

FORSCHUNGS FORUM PADERBORN



UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

17-2014



WISSENSCHAFTSMAGAZIN

Demografischer Wandel

Cloud Computing

Ernährung im Alter

Schwarmintelligenz

Collective Decisions

Computergestützte Chirurgie





Ramona Wiesner
Leiterin des Referats Hochschul-
marketing und Universitätszeitschrift

EDITORIAL

Liebe Leserinnen und Leser,

„Wir leben länger. Wir werden weniger. Wir werden vielfältiger“: Diesen tiefgreifenden Veränderungen in den Strukturen unserer Gesellschaft widmete sich das Wissenschaftsjahr 2013 unter dem wohlklingenden und vielversprechenden Leitgedanken „Die demografische Chance“. Es sensibilisierte für Themen, die die Welt und unser Leben in Gegenwart und Zukunft verändern. Wie Wissenschaft und Forschung diesen Wandel begleiten, beeinflussen und verbessern können, spiegeln einige Beiträge des aktuellen ForschungsForums Paderborn wider.

Wir leben länger – So führt zum Beispiel Prof. Dr. Helmut Hesecker seit Jahren verschiedene Studien zum Thema Essen und Trinken im Alter durch. Hier gewinnt Mangelernährung an Bedeutung, wird jedoch viel zu selten frühzeitig wahrgenommen. Ab Seite 12 erfahren Sie, wie ein unzureichender Ernährungszustand heute einfacher diagnostiziert werden kann und welche ernährungstherapeutischen Maßnahmen im Alltag Abhilfe schaffen.

Wir werden älter – Viele Menschen erleiden Oberschenkelbrüche aufgrund von altersbedingter Osteoporose. Während einer Operation eine Schraube im Hüftkopf optimal zu platzieren, ist eine große Herausforderung und birgt viele Risiken. Daher entwickelt Prof. Peter Schreier gemeinsam mit einem weltweit führenden Unternehmen der Medizintechnik ein revolutionäres Computer Assisted Surgery-System. Ab Seite 24 informiert er, wie dieses System den Chirurgen während der OP unterstützt und welche Vorteile es bietet.

Neuen Anwendungen in der Schwarmrobotik ist Jun.-Prof. Dr. Heiko Hamann auf der Spur, für die er die Grundprinzipien der Schwarmintelligenz

analysiert und auf die Ingenieurtechnik überträgt. Sein Ziel: ein dezentrales, ausfallsicheres, robustes System aus einer Vielzahl einzelner Roboter zu entwickeln, die verschiedenste Anwendungen ermöglichen. Dazu zählen nicht nur einfache Reinigungsarbeiten, sondern auch Sucheinsätze in Katastrophengebieten oder die Kontrolle von schwer zugänglichen Bereichen. Dieses reizvolle Thema finden Sie ab Seite 6.

Unter dem Titel „Collective Decisions“ erscheint der Beitrag auch in englischer Sprache und ist damit ein absolutes Novum im ForschungsForum Paderborn. Dafür wird das Heft einmal auf den Kopf gestellt und mit dem Lesen von hinten begonnen. Über Zuspruch oder Ablehnung, dies in zukünftigen Ausgaben zu wiederholen oder gar zu verstärken würden wir uns freuen.

Vielversprechende Software für den Bereich Cloud Computing entwickeln Jun.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Becker und seine Arbeitsgruppe im Rahmen des EU-Projektes CloudScale. Dieses Vorhaben unterstützt Unternehmen dabei, Cloud Computing statt eigener Rechenanlagen zu nutzen. Das Paderborner Team ist in der Lage, Kosten des Betriebs in der Cloud vorherzusagen und entwirft skalierbare Systeme für eine optimale Nutzung der Ressourcen in der Cloud. Das Projekt CloudScale läuft noch bis September 2015. Bis dahin sollen die Methoden in der Industrie erprobt und bewertet werden. Ab Seite 20 legt Prof. Becker detailliert die notwendigen Schritte zur Umsetzung dar.

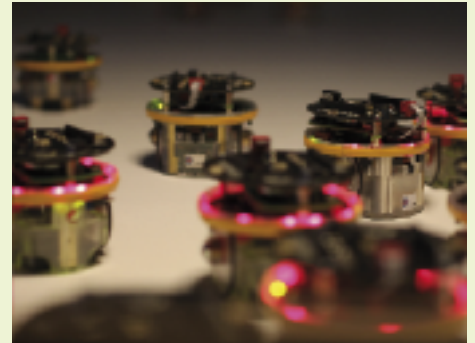
Nutzen Sie die demografischen Chancen für sich und ein schönes Leben.

Eine anregende Lektüre wünscht
Ihre Ramona Wiesner

Seite 6

Kollektive Entscheidungen

Eine Analyse dezentraler Entscheidungsprozesse
Von Heiko Hamann



Seite 12

**Wenn Essen und Trinken
 im Alter beschwerlich werden**

Verbreitung, Ursachen und Folgen von Ernährungs-
 problemen bei Seniorinnen und Senioren in Deutschland
Von Helmut Heseke und Katrin Uhlig



Seite 20

CloudScale – Skalierbarkeit für die Cloud

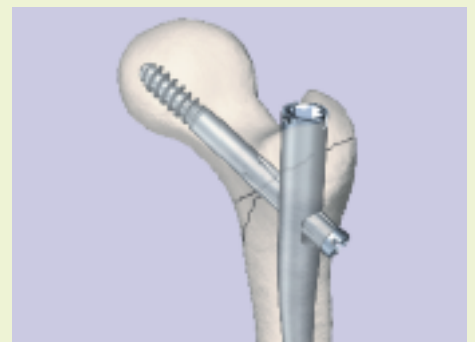
CloudScale unterstützt die Entwicklung von
 kostengünstiger Cloud-Software
Von Sebastian Lebrig und Steffen Becker



Seite 24

**Neue Anwendungsgebiete
 für Computer Assisted Surgery (CAS)**

Intelligente Bildverarbeitung ermöglicht Einsatz von CAS in
 Notfalloperationen
Von Peter Schreier





**Technologien und Marken –
Gleich und gleich gesellt sich gern**
Die Bedeutung der Markenpersönlichkeiten bei
der Anwendung von Informations-
und Kommunikationstechnologien
Von Nancy V. Wunderlich und Laura Kellner

Seite 32



Aufrichtigkeit: Zur Genese einer bürgerlichen Tugend
Ein gesellschaftliches Ideal im Spiegel der Kultur und
Literatur des 18. Jahrhunderts
Von Simon Bunke

Seite 38



Aufarbeitung der jüdischen Geschichte
Historisches Handbuch der jüdischen Gemeinschaften in
Westfalen und Lippe
Von Frank Göttmann

Seite 44



Collective Decisions
An analysis of decentralized decision processes
By Heiko Hamann

Page 4

IMPRESSUM

Herausgeber
Prof. Dr. Nikolaus Risch
Präsident der Universität Paderborn

Konzeption und Redaktion
Ramona Wiesner
Leiterin des Referats Hochschulmarketing
und Universitätszeitschrift

Warburger Str. 100, 33098 Paderborn
05251 60-2553, -3880
wiesner@zv.uni-paderborn.de
www.uni-paderborn.de/hochschulmarketing

ForschungsForum Paderborn (ffp) im Internet
www.uni-paderborn.de/ffp

Wissenschaftlicher Beirat
Prof. Dr. rer. nat. Sybille Hellebrand
Prof. Dr. Hermann Kamp
Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer
Prof. Dr. Nancy V. Wunderlich
Prof. Dr. rer. nat. Artur Zrenner

Grafik-Design
PADA-Werbeagentur
Heierswall 2
33098 Paderborn
05251 527577

Drucklegung
Februar 2014

Auflage
5 000

ISSN (Print) 1435-3709

TITEL

Eine Facebook-Party ist schnell organisiert – aber wie vereinbaren z. B. Marienkäfer einen Treffpunkt? Insekten haben sehr beschränkte Fähigkeiten und zeigen trotzdem komplexe Verhaltensweisen. Um besonders hohen Ansprüchen an die Robustheit von Robotersystemen zu genügen, lohnt sich daher der Blick auf natürliche Vorbilder. Denn erst in der genauen Analyse zeigt sich die zugrunde liegende Systemkomplexität, die sich aus der Summe der einfachen Einzelverhalten ergibt. Mit neu entwickelten Methoden können Schwarmroboter zuverlässig und kollektiv Entscheidungen treffen. Mehr über Schwarmintelligenz lesen Sie ab Seite 6.



Quelle: adpic



Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer

VORWORT

Liebe Leserinnen und Leser,

das Thema demografischer Wandel als das Thema des Wissenschaftsjahres 2013 auszuwählen war nur eine Frage der Zeit – insbesondere auch für den Standort Deutschland. Deutschland hat bereits heute – nach Japan – die zweit-älteste Bevölkerung der Welt. Und diese Entwicklung wird sich weiter fortsetzen. Jede Generation stellt sich dieselben Fragen: Wie sieht die Gesellschaft von morgen aus? Wie wird sich das Zusammenleben der Generationen gestalten? Wie stellt sich die junge Generation auf ein längeres Arbeitsleben ein?

Die Wissenschaftsjahre stellen seit dem Jahr 2000 immer wieder verschiedene Disziplinen in den Fokus, um diese mit gezielten Veranstaltungen und im Dialog mit der Wissenschaft für die Öffentlichkeit erlebbar zu machen. Auch das Wissenschaftsjahr 2013 bot wieder Gelegenheit, mit Spitzenforschern ins Gespräch zu kommen und Einblicke in die zugrunde liegende Forschung zum Thema demografischer Wandel zu erhalten.

Da die Bevölkerung in Deutschland deutlich altern wird, ist die Gesundheit ein entscheidender Faktor. Sie ist Voraussetzung für eine hohe Lebensqualität. Das Statistische Bundesamt hat errechnet, dass bis 2030 zwei Millionen und bis 2060 zwölf Millionen Einwohner weniger als heute in Deutschland leben könnten.

Hier war und ist die Wissenschaft gefordert. Durch den medizinischen Fortschritt und eine bewusste Lebensweise werden die Menschen oftmals gesund älter. Dieser positive Alterungsprozess bringt viele Zugewinne aber auch Herausforderungen mit sich. Zum einen können viele Menschen nach dem Renteneintritt aktiv einen weiteren Lebensabschnitt beginnen. Zum anderen stellt sich die Frage nach geänderten Bedürfnissen und nach neuen Möglichkeiten des Zusammenlebens der Generationen. Konkret: Wie kann die Gesellschaft von ihren Fähigkeiten profitieren?

Am anderen Ende des demografischen Wandels steht der schwindende Zuwachs nachfolgender Generationen – Wir werden immer weniger. Fragen, wie Unternehmen neue talentierte Arbeitskräfte gewinnen bzw. halten können und ob Arbeit anders organisiert werden muss, stellen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft vor weitere Herausforderungen. Zudem wird unsere Gesellschaft immer vielfältiger, indem auch viele Migranten eine immer wichtigere Rolle im Wirtschaftsleben spielen werden.

Wie können wir uns auf diese demografischen Veränderungen einstellen, wie kann es gelingen ein neues Verständnis vom Alter, von Produkten und Dienstleistungen zu erwecken und den Wandel zu einer Wissensgesellschaft einzuleiten?

Hierbei nehmen Wissenschaft und Forschung Schlüsselfunktionen ein: Forscherinnen und Forscher nehmen sich der Aufgabe an, die Bedürfnisse einer alternden Gesellschaft zu analysieren und Konzepte für neue Produkte oder neue Lebens- und Arbeitsformen zu entwickeln.

Auch im diesjährigen ForschungsForum werden die Herausforderungen des demografischen Wandels durch alle Wissenschaftsdisziplinen hindurch thematisiert. Nur durch solche zeitgemäßen Forschungsleistungen kann Deutschland seine Innovationskraft weiter ausbauen und den demografischen Wandel als Chance für eine noch bessere Wettbewerbsfähigkeit nutzen.

In diesem Sinne wünsche ich allen Leserinnen und Lesern mit dem aktuellen ForschungsForum eine fesselnde Lektüre, die hoffentlich neugierig auf die wissenschaftlichen Themen unserer Zeit macht.

Wilhelm Schäfer

Vizepräsident für Forschung und wissenschaftlichen Nachwuch

Kollektive Entscheidungen

Eine Analyse dezentraler Entscheidungsprozesse

Von Heiko Hamann



Jun.-Prof. Dr. Heiko Hamann ist seit 2013 Juniorprofessor für Schwarmrobotik an der Universität Paderborn. Forschungsschwerpunkte sind die Modellierung von Schwarmsystemen und anderen komplexen Systemen sowie die Entwicklung neuer Methoden für die Evolutionäre Robotik.

Viele Arten von sozialen Insekten zeigen interessante kollektive Verhaltensweisen, die man gerne als Schwarmverhalten bezeichnet. Diese Verhalten zeichnen sich durch Robustheit und geringe Anforderungen an die ausführenden Individuen aus. Im Forschungsbereich Schwarmintelligenz möchte man ähnliche Verhaltensprinzipien auf die Ingenieurstechnik übertragen. Damit dies erfolgreich geschehen kann, müssen Schwarmverhalten, wie z. B. kollektive Entscheidungen, analysiert und verstanden werden. Wie trifft also ein Schwarm seine Entscheidungen?

