



Deggendorfer Forum zur  
digitalen Datenanalyse e.V. (Hrsg.)

# Prozessoptimierung mit digitaler Datenanalyse

**Ansätze und Methoden**

Leseprobe, mehr zum Werk unter [ESV.info/978-3-503-15736-5](https://www.esv.info/978-3-503-15736-5)

**ESV** ERICH  
SCHMIDT  
VERLAG





# Prozessoptimierung mit digitaler Datenanalyse

**Ansätze und Methoden**

**Leseprobe, mehr zum Werk unter [ESV.info/978-3-503-15736-5](https://www.esv.info/978-3-503-15736-5)**

**Herausgegeben vom**

Deggendorfer Forum zur digitalen Datenanalyse e. V.

**Mit Beiträgen von**

Frank Gerber, Prof. Dr. Stephan Hartmann,  
Dr. Hermann Heiß, Dr. Frank Honold, Dr. Harald Krehl,  
Prof. Dr. Ludwig Mochty, Uwe Nadler

ERICH SCHMIDT VERLAG

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

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

**Weitere Informationen zu diesem Titel finden Sie im Internet unter**

[ESV.info/978 3 503 15736 5](http://ESV.info/9783503157365)

Gedrucktes Werk: ISBN 978 3 503 15736 5

eBook: ISBN 978 3 503 15737 2

Alle Rechte vorbehalten

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2015

[www.ESV.info](http://www.ESV.info)

Dieses Papier erfüllt die Frankfurter Forderungen der Deutschen Nationalbibliothek und der Gesellschaft für das Buch bezüglich der Alterungsbeständigkeit und entspricht sowohl den strengen Bestimmungen der US Norm Ansi/Niso Z 39.48-1992 als auch der ISO Norm 9706.

Druck und Bindung: Strauss, Mörlenbach

## Vorwort

Dieser Tagungsband ist eine kleine Jubiläumsausgabe. Im Jahr 2005 fand das erste Deggendorfer Forum statt. Dies ist der 10. Tagungsband, der in der Reihe des Deggendorfer Forums entstanden ist. Die Beiträge basieren auf den Vorträgen der Referenten des Deggendorfer Forum 2014. An dieser Stelle vorab großen Dank an alle Referenten, Autoren, Teilnehmer und Beteiligten für das kontinuierlichen Interesse an dieser Veranstaltungsreihe.

Wir konnten wie in den Vorjahren Fachleute aus Wirtschaft und Forschung gewinnen, die sehr motiviert und engagiert ihre Erfahrungen aus Projekten rund um die Datenanalyse vorgestellt haben. Dieser Tagungsband bietet die Möglichkeit, die Themen der Veranstaltung noch einmal Revue passieren und sich von den Ideen der Referenten inspirieren zu lassen.

In seinem Vortrag „Mathematische Modelle in Philosophie und Wissenschaft“ stellt Prof. Dr. Stephan Hartmann, Alexander von Humboldt-Professur an der LMU, vier konkrete Beispiele philosophischer Modellbildung vor. Mathematische Modelle spielen in vielen Wissenschaften eine bedeutende Rolle, sei es um Vorhersagen oder Entscheidungen zu treffen oder um wissenschaftliche Theorien zu überprüfen. *„Mathematische Modelle werden auch zunehmend zur Aufbereitung von Daten und zur Identifikation von Strukturen der Daten verwendet. Auch in diesem Gebiet kann ein Paradigmenwechsel beobachtet werden: Statistische Verfahren dienen nicht mehr alleine dazu, Hypothesen zu testen, sondern inzwischen auch dazu, wirklich Neues zu entdecken (Stichwort: „big data“).“*

Prof. Dr. Ludwig Mochty vom Lehrstuhl für Wirtschaftsprüfung und Controlling, Universität Duisburg-Essen, untersucht in seinem Beitrag „Journal Entry Network- und Geschäftsprozess-Analyse im Verbund - Ein dualer Revisionsansatz“ warum es vorteilhaft ist, EventLog und Buchungsjournal miteinander zu verknüpfen und welche methodischen Grundlagen für die Einrichtung einer solchen Verknüpfung heranzuziehen sind. So soll es gelingen, an die *„... Informationen in einem Datenbestand zu gelangen, die es ermöglichen, den risikoorientierten Prüfungsansatz datengetrieben umzusetzen“*.

Mit dem Vortrag „Die Analyse von Geschäftsprozessen aus Sicht der Abschlussprüfung“ zeigt Frank Gerber, Partner der BDO AG, Hamburg verschiedene für die Abschlussprüfung relevante Geschäftsprozesse auf und gibt an, welche Datenanalysen hier eingesetzt werden können. Des Weiteren gibt er einen Ausblick auf Weiterentwicklungen der Vorgehensweisen in der Prüfung unter Berücksichtigung der heutigen technischen Entwicklungen. In diesem Zusammenhang werden Data Analysis und Data Mining vorgestellt ferner wird auf Process Mining als Technologie zur Datenauswertung eingegangen.

Dr. Hermann Heiß und Dr. Frank Honold beschäftigen sich mit Ihrem Beitrag „Durch Datenanalyse die Fachabteilungen stärken“ mit der Frage, warum ein Unternehmen in seinen Kernbereichen Datenanalyse durchführen sollte. Dabei erläutern Sie, die nötigen Vorarbeiten nehmen aber auch zu den auftretenden Problemen Stellung. Besonders wichtig ist es, die Ergebnisse richtig an die einzelnen Abteilungen und Ansprechpartner zu adressieren, um so kontinuierlich an einem gemeinsamen Lösungsprozess zu arbeiten.

„Wie viel wiegt die Milch?“ - Wie die Qualität von Daten die Effizienz von Prozessen beeinflusst – fragt Uwe Nadler, Senior Managing Consultant / Sales Leader Information Governance von IBM Deutschland GmbH aus Düsseldorf, und setzt sich in seinem Beitrag mit den Auswirkungen schlechter Datenqualität und deren Einfluss auf unternehmerische Prozesse auseinander. In Zeiten von „Big Data“ stehen Unternehmen eine Menge Informationen mit teils hoher Komplexität zu Verfügung. Eine hohe und verlässliche Datenqualität ist eine unabdingbare Grundlage für die Einbindung von Big Data Technologien in die Entscheidungsprozesse von Unternehmen.

