

### **Editor / Herausgeber:**

Prof. Salomon Klaczko-Ryndziun, Frankfurt a. M.

### **Co-Editors / Mitherausgeber:**

Prof. Ranan Banerji, Temple University, Philadelphia  
Prof. Jerome A. Feldman, University of Rochester, Rochester  
Prof. Mohamed Abdellrahman Mansour, ETH, Zürich  
Prof. Ernst Billeter, Universität Fribourg, Fribourg  
Prof. Christof Burckhardt, EPF, Lausanne  
Prof. Ivar Ugi, Technische Universität München  
Prof. King-Sun Fu, Purdue University, West Lafayette

## **Interdisciplinary Systems Research** *Analysis — Modelling — Simulation*

*The system science has been developed from several scientific fields: control and communication theory, model theory and computer science. Nowadays it fulfills the requirements which Norbert Wiener formulated originally for cybernetics; and were not feasible at his time, because of insufficient development of computer science in the past.*

*Research and practical application of system science involve works of specialists of system science as well as of those from various fields of application. Up to now, the efficiency of this co-operation has been proved in many theoretical and practical works.*

*The series 'Interdisciplinary Systems Research' is intended to be a source of information for university students and scientists involved in theoretical and applied systems research. The reader shall be informed about the most advanced state of the art in research, application, lecturing and metatheoretical criticism in this area. It is also intended to enlarge this area by including diverse mathematical modeling procedures developed in many decades for the description and optimization of systems.*

*In contrast to the former tradition, which restricted the theoretical control and computer science to mathematicians, physicists and engineers, the present series emphasizes the interdisciplinarity which system science has reached until now, and which tends to expand. City and regional planners, psychologists, physiologists, economists, ecologists, food scientists, sociologists, political scientists, lawyers, pedagogues, philologists, managers, diplomats, military scientists and other specialists are increasingly confronted or even charged with problems of system science.*

*The ISR series will contain research reports — including PhD-theses — lecture notes, readers for lectures and proceedings of scientific symposia. The use of less expensive printing methods is provided to assure that the authors' results may be offered for discussion in the shortest time to a broad, interested community. In order to assure the reproducibility of the published results the coding lists of the used programs should be included in reports about computer simulation.*

*The international character of this series is intended to be accomplished by including reports in German, English and French, both from universities and research centers in the whole world. To assure this goal, the editors' board will be composed of representatives of the different countries and areas of interest.*

## **Interdisziplinäre Systemforschung** *Analyse — Formalisierung — Simulation*

*Die Systemwissenschaft hat sich aus der Verbindung mehrerer Wissenschaftszweige entwickelt: der Regelungs- und Steuerungstheorie, der Kommunikationswissenschaft, der Modelltheorie und der Informatik. Sie erfüllt heute das Programm, das Norbert Wiener mit seiner Definition von Kybernetik ursprünglich vorgelegt hat und dessen Durchführung zu seiner Zeit durch die noch ungenügend entwickelte Computerwissenschaft stark eingeschränkt war.*

*Die Forschung und die praktische Anwendung der Systemwissenschaft bezieht heute sowohl die Fachleute der Systemwissenschaft als auch die Spezialisten der Anwendungsgebiete ein. In vielen Bereichen hat sich diese Zusammenarbeit mittlerweile bewährt.*

*Die Reihe «Interdisziplinäre Systemforschung» setzt sich zum Ziel, dem Studenten, dem Theoretiker und dem Praktiker über den neuesten Stand aus Lehre und Forschung, aus der Anwendung und der metatheoretischen Kritik dieser Wissenschaft zu berichten.*

*Dieser Rahmen soll noch insofern erweitert werden, als die Reihe in ihren Publikationen die mathematischen Modellierungsverfahren mit einbezieht, die in verschiedensten Wissenschaften in vielen Jahrzehnten zur Beschreibung und Optimierung von Systemen erarbeitet wurden.*