Produkte der klassischen Ingenieurskunst haben üblicherweise zentrale Funktionseinheiten. So hat ein PC eine zentrale Recheneinheit und ein Auto hat einen Motor. Ein Nachteil zentraler Einheiten ist eine erhöhte Ausfallwahrscheinlichkeit durch



Abb. 1: Wüstenheuschrecke (*Schistocerca gregaria*).

die Möglichkeit eines so genannten „Single Point of Failure“ (etwa: Defekt-Einzelstelle). Eine einfache Abhilfe ist der Einbau redundanter Systeme, wie es z. B. in der Luftfahrttechnik oder Kerntechnik üblich ist. Redundanzen erhöhen aber die Kosten empfindlich. Eine Alternative wäre ein Systementwurf, der die Redundanz zum Grundprinzip erhebt und ganz auf zentrale Funktionseinheiten verzichtet. Analog zu obigem Beispiel wäre das etwa ein Auto, das von einer Vielzahl kleiner, voneinander unabhängiger Motoren angetrieben wird. Dieses Grundprinzip findet man bei natürlichen Systemen, wie z. B. sozialen Insekten oder Fischeschwärmen. Dies sind dezentrale Systeme,

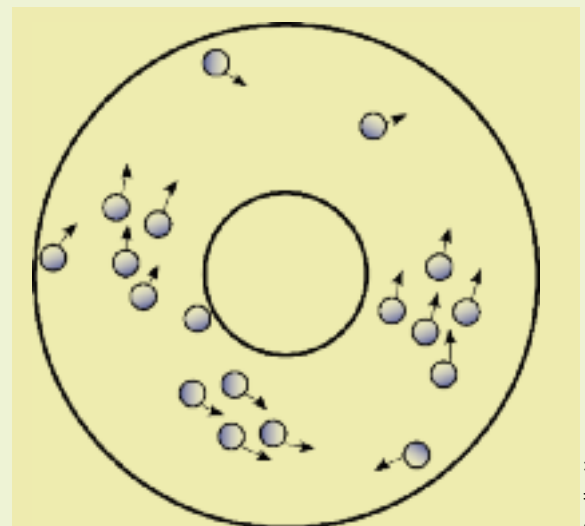


Abb. 2: Schema des Experimentaufbaus, blaue Kreise repräsentieren Wüstenheuschrecken und die Pfeile zeigen die Bewegungsrichtung an.

Quelle: Wikimedia Commons

Quelle: Hamann

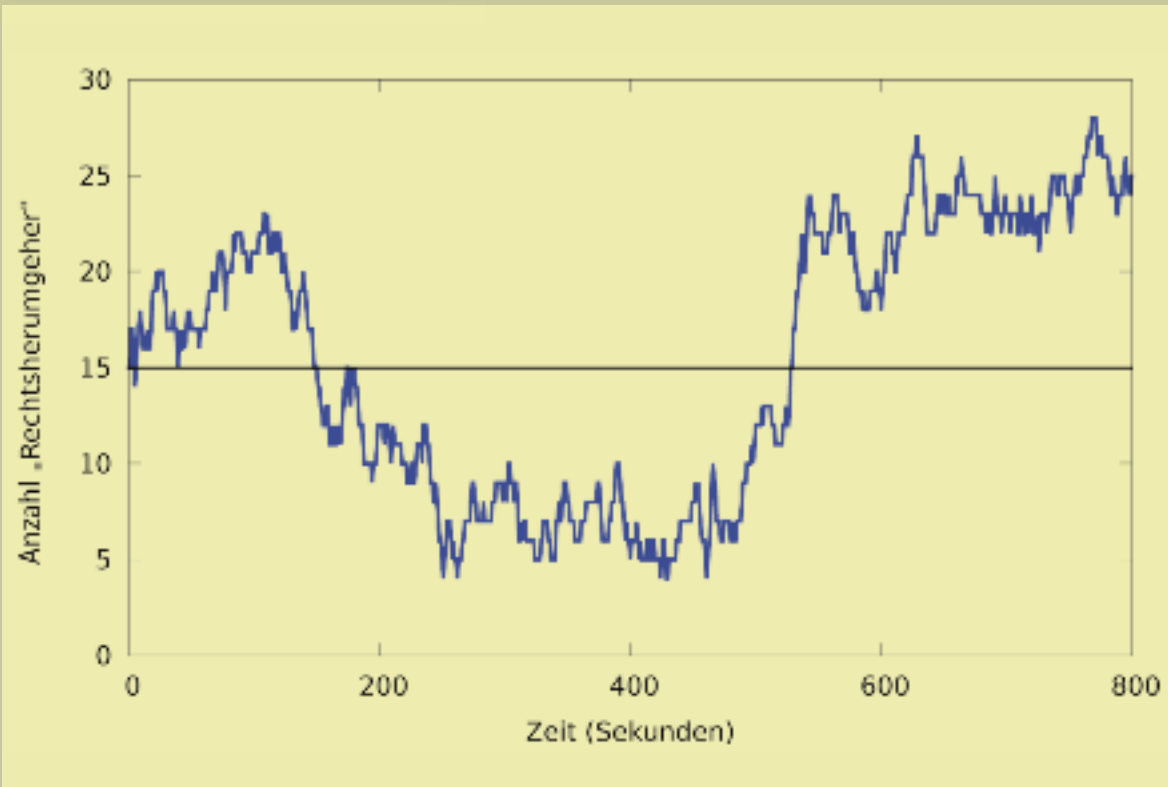


Abb. 3: Typischer Verlauf der Anzahl von sich im Uhrzeigersinn bewegendes Heuschrecken über die Zeit in einem Schwarm aus 30 Tieren.

Quelle: Hamann

d.h. sie bestehen aus einer Vielzahl gleichberechtigter Individuen, die miteinander interagieren. Das gleichzeitige Betreiben der redundanten Einheiten ist ein wichtiger Unterschied zu oben genannten Ersatzeinheiten, die nur bei Bedarf ersatzweise in Betrieb genommen werden. Der gleichzeitige Betrieb aller Teile erfordert nämlich eine genaue Koordination aller Einheiten. Zusätzlich erschwerend ist die Bedingung, dass einzelne Elemente nur mit einer begrenzten Anzahl anderer Einheiten kommunizieren sollten, um den Aufwand beherrschbar zu halten. Im Bereich der Schwarmintelligenz werden Grundprinzipien dezentraler Systeme erforscht, um sie z. B. auf die Robotik zu übertragen (Schwarmrobotik).

Entscheidungsfindung in der Gruppe

Wenn Einzelne nur mit einer begrenzten Anzahl anderer kommunizieren dürfen, ist es denkbar schwierig, zum Beispiel zu einer einheitlichen Gruppenentscheidung über die Bewegungsrichtung zu kommen. Aber auch wenn Menschengruppen gemeinsam Entscheidungen zu treffen haben (z. B. in Bundestagswahlen, Papstwahlen, Abstimmungen in Eigentümerversammlungen), geschieht dies oft unter denkbar schwierigen Umständen. Soziale Einflussnahme und Polarisierung einer Gruppe sind bekannte Herausforderungen. Der simple Mehrheitsentscheid ist eine effektive Lösung, jedoch wäre eine Konsensbildung, die sowohl Verlierer wie Gewinner zu vermeiden sucht, vorzuziehen. Jedoch selbst ein Konsens birgt Gefahren, wie das so genannte Gruppenden-

ken zeigt („Groupthink“, Irving 1972). Hierbei trifft eine grundsätzlich kompetente Gruppe eine suboptimale Entscheidung, weil jeder Einzelne seine Meinung zu schnell der Gruppenmeinung anpasst und so wichtige Gegenargumente nicht gehört werden.

Wenn die Entscheidungsfindung also bereits in einer menschlichen Gruppe herausfordernd ist, wie erledigt dann ein Schwarm diese Aufgabe, wenn zudem nicht jeder mit jedem gleichzeitig kommunizieren kann und ein Konsens gefunden werden muss, da der Schwarm sonst zerfällt? Diese Aufgabe wird durch drei Gegebenheiten vereinfacht: 1) Typischerweise gibt es im Schwarm keine Interessenkonflikte, da evolutionsbiologisch ein Vorteil des Schwarms auch ein Vorteil des Individuums ist. 2) Der Konsens muss nicht von 100 Prozent getragen werden, sondern nur annäherungsweise von allen. 3) Die Entscheidungsfindung darf langsam und schrittweise ablaufen.

Bevor die Sprache nun auf kollektive Entscheidungen kommt, muss noch ein Grundbestandteil von Schwarmsystemen eingeführt werden.

Feedback-Prozesse

Systeme, die Schwarmintelligenz zeigen, werden auch als sich selbstorganisierende Systeme bezeichnet. Ein wichtiger Bestandteil solcher Systeme sind so genannte Feedback-Prozesse (auch Rückkopplungsprozess genannt). Dies sind in sich geschlossene Wirkungsprinzipien bei denen Elemente des Systems auf sich selbst zurückwirken. Man unterscheidet positives und

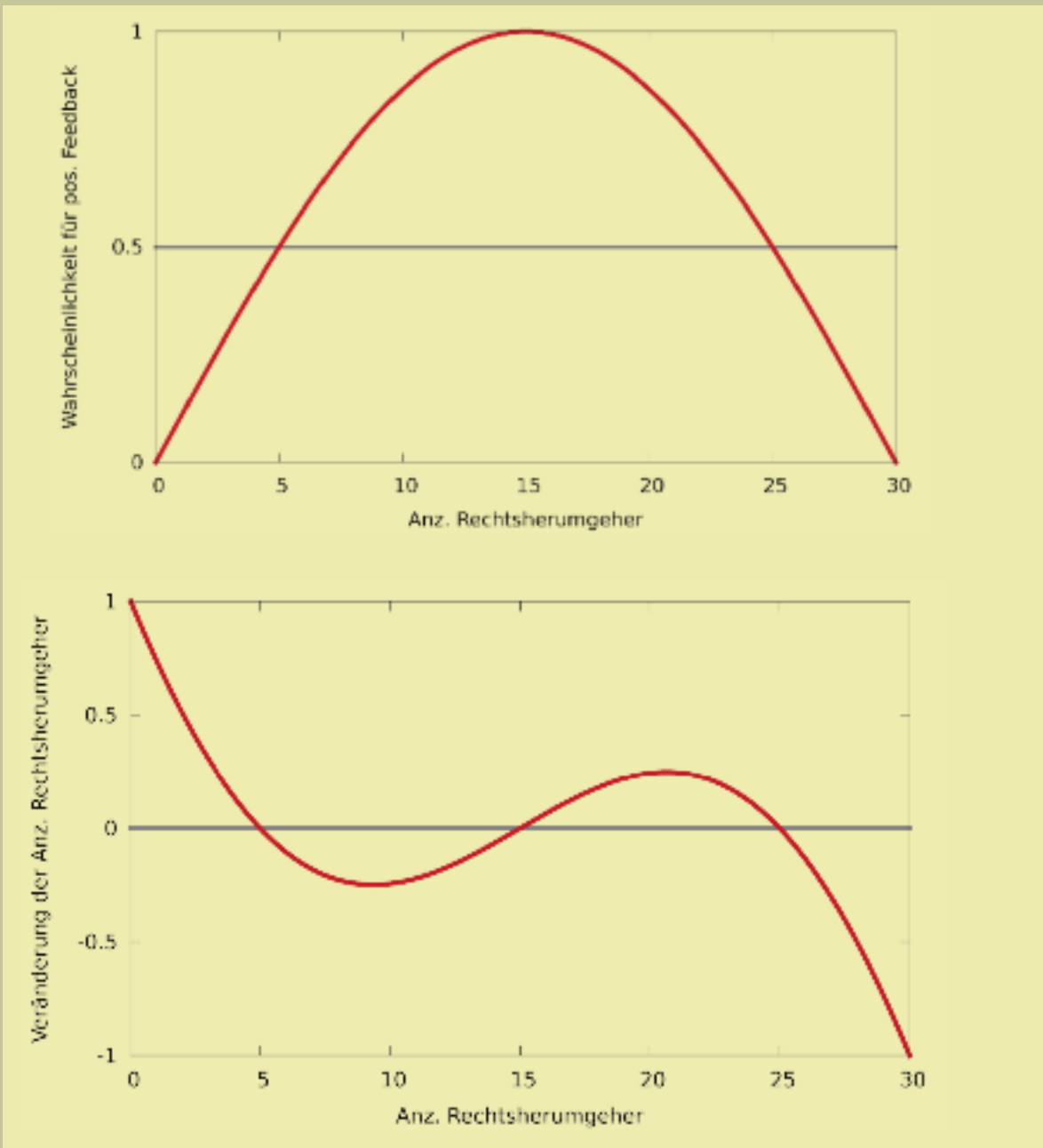


Abb. 5: (a) Definition der Wahrscheinlichkeit für positives Feedback und (b) die erwartete durchschnittliche Veränderung der Anzahl an „Rechtsherumgehern“ wie durch das Urnenmodell ermittelt.