Dr. Harald Krehl von der DATEV eG, Nürnberg führt mit seinem Beitrag „Stichproben und statistische Verfahren im Prüfungsprozess – das notwendige aber ungeliebte Kind,“ in das Thema Stichproben ein. Dabei erörtert er auch die Gründe, warum diese Verfahren keinen oder nur geringen Anklang bei Praktikern finden. Anhand eines Beispiels des sog. „Monetary Unit“ – Verfahrens erklärt er die einzelnen Prozessschritte und erläutert, warum Stichprobenverfahren eine Unterstützung von Entscheidungen im Prüfungsprozess sind und nicht „einsam“ machen müssen, wenn dem Bedürfnis der Praktiker nach effektiver prozessbezogener Unterstützung Rechnung getragen werden soll.

Die Erstellung eines Tagungsbandes ist ohne die Autoren und viele andere helfende Hände nicht möglich. Daher möchte ich mich im Namen des Vereins und persönlich recht herzlich für das großartige Engagement und die Mühe aller Beteiligten bedanken, mit der diese ihr Wissen und ihre Erfahrung in diesen Tagungsband eingebracht haben.

Mein Dank richtet sich auch an die Kooperationspartner: BDO AG, dab: GmbH, DATEV eG und die Technische Hochschule Deggendorf (THD), die das Forum an der Hochschule in Deggendorf unterstützt haben. Für die Anpassung der schriftlichen Beiträge an ein einheitliches Layout bedanke ich mich bei Herrn Galetzka, Student der Technischen Hochschule Deggendorf, sowie beim Erich Schmidt Verlag.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort .....</b>	<b>5</b>
<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>8</b>
Prof. Dr. Stephan Hartmann	
<b>Mathematische Modelle in Philosophie und Wissenschaft .....</b>	<b>11</b>
1 Einleitung.....	13
2 Das Segregationsmodell von Thomas Schelling .....	14
3 Entscheiden im Ministerrat der Europäischen Union .....	16
4 Abstimmen und Deliberieren.....	19
5 Das Diskursive Dilemma .....	22
6 Methodische Bemerkungen .....	24
Prof. Dr. Ludwig Mochty	
<b>Journal Entry Network- und Geschäftsprozess-Analyse im Verbund.</b>	
<b>Ein dualer Revisionsansatz.....</b>	<b>27</b>
1 Ausgangssituation: Der blinde Fleck von Journal Entry Network Analysis und Process Mining.....	29
2 Zielsetzung und Forschungsfragen .....	33
3 Auf welche Weise wird das interne Kontrollsystem bisher geprüft? ...	34
4 Zur Interpretation interner Kontrollen .....	38
5 Schnittstelle zwischen EventLog und Buchungsjournal.....	40
6 Umlage der Materiality auf einzelne Teilkomponenten des Rechnungswesens .....	42
7 Wie lässt sich die Eignung eines solchen dualen Prüfungsansatzes testen?.....	44
8 Einsparungs- und Qualitätssteigerungseffekte aus der Umsetzung des dualen Prüfungsansatzes.....	46
9 Zusammenfassung.....	47
Frank Gerber	
<b>Die Analyse von Geschäftsprozessen aus Sicht der Abschlussprüfung .....</b>	<b>49</b>
Die Analyse von Geschäftsprozessen aus Sicht der Abschlussprüfung .....	51
Dr. Hermann Heiß, Dr. Frank Honold	
<b>Durch Datenanalyse die Fachabteilungen stärken.....</b>	<b>77</b>
1 Abstract .....	79
2 Wozu Datenanalysen gut sind.....	80
3 Mit welchen Startschwierigkeiten ist zu rechnen .....	81
4 Was bei jeder Datenanalyse beachtet werden sollte .....	84

5	Fast alles lässt sich analysieren! .....	86
6	Für komplexere Abfragen unbedingt den Turbo einschalten .....	88
7	Die Datenanalyse nicht zum Selbstzweck verkommen lassen .....	90
8	Korrektur- und Verbesserungsbedarf an die richtigen Ansprechpartner adressieren .....	92
9	Fazit.....	93

Uwe Nadler

**„Wie viel wiegt die Milch?“ Wie die Qualität von Daten die Effizienz von  
Prozessen beeinflusst..... 95**

1	Einleitung .....	97
2	Auswirkungen schlechter Datenqualität .....	98
2.1	Entgangener Umsatz .....	98
2.2	Erhöhte Kosten.....	99
2.2.1	Projektkosten.....	99
2.2.2	Kosten im operativen Tagesgeschäft .....	100
2.3	Compliance und Risikomanagement .....	100
2.4	Verfehlte Business Transformation .....	101
3	Vorgehensweise in „Data Quality Assessment“ – Projekten.....	103
3.1	Prozessanalyse .....	103
3.2	Datenanalyse .....	103
3.2.1	Domänenanalyse .....	104
3.2.2	Vollständigkeit / Gültigkeit.....	105
3.2.3	Strukturanalyse.....	105
3.2.4	Semantische Analyse .....	106
3.2.5	Individuelle Geschäftsregeln .....	111
4	Fazit.....	112

Dr. Harald Krehl

**Stichproben und statistische Verfahren im Prüfungsprozess – das  
notwendige aber ungeliebte Kind ..... 113**

1	Abstract .....	115
2	Stichproben machen einsam .....	116
3	Monetary Unit Verfahren im Prozessablauf .....	118
4	Zusammenfassung.....	127



# Mathematische Modelle in Philosophie und Wissenschaft

**Prof. Dr. Stephan Hartmann**

Chair of Philosophy of Science  
Ludwig-Maximilian-Universität, München  
Alexander von Humboldt-Professur