*Entgegen der früheren Tradition, in der die theoretische Regelungs- und Computerwissenschaft auf den Kreis der Mathematiker, Physiker und Ingenieure beschränkt war, liegt die Betonung dieser Reihe auf der Interdisziplinarität, die die Systemwissenschaft mittlerweile erreicht hat und weiter anstrebt. Stadt- und Regionalplaner, Psychologen, Physiologen, Betriebswirte, Volkswirtschaftler, Ökologen, Ernährungswissenschaftler, Soziologen, Politologen, Juristen, Pädagogen, Manager, Diplomaten, Militärwissenschaftler und andere Fachleute sehen sich zunehmend mit Aufgaben der Systemforschung konfrontiert oder sogar beauftragt.*

*Die ISR-Reihe wird Forschungsberichte — einschliesslich Dissertationen —, Vorlesungsskripte, Readers zu Vorlesungen und Tagungsberichte enthalten. Die Verwendung wenig aufwendiger Herstellungsverfahren soll dazu dienen, die Ergebnisse der Autoren in kürzester Frist einer möglichst breiten, interessierten Öffentlichkeit zur Diskussion zu stellen. Um auch die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, werden in Berichten über Arbeiten mit dem Computer wenn immer möglich auch die Befehlslisten im Anhang mitgedruckt.*

*Der internationale Charakter der Reihe soll durch die Aufnahme von Arbeiten in Deutsch, Englisch und Französisch aus Hochschulen und Forschungszentren aus aller Welt verwirklicht werden. Dafür soll eine entsprechende Zusammensetzung des Herausbergremiums sorgen.*

# **ISR 25**

**Interdisciplinary Systems Research  
Interdisziplinäre Systemforschung**

Claus W. Gerberich

# **Alternativen der Forschungs- und Entwicklungspolitik eines Unternehmens**

**Eine dynamische Computersimulation von Folgen der  
Unternehmensreaktion auf endogene und exogene Faktoren**

Springer Basel AG 1976

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

**Gerberich, Claus W.**

Alternativen der Forschungs- und Entwicklungspolitik eines Unternehmens: e. dynam. Computersimulation von Folgen d. Unternehmensreaktion auf endogene u. exogene Faktoren. — 1. Aufl. — Basel, Stuttgart: Birkhäuser, 1976.

(Interdisciplinary systems research; 25)

ISBN 978-3-7643-0875-9

All Rights Reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the Copyright owner.

© Springer Basel AG 1976

Ursprünglich erschienen bei Birkhäuser Verlag Basel, 1976

ISBN 978-3-7643-0875-9

ISBN 978-3-0348-5156-5 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-0348-5156-5

## V O R W O R T

Ziel dieser Untersuchung ist es, die Probleme der industriellen Forschungs- und Entwicklungspolitik mit Hilfe der Systemforschung zu betrachten und Beiträge für ihre Lösung zu geben. Das Hauptgewicht liegt somit auf den langfristigen strategischen Entscheidungsproblemen, die bisher von einer quantitativen Analyse weitgehend ausgeklammert waren.

Die Komplexität der Problemstellung verlangt auch eine spezifische Behandlung. Da der Einsatz analytischer Methoden bei der Untersuchung der Probleme der Forschungspolitik nicht mehr möglich ist, wird hier eine andere Vorgehensweise eingeschlagen. Unter Einsatz des Systemgedankens wird ein systemanalytisches Modell entwickelt. Des Weiteren wird eine dynamische Methode benutzt, da die Dynamik ein tragendes Element der Forschung darstellt. Diese Voraussetzungen erfüllt die Methode des System Dynamics.

Mit dem systemanalytischen Modell wird versucht, Hypothesen über die zentralen Probleme der Forschung anhand der Analyse des errechneten Modellverhaltens zu überprüfen.

Diese Erkenntnisse werden im letzten Teil der Arbeit bei zusätzlichen Modellexperimenten benutzt. Damit wird gezeigt, welche Auswirkungen alternative Entscheidungsstrategien auf die Forschungstätigkeit haben und wie verschiedene Umwelteinflüsse das Systemverhalten bestimmen.