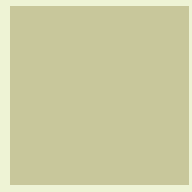
Quelle: Hamann 2012

ist also, dass der Schwarm als ganzes auf Basis lokaler Interaktionen zeitweise fähig ist, einen Konsens über eine vorherrschende Bewegungsrichtung zu finden.

Analyse mittels Urnenmodell

In einem zweiten Schritt gilt es nun dieses Verhalten zu analysieren. Dies soll durch die Erstellung eines Modells geschehen. Als Modellierungstechnik werden so genannte Urnenmodelle gewählt, wie sie häufig als Anwendungsbeispiel in der Wahrscheinlichkeitsrechnung verwendet werden. Urnenmodelle spielen aber auch eine wichtige Rolle in den Wirtschaftswissenschaften, z. B. im Zusammenhang mit dem so genannten Lock-In-Effekt (Arthur 1994). Die Grundlagen hierfür schuf der Mathematiker George Pólya (1923). Die

Annahmen eines Urnenmodells bedeuten, dass wir die Entwicklung des Heuschreckensystems als stochastisch ansehen – also teilweise vom Zufall bestimmt. Die zwei Typen, Bewegung im und gegen den Uhrzeigersinn, werden in der Urne als blaue und gelbe Kugeln repräsentiert (Hamann 2012). Die Definition des Ziehvorgangs ist folgende (siehe dazu Abbildung 4): Aus der Urne wird eine Kugel gezogen, es wird ihre Farbe festgestellt und sie wird wieder zurückgelegt. Angenommen die Kugel war gelb, dann geht es wie folgt weiter: In einem vorerst nicht näher bestimmten Zufallsprozess, wird explizit ermittelt, ob in dieser Runde positives oder negatives Feedback vorliegen soll. Im Falle von positivem Feedback wird eine blaue Kugel aus der Urne durch eine gelbe aus einem Vorrat ersetzt (falls möglich). Dies ist als positives



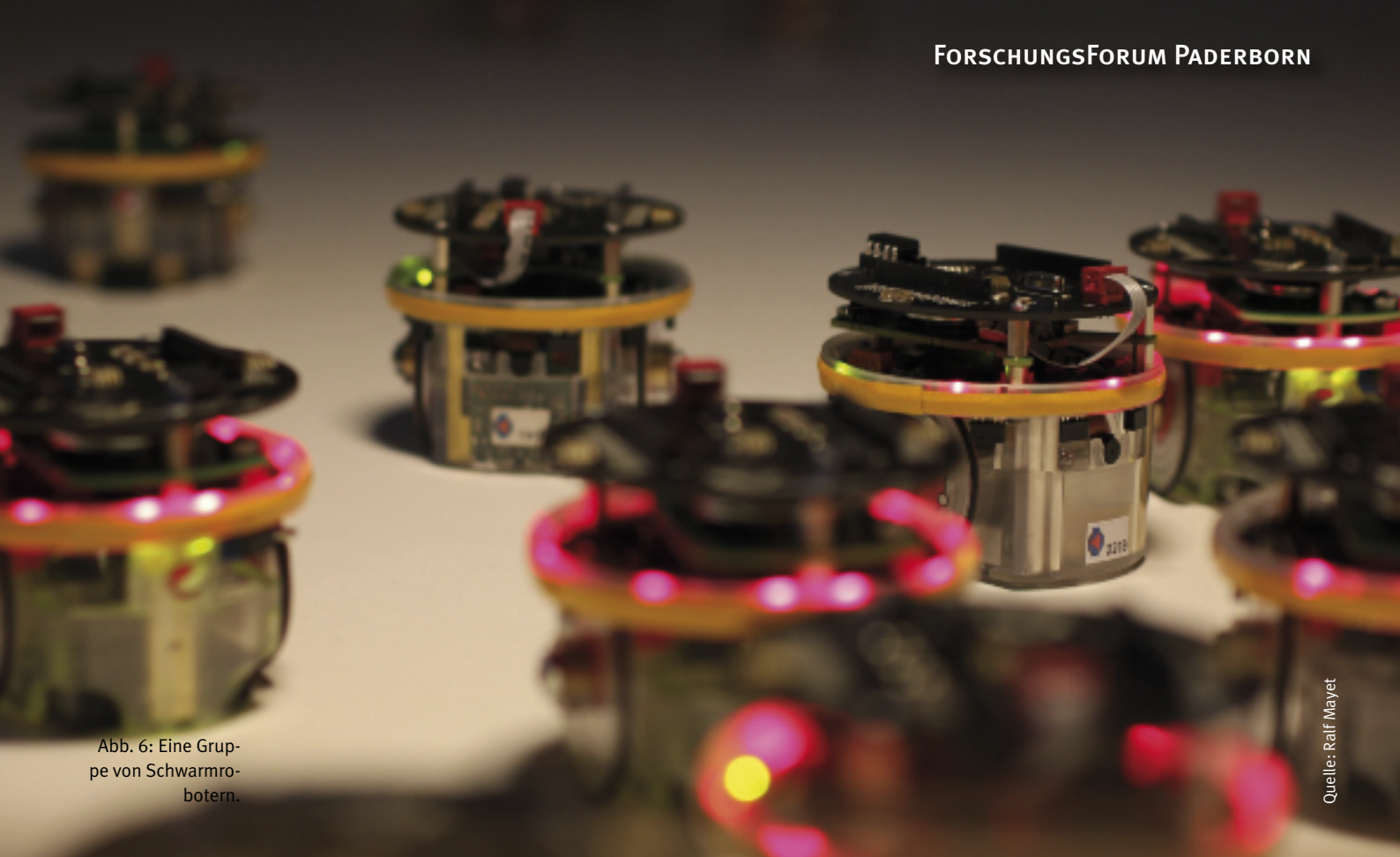


Abb. 6: Eine Gruppe von Schwarmrobotern.

Quelle: Ralf Mayet

Feedback zu bezeichnen, denn wenn z. B. die Urne mehrheitlich gelb ist, dann ist das Ziehen einer gelben Kugel wahrscheinlicher, was dann wiederum dieses Mehrheitsverhältnis verstärkt. Falls ermittelt wurde, dass in dieser Runde negatives Feedback vorliegen soll, dann wird eine gelbe Kugel aus der Urne durch eine blaue ersetzt. Um mit diesem Modell den zeitlichen Verlauf, wie in Abbildung 3 dargestellt, nachzuempfinden, wird z. B. mit 50 Prozent blauen und 50 Prozent gelben Kugeln gestartet und dann eine Vielzahl von Ziehungen hintereinander durchgeführt.

Ergebnisse der Modellierung

Mittels dieses einfachen Urnenmodells können mathematische Beschreibungen der Schwarmdynamik dieses Systems gefunden werden. Dazu wird für die oben genannte explizite Ermittlung, ob in einer jeweiligen Runde positives oder negatives Feedback vorliegt, eine Funktion definiert, die die Wahrscheinlichkeit für positives Feedback in Abhängigkeit von dem aktuellen Zustand des Schwarmsystems (Anzahl der sich im Uhrzeigersinn bewegend Tiere) angibt (siehe Abbildung 5a). Diese Funktion kann z. B. durch Experimente gemessen werden.

Mit diesem einfachen Modell kann man das durchschnittlich zu erwartende Verhalten des Schwarms vorhersagen. Die durchschnittlich zu erwartende Veränderung in der Anzahl der sich im Uhrzeigersinn bewegend Tiere („Rechtsherumgeher“) in Abhängigkeit von der momentan bestehenden Anzahl der sich im Uhrzeigersinn bewegend

Tiere ist in Abbildung 5b dargestellt. Positive Werte dieser Funktion treiben das System hin zu höheren Anzahlen an „Rechtsherumgehern“ und negative Werte treiben es zu niedrigeren Anzahlen. Die Nullstellen der Funktion für ca. 5 und 25 „Rechtsherumgeher“ zeigen Systemzustände auf, bei denen das Schwarmsystem erwartungsgemäß länger verweilen wird, so wie dies auch in Abbildung 3 zu erkennen ist. Ein weiteres Ergebnis ist also, dass ein derartiger Entscheidungsprozess in einem Schwarm maßgeblich von Feedbackprozessen abhängt, wobei in verschiedenen Systemzuständen mal positives und mal negatives Feedback vorherrscht. Weiterhin kann die Aussage getroffen werden, dass es zwar aufgrund des stochastischen Verhaltens schwierig ist Vorhersagen für ein konkretes Schwarmsystem zu machen, jedoch kann das durchschnittlich zu erwartende und damit systematische Verhalten recht einfach vorhergesagt werden.

Ausblick

Mit den erworbenen Kenntnissen über die Grundprinzipien der Schwarmintelligenz eröffnen sich Wege zur Anwendung, z. B. in der Schwarmrobotik. Ziel ist es, ein dezentrales und damit extrem ausfallsicheres und robustes System aus einer Vielzahl einfacher Roboter zu entwickeln (siehe Abbildung 6). Die Ergebnisse dieses Artikels können dabei helfen, sowohl effiziente Feedbackprozesse zu implementieren als auch einzelnen Schwarmmitgliedern die Fähigkeit zu geben, den Zustand des Schwarms schnell zu ermitteln und

Vorhersagen zu treffen. Mögliche Anwendungsgebiete erstrecken sich über weite Bereiche: einfache Reinigungsarbeiten, Kontrolle von schwer zugänglichen Bereichen, Sucheinsätze in Katastrophengebieten, Beeinflussung von natürlichen Schwärmen etc. Zudem trägt die Erforschung der Schwarmintelligenz dazu bei, neue Möglichkeiten zu eröffnen, wie auch zukünftig die Komplexität unserer Produkte und Systeme beherrscht werden kann, zum Beispiel durch Schwarmmethoden. Denn diese generieren komplexe Verhalten von miteinander interagierenden Einheiten auf Basis von simplen Regeln für den Einzelnen.

Literatur

ARTHUR, W. BRIAN (1994), INCREASING RETURNS AND PATH DEPENDENCE IN THE ECONOMY, UNIVERSITY OF MICHIGAN PRESS, ANN ARBOR.

BUHL, J., SUMPTER, D. J. T., COUZIN, I. D., HALE, J. J., DESPLAND, E., MILLER, E. R. & SIMPSON, S. J. (2006), FROM DISORDER TO ORDER IN MARCHING LOCUSTS, SCIENCE 312(5778):1402-1406.

HAMANN, H., TOWARDS SWARM CALCULUS: UNIVERSAL PROPERTIES OF SWARM PERFORMANCE AND COLLECTIVE DECISIONS, SWARM INTELLIGENCE: 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE - ANTS 2012, LNCS 7461, S. 168-179, SPRINGER-VERLAG, 2012.

JANIS, I. (1972), VICTIMS OF GROUPTHINK: A PSYCHOLOGICAL STUDY OF FOREIGN-POLICY DECISIONS AND FIASCOES. HOUGHTON MIFFLIN, BOSTON.

POLYA, G., & F. EGGENBERGER (1923): ÜBER DIE STATISTIK VERKETTETER VORGÄNGE, ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK 3(4):279-289.

UVAROV, B. P. (1977), GRASSHOPPER AND LOCUST: A HANDBOOK OF GENERAL ACRIDOLOGY. VOL. II: BEHAVIOUR, ECOLOGY, BIOGEOGRAPHY, POPULATION DYNAMICS, CAMBRIDGE UNIV. PRESS, CAMBRIDGE.

Kontakt

Jun.-Prof. Dr. Heiko Hamann

Institut für Informatik

05251 5465-279

heiko.hamann@uni-paderborn.de

Wenn Essen und Trinken im Alter beschwerlich werden

Verbreitung, Ursachen und Folgen von Ernährungsproblemen bei Seniorinnen und Senioren in Deutschland

Von Helmut Heseker
und Katrin Uhlig



Prof. Dr. Helmut Heseker arbeitet seit 1997 als Ernährungswissenschaftler am Institut für Ernährung, Konsum und Gesundheit der Universität Paderborn. Schwerpunkte seiner Arbeit liegen auf Untersuchungen zur Ernährungssituation definierter Bevölkerungsgruppen, der Ernährungsbildung und zur Zusatzstoffaufnahme mit Lebensmitteln.

Mit zunehmendem Alter kommt es vermehrt zu altersassoziierten Veränderungen, die von erheblicher Bedeutung für die Ernährung bzw. den Ernährungsstatus älterer Menschen sind. Während bei jungen, gesunden Seniorinnen und Senioren Übergewicht bzw. Adipositas und damit einhergehende Erkrankungen überwiegen, gewinnt mit steigendem Alter die Problematik der Mangelernährung zunehmend an Bedeutung. Unter- und Mangelernährungszustände werden allerdings häufig weder von den Betroffenen

noch von dem betreuenden Personal oder Ärzten frühzeitig wahrgenommen. Deshalb bildet die zeitnahe Diagnose eines unzureichenden Ernährungszustandes verbunden mit einer effektiven ernährungstherapeutischen Intervention die Grundlage für Gesundheit und Lebensqualität auch im hohen Alter.

