

Ulrich Holzbaur

Mathematik für Manager

Erfolg durch mathematisches Denken



Springer Gabler

Mathematik für Manager

Ulrich Holzbaur

Mathematik für Manager

Erfolg durch Mathematisches
Denken

 Springer Gabler

Ulrich Holzbaur
Aalen, Baden-Württemberg
Deutschland

ISBN 978-3-658-19663-9 ISBN 978-3-658-19664-6 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-19664-6>

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

Springer Gabler

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2018

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. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Gabler ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Mathematik für Alle	2
1.2	Mathematik im Management	2
1.3	Mathematik und Manager	4
1.4	Mathematisches Denken für Manager	5
1.5	Übersicht	5
2	5-mal M: von der Mathematik zum Management	9
2.1	Mathematik	9
2.1.1	Mehr als Rechnen	10
2.1.2	Kultur und Kreativität	12
2.2	Methoden	13
2.2.1	Algorithmen	13
2.2.2	Programmierung	14
2.2.3	Paradigmen	15
2.3	Modelle	16
2.3.1	Modell und Atlas	17
2.3.2	Modellbildung	19
2.4	Mensch	20
2.4.1	Intelligenz und Kreativität	20
2.4.2	Kommunikation	21
2.5	Management	22
2.5.1	Der Begriff des Managements	22
2.5.2	Manager	23

3	5-mal Z: Mathematische Komponenten im Management	25
3.1	Zahl	25
3.1.1	Quantitativer Ansatz	26
3.1.2	Begriffe und Bezeichnungen	26
3.2	Zusammenhang Strukturen	27
3.2.1	Systeme und Graphen	27
3.2.2	Modelle mit Graphen und Netze	28
3.3	Zeit Dynamik	30
3.3.1	Zeitliche Abhängigkeiten	30
3.3.2	Zustandsorientierte Beschreibung	30
3.3.3	Projekte und Prozesse	31
3.4	Zufall Stochastik	32
3.4.1	Wahrscheinlichkeiten und zufällige Ereignisse	33
3.4.2	Statistische Kenngrößen	35
3.5	Ziel Entscheidungen	37
3.5.1	Ökonomisches Prinzip und Entscheidungsmodelle	37
3.5.2	Optimierung	39
3.5.3	Spieltheorie	40
4	5-mal A: Elemente der Mathematik	43
4.1	Arithmetik	43
4.1.1	Zahlen	43
4.1.2	Dimensionen und Maßeinheiten	44
4.1.3	Lieber einfach ungenau als exakt unbekannt	45
4.2	Algebra	45
4.2.1	Dreisatz und Invarianten	46
4.2.2	Hebel (leverage)	47
4.3	Aussagenlogik und Mengenlehre	48
4.3.1	Logik	48
4.3.2	Aussagen	49
4.3.3	Computer	50
4.4	Algebraische Geometrie	51
4.4.1	Raum und Zahl	51
4.4.2	Räume und Dimensionen	52
4.5	Analysis	53
4.5.1	Ableitung	53
4.5.2	lokalglobal: Integral und Stammfunktion	54

5	10 ausgewählte Themen	57
5.1	Präferenzen	57
5.1.1	Zielvektoren	58
5.1.2	Kriterien	59
5.2	Analytische Optimierung	61
5.2.1	Aufgabenstruktur	61
5.2.2	Kochrezept	62
5.3	Differenzialgleichungen	64
5.3.1	Lokal und global	64
5.3.2	Lösungsverfahren	65
5.4	Systemtheorie	66
5.4.1	Transformationsgleichungen	66
5.4.2	Prozesse	67
5.5	$1 + 1 = 2$	67
5.5.1	Alternativen	67
5.5.2	$1 + 1 = 10$ oder die Digitalisierung	69
5.6	Mengen, Relationen und Graphen	69
5.6.1	Mengen und kartesische Produkte	70
5.6.2	Relationen	70
5.6.3	Graphen und Lösungswege	72
5.7	Wahrscheinlichkeiten	74
5.7.1	Bedingte Wahrscheinlichkeiten und Bayes-Schließen	74
5.7.2	Kleine und große Wahrscheinlichkeiten	77
5.8	Stochastisches Schließen	78
5.8.1	Statistik und Fehler	78
5.8.2	Vorsicht! Statistik! Korrelation und Kausalität	80
5.9	Algorithmen	81
5.9.1	Mathematische Algorithmen	81
5.9.2	Künstliche Intelligenz	82
5.10	Lösungsstrukturen	84
5.10.1	Lösungsmengen für lineare Systeme	84
5.10.2	Nichtlineare Systeme und Fixpunkte	85
5.10.3	Parameter und Inverse	86

