



Gunter
Dueck

Das Sintflutprinzip

2. Auflage

Ein Mathematik-Roman

 Springer

**Gunter
Dueck**



Das Sintflutprinzip

2. Auflage

Ein Mathematik-Roman

 **Springer**

Das Sintflutprinzip

Gunter Dueck

Das Sintflutprinzip

Ein Mathematik-Roman

Zweite, um ein Nachwort des Autors ergänzte Auflage

Mit 22 Illustrationen von Stefan Budian

Professor Dr. Gunter Dueck
IBM Deutschland GmbH
Gottlieb-Daimler-Str. 12
68165 Mannheim
dueck@de.ibm.com
www.omnisophie.com

ISBN-10 3-540-33873-X Springer Berlin Heidelberg New York
ISBN-13 978-3-540-33873-4 Springer Berlin Heidelberg New York
ISBN 3-540-20526-8 1. Auflage Springer Berlin Heidelberg New York

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk-sendung, 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 ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media
springer.de

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2004, 2006
Printed in Germany

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. Text und Abbildungen wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet. Verlag und Autor können jedoch für eventuell verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Umbruch: perform, Heidelberg
Herstellung: LE-TeX, Jelonek, Schmidt & Vöckler GbR, Leipzig
Umschlaggestaltung: KünkelLopka Werbeagentur, Heidelberg
Gedruckt auf säurefreiem Papier 33/3142 YL - 5 4 3 2 1 0

Mathematik-Cocktail mit viel Wasser

Dies ist ein mathematisches Märchen über Optimierung. Eine märchenhafte Rahmenhandlung reflektiert lieb und satirisch das menschliche Bestreben, der Beste zu sein. Sie bildet das Gerüst für ein kleines Lehrbuch der mathematischen Optimierung, die hier für interessierte Laien fast ganz ohne mathematische Formeln dargestellt wird. Um dieses Mathematische herum gibt das Buch eine Fülle von Praxiseinblicken, die uns bei der IBM während der Arbeit an realen Optimierungsproblemen in der Industrie möglich waren. Das *Sintflutprinzip* soll alles das bieten: Unterhaltung, Einblick in die Forschung und in die Arbeitspraxis – dazu eine gute Portion Lebensphilosophie über das Beste.

Dieses Buch ist mein erstes Buch. Es lag knapp zehn Jahre auf Disketten im Staub. Ich konnte damals keinen Verlag (zum Springer-Verlag kam ich erst später) überzeugen, ein solch merkwürdiges Buch zu drucken. Wissen Sie, ich wollte zu viel mit diesem Buch, es war ja mein erstes. Es ist ja sehr schön geworden, finde ich, aber es ist für einen Verlag ganz schwierig zu sagen, wer es lesen soll und warum! Unterhaltung *und* Mathematik? Mit Zitaten aus dem Tao Te King womöglich? Heute, da ich nun schon einige erfolgreiche Bücher geschrieben habe, die eher noch merkwürdiger sind als dieses hier, ist das Publizieren kein großes Wagnis mehr, bestimmt nicht für meinen Verleger Hermann Engesser, der mit der Auflage meines ersten *wirklich* gedruckten Buches *Wild Duck* schon alle Wagnisse hinter sich hat.

Lesen Sie hier ein Mathematikbuch der ganz anderen Art! Elke Schmidt, die derzeit die Oberstufe eines Gymnasiums besucht, hat für mich das Buch zur Probe gelesen. Ich hatte beim Schreiben den Anspruch, dass sie es verstehen müsste. Sie hat aber dann eher gefragt, wo denn die Mathematik im Buche sei – sie habe doch so viele Formeln erwartet! Es sind aber praktisch keine Formeln drin! Hmmh. Hat denn Mathematik nicht viel mehr mit Vorstellungen und Bildern zu tun? Davon gibt es im Buch viele. Sind Formeln denn nicht nur rigide Denkkrücken oder Verständigungsformen für Mathematiker, die sich so ihre inneren Bilder gegenseitig mitteilen? Was ist Mathematik? Die Idee? Oder der Beweis? Die Formel? Oder das Bild?