## **Inhaltsübersicht**

- 1 Einleitung
- 2 Das Segregationsmodell von Thomas Schelling
- 3 Entscheiden im Ministerrat der Europäischen Union
- 4 Abstimmen und Deliberieren
- 5 Das Diskursive Dilemma
- 6 Methodische Bemerkungen
- 7 Literaturverzeichnis

## 1 Einleitung

Mathematische Modelle spielen seit langem eine bedeutende Rolle in den Naturwissenschaften. Man denke nur an die Modelle des Planetensystems, an die Modelle der Atom- und Molekülphysik, und an die heute so wichtigen Klimamodelle. Mathematische Modelle dienen hier der Vorhersage, der Erklärung, und oft machen sie es erst möglich, eine wissenschaftliche Theorie (wie z.B. die Quantenmechanik) überhaupt anzuwenden. Auch in den Wirtschaftswissenschaften spielen Modelle eine zunehmend wichtigere Rolle. Gerade in den letzten Jahren wurde viel über ökonomische und finanzmathematische Modelle und ihren Einfluss auf weitreichende wirtschaftspolitische Entscheidungen geschrieben.

Mathematische Modelle erfreuen sich aber auch in der Soziologie, in der Psychologie und in der Politikwissenschaft großer Beliebtheit. Darüber hinaus kommen statistische Modelle inzwischen in fast allen Wissenschaften zum Einsatz, sogar in den klassischen Geisteswissenschaften. Unter einem Modell verstehen wir dabei eine idealisierende Nachbildung eines konkreten Objektes oder Systems zu einem bestimmten Zweck (Hartmann 2010). Für einen Überblick über die philosophische Diskussion von Modellen siehe Frigg und Hartmann (2012) und Hartmann (2010). Selbst Philosophen verwenden inzwischen mathematische Modelle, um bestimmte Fragestellungen zu behandeln (Hartmann 2008). Das kommt einer Art Paradigmenwechsel gleich, den man auch in anderen Gebieten beobachten kann. Um dies zu erläutern, stellt dieser Beitrag vier konkrete Beispiele philosophischer Modellbildung vor. Wir werden sehen, dass alle vorgestellten Modelle eng an bestimmte fachwissenschaftliche Fragestellungen anknüpfen. Dazu diskutiere ich im Weiteren das Segregationsmodell von Thomas Schelling (Abschnitt 2), ein Modell zur Entscheidungsfindung im Ministerrat der Europäischen Union (Abschnitt 3), den Vergleich von zwei gängigen Gruppen-Entscheidungsverfahren (Abschnitt 4) und schließlich das sog. diskursive Dilemma (Abschnitt 5). Dieser Beitrag endet mit einigen allgemeineren methodologischen Reflektionen (Abschnitt 6).

## 2 Das Segregationsmodell von Thomas Schelling

Ziel dieses stark vereinfachenden Modells ist es, das Phänomen der räumlichen Segregation in Großstädten zu erklären. Bekanntlich beobachtet man in Städten wie Chicago, dass die einzelnen Stadtteile in der Regel von Bürgern der gleichen Hautfarbe bewohnt werden. Die Schwarzen wohnen in dem einen Stadtteil, die Weißen in dem anderen, und die Asiaten wiederum in einem anderen. Eine mögliche Erklärung dieses Phänomens nimmt an, dass die Menschen rassistisch sind. Das Modell Schelling (1971) will hingegen zeigen, dass auch eine andere Erklärung möglich ist.

Dazu macht Schelling eine Reihe von vereinfachenden Annahmen. So nimmt er etwa an, dass die betreffende Stadt durch ein Schachbrettmuster repräsentiert werden kann. Dieses Schachbrett wird sodann in einen willkürlichen Anfangszustand versetzt, wobei es zwei Arten von Spielern gibt, was sich z.B. durch schwarze und weiße Spielsteine erreichen lässt. Auf einige Felder werden sodann schwarze Spielsteine gesetzt, auf andere weiße, und die restlichen Felder bleiben leer. Das Spiel verläuft in mehreren Iterationen, in denen jeder Spieler seine jeweilige Position nach einer vorgegebenen Regel verändern kann. Diese Regel lautet wie folgt: Ein Spieler wechselt auf einen zufällig gewählten freien Platz auf dem Schachbrett, wenn mindestens 50% seiner Nachbarn die andere Farbe haben. Die Spieler haben also die Präferenz, mehrheitlich von Spielern ihrer eigenen Hauptfarbe umgeben zu sein. Dabei tolerieren sie jedoch durchaus Spieler der anderen Hautfarbe. Es zeigt sich, dass die Iteration der erwähnten Regel zu einer segregierten Nachbarschaft führt, d.h. es ergibt sich nach einiger Zeit ein Zustand, bei dem alle weißen Spielsteine zusammen sind und bei dem alle schwarzen Spielsteine zusammen sind. Dies ist ein bemerkenswertes Resultat, das zeigt, dass man nicht annehmen muss, dass alle (oder zumindest sehr viele) Spieler Rassisten sind, um das Phänomen der räumlichen Segregation zu erklären. Siehe dazu auch Krugmann (1996). Schelling wurde für diese und andere Arbeiten 2005 mit dem Nobelpreis für Wirtschaftswissenschaften ausgezeichnet. Das beschriebene Modell war eines der ersten sog. agentenbasierten Modelle, die sich heute in den Sozialwissenschaften und in der mathematischen Philosophie großer Beliebtheit erfreuen.

Ich schließe diesen Abschnitt mit einigen methodologischen Bemerkungen: Zunächst soll noch einmal festgestellt werden, dass Schellings Modell sehr starke Vereinfachungen („Idealisierungen“) macht. Ziel des Modells ist es, eine sog. „stilisierte Tatsache“ zu erklären. Es geht nicht darum, genau zu erklären, was zu einer bestimmten Zeit in einer bestimmten Großstadt genau geschieht. Es geht vielmehr darum, den allgemeinen Phänomen-Typ, also die stilisierte Tatsache der räumlichen Segregation und ihre mögliche Entstehung, genauer zu verstehen. Dazu wird von vielen Details abstrahiert in der Hoffnung, den Kern des betreffenden Phänomens zu identifizieren. Darüber hinaus stellt Schellings Modell einen Prozess vor,

der zeigt, wie das Phänomen der räumlichen Segregation entstehen kann. Man spricht hier auch von einer “how-possibly explanation”.

