

---

Mathematik im Fraunhofer-Institut

---

Helmut Neunzert • Dieter Prätzel-Wolters  
(Hrsg.)

# Mathematik im Fraunhofer-Institut

Problemgetrieben — Modellbezogen —  
Lösungsorientiert

 Springer Spektrum

*Herausgeber*

Helmut Neunzert  
Fraunhofer Institut für Techno- und  
Wirtschaftsmathematik (ITWM)  
Kaiserslautern, Germany

Dieter Prätzel-Wolters  
Fraunhofer Institut für Techno- und  
Wirtschaftsmathematik (ITWM)  
Kaiserslautern, Germany

ISBN 978-3-662-44876-2  
DOI 10.1007/978-3-662-44877-9

ISBN 978-3-662-44877-9 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Mathematics Subject Classification (2010): 00-02, 00A07, 00A35, 00A69, 01A74, 00A71, 34-XX, 35-XX, 60Gxx, 62-07, 93-XX, 76-XX, 91Gxx, 97-XX

Springer Spectrum

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

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. Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

*Einbandabbildung:* G. Ermel, Fraunhofer ITWM

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Berlin Heidelberg ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media  
([www.springer.com](http://www.springer.com))

---

## Vorwort

Die Mitarbeiter eines mathematischen Fraunhofer-Instituts sind sehr damit beschäftigt, mit industriellen Auftraggebern Probleme zu diskutieren und diese Probleme dann mit Hilfe der Mathematik und des Computers zu lösen. Nachdenkphasen, die Projekte der öffentlichen Hand und aus Eigenmitteln finanzierte Vorlaufforschung hin und wieder ermöglichen, dienen meist der mathematischen Grundlegung dieser Problemlösungen. Da auch noch einen Schritt zurückzutreten, um das eigene Tun kritisch zu betrachten und es dann verständlich und präzise darzustellen, bedarf großen Einsatzes und großer Begeisterung.

Trotzdem haben es 18 Mitarbeiter und 5 andere, dem Institut eng verbundene Mathematiker unternommen, in diesem Buch über ihr Denken und Tun zu berichten. Da geht es zunächst um die vier Grundkonzepte, die unsere Arbeit bestimmen: Wir modellieren, berechnen, optimieren und analysieren Daten; was das in unseren Fall bedeutet, beschreiben vier kürzere Konzeptartikel.

Und dann werden exemplarisch fünf Projekte, vielleicht besser Projektgruppen vorgestellt – und dieses „Vorstellen“ meinen wir ernst:

Da wird erst das nicht-mathematische Problem beschrieben und erklärt, warum die üblichen Lösungsansätze nicht funktionieren; auch, warum die schon existierende Mathematik oft nicht genügt und wieviel Vorarbeiten im Umfeld der Fragestellungen, etwa in Form von Doktorarbeiten, schon im ITWM entstanden sind. Der Kern dieser fünf Forschungskapitel ist dann aber harte Mathematik – die Modelle und ihre numerische Auswertung. Und schließlich wird die „Lösung“ beschrieben, das, was der Kunde erhält, oft auch Software.

In einem abschließenden Kapitel beschreiben wir detailliert, wie man diese Problemgebiete, Modellbasierte und Lösungsorientierte Mathematik auch in die Schulmathematik einführen kann, um so dieser wieder mehr Bedeutung zu geben und die Freude der Schüler an der Mathematik zu verstärken.

Wir haben ganz verschiedene Lesergruppen im Auge: Da sind die Menschen in der Industrie und der Wirtschaft, denen deutlich gemacht werden soll, dass Mathematiker Probleme nicht nur diskutieren oder analysieren, sondern sie auch lösen. Da sind die Hochschulmathematiker, die überzeugt werden sollen, dass dieses Tun auch der Mathematik neue Impulse gibt. Wir denken an Studierende, die ja doch wissen wollen, was sie später

in ihrem Beruf wirklich tun; Hochschullehrer werden ja doch die wenigsten. Die, die Lehrer werden wollen oder schon sind, können nachlesen, wie sie der Schulmathematik neuen Schwung verleihen können.

Erhebt „das Fraunhofer-Institut“ zu Recht den Anspruch, all diese Versprechen einlösen zu können? „Das Fraunhofer-Institut“ des Titels persifliert die Sprechweise der Medien, die bei fast jeder von Fraunhofer gemachten Erfindung von einer Erfindung „des Fraunhofer-Instituts“ sprechen. Nun gibt es ja über 65 solcher Institute in der Fraunhofer-Gesellschaft; drei davon basieren auf mathematischen Methoden, das ITWM in Kaiserslautern, das SCAI in Sankt Augustin und das Mevis in Bremen. Das ITWM ist von diesen heute das Institut mit den höchsten Industrieerträgen und dem stärksten Wachstum. Dieses phantastische Wachstum des Instituts in den fast 20 Jahren seines Bestehens ist ein glänzender Beweis dafür, dass Mathematik wirklich eine Schlüsseltechnologie geworden ist. Und deshalb glauben wir, alle Leser von dieser Art von Mathematik überzeugen zu können!

Kaiserslautern, Germany  
August 2014



Dieter Prätzel-Wolters



Helmut Neunzert

---

# Inhaltsverzeichnis

## Teil I Einleitung

<b>Probleme dominieren Methoden: Eine etwas andere Mathematik aus einem etwas anderen Haus</b> . . . . .	3
Dieter Prätzel-Wolters und Helmut Neunzert	

## Teil II Die Konzepte

<b>Modellierung</b> . . . . .	33
Helmut Neunzert	
<b>Berechnung</b> . . . . .	49
Oleg Iliev, Konrad Steiner und Oliver Wirjadi	
<b>Datenanalyse</b> . . . . .	65
Patrick Lang und Jürgen Franke	
<b>Optimierungsprozesse</b> . . . . .	85
Karl-Heinz Küfer	

## Teil III Die Forschung

<b>Virtuelle Produktion von Filamenten und Vliesstoffen</b> . . . . .	105
Raimund Wegener, Nicole Marheineke und Dietmar Hietel	
<b>Modellierung und Simulation von Filtrationsprozessen</b> . . . . .	167
Oleg Iliev, Ralf Kirsch, Zahra Lakdawala, Stefan Rief und Konrad Steiner	
<b>Maximale Materialausbeute bei der Edelsteinverwertung</b> . . . . .	239
Karl-Heinz Küfer, Volker Maag und Jan Schwientek	
<b>Robuste Zustandsschätzung komplexer Systeme</b> . . . . .	303
Jan Hauth, Patrick Lang und Andreas Wirsén	

<b>Optionsbewertung in der Praxis: Das stochastische Volatilitätsmodell nach Heston</b> . . . . .	367
Sascha Desmettre, Ralf Korn und Tilman Sayer	
<b>Teil IV Die Ausbildung</b>	
<b>Angewandte Schulmathematik – Made in Kaiserslautern</b> . . . . .	421
Wolfgang Bock und Martin Bracke	