Ich habe es einmal ohne Formeln versucht. Dafür zeigen wir wahrhaftige Bilder des Künstlers Stefan Budian, die er extra für dieses Buch angefertigt hat. Sie passen kongenial zum Sintflutprinzip. Für eine Ausstellung von Stefan Budian habe ich einmal eine Würdigung verfasst. Sie heißt *Identität in Farbe*. Ich hänge diese an das eigentliche Buch an, zusammen mit dem winzigen Artikel über *Mathematik, 15-prozentig*. Hier werden noch Restgeheimnisse zur Optimierung gelüftet, wie sie das wahre Leben schreibt.

Das Buch enthält etliche Abbildungen. Dahinter steckt eine Menge Arbeit von Hermann Stamm-Wilbrandt, Detlef Straeten, Gerhard Schrimpf, Johannes Schneider und Peter Korevaar, die auch alle einen großen Beitrag zur Entwicklung der in diesem Buch dargestellten Mathematik geleistet haben.

Etliche Bilder habe ich aus dem Videofilm *Mathematische Optimierung – Das Sintflutprinzip* herausgeschnitten, den hauptsächlich Tobias Scheuer (mit mir) beim Verlag Spektrum der Wissenschaft produziert hat.

Carmen Bierbauer passt immer auf, dass ich nichts Langweiliges oder politisch Unkorrektes schreibe. Sie ist für mich so etwas wie ein externer Seismograph ...

Inhaltsverzeichnis

I.	Die Suche nach dem Besten	1
II.	Das Beste oder Höchste, was ist das genau?	9
	1. Vor der Sintflut, eine Begebenheit	11
	2. Optimierungsprobleme	13
	3. Das Beste, der Größte: Über Höhenmesser	15
	4. Die Zielfunktion	16
	5. Das berühmte Problem des Handlungsreisenden	17
	6. Das Rucksackproblem.....	20
	7. Tourenplanung	23
	8. Beste Netztopologien.....	24
	9. Stundenpläne, Standorte, Flugpläne,	26
	10. Die Welt verbessern durch mathematische Optimierung	28
III.	Besser-werden-müssen	33
	1. Der große Regen	35
	2. Die Sintflut.....	37
	3. Sintfluten im Alltag.....	39
IV.	Wo soll es lang gehen? Beispiele!	43
	1. En famille.....	45
	2. Tourenplanung in der Praxis.....	49
V.	Der menschliche Faktor	53
	1. Die Menschen sind verschieden	55
	2. Realisten und Visionäre	64
	3. Gemeinsam nach oben	65
	4. Ein Unternehmen führt Tourenoptimierung ein	66
	5. Meinungssalate	68

VI. Zur Beachtung! Wichtig!	73
1. Aus der Höhenberatung.....	75
2. Mauern überall: „Das geht so nicht.“	78
3. Die Sanduhr der Ungeduld: „Wir müssen etwas vorweisen!“ ..79	
4. Der Risikofaktor: „Es darf nur gut ausgehen, wenn wir etwas wagen.“	81
5. Der Unlustfaktor: „Etwas in mir hasst diese Arbeit und lähmt.“	82
6. Im Cockpit des Entscheiders	83
VII. Laufbahnen vor der Flut	85
1. Claims	87
2. Rettungsdienste für Wasserumschlossene	88
3. Der Weg ist das Ziel.....	89
4. Überleben leicht gemacht	92
5. Unsere Fluchtbahn: Ein Einwurf.....	92
VIII. Das Sintflutprinzip	95
1. Ein Wanderer in den Bergen.....	97
2. Ein Steilkurs im Höhensuchen beginnt	97
3. Wer ist der Größte in der Stadt?	98
4. Hochpunkte oder Maxima von Kurven – aus der Schule	98
5. Ideen der linearen Optimierung.....	99
6. Ganzzahlige Optimierung	107
7. Pragmatische Strategien zur Höhensuche.....	109
8. Wir probieren TOTAL auf dem Computer.....	112
9. ZUFALL auf dem Computer	123
10. HINAUF.....	125
11. Sintflut und Threshold Accepting (TA) und Simulated Annealing (SA).....	126
IX. Über Entdecker, Erbauer und Manager	139
1. Fahnen, Papers, Glaube, Ruhm und Ehre.....	141
2. In Nützlichkeitszustand gebracht	144
3. Nummer-1-AG	145