Offenbar steht Schellings Modell in keinem direkten Zusammenhang zu konkreten empirischen Daten, und man kann natürlich fragen, was aus dem Modell für unser Verständnis der Segregation in, sagen wir, Chicago tatsächlich folgt. Entstand das Phänomen dort im Wesentlichen so, wie es das Modell annimmt? Oder ist das Phänomen nicht vielleicht doch eine Folge rassistischen Verhaltens der Einwohner? Letzteres lässt sich nicht ausschließen, da Schellings Modell ja weder zeigt, dass Rassismus keine Erklärung darstellt, noch zeigt, dass Schellings Erklärung die bessere oder vorzuziehende Erklärung ist. Schellings Modell liefert allein eine alternative Erklärung und zeigt somit, dass man nicht unbedingt von Rassismus sprechen muss, wenn man sich die Situation in Großstädten wie Chicago ansieht.

### 3 Entscheiden im Ministerrat der Europäischen Union

In diesem Beispiel geht es darum, welches Gewicht die einzelnen Mitgliedsländer der Europäischen Union (EU) bei Abstimmungen im Rat der Europäischen Union (auch „Ministerrat“ genannt) bekommen sollen. Diese Frage wurde in den Verträgen von Nizza (2001) und Lissabon (2007) geregelt. Die EU hat inzwischen 28 Mitgliedsländer mit stark unterschiedlicher Bevölkerungszahl. Einige Länder sind sehr klein (Malta hat z.B. nur 420.000 Einwohner), andere sind sehr groß (Deutschland hat ca. 82 Mio. Einwohner). Wir fragen: was wären faire Gewichte für die einzelnen Länder?

Um diese Frage auf etwas prinzipieller Weise zu behandeln wollen wir zunächst fragen, um was für eine Art von Union es sich bei der EU eigentlich handelt. Falls wir die EU als eine Union von Ländern begreifen, dann scheint es sinnvoll zu sein, eine gleiche Repräsentation zu wählen. Das heißt, dass alle Länder das gleiche Gewicht bekommen. Entsprechend gäbe es keinen Unterschied zwischen den Gewichten von Deutschland und Malta. Ein Vorschlag wird akzeptiert, wenn die Mehrheit (in diesem Fall also mehr als 50% der Mitgliedsländer) für den Vorschlag ist. (Alternativ kann man auch eine höhere Quote einführen, etwa 60%.) Falls man die EU hingegen als eine Union von Menschen begreift, dann scheint eine proportionale Repräsentation der Mitgliedsländer sinnvoll zu sein. In diesem Fall ist das Gewicht eines Landes proportional zu seiner Bevölkerungszahl. Deutschland würde demnach ein 200-mal so großes Gewicht bekommen wie Malta.

Offenbar haben beide Repräsentationsmodelle Nachteile. Nach dem Modell der gleichen Repräsentation ist es möglich, dass sich die 15 kleinsten Länder zusammenschließen und das Geschehen in der EU diktieren. Man beachte, dass die 15 kleinsten Länder weniger als 12% der Gesamtbevölkerung der EU repräsentieren. Daher scheint es unfair zu sein, das Modell der gleichen Repräsentation zu wählen. Wählt man sich hingegen für das Modell der proportionalen Repräsentation, dann können die vier größten Länder (sofern sie sich einig sind) das Geschehen vollkommen diktieren, was ebenfalls als unfair empfunden werden mag.

Folglich sollte ein Repräsentationsmodell gewählt werden, welches zwischen den beiden Extremen liegt – ein sog. Modell degressiver Proportionalität. Dazu gab es einen konkreten Vorschlag aus Schweden und Polen: das Gewicht wie eines Landes  $i$  ( $i = 1, \dots, 28$ ) mit Bevölkerungszahl  $B_i$  soll proportional zur Quadratwurzel aus der Bevölkerungszahl sein, also wie  $\sim \sqrt{B_i}$ . Dieser Vorschlag wurde von Jacques Chirac mit der Frage, was denn die politische Signifikanz der Quadratwurzel sei, ins Lächerliche gezogen. Und in der Tat gab es nur wenig gute Gründe für diesen Vorschlag, außer den bereits erwähnten, dass er irgendwo zwischen den beiden Extremen – also gleicher Repräsentation und proportionaler Repräsentation – liegt. Aber das ist zu wenig, um eine so wichtige Frage zu entscheiden.

Was aber ist das beste Repräsentationsmodell? Um das zu klären, muss man (i) die ins Auge gefassten Repräsentationsmodelle parametrisieren und (ii) ein Kriterium

festlegen, nach dem entschieden werden kann, welches Repräsentationsmodell das Beste ist. Wir folgen im Weiteren den Arbeiten Beisbart und Hartmann (2010, 2011) und Beisbart, Bovens und Hartmann (2005), in denen sich viele Details und konkrete Modelle finden.

Verschiedene Repräsentationsmodelle können wie folgt parametrisiert werden:

$$r_i \propto x_i^\alpha$$

mit  $\alpha = 0, \dots, 1$ .  $x_i$  ist dabei das Verhältnis aus der Bevölkerungszahl von Land Nr.  $i$  und der Gesamtbevölkerung der EU (gegenwärtig ca. 507 Mio. Einwohner). Wie man sieht, sind die bereits diskutierten Modelle in diesem Ansatz enthalten:  $\alpha = 0$  entspricht der gleichen Repräsentation,  $\alpha = 1$  der proportionalen Repräsentation, und  $\alpha = \frac{1}{2}$  entspricht dem schwedischen Vorschlag. Diese Parametrisierung lässt natürlich einige interessante Modelle aus. Man könnte sich z.B. vorstellen, eine doppelte Mehrheit zu verlangen, also eine Mehrheit mit gleicher Repräsentation und eine Mehrheit mit proportionaler Repräsentation. Dieser Vorschlag ist aber vermutlich zu restriktiv, weil dann nicht viele Vorschläge akzeptiert werden.