Mangelernährung im Alter – ein unterschätztes Problem

Die Lebens- und Gesundheitserwartung der Menschen hat sich in der Vergangenheit, bedingt durch den medizinisch-technischen Fortschritt, durch gesündere Lebensstile, durch bessere Ernährung und weniger belastende Arbeitsplatzbedingungen, wesentlich verbessert. In der Zukunft werden somit mehr aktive und unabhängige, aber auch gleichzeitig unter chronischen Krankheiten leidende und auf ständige Hilfe angewiesene Senioren leben. Gerade mit zunehmendem Alter treten vermehrt ernste Gesundheits- und Ernährungsprobleme auf und eine bedarfsgerechte Ernährung wird nicht immer erreicht.

Die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Helmut Heseker am Institut für Ernährung, Konsum und Gesundheit der Universität Paderborn hat in den zurückliegenden Jahren eine Vielzahl von Studien zur Erforschung und Verbesserung der Gesundheits- und Ernährungssituation von Senioren durchgeführt. In Anknüpfung an die Studie „Ernährung ab 65“, welche die Situation selbstständig im Privathaushalt lebender Senioren beschreibt, wurden



Abb. 1: Die „DGE-Qualitätsstandards für die Verpflegung in stationären Senioreneinrichtungen“ geben den Rahmen zur Verankerung einer vollwertigen Verpflegung.

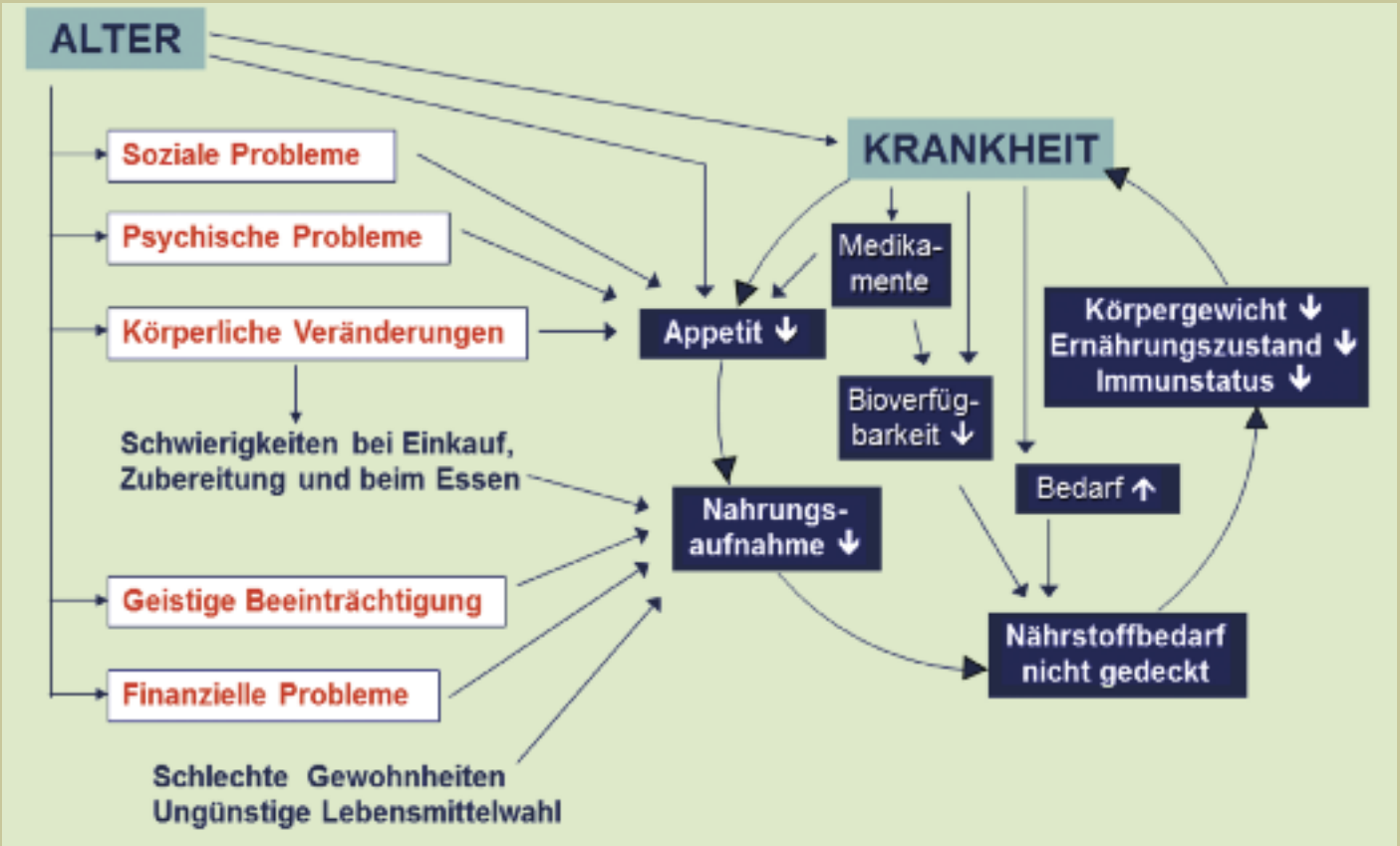


Abb. 2: Der „Teufelskreis der Mangelernährung“ zeigt die Komplexität dieser Problematik (Volkert, D: Mangelernährung im Alter. Ernährung im Fokus 03: 98–102 (2011)).

die Studien ErnSTES (Ernährung in stationären Einrichtungen für Seniorinnen und Senioren) und ErnSiPP (Ernährungssituation von Seniorinnen und Senioren mit Pflegebedarf in Privathaushalten) durchgeführt. Während sich die Ernährungssituation der selbstständig lebenden Senioren nicht wesentlich von der jüngerer Erwachsener unterscheidet und insgesamt nicht als kritisch einzustufen ist, sind Ernährungsprobleme wie Appetitlosigkeit, Kau- und Schluckbeschwerden verbunden mit Mangelernährung bei den pflegebedürftigen Senioren weitverbreitet. In den Untersuchungen wurde bei elf Prozent der Heimbewohner eine Mangelernährung und bei 48 Prozent ein Risiko für Mangelernährung diagnostiziert. Von den häuslich gepflegten Seniorinnen und Senioren waren 13 Prozent mangelernährt und bei 57 Prozent lag zumindest ein erhöhtes Risiko für Mangelernährung vor. Zudem wurden die Referenzwerte für eine bedarfsgerechte Energie- und Nährstoffzufuhr von einem Teil der Senioren nicht erreicht, wobei die Vitamine D, E und Folat sowie Calcium von der Mehrheit der Personen in unzureichender Menge aufgenommen wurden. Die Heimbewohner wiesen insgesamt häufiger eine defizitäre Versorgung auf als die häuslich gepflegten Seniorinnen und Senioren, was u. a. im geringeren Obst- und Gemüseverzehr begründet ist. Aus den Ergebnissen dieser Studien konnten Empfehlun-

gen und Maßnahmen zur Verbesserung der Ernährungssituation abgeleitet werden, die u. a. Eingang gefunden haben in den bundesweiten Qualitätsstandards für die Verpflegung in stationären Senioreneinrichtungen der DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung) (Abbildung 1).

Viele Ursachen ...

Die Nahrungsaufnahme im Alter wird durch eine Vielzahl an Faktoren beeinflusst (Abbildung 2). Bedingt durch die altersassoziierte Abnahme der Muskulatur, welche durch einen weniger aktiven Lebensstil gefördert wird, vermindert sich der Energiebedarf der Senioren. Dies wiederum kann zu einem Appetitverlust beitragen, womit das Risiko für eine Mangelernährung steigt. Die Mangelernährung ihrerseits führt zu einer weiteren Abnahme der Muskelmasse und der damit verbundene Kräfteverlust begünstigt wiederum den Bewegungsmangel. Die Altersanorexie (= Appetitlosigkeit im Alter) ist besonders im höheren Alter weitverbreitet. Die nicht bedarfsdeckende Energie- (Kalorien-)zufuhr hat eine signifikante Gewichtsabnahme zur Folge und führt zu einer erhöhten Krankheitsanfälligkeit, Gebrechlichkeit und auch Sterblichkeit. Verstärkt wird die Appetitlosigkeit im Alter durch eine veränderte Hunger- und Sättigungsregulation. Eine veränderte Magenmotilität führt zu einer verzögerten Magenentleerung und

MNA-Kurzform
Füllen Sie den Bogen aus, indem Sie die zutreffenden Zahlen markieren. Addieren Sie die Zahlen, um das Ergebnis zu erhalten.
A Hat der Patient während der letzten 3 Monate wegen Appetitverlust, Verdauungsproblemen, Schwierigkeiten beim Kauen oder Schlucken weniger gegessen? 0 = starke Abnahme der Nahrungsaufnahme 1 = leichte Abnahme der Nahrungsaufnahme 2 = keine Abnahme der Nahrungsaufnahme
B Gewichtsverlust in den letzten 3 Monaten 0 = Gewichtsverlust > 3 kg 1 = nicht bekannt 2 = Gewichtsverlust zwischen 1 und 3 kg 3 = kein Gewichtsverlust
C Mobilität 0 = bettlägerig oder in einem Stuhl mobilisiert 1 = in der Lage, sich in der Wohnung zu bewegen 2 = verlässt die Wohnung
D Akute Krankheit oder psychischer Stress während der letzten 3 Monate? 0 = ja 2 = nein
E Neuropsychologische Probleme 0 = schwere Demenz oder Depression 1 = leichte Demenz 2 = keine psychologischen Probleme
F1 Body Mass Index (BMI = Körpergewicht (kg) / Körpergröße² (m²)) 0 = BMI < 19 1 = 19 ≤ BMI < 21 2 = 21 ≤ BMI < 23 3 = BMI ≥ 23 Wenn kein BMI-Wert vorliegt, F1 mit F2 ersetzen
F2 Wadenumfang (WU in cm) 0 = WU < 31 3 = WU ≥ 31
Ergebnis (max. 14 Punkte) 12-14 Punkte: Normaler Ernährungszustand 8-11 Punkte: Risiko für Mangelernährung 0-7 Punkte: Mangelernährung

Abb. 3: Die Kurzform des Mini Nutritional Assessments ist ein alltagstaugliches Instrument zur Diagnostik von Mangelernährung. Kaiser, MJ., Bauer JM., Ramsch C., et al: Validation of the Mini Nutritional Assessment Short-Form (MNA®-SF): A practical tool for identification of nutritional status. J Nutr Health Aging 13: 782-78 (2009).

die erhöhte Aktivität von Sättigungshormonen, auch bei noch nicht gefülltem Magen, bedingt frühzeitig aufkommende Sättigungssignale, so dass die Nahrungsaufnahme abgebrochen wird, ohne dass der Energiebedarf gedeckt ist. Hinzu kommen weitere Faktoren, welche die Nährstoffausnutzung im Körper beeinträchtigen. Das können zum einen Verdauungs- und Absorptionsstörungen z. B. durch einen Magensäure-Mangel sein, zum anderen Krankheits- und Medikamenteneffekte. In Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass ältere Menschen nach einer Krankheitsphase mit einer deutlichen Körpergewichtsabnahme während der Rekonvaleszenz ihr frühe-

res Körpergewicht nicht oder nur sehr langsam wieder erreichen können. Durch wiederholte Krankheitsphasen kommt es häufig zu einer stufenweisen Abnahme des Körpergewichts. Zu den unerwünschten Nebenwirkungen vieler Medikamente zählen Mundtrockenheit und Übelkeit sowie eine nachhaltige Beeinträchtigung von Appetit und Geschmacksempfinden. Auch das vermehrte Auftreten von Depressionen, welche im Alter, z. B. bedingt durch Verlust des Lebenspartners und Einsamkeit, häufig auftreten, kann den Appetit hemmen. Daneben ist die hormonell bedingte Abnahme des Durstempfindens eine physiologische Alterserscheinung. Zusätzlich stellen Angst vor Inkontinenz, vor nächtlichen Toilettengängen oder Prostatabeschwerden nicht zu unterschätzende Trinkhemmnisse dar. Ein Austrocknungszustand ist besonders bei Hochbetagten nicht selten mit einer Krankenhauseinweisung und Flüssigkeitsinfusionen verbunden. Die verminderte Aufnahme von Speisen und Getränken wird auch begünstigt durch nachlassende Sinneswahrnehmungen, welche Geschmacks-, Geruchs-, Seh- und Tastvermögen betreffen können. Normal gewürzte Gerichte werden häufig als fade schmeckend empfunden und verdorbene Lebensmittel u. U. nicht als solche erkannt. Etwa 20 Prozent der Senioren leiden zudem unter Zahn- bzw. Gebissbeschwerden und bis zu 50 Prozent unter Mundtrockenheit, wodurch Kau- und Schluckstörungen auftreten können. Dies schränkt die Auswahl und Menge der verzehrten Nahrungsmittel stark ein. Besonders kauintensive oder faserige aber nährstoffreiche Lebensmittel wie Vollkornprodukte, Frischobst und -gemüse oder Fleisch werden gemieden. Auch Krankheiten wie Demenz oder Schlaganfall können den Kau- und Schluckvorgang massiv stören und sind mit einem erhöhten Risiko für eine Aspirationspneumonie (Lungenentzündung durch Verschlucken) assoziiert. Geistige Beeinträchtigungen, die von Vergesslichkeit, Verwirrtheit oder Depressionen bis zu schweren Formen der Demenz reichen, haben erhebliche Konsequenzen auf die Ernährung und den Ernährungszustand. Einkäufe und Essenszubereitung können nicht mehr selbstständig erfolgen. Es wird nicht mehr gekocht und gelegentlich wird einfach vergessen, zu essen und zu trinken. Weitere Ursachen, die nicht nur die Nahrungsaufnahme sondern häufig auch eine ausreichende Lebensmittelversorgung beeinträchtigen, sind Immobilität und körperliche Behinderungen der oberen Extremitäten (z. B. beim Kleinschneiden). Die Verfügbarkeit speziell frischer Lebensmittel (z. B. Obst, Salat, Gemüse, Milch) kann ebenso durch sozioökonomische Defizite wie Altersarmut oder die Wohnsituation mit fehlendem wohnortnahen Angebot an frischen Lebens-