X.	Das Wesen einer Innovation	147
	1. Naturpetersilie	149
	2. En vogue	151
	3. Das Naturpetersilien-Business	152
	4. Der Bergnaturpetersilientrust	153
	5. Was ist für Kunden optimal?	153
XI.	Der große Wurf – die Grundsatzentscheidung	157
	1. Wohin, wenn Wege sich gabeln?	159
	2. Die Claims der Wahrheit.....	160
	3. Die Minderheitenentschädigung.....	162
	4. Wanderhaie	162
	5. Die große Lösung für alles	163
XII.	Mehr über die Komplexität realer Probleme.....	167
	1. Wie reale Optimierungsprobleme aussehen	169
	2. Sintflutalgorithmen für die Tourenplanung	173
	3. Jetzt noch mehr Schwierigkeiten, immer mehr	177
	4. Wir bauen einen Tourenoptimierer.....	179
	5. Wir geben die Daten in den Optimierer ein	180
	6. Optimize!	181
	7. Was herauskommt.....	183
	8. Ganz anders: Netzoptimierung.....	185
	9. Wir optimieren ein Netz	188
	10. Der einfache Sintflutalgorithmus funktioniert nicht bei Netzen	192
XIII.	Ruin & Recreate	195
	1. Vor dem großen Sprung.....	197
	2. Gebirge oder Spitzberg?.....	198
	3. Der weite Schritt der Spinne	199
	4. Der große Sprung.....	202
	5. Große Sprünge bei komplexen Optimierungsproblemen!.....	203
	6. Sprünge beim Travelling-Salesman-Problem	206
	7. Ruin & Recreate „im Leben“	208

XIV. Service und Flexibilität	211
1. Organisation großer Sprünge	213
2. „Is schön organisiert!“	214
3. Alles ISO oder was?	215
4. Service & Optimierung: „Hinrütteln“ von Optima	216
5. Einsatzdisposition (online dispatching)	217
6. Optimierung im Zentrum der Auftragsbearbeitung	220
7. Gute Dispositionslösungen	223
XV. Technology Over-Kill	225
1. Worte der Ruhigen: Nicht auf die Spitze treiben!	227
2. Nach oben wird es heller!	227
XVI. Darwins Floh im Ohr ist das Verderben	231
1. Die Krone der Schöpfung	233
2. Interview über den Regen	233
3. Das Böse und die Evoplosion	236
XVII. Beim Weisen	239
XVIII. Identität in Farbe: Gedanken über Stefan Budian	243
XIX. Nachlese: Mathematik, 15-prozentig	249
XX. Nachwort: Die Profanisierung der Optimierung	255
Einige Seufzer zur zweiten Auflage, „zehn Jahre danach“	257
Literaturverzeichnis	263

Die Suche nach dem Besten

Wir alle wollen das Beste. Wir wählen stets das Beste. Wir ringen um das Bestmögliche. Wir wissen, was das Beste für andere ist.

Dieses Buch will nachdenken helfen, wie wir es finden, das Beste. Es ist eine eigenartige Mischung geworden, was eigentlich als Leitfaden gedacht war, wie wir mit Logik, Gespür und Wissenschaft wesentliche Wirtschaftsprobleme bewältigen können. Millioneneinsparungen durch ein großartiges mathematisches Computerverfahren! So wollte ich berichten. Besser, einfacher, schneller, effizienter und kostengünstiger! Während ich in meinem Arbeitsleben versuchte, solche Verfahren in der Industrie zur Anwendung zu bringen, machte ich aber die überwältigende Erfahrung davon, was ich nachher unter dem *menschlichen Faktor* bespreche. Die Ziele nämlich, unter denen wir vordergründig arbeiten, heißen etwa Kostendrücken oder Umsatzsteigern. Es sind aber *nicht* die eigentlichen Ziele von uns Menschen. Wir möchten eine interessante, herausfordernde Arbeit und nette Kollegen, wir lieben ruhige Sicherheit und eine auskömmliche Lage.