Die Wahl eines Kriteriums muss etwas ausführlicher erläutert werden und geht von folgender Idee aus: Jede Entscheidung bringt einem Land einen bestimmten Nutzen. Geht es z.B. um den Bau einer neuen Autobahn in Portugal, dann bringt das den Bürgern von Portugal einen erheblichen (positiven) Nutzen, während der entsprechende Nutzen für die meisten Bürger der anderen Mitgliedsländer eher klein bis negativ ist, da ihre Steuergelder für den Bau verwendet werden und sie selten bis nie portugiesische Autobahnen nutzen werden. Entsprechend wenig profitieren sie vom Bau der neuen Autobahn. Wir nehmen daher an, dass ein Land für einen Vorschlag stimmt, wenn der entsprechende Nutzen positiv ist, und dagegen, wenn der Nutzen negativ ist. Anschließend werden alle Stimmen für jeden Repräsentations-Parameter  $\alpha$  aggregiert und bestimmt, ob der Vorschlag angenommen wird oder nicht. Falls der Vorschlag angenommen wird, dann erhält jedes Land denjenigen Nutzen, den es der Bestimmung seines Votums zugrunde gelegt hat. Dieser Nutzen wird, im Falle einer positiven Entscheidung über einen eingebrachten Vorschlag, für viele Länder positiv sein. Aber natürlich ist es auch möglich, dass der mit dem Vorschlag verbundene Nutzen eines Landes negativ ist, d.h. dass das betreffende Land dagegen gestimmt hat.

Wo aber kommen die Nutzen her? Wie werden diese bestimmt? Hier können wir nur statistische Annahmen machen, da wir nicht wissen, welche Vorschläge in Zukunft zur Abstimmung stehen werden. Daher suchen wir ein prinzipielles Verfahren, das mit wenigen plausiblen Annahmen auskommt. Als einfachste Annahme bietet es sich an, dass die Nutzen der einzelnen Länder unabhängig voneinander und normalverteilt mit Mittelwert 0 (und einer Varianz, von der aber nicht viel abhängt) sind. Mit diesen Annahmen kann unser Modell dann im Detail in einer

Computersimulation analysiert werden. Als Ergebnis der Computersimulation erhält man einen Nutzen-Vektor

$$U(\alpha) = \langle u_1(\alpha), u_2(\alpha), \dots, u_{28}(\alpha) \rangle,$$

wobei zum Beispiel  $u_1(\alpha)$  der erwartete Nutzen von Mitgliedsland 1 ist.

Um den optimalen Wert von  $\alpha$  zu bestimmen, betrachten wir den Nutzen-Vektor  $U(\alpha)$  und evaluieren diesen. Wenn wir dazu ein *utilitaristisches Maß* verwenden, dann fragen wir, für welchen Wert von  $\alpha$  der Gesamtnutzen, d.h.

$$U_{tot}(\alpha) = u_1(\alpha) + u_2(\alpha) + \dots + u_{28}(\alpha)$$

maximal ist. Anhänger des utilitaristischen Maßes wollen erreichen, dass der Gesamtnutzen der EU durch die Entscheidungen des Ministerrates so hoch wie möglich ist. Wenn wir hingegen ein *egalitaristisches Maß* verwenden, dann fragen wir, für welchen Wert von  $\alpha$  die Varianz

$$V(\alpha) = \text{Var}(u_1(\alpha)/B_1, u_2(\alpha)/B_2, \dots, u_{28}(\alpha)/B_{28})$$

( $B_1$  ist wieder die Bevölkerungszahl von Land 1) minimal wird. Anhänger des egalitaristischen Maßes wollen erreichen, dass der Unterschied dem erwarteten Nutzen der einzelnen Mitgliedsländer pro Einwohner so gering wie möglich ausfällt. Allen Bürgern soll es nach Möglichkeit gleich gut gehen, wobei dabei in Kauf genommen wird, dass es der EU als Ganzes mit einem anderen  $\alpha$  insgesamt besser gehen könnte, der Gesamtnutzen der EU also größer sein könnte. Anhänger des utilitaristischen Maßes nehmen demgegenüber in Kauf, dass die erwarteten Nutzen der Einwohner der einzelnen Mitgliedsländer sehr ungleich verteilt sind. Einige Bürger mögen sehr viel bekommen, andere hingegen nur wenig.

Man würde erwarten, dass beide Maße – das utilitaristische Maß und das egalitaristische Maß – einen anderen Wert von  $\alpha$  empfehlen. Nun stellt sich aber interessanterweise heraus, dass  $\alpha \approx \frac{1}{2}$  sowohl aus utilitaristischer als auch aus egalitaristischer Perspektive optimal ist. Darüber hinaus zeigt sich, dass  $\alpha \approx \frac{1}{2}$  auch von anderen Modellierungsansätzen (wie dem sog. voting power Ansatz) bevorzugt wird, was den schwedischen Vorschlag noch einmal mehr untermauert.

In den Verhandlungen der einzelnen Mitgliedsländer wurden diese Modellbasierten Erkenntnisse allerdings nicht berücksichtigt. Stattdessen legt der Vertrag von Lissabon fest, dass ein Vorschlag genau dann angenommen wird, wenn mindestens 55% der Mitgliedsländer von 65% der Bevölkerung für den Vorschlag sind.

## 4 Abstimmen und Deliberieren

Wir betrachten nun eine Gruppe, die eine Ja-Nein Entscheidung treffen muss. Wie sollte die Gruppe dabei vorgehen, wenn alle Gruppenmitglieder das Ziel verfolgen, die beste Entscheidung zu treffen? Wie schon im letzten Beispiel müssen wir uns dazu zunächst wieder darauf verständigen, welches Optimalitätskriterium wir wählen. Es gibt zum Beispiel Fälle von Gruppenentscheidungen, bei denen die einzelnen Gruppenmitglieder unterschiedliche Interessen haben, die dann irgendwie gegeneinander abgewogen werden müssen. So mag sich etwas die Frage stellen, welchen Film eine Gruppe von Freunden heute Abend gemeinsam im Kino sehen möchte. Die Gruppe wird sich hier auf einen Kompromiss einigen, den viele bevorzugen und mit dem die anderen (hoffentlich!) leben können. Es ist jedenfalls unwahrscheinlich, dass alle Gruppenmitglieder nach einem Gespräch darüber übereinstimmen, welcher Film der Beste ist.