6	Beispiele zur Mathematik für Manager	89
6.1	Stochastische Dynamische Optimierung – Würfeln	89
6.1.1	Stochastische Dynamische Optimierung	89
6.1.2	Modellkomponenten	91
6.1.3	Erwartungswert	92
6.1.4	Komplexere Entscheidungssituationen	92
6.1.5	Simulation und Planspiel	93
6.2	Modellieren und Schließen – Ziegenproblem	93
6.2.1	Modellbildung und Stochastik	93
6.2.2	Klassische Lösung	94
6.2.3	Alternative Modelle	95
7	Zusammenfassung	97
7.1	Sapere Aude	98
7.2	Konsequenzen	100
	Literatur	103

Sapere Aude! Denke – aber richtig!

Brauchen Manager Mathematik? Wenn ja: welche? Welche Formeln sind dabei wichtig? Die letzte Frage ist leicht zu beantworten: die Formeln sind nicht das Entscheidende, es kommt auf die Denkweise an.

- ▶ Mathematik ist in den Natur-, Ingenieurs- und Wirtschaftswissenschaften ein unverzichtbares Hilfsmittel. Das Management greift zwar auf die Wirtschaftsmathematik zurück, aber ein Manager benötigt mehr als Formeln. Er oder sie – braucht die mathematische Denkweise und die Methoden und Modelle der Mathematik. Auch im Bereich der Führung sind mathematisches Denken als Hintergrund für Entscheidungen und Modelle als Basis für die Kommunikation notwendig.

Optimierung, Planung, Statistik, Operations Research, Informatik, Künstliche Intelligenz und Digitalisierung sind Bereiche, die ohne die Mathematik nicht vorhanden wären, und die auch ohne mathematische Grundlagen nicht verständlich sind.

Wir gehen im Folgenden über den engen Bereich der Mathematik für den Manager hinaus, sodass die grundlegenden Prinzipien für jeden – Manager oder nicht, mathematikinteressiert oder nicht – eine Hilfe beim täglichen Denken und Entscheiden sein können.

1.1 Mathematik für Alle

Ob jemand den gleichen Fehler zweimal macht, hängt meist davon ab, wie er „gleich“ definiert.

In Mathematik schlecht (gewesen) zu sein, gehört heute fast zum guten Ton. Ein Manager sollte sich diese Blöße nicht geben müssen. Der Umgang mit Strukturen, Zusammenhängen und Größenordnungen gehört für ihn zu den unabdingbaren Voraussetzungen. Dynamik, Komplexität und Entscheidungen sind sein tägliches Brot. Wenn Sie bei diesen Begriffen nicht an Mathematik denken, ist das nicht Ihre Schuld, sondern die der (Hoch-) Schulmathematik, die häufig in den Niederungen von antrainierten Verfahren stecken bleibt, weil die Zeit und die Voraussetzungen für die interessanten und relevanten Themen fehlen.

