

**Gerhard Wunsch**

---

**Zellulare Systeme**

---

# **REIHE WISSENSCHAFT**

**Die REIHE WISSENSCHAFT ist die wissenschaftliche Handbibliothek des Naturwissenschaftlers und Ingenieurs und des Studenten der mathematischen, naturwissenschaftlichen und technischen Fächer. Sie informiert in zusammenfassenden Darstellungen über den aktuellen Forschungsstand in den exakten Wissenschaften und erschließt dem Spezialisten den Zugang zu den Nachbardisziplinen.**

Gerhard Wunsch

---

**Zellulare Systeme**  
**Mathematische Theorie**  
**kausaler Felder**

---

Mit 32 Abbildungen



Vieweg · Braunschweig

**Prof. Dr. G. Wunsch**

Technische Universität Dresden

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

**Wunsch, Gerhard**

Zellulare Systeme: mathemat. Theorie kausaler Felder. —

1. Aufl. — Braunschweig: Vieweg, 1977.

(Reihe Wissenschaft)

**1977**

**Alle Rechte vorbehalten**

**© Akademie-Verlag Berlin 1977**

**Lizenzausgabe für**

**Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig,  
mit Genehmigung des Akademie-Verlages, DDR — Berlin**

**ISBN-13: 978-3-528-06837-0**

**e-ISBN-13: 978-3-322-86456-7**

**DOI: 10.1007/978-3-322-86456-7**

## Vorwort

Es läßt sich nicht mit wenigen Worten umreißen, was unter dem Begriff „zellulares System“ oder unter „Systemtheorie“ überhaupt zu verstehen ist, zumal sich das Forschungs- und Betrachtungsfeld dieser Theorie in den letzten Jahren außerordentlich erweitert und auch eine Verlagerung seines Schwerpunktes erfahren hat.

Wie jede andere Wissenschaft, so versucht auch die Systemtheorie, eine wesentliche Seite der Realität zu erkennen und zu beschreiben. Nach dem Vorbild der klassischen Physik versucht auch die Systemtheorie, einen nicht überschaubaren Gesamtkomplex von Naturerscheinungen in möglichst einfache und zueinander nur in schwacher Wechselwirkung stehende Teilkomplexe aufzulösen, deren mathematische Beschreibung dann in der Regel keine Mühe macht. Die elektrischen Vorgänge in einer Schaltung oder die meteorologischen Erscheinungen an einem festen Ort der Erde bilden z. B. solche Teilkomplexe. Während aber die klassische Physik und die auf ihrer Grundlage entwickelten technischen Wissenschaften bei diesem Auflösungsprozeß die herauspräparierten Einzelercheinungen selbst und das konkrete mathematische Gesetz des Zusammenspiels der ihnen entsprechenden physikalischen Größen zum Gegenstand der Betrachtung machen, legt die Systemtheorie ihr Augenmerk ausschließlich auf die Struktur (formale Gestalt) des mathematischen Zusammenhangs dieser physikalischen Größen.

Spezielle Größenbereiche mit ihren Verknüpfungsoperationen bilden dann Modelle ein und desselben abstrakten Systems.

In den in der Regel betrachteten Systemen spielen sich alle Vorgänge bei festem Ort nur in der Zeit ab. Die Erscheinungen der Realität aber verlaufen in Raum und Zeit, und es ist offensichtlich, daß die reinen „Zeitmodelle“ der kybernetischen Systemtheorie nur bei relativ einfachen Erscheinungskomplexen ein hinreichend genaues Modell der Wirklichkeit liefern können. Eine Systemtheorie, die Einblicke in einen größeren Ausschnitt der Natur, Technik oder Wirtschaft vermitteln will, muß also grundsätzlich eine Theorie von Raum-Zeit-Modellen sein.

Von diesen Gründen der Systematik ganz abgesehen, kam der Anstoß zur Entwicklung solcher Systemmodelle mit Raumstruktur aus verschiedenen Bereichen wissenschaftlicher Tätigkeit, insbesondere aus der Automatentechnik, der Biologie und der Mikroelektronik. Die von diesen Disziplinen aufgeworfenen Fragen, die uns zur Ausarbeitung der Grundzüge einer allgemeinen Theorie der Raum-Zeit-Systeme (zellulare Systeme) führte, sollen — ohne Vollständigkeit anstreben zu können — hier im Zusammenhang dargestellt werden (bez. der verwendeten algebraischen Grundbegriffe verweisen wir auf den „Anhang“).

In diese Darstellung sind viele Gedanken und Zeichnungen meines Mitarbeiters Dr.-Ing. JUGEL eingeflossen, dem ich an dieser Stelle dafür meinen Dank aussprechen möchte. Gedankt sei auch den Herausgebern und dem Verlag für die Aufnahme dieser Arbeit in diese Reihe.

G. WUNSCH

Dresden, Juni 1976

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung . . . . .	7
1.1.	Grundbegriffe der Systemtheorie . . . . .	7
	Systeme ohne Raumstruktur	
	Systeme mit Raumstruktur	
1.2.	Spezielle Strukturen . . . . .	11
	Nervennetze. Homogene Schichten	
	Homogene mikroelektronische Strukturen	
	Rechnender Raum	
2.	Systembeschreibung . . . . .	16
2.1.	Globale Systembeschreibung . . . . .	18
	Grundbegriffe. Systemabbildung $S$	
	Systemabbildung $S_{x,t}$ . Globale Abbildungen $F$ und $G$	
	Zustandsalphabet $Z$	
2.2.	Lokale Systembeschreibung . . . . .	42
	Strukturfunktion $\varphi$ . Systemabbildung $S^\varphi$	
	Zustandsgleichungen I. Zustandsgleichungen II	
3.	Systemklassifizierung . . . . .	61
3.1.	Grundklassen . . . . .	62
	Zeitinvarianz. Homogenität. Isotropie	
	Lineare Systeme. Topologische Systeme	
3.2.	Diskrete Systeme . . . . .	71
	Diskrete Zeit. Diskreter Raum I. Diskreter Raum II	
3.3.	Zeitinvariante diskrete Systeme . . . . .	84
	Grundgleichungen. Berechenbare Konfigurationen	
4.	Lineare Systeme . . . . .	92
4.1.	Autonome Systeme . . . . .	93
	Systemgleichungen. $\zeta$ -Transformation. Freie Propagationen	
4.2.	Nichtautonome Systeme . . . . .	110
	Systemgleichungen. Systemcharakteristiken	
	Systemsynthese. Homogene Schichten	

<b>4.3. Modellierung kausaler Prozesse</b> . . . . .	<b>124</b>
Differenzensysteme. Prozeßmodelle	
<b>Anhang</b> . . . . .	<b>137</b>
<b>Symbole</b> . . . . .	<b>145</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> . . . . .	<b>147</b>
<b>Sachwortverzeichnis</b> . . . . .	<b>148</b>