In anderen Fällen sind alle Gruppenmitglieder dem gleichen Ziel verpflichtet. Eine Gruppe von Geschworenen im Gericht hat zum Beispiel allein das Ziel, die richtige Entscheidung zu treffen. Jedem einzelnen Geschworenen geht es nur darum, herauszufinden, ob die angeklagte Person schuldig ist oder nicht. Darüber hinaus haben die Geschworenen keine weiteren Interessen.

Wir wollen diesen Fall nun etwas genauer untersuchen und uns fragen, wie die Geschworenen am besten vorgehen sollen, wenn sie die richtige Entscheidung treffen wollen. Dabei gehen wir davon aus, dass jeder einzelne Geschworene in seinem Urteil fehlbar ist. Er wird mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit für schuldig plädieren, wenn der Angeklagte in Wirklichkeit unschuldig ist („falsche Positive“), und er wird mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit für unschuldig plädieren, wenn der Angeklagte schuldig ist („falsche Negative“). Insgesamt möchten wir die Wahrscheinlichkeit, dass die Gruppe als Ganzes die richtige Entscheidung trifft, maximieren.

Dazu gibt es zwei mögliche Verfahren: abstimmen und deliberieren. Im Falle einer Abstimmung votiert jedes Gruppenmitglied entweder für „Ja“ oder für „Nein“. Je nachdem, ob man sich für eine einfache oder eine qualifizierte Mehrheit entscheidet, entscheidet sich die Gruppe für „Ja“, wenn mindestens 50% (oder, im Fall der qualifizierten Mehrheit, ein höherer Prozentsatz) der Gruppenmitglieder mit „Ja“ stimmt. Dieses Verfahren hat viele Vorteile. Es ist einfach zu implementieren, und es funktioniert auch für große Gruppen. Nachteilig am Abstimmungsverfahren ist, dass es vorkommen kann, dass viele Gruppenmitglieder mit der Entscheidung unzufrieden sind. Weiterhin gibt es keine Möglichkeit, seine Meinung in dieser Prozedur zu ändern. Es wird also ausgeschlossen, dass ein Gruppenmitglied von anderen Gruppenmitgliedern lernt bzw. diese von der eigenen Meinung überzeugen kann.

Genau das ist im Deliberationsverfahren möglich. Hier tauschen sich die einzelnen Gruppenmitglieder aus und versuchen, sich gegenseitig zu überzeugen. Am Ende

des Verfahren steht idealerweise ein Konsens, den alle Gruppenmitglieder gemeinsam tragen. Das hat den Vorteil, dass alle Gruppenmitglieder mit der Entscheidung zufrieden sind und diese unterstützen und nach außen verteidigen. Darüber hinaus hat jedes Gruppenmitglied die Möglichkeit gehabt, gehört zu werden und sich aktiv in das Verfahren einbringen. Leider ist das Deliberationsverfahren jedoch nur für relativ kleine Gruppen praktikabel. Es ist auch anfällig für Manipulationen (z.B. durch die Dominanz eines Gruppenmitgliedes) und nur schwer zu strukturieren, was möglicherweise zu unterschiedlichen Ergebnissen führt, je nachdem wie die Deliberation genau abläuft. Außerdem dauert eine Deliberation viel länger als eine Abstimmung und führt nicht immer zu einem Konsens.

Wir fragen nun, welche der beiden Verfahren besser geeignet ist, wenn es darum geht, die richtige Entscheidung zu treffen. Dies ist zum Beispiel vor Gericht der Fall, wo sich die Geschworenen hinter verschlossenen Türen zusammen setzen und den Saal erst verlassen dürfen, wenn sie eine einstimmige Entscheidung gefällt haben. Der bekannte Film „Die zwölf Geschworenen“ (1957) illustriert dieses Verfahren sehr schön. Klar ist aber auch: Falls man eine ähnlich gute (oder vielleicht sogar eine bessere) Entscheidung auch per Abstimmung erzielen könnte, dann wäre das Abstimmungsverfahren sicher vorzuziehen, da es viel schneller geht und einfacher zu implementieren ist.

Nun ist für Abstimmungsverfahren bekannt, dass sie unter bestimmten Bedingungen wahrheitsförderlich sind, d.h. zu einer richtigen Entscheidung führen. Das ist der Inhalt des Condorcet Jury Theorems, das folgendes besagt:

Wenn die Entscheidung jedes Gruppenmitglieds besser ist als die eines Münzwurfers ist und alle Gruppenmitglieder ihre Entscheidung unabhängig voneinander (und nur in Abhängigkeit von der Wahrheit oder Falschheit der betrachteten Aussage) treffen, dann geht die Wahrscheinlichkeit, dass die Mehrheit der Gruppenmitglieder die richtige Entscheidung trifft, gegen 1, wenn die Anzahl der Gruppenmitglieder gegen unendlich geht.

Das Condorcet Jury Theorem ist ein mathematisches Theorem, das sich aus dem Gesetz der großen Zahlen ableiten lässt. Es ist nach dem Marquis de Condorcet (1743-1794) benannt, einem französischen Mathematiker, Philosophen, und Politiker der Aufklärungszeit. Condorcet war ein Liberaler, der sich nicht zuletzt für das Frauenwahlrecht einsetzte. Er lieferte wichtige Arbeiten zur Wahrscheinlichkeitsrechnung und gilt neben Jean Charles Borda (1733-1799) als einer der Begründer der Wahltheorie.