Auch für jeden anderen und jede andere sind die Fähigkeit zum strukturierten Umgang mit Problemen und elementare mathematische Kenntnisse wichtig. Dabei geht es in der Mathematik wie in der Statistik nicht nur um das eigene korrekte und sinnvolle Anwenden, sondern auch um das Verstehen und Beurteilen von Anwendungen. Kritisches Denken bewahrt vor eigenen Fehlern und vor der Manipulation durch andere. Selbst korrekte Formeln können nämlich mit dem falschen Ansatz, fehlerhaftem Realitätsbezug oder in einem unpassenden Einsatzbereich angewendet werden und dann zu fehlerhaften oder falschen, nutzlosen oder irreführenden Ergebnissen führen. Die Exaktheit der Mathematik überträgt sich auf die scheinbare Unantastbarkeit mathematischer Ergebnisse. Die meisten Erwachsenen haben aus ihrer Schulzeit einen tiefen Respekt (manchmal auch Angst) oder eine gewisse Verachtung für die Mathematik herübergerettet. Dazu kommt, dass mangelnde Mathematikkennnisse in der Gesellschaft toleriert werden. Durch diese Mischung von Ignoranz, Arroganz und Distanz werden „mathematische“ Ergebnisse unangreifbar, man glaubt an die Zahlen und Formeln. Damit sind der Manipulation Tür und Tor geöffnet. Dies ist eine Gefahr – für die Mathematik und für den Manager, da sie beide diskreditieren und hohen Schaden verursachen kann. Deshalb zeigen wir im Folgenden einen Weg zum Verständnis und zur Nutzung der Mathematik sowie zum mathematischen Denken auf.

1.2 Mathematik im Management

Der Einsatz der Mathematik im Management ist nicht auf die Buchführung oder das Controlling beschränkt. Mathematik ist mehr als der Umgang mit Zahlen. Die Modellierung und Analyse von Systemen und die daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen sind mindestens genauso wichtig wie Formeln und Berechnungen. Eine

wichtige Aufgabe mathematischer Modelle ist die Beschreibung der Realität, um daraus Einsichten, Konsequenzen und Entscheidungen abzuleiten. Dabei werden Strukturen und Zusammenhänge beschrieben, die dann beispielsweise als Basis einer Analyse oder als Planung zukünftiger Entwicklungen dienen. Neben der Optimierung spielt im Bereich des Managements die strategische Planung mittels spieltheoretischer Konzepte eine wichtige Rolle. Außerdem geht es für den Manager nicht nur darum, die Mathematik anzuwenden, sondern vielmehr durch mathematisches Denken besser zu führen, bessere Entscheidungen zu treffen und mit besseren Strukturen die Zukunft zu gewinnen.

Mit einer Fünf in Mathe hätte SAP niemals zum Klassenprimus für Unternehmenssoftware werden können (Henning Kagermann in Greuel et al. 2008).

Die Mathematik kann die komplexen Probleme des Managers ebenso wenig vollständig beschreiben wie diejenigen des Ingenieurs. Im Gegensatz zu den Naturwissenschaften sind in Management und Technik die Probleme so komplex, dass sie sich einer geschlossenen mathematischen Behandlung entziehen. Aber ein Ingenieur, der eine Brücke oder Rakete ohne Verwendung der mathematischen Methoden bauen wollte, würde wegen Fahrlässigkeit angeklagt werden, und analog sollte die Verwendung qualitativer und quantitativer Methoden im Management etabliert werden.

Eine Managementmathematik in Analogie zur Ingenieursmathematik hat sich noch nicht etabliert. Der Manager braucht eine ganz andere Art von Mathematik. Auch wenn er manchmal mit dem spitzen Bleistift rechnen muss: Strategie, Planung und Organisation sind meist wichtiger. Hier ist besonders mathematisches Denken notwendig – nicht der Satz des Pythagoras und das Integral, sondern Abstraktionsfähigkeit, Modelle und Strukturen. Auch die klare Unterscheidung von Zielen und Mitteln ist ein wichtiger Aspekt mathematisch strukturierter Herangehens. Dadurch verfolgt man klare Ziele, leitet gute Entscheidungen ab und vermeidet Fehlentscheidungen.

Das vorliegende Werk will kein Lehrbuch der Managementmathematik sein, sondern es will dem Leser aufzeigen, wo mathematisches Denken und Modelle im Management eine wichtige Rolle spielen und wie er die Mathematik nutzen kann, um als Manager erfolgreich zu sein.

Dabei umfasst für uns der Begriff Manager nicht nur den klassischen Manager, sondern den Unternehmer genauso wie jeden, der in seinem Bereich Verantwortung für Ergebnisse trägt. „Der“ Manager kann ebenso eine Frau sein, denn Management betrifft nicht nur Hausmänner, sondern auch Unternehmerinnen, Geschäftsführerinnen, Ingenieurinnen und Oberbürgermeisterinnen.