nach dem Aufstehen	1 Glas Wasser
Frühstück	2 Scheiben Vollkorn-Toast mit Butter, Konfitüre und Frischkäse 2 Tassen Kaffee
2. Frühstück	2 EL Haferflocken, ½ geriebener Apfel, Dickmilch 1 Glas Eistee
Mittagessen	1 kleines Schnitzel in Rapsöl gebraten 3 Petersilien-Kartoffeln, Erbsen-Möhren-Gemüse 1 Schälchen Quark mit ½ Banane 1 Glas Saftbohne
Kaffee trinken	1 kleines Stück Erdbeertorte 2 Tassen Milchkaffee
Abendessen	Möhren-Rohkost mit Zitronensaft und Rapsöl 1½ Scheiben Vollkornrot mit Butter, Edamer und Hering in Aspik 2 Tassen Tee
am Abend	1 Glas Wasser

Abb. 4: So könnte ein Tagesplan für eine ältere Person aussehen.



Quelle: DGE/Fit im Alter

Abb. 5: Essen auf Rädern ist eine gute Möglichkeit ältere Menschen täglich mit einer warmen Mahlzeit zu versorgen.

mitteln eingeschränkt werden und damit ein sehr einseitiges Ernährungsverhalten bedingen. In einer Schweizer Studie war bei jedem zehnten Senior der Kühlschrank weitgehend leer. Über 30 Prozent der Seniorinnen und Senioren, die mit einem leeren Kühlschrank angetroffen wurden, mussten im Folgemonat das Krankenhaus aufsuchen, bei gut gefülltem Kühlschrank waren das nur acht Prozent. Nicht zu vernachlässigen sind auch Probleme, die sich für alte Menschen bei Auswahl und Einkauf von Lebensmitteln ergeben können. In einer Untersuchung der Bundesarbeitsgemeinschaft der Senioren-Organisationen e. V. gaben 40 Prozent an, dass es ihnen mindestens mehrmals pro Woche nicht gelingt, Lebensmittelverpackungen auf Anhieb zu öffnen. Besonders den motorisch eingeschränkten Senioren und Seniorinnen wird ein selbstständiges Leben so erheblich erschwert. Mit zunehmender geistiger bzw. körperlicher Beeinträchtigung steigt der Grad der Hilfs- und Pflegebedürftigkeit, so dass die Essensversorgung mehr und mehr von den zur Verfügung stehenden Pflegepersonen abhängt und nicht selten auch zur „Essabhängigkeit“ führt.

... und weitreichende Folgen

Abhängig von Ausmaß und Dauer der Mangelernährung reichen die Folgen von unspezifischen Krankheitssymptomen bis hin zur Einschränkung wesentlicher Organfunktionen. Bei leichten Formen einer allgemeinen Unterernährung fühlt sich die betroffene Person schwach, müde und antriebslos, doch auch marginale Nährstoffdefizite können sich bereits negativ auf Immunkompe-

tenz und Gedächtnisleistungen auswirken. Problematisch ist, dass diese anfänglichen Symptome häufig als normale Alterserscheinungen fehlinterpretiert werden und deshalb keine frühzeitige Intervention erfolgt. Ein anhaltendes Energie- und Nährstoffdefizit führt zu spezifischen klinischen Funktionsstörungen und Mangelsymptomen. Sichtbares Zeichen einer Unterernährung ist eine Abnahme des Körpergewichts, die sowohl das Fett- als auch das Muskelgewebe betrifft. Die verringerte Muskelkraft ist mit einem erhöhten Sturz- und Frakturrisiko assoziiert und bedingt einen verminderten Energiebedarf, was zu Appetitlosigkeit und geringerer Nahrungsaufnahme führt. Daneben erhöht Unterernährung die Infektanfälligkeit und geht mit einem erhöhten Dekubitusrisiko sowie schlechter Wundheilung und verlangsamter Rekonvaleszenz nach akuter Erkrankung einher. Im Vergleich zu normalgewich-



Quelle: DGE/Fit im Alter

Abb. 6: Eine Personenwaage sollte in jedem Haushalt vorhanden sein und regelmäßig genutzt werden (DGE/Fit im Alter).



Quelle: DGE/Fit im Alter

Abb. 7: Hilfreich: Während und zwischen den Mahlzeiten kontinuierlich Getränke anbieten.



Quelle: DGE/Fit im Alter

Abb. 8: Eine Tasse mit zwei Henkeln kann das Trinken bei motorischen Einschränkungen erleichtern.

tigen haben unterernährte, untergewichtige ältere Menschen deutlich ungünstigere Lebensperspektiven sowie eine erheblich eingeschränkte Lebensqualität und auch die Mortalität ist erhöht.

Probleme früh erkennen ...

Unter- und Mangelernährung zählen immer noch zu den am häufigsten übersehenen ärztlichen Befunden, da der Ernährungsstatus zu selten erfasst wird. Ursächlich hierfür kann die praktische Umsetzbarkeit der Messung von Körpergewicht und Körperlänge bei körperlich eingeschränkten und bettlägerigen Senioren sein, auch wegen unzureichender finanzieller und personeller Ressourcen. Aufgrund fehlender Sensibilisierung, wird zudem oft einfach vergessen, eine Körpergewichtskurve anzulegen und auf unfreiwillige Gewichtsverluste und Ernährungsprobleme zu achten. Dabei gilt schon ein BMI kleiner 22 kg/m^2 als Risikofaktor – zum Vergleich: Erwachsene gelten erst bei weniger als $18,5 \text{ kg/m}^2$ als untergewichtig. Auch optische Alarmsignale eines beginnenden Nährstoffmangels wie zu weit gewordene Kleidung, Appetitlosigkeit, körperliche Schwäche, Kau- und Schluckstörungen, Hautveränderungen sowie Teilnahmslosigkeit werden häufig nicht wahrgenommen. Dabei ist für den Erfolg ernährungstherapeutischer Maßnahmen von entscheidender Bedeutung, dass diese beginnen, bevor

ein erheblicher Gewichtsverlust eingetreten ist, da ältere Menschen verlorengegangene Körper- und Muskelmasse viel schwieriger und nur langsamer wiederaufbauen können. Eine Beurteilung des Ernährungszustandes muss daher sowohl in der ambulanten als auch stationären Betreuung von Senioren zu den Routinemaßnahmen gehören. Ein weltweit verbreitetes, weil äußerst praxistaugliches, Instrument hierfür ist das Mini-Nutritional-Assessment (MNA). Es ist ohne aufwändige Apparaturen und spezielles Ernährungswissen sowohl im stationären als auch im ambulanten Bereich durchführbar. Besonders praktikabel ist die Kurzform des MNA (Abbildung 3).

... und gezielt vorbeugen und handeln

Eine vollwertige Ernährung im Seniorenalter muss den individuellen Energie-, Protein- und Nährstoffbedarf decken. Da altersbedingt die Energieaufnahme vermindert sein kann, sollten die verzehrten Lebensmittel besonders nährstoffreich sein. Eine ausgewogene Mischkost aus Getreideprodukten, Obst und Gemüse, Milchprodukten und Eiern, aber auch Fleisch bzw. Fisch erfüllt dieses Kriterium (Abbildung 4). Wesentlich für das körperliche Wohlergehen ist zudem eine ausreichende Trinkmenge. So sollte zu jeder Mahlzeit ein Getränk eingenommen werden, Getränke sollten immer in Sicht – oder Griffnähe platziert



Quelle: DGE/ Ft. im Alter

Abb. 9: Ein Getreidebrei mit Früchten ist eine ballaststoff- und nährstoffreiche Frühstücksvariante, auch für Personen mit Kau- oder Schluckbeschwerden.

werden und die Senioren sollten so häufig wie möglich durch Aufforderung oder gemeinsames Trinken animiert werden. Auch ein Trinkwecker oder das Führen eines Trinkprotokolls können sich als hilfreich erweisen. Da die körpereigene Syntheseleistung an Vitamin-D im Alter abnimmt, stellt eine ausreichende Vitamin-D-Versorgung oft ein großes Problem dar. Weil diese kaum über die Nahrung zu erreichen ist, kann speziell bei ans Haus gebundenen Personen zur Prävention von Stürzen und Frakturen sowie zur Stärkung der Muskelkraft eine Vitamin-D-Supplementation erforderlich sein. Ein weiterer essentieller Faktor, um den Kreislauf der Mangelernährung von vornherein zu unterbinden bzw. zu durchbrechen, ist regelmäßige Bewegung, am besten an der frischen Luft. So wird gleichzeitig die Vitamin-D-Versorgung unterstützt.

Wenn bereits eine Mangelernährung vorliegt, muss die Identifizierung und Beseitigung der Ursachen primär sein. Dies kann u. a. durch Behandlung der Grunderkrankung, Zahnsanie-

rung, Verwendung von speziellem Geschirr aber auch eine Sicherstellung der Essensversorgung, z. B. durch Essen auf Rädern, geschehen. Weitere Maßnahmen reichen von der Schaffung einer ansprechenden Essatmosphäre und einer appetitlichen Speisengestaltung über konsistenzangepasste Kost und Finger Food bis hin zu energie- bzw. proteinreichen Snacks oder nährstoffreiche Trinknahrung. Genügen diese Interventionen nicht oder sind sie krankheitsbedingt nicht umsetzbar, kann für eine gewisse Zeitspanne eine Sondenernährung das Mittel der Wahl sein.

Das Fundament für eine fachgerechte Prävention und Intervention der Mangelernährung ist dabei die Sensibilisierung und Zusammenarbeit aller an der Versorgung, Betreuung und Pflege beteiligten Personen und Institutionen, gepaart mit einem routinemäßigen Screening und einer individuellen und bedarfsgerechten Ernährungsversorgung.



Quelle: DGE/Fit im Alter

Abb. 10: Auch konsistenzangepasste Kost kann appetitlich angerichtet werden.

Literatur

BOUMENDJEL, N., HERMANN, F., GIROD, V.: REFRIGATOR CONTENT AND ADMISSION IN OLD PEOPLE. LANCET 356: 563 (2001).

GUIGOZ, Y., LAUQUE, S., VELLAS, BJ.: IDENTIFYING THE ELDERLY AT RISK FOR MALNUTRITION. THE MINI NUTRITIONAL ASSESSMENT. CLIN GERIATR MED 18: 737-757 (2002).

HESEKER, H., SCHMID, A.: ERNÄHRUNG IM HOHEN ALTER UND IN DER GERIATRIE. TEIL 2: DIAGNOSTIK DER MANGELERNÄHRUNG UND MÖGLICHKEITEN ZUR VERBESSERUNG DER ERNÄHRUNGSSITUATION. ERNÄHRUNGS-UMSCHAU 49: B21-B24 (2002).

SCHIFFMAN, SS., ZERVAKIS, J.: TASTE AND SMELL PERCEPTION IN THE ELDERLY: EFFECT OF MEDICATIONS AND DISEASE. ADV FOOD NUTR RES 44: 247-346 (2002).

VERBRAUCHERZENTRALE BUNDESVERBAND E.V. (HRSG.): ESSEN IM ALTER. ZU WENIG? ZU VIEL? DAS FALSCH? DOSSIER ZUR SENIORENERNÄHRUNG IN DEUTSCHLAND. BERLIN (2004).

VOLKERT, D., CEDERHOLM, T., COTI-BERTRAND, P. ET AL: ESPEN GUIDELINES ENTERAL NUTRITION: GERIATRICS. CLIN NUTR 24: 330-360 (2006).