Im Gegensatz zum Abstimmungsverfahren ist das Deliberationsverfahren weit schwieriger zu modellieren. Der Prozess ist zu ungeordnet und zu wenig strukturiert. Daher müssen radikale Vereinfachungen vorgenommen werden und es muss versucht werden, dem gesamten Prozess mehr Struktur zu geben. Wir orientieren uns dazu an dem bereits erwähnten Film „Die Zwölf Geschworenen“, in dem der

Deliberationsprozess, der hier in einem einstimmigen Urteil enden muss, in mehrere Abstimmungsrunden aufgeteilt ist. In der anfänglichen Abstimmung votieren elf Geschworene für schuldig und nur ein Geschworener für unschuldig. Es kommt dann zu einer recht hitzigen Diskussion, in der nach und nach einige der in der Verhandlung vorgebrachten Argumente und Vorurteile entkräftet oder zumindest in Frage gestellt werden. In einer Folge von weiteren Abstimmungen (gefolgt von Diskussionen) ergibt sich schließlich, dass am Ende alle zwölf Geschworenen für unschuldig plädieren und das Verfahren damit zu einem Ende kommt.

Es zeigt sich, dass dieses Verfahren gut in einer Computersimulation implementiert werden kann. Auf diese Weise lässt sich berechnen, mit welcher Wahrscheinlichkeit das Deliberationsverfahren zur richtigen Entscheidung führt. Obwohl es nicht möglich ist, wie im Falle des Condorcet Jury Theorems analytische Berechnungen anzustellen, so zeigen die Simulationen doch sehr deutlich, dass – ähnlich wie bei Abstimmungen – die Wahrscheinlichkeit, dass die Gruppe die richtige Entscheidung trifft, mit zunehmender Gruppengröße gegen 1 konvergiert sofern die einzelnen Gruppenmitglieder kompetenter sind als ein Münzwurf. Das gilt sowohl für homogene Gruppen (hier haben alle Gruppenmitglieder die gleiche Kompetenz, die richtige Entscheidung zu treffen), als auch für inhomogene Gruppen (hier haben nicht alle Gruppenmitglieder die gleiche Kompetenz, die richtige Entscheidung zu treffen, aber im Durchschnitt sind die Gruppenmitglieder kompetenter als ein Münzwerfer).

Aber welches der beiden Verfahren ist nun das bessere? Welches hat die höhere Wahrscheinlichkeit, die richtige Entscheidung zu liefern? In unseren Computersimulationen zeigt sich, dass es für nicht zu große inhomogene Gruppen besser ist, zu deliberieren als abzustimmen. Die weniger kompetenten Gruppenmitglieder können hier von den kompetenteren Gruppenmitgliedern lernen, sofern sie in der Lage sind, die Kompetenz der anderen Gruppenmitglieder gut einzuschätzen. In diesem Fall können sie die Information und Argumente der anderen Gruppenmitglieder gut aufnehmen und zur Änderung ihrer eigenen Überzeugungen verwenden. Weitere Details finden sich in Hartmann und Rafiee Rad (2015).

## 5 Das Diskursive Dilemma

In unserem letzten Beispiel betrachten wir die Situation, in der eine Gruppe von Experten eine Entscheidung über logisch miteinander verbundene Aussagen treffen muss. Hier ist ein Beispiel: Eine Stadt muss entscheiden, ob eine neue Hafenanlage gebaut werden soll oder nicht. Alle Mitglieder des betreffenden Ausschusses stimmen darin überein, dass die neue Anlage gebaut werden soll, wenn es genügend Bedarf gibt und wenn das naheliegende Naturschutzgebiet nicht zu sehr belastet wird. Ob es genügend Bedarf gibt und ob eine Belastung zu erwarten ist, ist eine Frage der Einschätzung. Wir nehmen an, dass der betreffende Ausschuss drei Mitglieder hat, die wie folgt urteilen:

	<b>Bedarf?</b>	<b>Keine Belastung?</b>	<b>Bauen?</b>
Mitglied 1	ja	ja	ja
Mitglied 2	ja	nein	nein
Mitglied 3	nein	ja	nein
Mehrheit	ja	ja	nein

Wir sehen, dass die Mehrheit der Gruppenmitglieder (2 von 3) der Meinung ist, dass es einen Bedarf gibt. Darüber hinaus urteilt die Mehrheit der Gruppenmitglieder, dass das naheliegende Naturschutzgebiet nicht zu sehr belastet werden wird. Entsprechend sollte sich der Ausschuss für den Bau der neuen Hafenanlage aussprechen. Nun stellt sich aber heraus, dass die Mehrheit der Gruppenmitglieder gegen den Bau ist (wiederum 2 von 3). Die Aggregation von Einzelurteilen über logisch miteinander verknüpfte Aussagen kann also zu einem Widerspruch führen: Das ist das diskursive Dilemma (List und Pettit 2004).

Wenn man hier zu einer Gruppenentscheidung gelangen will, bieten sich zwei Auswege aus dem diskursiven Dilemma an. Bei beiden Auswegen handelt es sich um leicht implementierbare Verfahren. Das Prämissen-basierte Verfahren funktioniert wie folgt: Wir betrachten die Mehrheitsurteile über die Prämissen (Bedarf?, keine Belastung?) und leiten daraus das Urteil über die Konklusion (Bauen?) ab. Dieses Verfahren betont die Rolle der Gründe für ein Urteil. In unserem Fall ergibt sich, dass der Ausschuss zu der Entscheidung gelangt, die neue Hafenanlage zu bauen. Beim Konklusion-basierten Verfahren zählt hingegen nur, dass die Konklusion (also, in unserem Fall, ob gebaut werden soll oder nicht) von der Mehrheit der Gruppe getragen wird. Da die Mehrheit der Gruppenmitglieder gegen den Bau der neuen Hafenanlage ist, entscheidet die Gruppe nach diesem Verfahren, dass nicht gebaut wird.