# I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	Seite
1. <u>GRUNDLAGEN DER FORSCHUNGSPOLITIK</u>	1
1.1. ANSATZE FUR EINE RATIONALE STEUERUNG DER F u. E -PROZESSE	7
1.1.1. Spezifische Kennzeichen der F u. E - Prozesse	9
1.1.2. Planung und Kontrolle im Bereich der F u. E	30
1.1.3. Verflechtungen der F u. E mit anderen Subsystemen des Unternehmens	40
1.2. PHASEN DER F u. E UND IHRE STEUERUNG	44
1.2.1. Planen des Gewinnens von Ideen fur die F u. E und Auswahlen von F u. E - Projekten	46
1.2.2. Planen des Zusammenstellens und Bud- getierens von F u. E - Programmen	64
1.2.3. Planen und Kontrollieren der Durch- fuhrung und der Erfolge' von F u. E - Programmen	93
1.3. BOSARTIGE PROBLEME DER F u. E - POLITIK	110
1.3.1. Problemdefinition und Selektion von F u. E - Projekten	115
1.3.2. Erfolgswahrscheinlichkeiten von F u. E - Programmen	119
1.3.3. Vorhersagbarkeit von Faktoreinsatzen, Zeit und Ergebnissen von F u. E - Programmen	120
2. <u>EIN KOMPLEXES, DYNAMISCHES MODELL ZUR UNTERSTUTZUNG     DER F u. E - POLITIK</u>	122
2.1. GRUNDLAGEN DES MODELLS	127
2.1.1. Zielsetzungen und Grenzen des Modells	128
2.1.2. Aufbau des Modells	132
2.1.3. Loopstruktur	140
2.2. SEKTOREN DES MODELLS	159
2.2.1. Stand des technischen Wissens	159

	Seite
2.2.1.1. Branchensektor	162
2.2.1.2. Unternehmenssektor	169
2.2.1.3. Konkurrenzsektor	187
2.2.2. Einsatzfaktoren und Kosten der F u. E - Tätigkeit	194
2.2.2.1. F u. E - Budgetsektor	196
2.2.2.2. F u. E - Personalsektor	214
2.2.2.3. F u. E - Kostensektor	232
2.2.3. F u. E - Prozeß und -Erfolg	243
2.2.3.1. Sektor der Auswahl des F u. E - Programms	246
2.2.3.2. Sektor des Programmablaufs und -Erfolgs	269
2.2.3.3. Sektor der Erfolgswahr- scheinlichkeit der F u. E	301
2.3. VERHALTEN DES BASISMODELLS	331
2.3.1. Versuche zur Modellvalidierung	332
2.3.2. Basislauf des Modells	337
2.3.3. Ansatzpunkte für die F u. E - Politik aus den Erkenntnissen des Basislaufs	359
<u>3. ANALYSE DES MODELLS</u>	364
3.1. MODELLTESTS MIT DER VARIATION UNTERNEHMENS- EIGENER AKTIONSPARAMETER	365
3.1.1. Variationen der Zielsetzungen für das Wissen der Unternehmung	365
3.1.2. Variationen des Einsatzes an finan- ziellen Mitteln und des Umfangs des F u. E - Programms	374
3.1.3. Variationen von Aktionsparametern beim F u. E - Prozeß	390
3.2. MODELLTESTS ZUR ANPASSUNG DER F u. E AN VARIIERTE EXOGENE EINFLÜSSE	408
3.2.1. Technischer Stand der Branche und der Konkurrenz	408
3.2.2. Exogene Einflüsse auf die Bestim- mung des Forschungsbudgets und des Forschungspersonals	416

3.2.3. Exogene Determinanten der F u. E - Kosten	431
3.3. ERKENNTNISSE AUS DER MODELL-SIMULATION FÜR DIE F u. E - POLITIK	439
Literaturverzeichnis	
Abbildungsverzeichnis	
Anhang - DYNAMO-Gleichungen	