Wenn wir also in der Wirtschaft Tourenoptimierung, Lagereffizienz, Liegenschaftsstraffungen, Arbeitsorganisationen, Ablaufoptimierung, Einsatzpläne als Problemlöser mit neuesten wissenschaftlichen Methoden angehen, so treffen diese Lösungen, die das Beste finden, auf ein menschliches Arbeitsumfeld, das ebenfalls zu seinem Recht kommen will. Oft wird leider erst hier deutlich, was denn das Beste ist: für Sie, für mich, für unseren Chef, für unsere Firma, für die Gesellschaft. Wir ersticken oft in unseren Zielkonflikten und entscheiden lieber später, nach gründlicher Diskussion, vielleicht.

In diesem Buch möchte ich unsere menschliche Welt mit der wissenschaftlichen Welt zusammenbringen und mit Ihnen nachdenken, ob wir nicht alle gemeinsam trotz verschiedener Ziele das Beste finden können. Dazu müssen zwei ganz anders geartete Gedankenwelten zusammengefügt werden.

Ich habe versucht, beide Welten „unter der Sintflut zu vereinen“. Stellen Sie sich vor, es regnet ununterbrochen auf der Erde. Das Wasser steigt. Es besteht die offensichtliche Notwendigkeit, einen hohen Punkt auf der Erde zu finden. Was tun Sie? Warten Sie, ob der Regen nicht doch noch aufhört? Kaufen Sie ein Berggrundstück? Rufen Sie um Hilfe?

Es gibt mathematische Verfahren, bei denen Computer quasi einem sintflutartigen Regen ausgesetzt werden, um das Beste zu finden. Computer sollen die höchsten Stellen eines fiktiven unerforschten Planeten finden. Hohe Gebirgsspitzen bedeuten in der Computerwelt dann gute oder exzellente mathematische Lösungen. Berggipfel werden als kostengünstigste Flugpläne oder profitabelste Wertpapieranlagen interpretiert. Damit

der Computer auch wirklich anständig sucht und Erfolg hat, erzeugt der Programmierer eine Regenflut, vor der der Computer fliehen muss. Auf der Flucht findet er schließlich fabelhaft hohe Berggipfel und wir Menschen erhalten auf diese Weise gute Flugpläne.

Diese Sintflutverfahren stelle ich Ihnen in diesem Buch vor. Das Schöne dabei ist, dass sehr viele Phänomene dieser Verfahren auch in der menschlichen Welt unseres eigenen Verhaltens beobachtet werden können. Mit viel Augenzwinkern kann so unter dem Dachbegriff der Sintflut eine Brücke zwischen Computer und Mensch geschlagen werden, eine Verbindung zwischen den Erfordernissen ökonomischer Effizienz und unserer persönlichen, privaten Vorstellung des Besten. Ich habe versucht, dieses Augenzwinkern durch das ganze Buch hindurchzutragen und Ihnen eine Mischung aus Wissenschaft, Satire und Nachdenklichkeit zu servieren.

Zum Aufbau des Buches: Die verschiedenen Kapitel bestehen aus einem „illustrierenden“ Teil und einem „sachlichen“. Die illustrierenden Abschnitte habe ich als eine Art Fortsetzungsroman geschrieben, in dessen einzelnen Minikapiteln die Menschen eines kleinen Volkes unentwegt schöne Ideen haben, wie sie einer drohenden Sintflut entkommen. Diese Geschichte endet, na ja, mit einem vielleicht unbefriedigenden Schluss – wie sollte es auch anders sein, wenn Optimierungsprobleme viel einfacherer Art viele Manager und Mathematiker ein Berufsleben lang beschäftigen. Die Rahmengeschichte soll vor allem zum Nachdenken anregen. In den (mehr) sachlichen Teilen lege ich dann jeweils die in der Geschichte aufgetretenen Probleme genauer dar und diskutiere Lösungsmöglichkeiten.

