Von Professor Dr. W. KROEBEL, Neue Universität, Kiel	60
I. Die nichtlinearen Schaltelemente	62
II. Die Impulsgeneratoren	68

III. Die Verzögerungsleitungen	78
IV. Die Impulsverstärker	82
V. Die Braunsche Röhre	85
VI. Die Koinzidenzschaltungen	85
VII. Die Frequenzteiler und Zählschaltungen	86
VIII. Sägezahngeneratoren	89
IX. Die Partikelzähler	90
X. Die impulstechnischen Meßverfahren in der Physik	91
Probleme der Mehrfachausnützung von Nachrichtenwegen mit Pulsmodulation. Von Dr.-Ing. H. HOLZWARTH, Siemens & Halske AG., München	97
Übersicht	97
Einleitung	97
I. Übersicht über die wichtigsten Modulationsverfahren	98
1. Die Verfahren mit andauernden Trägerschwingungen	98
2. Die Pulsmodulationsverfahren	100
II. Übertragungsgüte der verschiedenen Verfahren	104
1. Der Einfluß der Geräusche und der Frequenzbandbedarf.	104
a) Die Verfahren mit andauernden Trägerschwingungen. S. 104. —	
b) Die Pulsmodulationsverfahren. S. 106.	
2. Das Nebensprechen und der Frequenzbandbedarf.	110
a) Der idealisierte Tiefpaß. S. 110. — b) Der Tiefpaß mit cosinus-	
förmigem Übertragungsfaktor. S. 114. — c) Der Tiefpaß mit Gauß-	
schem Übertragungsfaktor. S. 116. — d) Einfluß von Phasenver-	
zerrungen. S. 118. — e) Netzwerke minimaler Phase. S. 120.	
III. Schlußfolgerungen	124
Die Impulstechnik des Fernsehens. Von Dipl.-Ing. W. BRUCH, Telefunken G. m. b. H., Hannover	125
I. Differentiation und Integration von Impulsen	128
1. Differentiation	128
2. Integration	130
3. Differentiation einer Rechteckwelle im RC-Verstärker	131
II. Impulsabtrennung im Fernsehempfänger	134
1. Abtrennung der Vertikalimpulse	139
2. Heraushebung durch Differentiation	140
3. Heraushebung durch Integration	141
4. Vertikalablenkung	142
a) Mitlaufende Ladespannung. S. 145. — b) Gegenkopplung	
und mitlaufende Ladespannung. S. 146. — c) Der Sperrschwinger.	
S. 148.	
5. Horizontalablenkung	149
Phasenvergleichsschaltung. S. 150.	
6. Impulsstörungen	154

Die Anwendung der Impulstechnik in der Funknavigation. Von	
Dr.-Ing. E. KRAMAR, C. LORENZ AG., Stuttgart	156
I. DME-Entfernungsmessverfahren	157
II. Loran	165
1. Verfahren	165
2. Frequenzbereich und Ausbreitung	166
3. Dimensionierung, Reichweite, Genauigkeit	168
Impulsverfahren in der Ionosphärenforschung. Von Priv.-Doz. Dr.	
W. DIEMINGER, Institut für Ionosphärenforschung der Max-Planck-Ges., Lindau/Harz	176
I. Impulstechnik	176
1. Impulsdauer und -folge	176
2. Sendertastung	177
3. Empfänger	178
4. Registrierung der Impulslaufzeit und der Impulsamplitude	180
5. Registrierung der Impulsamplitude	183
II. Anwendungen der Impulstechnik in der Ionosphärenforschung	185
1. Echolotung mit fester Frequenz	185
2. Echolotung mit kontinuierlich veränderlicher Frequenz	187
3. Ionosphären-Filmaufnahmen	190
4. Echolotung bei schrägem Einfall	191
5. Anwendung von Amplitudenbeobachtungen	196
6. Impulsrückstreubeobachtungen	198
III. Schlußbemerkung	202
Impulsprobleme der elektronischen Rechenmaschinen. Von Priv.- Doz. Dr. A. SPEISER, Technische Hochschule, Institut für angew. Mathematik, Zürich	
I. Mathematische Bedeutung der Impulse in Rechenmaschinen	204
II. Elektrische Eigenschaften der Impulse	205
III. Impulserzeuger	206
IV. Impulstore	208
V. Das dynamische Äquivalent des Flipflops	212
VI. Speicherung langer Impulsfolgen	213
VII. Abkehr von den Elektronenröhren	216
VIII. Impulsschaltungen mit Transistoren	217
IX. Betriebssicherheit und Störungen	222
X. Servomechanismen mit Impulsen	223
XI. Impulsübertragung über Kraftleitungen	224
Optische Impulstechnik. Von Priv.-Doz. Dr.-Ing. P. K. HERMANN, All- gemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin	
I. Vergleich von optischer und Funk-Impulstechnik	227
1. Bildfolgeübertragung	227
2. Reichweitensteigerung	228
3. Entfernungsmessung	228
4. Bündelung und Abbildung	229

5. Leuchtdichte und Impulsdauer	230
6. Modulationsfrequenzbereich	230
7. Übertragungsdämpfung, Absorption und Streuung	231
II. Empfänger	233
1. Das Auge	233
2. Fotografische Empfänger	236
3. Lichtelektrische Empfänger	237
III. Lichtimpuls Lampen	240
1. Glühlampen	240
2. Leuchtstofflampen	241
3. Funkenblitz-Kinematografie	241
4. Elektronenblitzlampen und Stroboskoplampen	244
5. Fotoflux-Lampen	245
IV. Verschlusstechnik	245
1. Mechanische Verschlüsse	245
2. Elektrische Verschlüsse	247
V. Röntgenblitztechnik	249
VI. Strahlungsenergie dichte	250
Die Impulsübertragung im Nervensystem. Von Dr. H. FACK, Physi- kalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig	259
I. Einleitung	259
1. Aufgaben des Nervensystems	259
2. Technische Forderungen der Impulsübertragung	260
3. Schematischer Aufbau der Nervenfasern	260
II. Struktur und Funktion der Nervenfasern	261
1. Struktur der Nerven	263
2. Passive Eigenschaften der Nervenfasern	263
a) Theorie der Widerstandsmessungen. S. 263. — b) Ausbreitungs- vorgänge. S. 269.	
3. Aktives Verhalten der Nervenfasern	273
a) Beschreibung des Modells. S. 274. — b) Messungen. S. 275.	
Informationstheoretische Behandlung des Gehörs. Von Dr. H. FACK, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig	289
I. Grundbegriffe der Informationstheorie.	289
II. Informationskapazität einer einzelnen Nervenfasern	293
III. Informationskapazität des ganzen Nerven	296
a) Häufung. S. 296. — b) Überlagerung. S. 296. — c) Koordi- nation. S. 297. — d) Vereinigung. S. 299.	
IV. Informationskapazität des Ohres	300
a) Intensitätsschwellen. S. 301. — b) Tonhöhenunterschieds- schwellen. S. 304. — c) Typische Bandbreiten. S. 308. — d) Zwei Erregungssysteme. S. 310. — e) Lautstärke- und Schwellenbildung für kurzdauernde Töne. S. 317. — f) Adaption. S. 319. — g) Ver- deckung. S. 325. — h) Richtungshören. S. 327. — i) Aufbau des Ge- hörs. S. 328. — k) Berechnung der Informationskapazität. S. 330.	
Sachverzeichnis	339