VOLKERT, D., KREUEL, K., STEHLE, P.: 'NUTRITION BEYOND 65'-AMOUNT OF USUAL DRINKING FLUID AND MOTIVATION TO DRINK ARE INTERRELATED IN COMMUNITY-LIVING, INDEPENDENT ELDERLY PEOPLE. Z GERONTOL GERIATR 37: 436-443 (2004).



Dipl.-Troph. Katrin Uhlig ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Ernährung, Konsum und Gesundheit der Universität Paderborn. Schwerpunkt Ihrer Arbeit ist die Untersuchung der Ernährungssituation pflegebedürftiger Senioren. Im Rahmen Ihrer Doktorarbeit hat sie die ErnSiPP-Studie in Paderborn koordiniert.

Kontakt

Prof. Dr. Helmut Heseker

Fakultät für Naturwissenschaften

Institut für Ernährung, Konsum und Gesundheit

05251 60-3835

heseker@evb.upb.de



CloudScale – Skalierbarkeit für die Cloud

CloudScale unterstützt die Entwicklung von kostengünstiger Cloud-Software

Von Sebastian Lehrig und Steffen Becker



Jun.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Becker ist seit 2010 Juniorprofessor im Bereich Software-technik an der Universität Paderborn. Sein Forschungsschwerpunkt ist die Analyse extra-funktionaler Eigenschaften von Software-Architekturen, wie z.B. Skalierbarkeit. In diesem Kontext leitet er das CloudScale-Projekt der Universität Paderborn.

Das EU-Projekt CloudScale möchte Unternehmen dabei helfen, Cloud Computing anstelle eigener Rechenanlagen für den Betrieb ihrer Software zu nutzen. Für Unternehmen stellt sich die Frage, ob sie Cloud Computing überhaupt benötigen. Die ausschlaggebenden Faktoren zur Beantwortung dieser Frage sind die mit Cloud Computing verbundenen Kosten und die Qualität der Software. Kann hochqualitative Software durch Cloud Computing kostengünstiger als mit der eigenen Rechenanlage betrieben werden, so wird Cloud Computing interessant für Unternehmen. CloudScale ermöglicht es Unternehmen nun, entstehende Kosten zu analysieren und ihre Software für Cloud Computing zu optimieren – noch bevor der Schritt in die Cloud gewagt wird.

„... ein Blick in die Kristallkugel ...“

Juniorprofessor Steffen Becker beschreibt seine Arbeit im EU-Projekt CloudScale gerne als Wahrsagerei. Er und seine Kollegen erstellen nämlich Modelle von Software, die eine Vorhersage der Kosten des Betriebs der Software in der Cloud ermöglichen. Was aber im ersten Moment nach Magie klingen mag, ist in anderen Bereichen schon gang und gäbe. Genau diesem Prinzip folgen z. B. Wettervorhersagen: Meteorologen



Das Logo von CloudScale.

nutzen Wetter-Modelle, um das Wetter für den nächsten Tag, die nächste Woche oder den nächsten Monat vorherzusagen. Hierbei haben Software- und Wetter-Modelle bemerkenswert viel gemeinsam: Je weiter man versucht in die Zukunft zu blicken, desto ungenauer werden auch die Vorhersagen. Es ist eben ein Blick in die Kristallkugel – und genau diese Kristallkugel gilt es möglichst klar zu bekommen. In diesem Sinne erforscht die Universität Paderborn im Rahmen von CloudScale, wie Kostenvorhersagen möglichst genau für längere Zeiträume gemacht werden können.

CloudScale geht aber noch einen Schritt weiter. Wenn die Vorhersagen andeuten, dass der Betrieb der Software in zukünftigen Cloud-Umgebungen zu teuer wird, dann macht CloudScale Vorschläge, um dieses Problem zu beheben. Diese Vorschläge geben an, wie die Software geändert werden sollte, um sie weiterhin günstig in der Cloud zu betreiben. Wenn es z. B. in Deutschland am Wochenende regnen wird, dann könnte man sich überlegen, einen Wochenendurlaub im regenfreien Italien zu machen. Genauso kann man eine Cloud so einstellen, dass die Software in Italien betrieben wird, wenn die deutschen Clouds überlastet sein werden. Diese Art von Ratschläge macht Cloud Scale bereits zur Entwurfs- und Planungszeit der Software. So kann CloudScale beispielsweise konkrete Hinweise auf zu verwendende Datenbanken geben oder gar eine Umstrukturierung der Software-Architektur zur Entwurfszeit vorschlagen.

Quelle: CloudScale

Das EU-Projekt CloudScale hilft beim Erstellen skalierbarer Cloud-Applikationen.

„Genauso war es auch beim Strom ...“

Was aber verursacht die Kosten in der Cloud genau? Dieser Frage geht CloudScale auf den Grund, um präzise Software-Modelle zu erstellen. Hierfür haben sich die Forscher in CloudScale ein klares Bild über die Kosten von Cloud Computing sowie ihrer Einflussfaktoren gemacht. In der Vergangenheit entstanden Kosten hauptsächlich durch den Unterhalt von Rechenanlagen. Heutzutage ermöglicht Cloud Computing den Unternehmen, nur tatsächlich verwendete Rechenressourcen zu mieten und zu bezahlen. Genauso war es auch beim Strom: Früher hatten viele Unternehmen eigene Stromgeneratoren. Diese sind nun aber weitgehend durch Stromanbieter abgelöst, die je nach Höhe des Stromverbrauchs bezahlt werden. Entsprechend tragen Software-Unternehmen im Cloud Computing eben nur die Kosten für tatsächlich genutzte Rechenressourcen. Um die hierfür nötigen Kosten zu minimieren, wollen Software-Unternehmen daher ihre Software so entwerfen, dass so wenig gemietete Ressourcen wie möglich genutzt werden. CloudScale sieht Skalierbarkeit der Software dabei als die entscheidende Eigenschaft an, die diese Minimierung ermöglicht. Skalierbarkeit beschreibt hierbei die Fähigkeit des (Software-)Systems, grundsätzlich zusätzliche Ressourcen nutzen zu können. Das klingt erst mal seltsam: warum sollte man denn zusätzliche Ressourcen nutzen wollen, wenn man doch Kosten minimieren möchte? Dazu muss man sich typischer Anwendungsfälle im Cloud Computing bewusst sein.

„ ... für solche Anwendungsfälle ist Cloud Computing geeignet ...“

Abbildung 1 soll einen solchen Anwendungsfall deutlich machen. Das Schaubild zeigt beispielhaft für einen Online-Buchhändler, wie viele Kunden in einem bestimmten Monat Bücher gekauft haben. Typischerweise kaufen etwa 400 Kunden pro Monat bei diesem Buchhändler ein. Die Monate Juni und Juli sowie November und Dezember zeigen jedoch ein anderes Kundenverhalten mit jeweils 260 bzw. 530 Kunden pro Monat. Dies kann dadurch erklärt werden, dass im Juni und Juli viele potenzielle Kunden im Urlaub sind und daher den Online-Buchhändler nicht besuchen können. Im November und Dezember beginnt hingegen das Weihnachtsgeschäft, so dass Kunden verstärkt Bücher kaufen.

Gerade diese schwankenden Kundenzahlen machen Cloud Computing interessant: die Cloud kann dem Online-Buchhändler bei plötzlich steigenden Kundenzahlen wie im November und Dezember einfach mehr Ressourcen zur Bewältigung der Kunden bereitstellen. Klassische Systeme wären typischerweise in solchen Situationen überlastet und könnten nicht mit einer solchen Situation fertig werden. Eine solche Überlast lässt die Webseite des Online-Buchhändlers langsam erscheinen oder gar ausfallen, was zu unzufriedenen Kunden führen wird. Auf der anderen Seite kann die Cloud auch wieder Ressourcen freigeben, wenn sich wenige Kunden beim Online-Buchhändler aufhalten, beispielsweise im Juni und Juli. Da der Online-Buchhändler nur für die Nutzung der

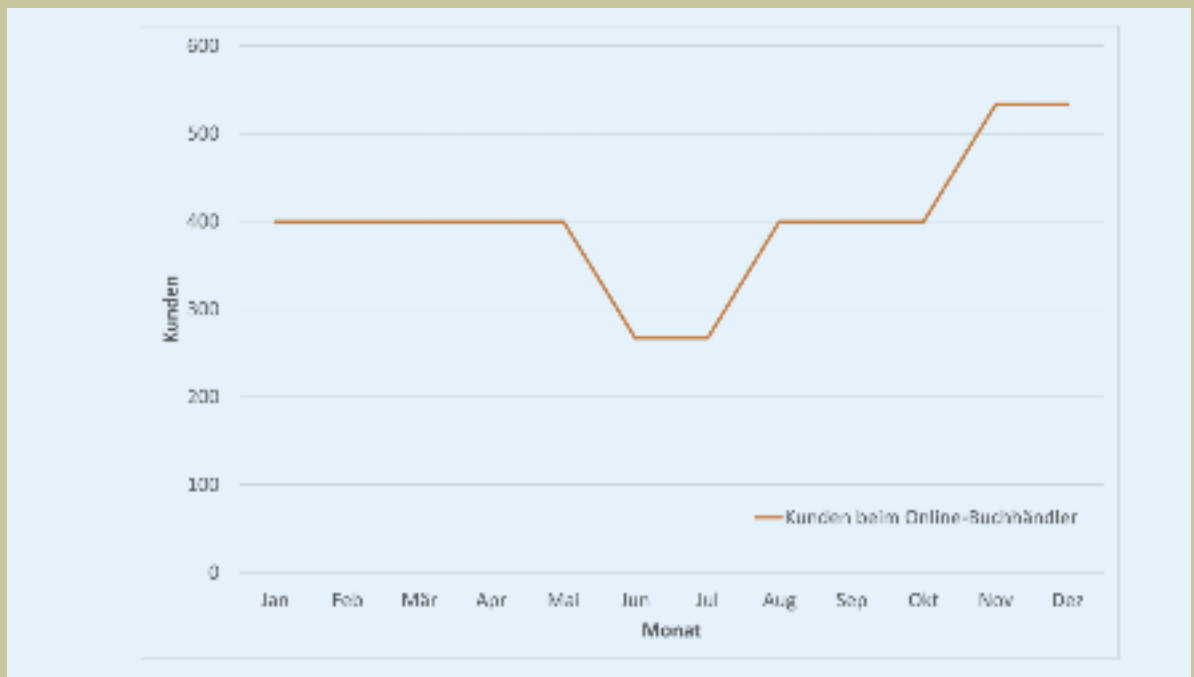


Abb. 1: Anzahl der Kunden eines fiktiven Online-Buchhändlers über ein Jahr.

Ressourcen zahlt, spart er durch diese Freigabe Geld. Eben genau für solche Anwendungsfälle ist Cloud Computing geeignet: Statt eine eigene Rechenanlage aufzubauen, die nicht für schwankende Kundenzahlen ausgelegt ist, mietet man sich in der Cloud einfach die optimal benötigte Menge an Ressourcen.

Nun kann auch die Frage beantwortet werden, warum die Fähigkeit zum Nutzen zusätzlicher Ressourcen (d. h. Skalierbarkeit) beim Minimieren von Kosten so wichtig ist. Zum einen ist es meist zu teuer, Kunden durch träge oder ausgefallene Systeme zu verärgern. Cloud Computing bietet hier durch automatisches Hinzuschalten von Ressourcen eine Lösung, mit einer steigenden Anzahl von Kunden umzugehen. Zum anderen geht es auch darum, wie viele zusätzliche Ressourcen nötig sind, um eine bestimmte, höhere Anzahl an Kunden zu bewältigen. Je weniger zusätzliche Ressourcen das System braucht, um mehr Kunden zu bewältigen, desto weniger Kosten muss der Online-Buchhändler für die Nutzung der Cloud bezahlen. Skalierbarkeit ist hierbei die Eigenschaft, die die Nutzung zusätzlicher Ressourcen überhaupt erst möglich macht.