Da nun mehrere Handlungsstränge miteinander verbunden sind und das Buch ein ganz ordentliches Geflecht geworden ist, stelle ich hier kurz das Gedankengerüst vor.

Wie schon gesagt, beginnen wir in einer Rahmengeschichte damit, dass über eine Welt von Menschen eine wirkliche Sintflut hereinbricht, die sich jetzt „optimal retten“ müssen. Die Menschen leben am Anfang unten, am Wasser, das nun leider von Beginn des Buches an steigt und steigt. Der Wasserspiegel hebt sich langsam. Unsere Gedanken folgen den immer stärkeren Zwängen der Menschen, die Berge erreichen zu müssen. Den verschiedenen Stufen auf der Flucht entsprechen in etwa die Kapitel des Buches. Wie in einem ordentlichen Buch fangen wir also unten am Wasser an und arbeiten uns langsam in die Höhen vor. Die Geschichte beginnt mit realem Druck und endet in den Wolken.

Soweit die Fakten. Nun aber möchte ich noch ein paar notwendige Erläuterungen zu den künstlerischen Illustrationen von Stefan Budian und etwas zur Entstehungsgeschichte des Buches verraten.

Ich gestehe vorweg: Dieses Buch ist mein allererstes! Und zwar zu etwa 90 Prozent. Ich habe es schon in den Jahren 1994 bis 1996 geschrieben und sofort das Interesse eines angesehenen Verlages gefunden. Das war für mich als Jungautor ganz überirdisch! Es stellte sich jedoch zunehmend heraus, dass das Buch völlig verrückt geschrieben sein würde. Man mochte es wohl gerne lesen, ja, und lehrreich war es auch, ja. Aber es war eben zu verrückt! Inzwischen habe ich ja schon andere Bücher geschrieben, die Sie vielleicht gelesen haben. Sie kennen also meine Art zu schreiben und finden das Buch jetzt normal, weil Sie heute ja wissen, dass ich nicht verrückt bin, sondern immer so bin. Das war damals noch nicht klar – nämlich, dass ich immer so bin. Deshalb wurde darauf gedrungen, ein vernünftiges Buch daraus zu machen, was bei dem Stoff unbedingt möglich sein musste. Das hätte aber bedeutet, dass ich mich hätte nun künstlich vernünftig stellen müssen, was ich durchaus ganz gut kann, sagen die Leute. Aber, bitte! Doch nicht in meiner Freizeit, wenn ich Bücher schreibe und dafür kaum Geld bekomme! Danach versuchte man, mich an meine wissenschaftliche Reputation zu erinnern. Das funktioniert bei Professoren der Mathematik meistens ganz gut. „Was sollen die Leute denken?“ Aber ich hatte ja schon genug Lehrsätze bewiesen und wollte unbedingt ein Buch schreiben, ein Mathe-Buch in Form eines Romans.

Die Sache schlief ein.

Ich verstehe den vorigen Verlag. Ich lästere nicht und hege überhaupt keinen Groll. Ich habe bei der Lektorin eine Menge über das Schreiben und das Büchermachen gelernt. Ich weiß ja, es lag an mir. Ich wollte ja etwas ...

Hermann Engesser, mein jetziger Verleger beim Springer-Verlag, der mich sozusagen im Jahr 1999 für die Beta-Kolumne im Informatik-Spektrum entdeckt hatte, fand irgendwann das Buch in meinem alten Computer, zerstückelt in viele kleine Word-Dateien, weil mein alter Computer noch so klitzeklein war. Wir sahen mein erstes Opus noch einmal an und stellten verwundert fest, dass es ganz normal gut geschrieben war, im Sinne und im Lichte meiner inzwischen erfolgreichen Bücher. So haben wir es denn wieder ans Licht gezogen, der andere Verlag erlaubt es dankenswerterweise.

Etwa 10 Prozent des Buches mussten neu geschrieben werden, weil die Beispiele der Praxis sich in den letzten Jahren doch ziemlich verändert haben. Ich arbeite auch nicht mehr als Optimierer oder Manager, sondern bin