Wir sehen, dass beide Verfahren zu unterschiedlichen Gruppenentscheidungen führen (können), so dass sich die Frage stellt, welche der beiden Prozeduren die bessere ist. Zur Beantwortung dieser Frage konzentrieren wir uns auf Probleme, denen (wie in unserem Beispiel) Fakten zugrunde liegen, die von den Gruppenmitgliedern

richtig eingeschätzt werden müssen. Dann erweist es sich als sinnvoll, eine epistemische Analyse durchzuführen, die ähnlich zu der ist, die dem Condorcet Jury Theorem zugrunde liegt. In einer solchen Analyse zeigt sich, dass das Prämissenbasierte Verfahren dem Konklusion-basierten Verfahren meistens überlegen ist. Die Details hängen etwas von der spezifischen Modellierung und den gewählten Parametern ab. Es scheint also wichtig zu sein, dass sich die Gruppe Klarheit über die Gründe für eine mögliche Entscheidung verschafft. Mehr dazu findet sich in den Arbeiten Bovens und Rabinowicz (2006), Hartmann und Sprenger (2012) und Hartmann, Pigozzi und Sprenger (2010).

## 6 Methodische Bemerkungen

Aus unseren Beispielen aus dem Grenzgebiet zwischen Philosophie, Ökonomie und Politik sollte klar geworden sein, dass es oftmals sinnvoll ist, detaillierte mathematische Modelle zu konstruieren, um Fragen und Probleme wie die vorgestellten zu diskutieren. Dabei haben Mathematisierung und Formalisierung wichtige Vorteile: Sie helfen uns zum Beispiel dabei, die Ausgangsfrage präzise zu stellen und alle (z.T. stark idealisierten) Annahmen, die zur Problemlösung gemacht werden müssen, genau zu spezifizieren. Nach Formulierung des Modells erhalten wir dann alle interessierenden Schlussfolgerungen aus dem Modell durch Anwendung mathematischer Methoden, also auf quasimechanische Weise. In einigen der von uns betrachteten Fälle helfen uns bestimmte Entscheidungsmodelle dabei, die richtigen Entscheidungen in einer immer komplexer werdenden Welt zu treffen.

Abschließend sei noch bemerkt, dass mathematische Modelle auch zunehmend zur Aufbereitung von Daten und zur Identifikation von Strukturen den Daten verwendet werden. Auch in diesem Gebiet kann ein Paradigmenwechsel beobachtet werden: Statistische Verfahren dienen nicht mehr alleine dazu, Hypothesen zu testen, sondern inzwischen auch dazu, wirklich Neues zu entdecken (Stichwort: „big data“). Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass mathematische Modelle und Methoden äußerst leistungsfähig sind und spannende Anwendungen in allen möglichen Bereichen haben.

## Literaturverzeichnis

- Beisbart, C. und S. Hartmann (2011). Computersimulationen in der Angewandten Politischen Philosophie - Ein Beispiel, in: C.F. Gethmann (Hg.), *Deutsches Jahrbuch Philosophie*, Vol. 2: Lebenswelt und Wissenschaft. Hamburg: Meiner, S. 1151-1162.
- Beisbart, C. und S. Hartmann (2010). Welfarist Evaluations of Decision Rules under Interstate Utility Dependencies, *Social Choice and Welfare* 34, pp. 315-344.
- Beisbart, C. , L. Bovens und S. Hartmann (2005). A Utilitarian Assessment of Alternative Decision Rules in the Council of Ministers, *European Union Politics* 6(4), pp.395-419.
- Bovens, L. und W. Rabinowicz (2006). Democratic Answers to Complex Questions: an Epistemic Perspective, *Synthese*, 150 (1), pp.131-153.
- Frigg, R. und S. Hartmann (2012). Models in Science, in: E. Zalta (Hg.): *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Online verfügbar.
- Hartmann, S. (2008). Modeling in Philosophy of Science, in: M. Frauchiger und W.K. Essler (Hgg.), *Representation, Evidence, and Justification: Themes from Suppes*. Frankfurt: ontos Verlag 2008, pp. 95-121.
- Hartmann, S. (2010). Modelle, in: H.-J. Sandkühler (Hg.), *Enzyklopädie Philosophie*, vol. 2, Hamburg: Meiner, S. 1627-1632.
- Hartmann, S. und S. Rafiee Rad (2015). Voting, Deliberation and Truth. Unter Begutachtung.
- Hartmann, S., G. Pigozzi und J. Sprenger (2010). Reliable Methods of Judgment Aggregation, *Journal of Logic and Computation* 20, pp. 603-617.
- Hartmann, S. und J. Sprenger (2012). Judgment Aggregation and the Problem of Tracking the Truth, *Synthese* 187, pp. 209-221.
- List, C. und P. Pettit (2004). Aggregating Sets of Judgments: Two Impossibility Results Compared, *Synthese* 140, pp. 207-235.
- Krugman, P. (1996). *The Self-Organizing Economy* Blackman, New York.
- Schelling, T. (1971). Dynamic Models of Segregation, *Journal of Mathematical Sociology* 1, pp. 143-186.

▼ Für eine stärkere Integration der digitalen Datenanalyse in unternehmerischen Prozessstrukturen gibt es gute Argumente: Wer ein Unternehmen beurteilen will, muss seine Prozesse verstehen. Weil diese heute überwiegend digital repräsentiert sind, wird die geeignete Sichtung und Interpretation der verfügbaren Datenbestände insbesondere für Prüfungszwecke zur maßgeblichen Schlüsselkompetenz.

Wie das gelingt und was ein Unternehmen mit der Einbindung digitaler Analyseverfahren eigentlich anstreben sollte, beleuchtet dieser Band. Revisionsexperten aus der Industrie, Spezialisten aus Wirtschaftsprüfung und Forschung gehen u.a. den Fragen nach,

- welchen Beitrag zur Prozessqualität und -transparenz digitale Datenanalyse konkret leistet,
- welche Prüfungsmethodik sich als praktikabel erweist – mit Fokus auf mathematisch-statistische Verfahren,
- wie sich die Qualität der Daten auf die Effizienz von Prozessen auswirkt.

Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Prüferinteressen der Internen Revision bzw. Wirtschaftsprüfung ergibt sich ein differenziertes Bild, wie digitale Datenanalyse verantwortliche Prüfer in ihrer jeweiligen Rolle unterstützt.

Leseprobe, mehr zum Werk unter [ESV.info/978-3-503-15736-5](http://ESV.info/978-3-503-15736-5)