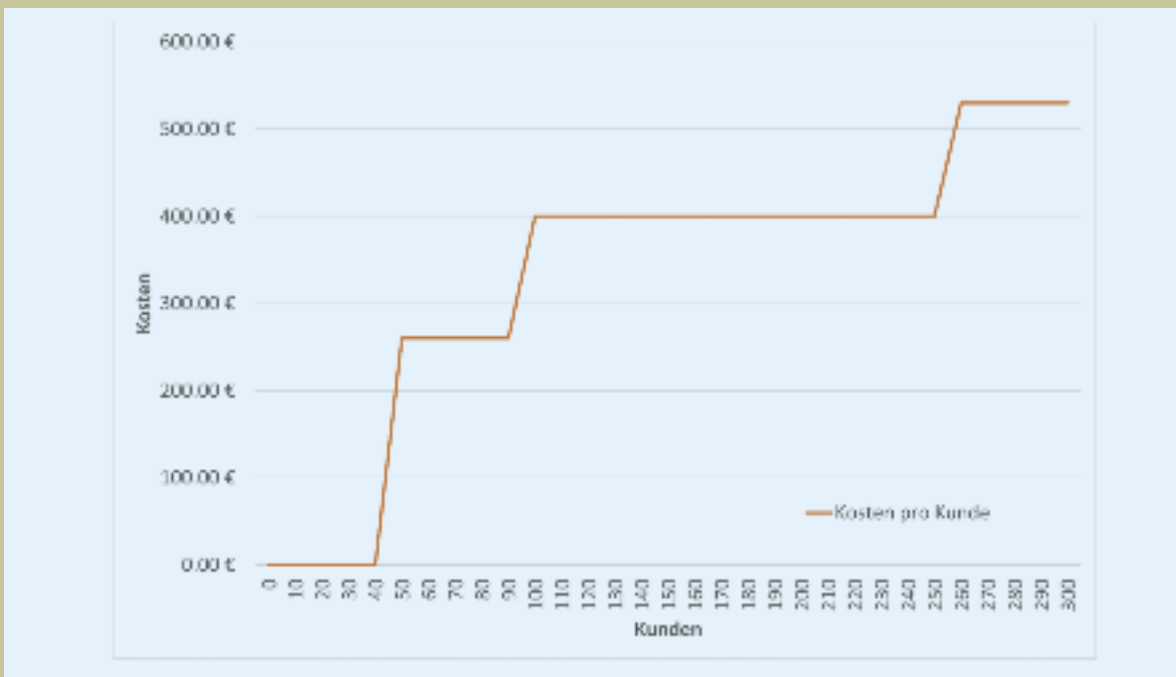
„... Skalierbarkeit anhand der Kosten illustrieren ...“

Für das Beispiel des Online-Buchhändlers könnte Skalierbarkeit anhand der Kosten illustriert werden (Abbildung 2). Je mehr die Cloud von den Kunden beansprucht wird (X-Achse), desto mehr muss der Buchhändler auch zahlen (Y-Achse) – analog zur Stromnutzung. Insbesondere können Cloud Anbieter wie Amazon, Google oder Microsoft auch Gratis-Angebote machen: Wie in Abbil-

dung 2 zu sehen ist, kann die Benutzung einer Cloud mit bis zu 40 Kunden durchaus gratis sein. Erst danach fallen (eventuell gestaffelte) Kosten an. Laut CloudScale wäre ein solches System optimal skalierbar, wenn die Kosten ungefähr linear ansteigen.

Steffen Becker und sein Team versuchen nun in CloudScale, genau solche skalierbaren Systeme mithilfe der CloudScale Methoden zu entwerfen. Ein mögliches Ergebnis einer Vorhersage könnte dann ein Graph wie in Abbildung 2 sein. Hat man einmal einen solchen Graphen für ein System-Modell, wie z. B. für ein Modell des Online-Buchhandels, so kann man anfangen, mit dem Modell zu experimentieren. Im Modell ist es beispielweise möglich, den Ort zu ändern, an welchem der Online-Buchhandel betrieben werden soll. Eine erneute Vorhersage kann schließlich dazu genutzt werden, den Effekt auf die Skalierbarkeit zu beobachten. So kann bereits zur Entwurfszeit (während der System-Modellierung) bestimmt werden, welche Architekturentscheidungen zu gut skalierbaren Systemen führen.

Das CloudScale-Projekt läuft noch bis Ende September 2015. Das Projekt plant als nächstes, die CloudScale Methoden in größeren Industrieprojekten zu erproben und zu validieren. Hierzu kooperieren das s-lab der Universität Paderborn sowie die FG Softwaretechnik um Steffen Becker des Heinz-Nixdorf-Institutes innerhalb des Projektes mit den Projektpartnern SINTEF (Norwegen), SAP (Deutschland), Ericsson Nikola Tesla (Kroatien) und XLAB (Slowenien). Das s-lab und die FG Softwaretechnik konzentrieren sich weiterhin auf Modellbildung, Methoden und Sprachen beim Entwurf von Cloud-Applikationen. Die Projektpart-



Quelle: Eigene Illustration

Abb. 2: Kosten pro Kunde zum Betreiben des Online-Buchhandels.

ner steuern die industrierelevanten Fallstudien sowie geeignete Entwicklungstools bei und übernehmen das Projektmanagement.

Literatur

- [1] G. BRATAAS, E. STAV, S. LEHRIG, S. BECKER, G. KOPCAK, D. HULJENIC. "CLOUDSCALE: SCALABILITY MANAGEMENT FOR CLOUD SYSTEMS." IN PROCEEDINGS OF THE 4TH ACM/SPEC INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERFORMANCE ENGINEERING, 335–338. ICPE '13. NEW YORK, NY, USA: ACM, 2013.
- [2] M. LANGHAMMER, S. LEHRIG, M. E. KRAMER. "REUSE AND CONFIGURATION FOR CODE GENERATING ARCHITECTURAL REFINEMENT TRANSFORMATIONS." IN PROCEEDINGS OF THE 1ST WORKSHOP ON VIEW-BASED, ASPECT-ORIENTED AND ORTHOGRAPHIC SOFTWARE MODELLING, 6:1–6:5. VAO '13. NEW YORK, NY, USA: ACM, 2013.
- [3] M. VON DETTEN, S. LEHRIG. "REENGINEERING OF COMPONENT-BASED SOFTWARE SYSTEMS IN THE PRESENCE OF DESIGN DEFICIENCIES – AN OVERVIEW." IN 15TH WORKSHOP SOFTWARE-REENGINEERING (WSR'13). BAD HONNEF, GERMANY, 2013.



M. Sc. Sebastian Lehrig ist seit November 2012 als wissenschaftlicher Mitarbeiter im CloudScale-Projekt angestellt. Er beschäftigt sich mit Entwurfs- und Analyse-Methoden für Cloud-Applikationen. Diese Methoden sollen Architekten dabei unterstützen, Cloud-Applikationen skalierbar zu machen.

Kontakt

Sebastian Lehrig

Fakultät: Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Heinz-Nixdorf-Institut, FG Softwaretechnik

5251 60-5584

sebastian.lehrig@uni-paderborn.de

Neue Anwendungsgebiete für Computer Assisted Surgery (CAS)

Intelligente Bildverarbeitung ermöglicht Einsatz von CAS in Notfalloperationen

Von Peter Schreier



Prof. Peter Schreier, Ph.D. ist seit 2011 Leiter des Fachgebiets Signal- und Systemtheorie in der Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik. Seine Forschungsinteressen umfassen die Theorie der Signalverarbeitung und Anwendungen im Mobilfunk sowie der Medizin.

Computergestützte Chirurgie (Computer Assisted Surgery, CAS) wird seit vielen Jahren erfolgreich bei Operationen am Gehirn und an der Wirbelsäule eingesetzt. Allerdings haben klassische CAS-Systeme einige Nachteile: Der Ablauf im OP ändert sich, und die OP selbst wird komplexer. Deswegen wird CAS selten bei Notfall-OPs eingesetzt, wo Effizienz und Einfachheit wichtig sind. Das Fachgebiet Signal- und Systemtheorie unterstützt ein weltweit führendes Unternehmen der Medizintechnik bei der Entwicklung eines revolutionären CAS-Systems zur Behandlung von Brüchen des Oberschenkelknochens. Dieses System passt sich völlig an den Ablauf während der Operation an und erfordert wenig oder gar keine Interaktion zwischen Chirurg und System. Um dies zu erreichen, wertet das System automatisch Röntgenbilder aus, wozu das Fachgebiet intelligente Bildverarbeitungsalgorithmen entwickelt.

Behandlung von Oberschenkelfrakturen

Der Oberschenkelknochen besteht aus einem langen Schaft sowie einem kurzen Hals, der die Kugel des Hüftgelenks trägt. Der Oberschenkelknochen ist der stabilste Knochen des menschlichen Körpers. Er bricht deswegen nur, wenn sehr starke Kräfte auf ihn einwirken, wie zum Beispiel bei einem Motorradunfall. Hingegen sind Brüche im Übergangsbereich zwischen Oberschenkelhals und Oberschenkelchaft sowie in der Nähe des Kniegelenks normalerweise auf Osteoporose (Entkalkung des Knochens) zurückzuführen. Dabei

reicht oft schon ein leichter Sturz aus, um eine Fraktur hervorzurufen. Bei jungen gesunden Menschen kommt diese Verletzung nur bei einem hochenergetischen Trauma vor. Dies erklärt die Zusammensetzung der Patienten, die mit Oberschenkelfrakturen behandelt werden müssen: Es handelt sich meist entweder um junge Männer, die unfallträchtigen Aktivitäten nachgehen, oder um

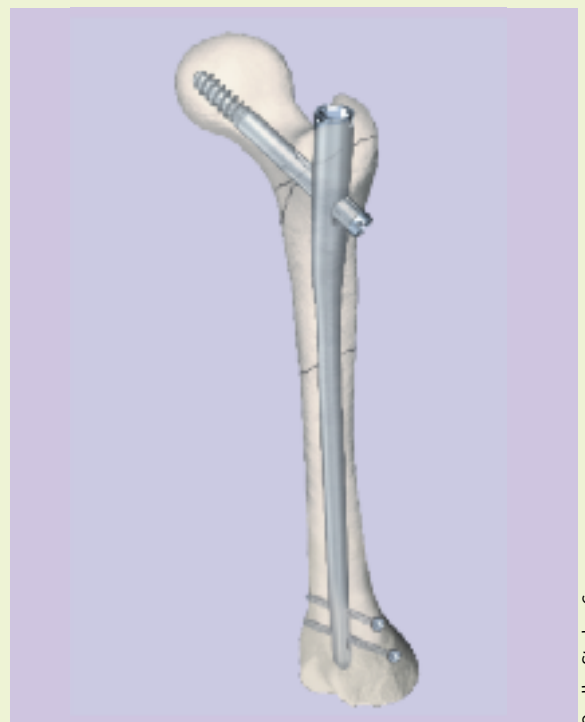
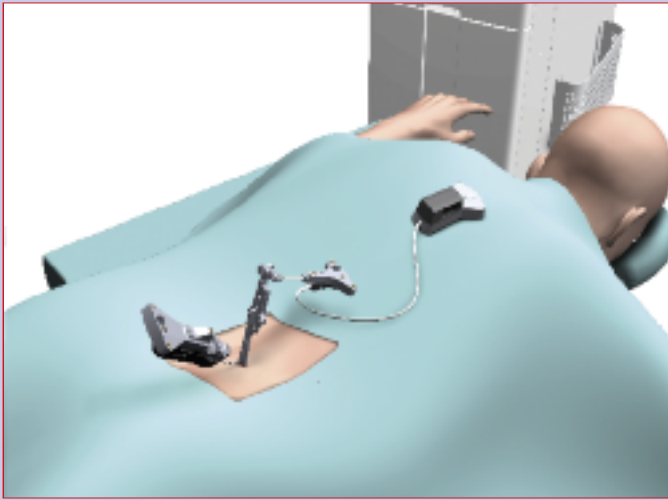


Abb. 1: Modell eines implantierten Gamma3-Nagels, der mit einer großen Schraube im Hüftkopf und mit ein oder zwei kleineren Schrauben im Oberschenkelknochen fixiert wird.

Quelle: Stryker Corp.



Quelle: Stryker Corp.

Abb. 2: Ein klassisches CAS-System für eine Wirbelsäulen OP. In der Vergrößerung erkennt man den Marker, der fest mit der Wirbelsäule verbunden wird. Dieser Marker muss ständig im Blickfeld der 3-D-Kamera (im Bild rechts oben zu sehen) sein.

ältere Frauen, die an Osteoporose leiden. Letztere Gruppe stellt nahezu drei Viertel aller Patienten mit Oberschenkelbrüchen.

In den meisten Fällen erfordert ein Bruch des Oberschenkelknochens einen sofortigen chirurgischen Eingriff mithilfe der Osteosynthese, bei der Implantate aus Metall den Knochen während der Heilung stabilisieren. Dabei gibt es zwei mögliche Verfahren: Entweder wird ein Verriegelungsmarknagel in das Mark des Knochens eingeführt, der somit den Knochen von innen schient, oder es wird von außen eine Platte an den Knochen angelegt. Die Methode des Marknagels wurde während des zweiten Weltkriegs von Gerhard Küntscher (1900–1972) erfunden. Er stieß damit zuerst auf starken Widerstand, da es die damalige Lehrmeinung war, das Knochenmark dürfe nicht verletzt werden. Bald jedoch schon konnte sich das Verfahren der Marknagelung etablieren. Seit mehr als 20 Jahren gibt es nun mittlerweile den so genannten Gamma-Nagel, der von der amerikanischen Stryker Corporation in Kiel gefertigt wird. Stryker ist ein weltweit führendes Unternehmen der Medizintechnik mit mehr als acht Milliarden US-Dollar Jahresumsatz. Im Bereich der Marknagelung ist Stryker mit dem Gamma₃-Nagel der dritten Generation weltweiter Marktführer.

Richtige Platzierung des Gamma-Nagels

Abbildung 1 zeigt ein Modell eines implantierten Gamma₃-Nagels. Der Nagel besteht aus einer

Titan-Legierung und wird mit einer großen Schraube im Hüftkopf sowie mit ein oder zwei kleinen Schrauben im Oberschenkelknochen fixiert. Dabei ist die richtige Positionierung der großen Schraube im Hüftkopf kritisch. Um optimale Stabilität zu gewährleisten, muss die Schraubenspitze möglichst nah an die Oberfläche des Hüftkopfs reichen, ohne jedoch diesen zu penetrieren. Als optimal angesehen wird oft ein Abstand von 5 mm zwischen Schraubenspitze und Hüftkopfoberfläche. Wird die Oberfläche des Hüftkopfs durchstoßen, so führt dies beim Patienten zu erheblichen Schmerzen mit möglicherweise weitreichenden Folgeschäden. Sind es andererseits mehr als die empfohlenen 5 mm, dann besteht später die Gefahr eines so genannten „cut-outs“, bei dem die Schraube aus dem Hüftkopf ausbricht. Ein cut-out muss tunlichst vermieden werden, da dieser immer eine noch aufwändigere Operation notwendig macht, von der in der Regel die gesamte Hüfte betroffen ist. Eine klinische Studie [1] hebt deswegen die Wichtigkeit der korrekten Platzierung der Schraube im Hüftkopf hervor.

Die Lage des Nagels und der Schraube wird vom Chirurgen mithilfe von Röntgenbildern bestimmt, die mit einem C-Bogen aufgenommen werden. Dabei werden jeweils zwei Röntgenbilder erstellt: eines in A/P (anterior/posterior) Richtung, bei dem der Knochen von vorne geröntgt wird, und eines in M/L (medialer/lateraler) Richtung, bei dem der Knochen von der Seite geröntgt wird. Es



Abb. 3: Die Systemkomponenten von ADAPT: (a) ADAPT Plattform, (b) ADAPT Clip, (c) FluoroDisc



Quelle: Stryker Corp.

ist allerdings nicht immer einfach, von diesen zwei 2-D-Röntgenbildern Rückschlüsse auf 3-D-Knochenstrukturen zu ziehen. Es kann nämlich z. B. vorkommen, dass die Schraube sowohl im A/P- als auch im M/L-Bild noch innerhalb des Hüftkopfes erscheint, sie in Wirklichkeit aber bereits den Hüftkopf durchstoßen hat.

Navigation mithilfe von Computer Assisted Surgery

Um dem Chirurgen die korrekte Platzierung der Schraube zu erleichtern, entwickelt Stryker ein neuartiges Navigationssystem mit dem Namen ADaptive Positioning Technology (Stryker ADAPT). Computergestützte Chirurgie (auf Englisch: Computer Assisted Surgery oder kurz CAS) wird bereits seit vielen Jahren erfolgreich bei Operationen am Gehirn oder an der Wirbelsäule eingesetzt. Unter CAS versteht man allgemein Methoden, bei denen Computer zur Operationsplanung und zur Ausführung chirurgischer Eingriffe genutzt werden; CAS sollte also nicht mit Roboter-Chirurgie verwechselt werden. Zum Beispiel wird bei Gehirnoperationen zunächst mit Computertomographie ein 3-D-Datensatz erzeugt, der die exakte Lage von normalem und krankhaft verändertem Gewebe wiedergibt. Während der Operation werden dann die OP-Instrumente und die zu operierenden Bereiche lokalisiert, indem sie mit dem vorher erzeugten 3-D-Datensatz abgeglichen werden, und der Chirurg wird beim Einsatz seiner Instrumente geleitet.

Allerdings kommen CAS-Systeme in der Notfallbehandlung nach wie vor nur sehr selten zum

Einsatz. Das liegt daran, dass konventionelle CAS-Systeme einige Nachteile haben. Abbildung 2 zeigt ein klassisches CAS-System für eine Wirbelsäulen-OP. Um die Lage von Knochenstrukturen im dreidimensionalen Raum bestimmen zu können, benötigt man Marker an den Instrumenten und an der Wirbelsäule. Da sich die Marker bezüglich der Wirbelsäule nicht bewegen dürfen, müssen sie fest mit der Wirbelsäule verbunden werden, wozu gesunde Wirbel angebohrt werden müssen – dies ist offensichtlich wenig wünschenswert. Die Marker an der Wirbelsäule und an den Instrumenten werden von einer Kamera verfolgt und lokalisiert. Dazu ist es notwendig, dass die Kamera auch immer alle Marker im Blick hat, d. h. die Marker dürfen nicht vom Chirurgen verdeckt werden. All dies verändert den normalen Ablauf und verlängert die Operation. Längere OP-Zeiten wiederum führen zu einem höheren Gesundheitsrisiko für den Patienten und sind sehr kostspielig. Am Akron General Hospital in Ohio, USA, z. B. kostet allein eine Minute Aufenthalt im Operationssaal je nach Komplexität der Operation bis zu 54 US-Dollar, was weder Kosten für Geräte oder Medikamente, noch Narkose oder Arzthonorare beinhaltet [2].

Stryker ADAPT System

Das Stryker ADAPT-System stellt einen Paradigmenwechsel in der chirurgischen Navigation dar. Eine wesentliche Neuigkeit besteht darin, dass sich das System komplett an den Arzt anpasst und nicht umgekehrt. Das bedeutet, dass der Ablauf der OP im Wesentlichen unverändert bleibt.

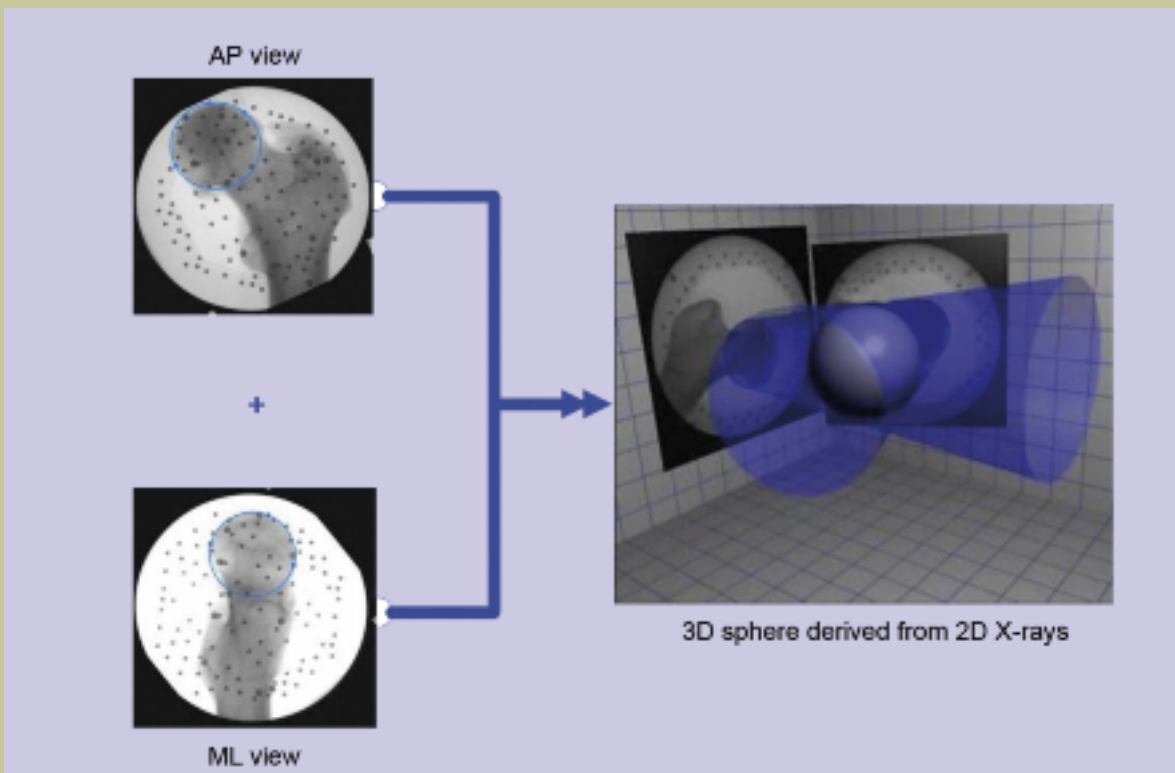


Abb. 4: Aus dem in A/P- und M/L-Bildern detektierten Hüftkopf wird ein 3-D-Modell berechnet.

ADAPT unterstützt den Arzt bei kritischen Schritten, wie z. B. der korrekten Platzierung der Schraube. Im Regelfall benötigt ADAPT keinerlei Eingaben vom Arzt. ADAPT erkennt selbstständig anatomische Strukturen und Instrumente im Röntgenbild. Es schließt daraus auf den aktuellen OP-Schritt und zeigt dem Arzt die für ihn relevanten Informationen an, wie z. B.: Wie weit muss die Schraube noch in den Hüftkopf gedreht werden?

Abbildung 3 zeigt die Systemkomponenten von ADAPT:

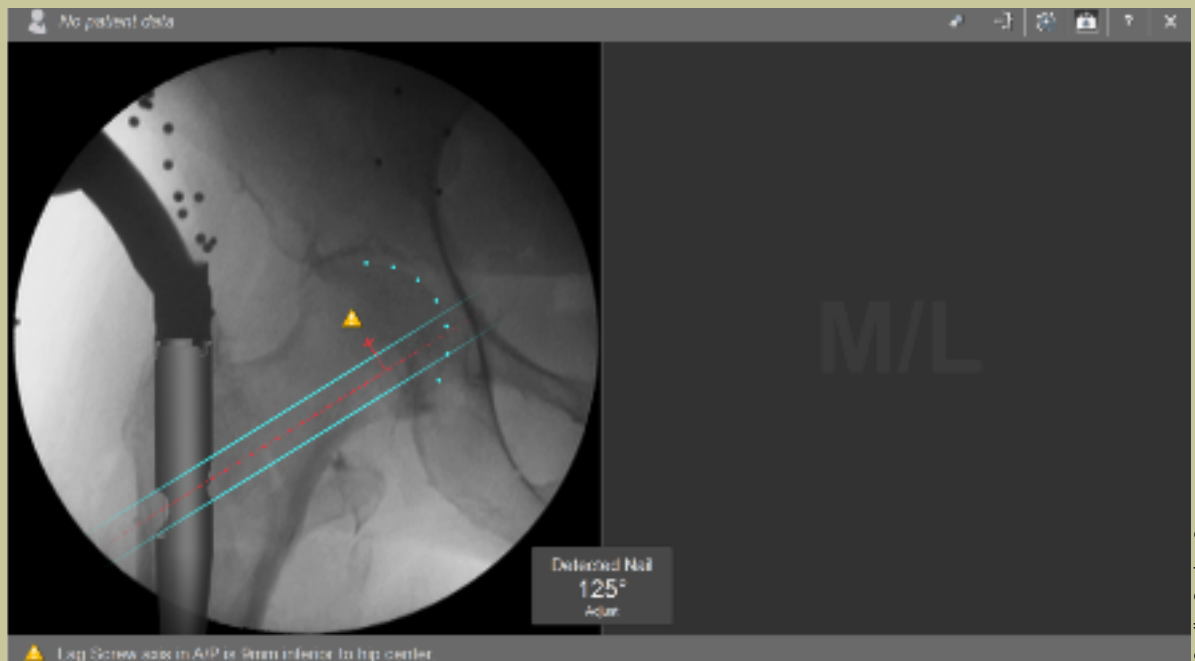
- Die ADAPT-Plattform besteht aus einem Monitor (oben), einem Touchscreen (Mitte), der allerdings nur selten benötigt wird, und einem Computer (unten), auf dem das Programm FluoroMAP läuft. Da es im Operationssaal nur wenig Platz für zusätzliche Geräte gibt, war ein platzsparendes Design der Plattform besonders wichtig. Der Computer wird über ein Kabel mit dem C-Bogen (Röntgengerät) verbunden.
- Um den Gamma-Nagel im Knochen platzieren zu können, wird an ihm ein Targeting Device (in schwarz) befestigt. Um die Lage des Targeting Devices im dreidimensionalen Raum bestimmen zu können, wird wiederum an das Targeting Device der ADAPT-Clip (in blau) geklemmt. Der ADAPT-Clip selbst besteht aus Kunststoff, der im Röntgenbild nicht zu sehen ist, und kleinen metallenen Kugeln, die an definierten Stellen im Clip eingearbeitet wurden. Wie weiter unten näher beschrieben, ermöglicht es der ADAPT-Clip, aus zwei 2-D-Röntgenbildern ein 3-D-Modell zu erzeugen.
- Da die Röntgenbilder nicht verzerrungsfrei sind,

wird mit Klettverschluss eine FluoroDisc vor dem Bildverstärker des C-Bogens montiert. Die FluoroDisc ist auch wieder für Röntgenstrahlung durchlässig, mit Ausnahme von kleinen metallenen Kugeln, die in die FluoroDisc eingearbeitet sind. Da die Lage der Kugeln bekannt ist, kann damit die Verzerrung des C-Bogens korrigiert werden.

3-D-Information aus 2-D-Bildern

ADAPT erkennt in den Röntgenbildern automatisch Nagel, Schraube, OP-Werkzeuge und Knochenstrukturen. Dies wird dadurch erschwert, dass die Röntgenbilder, die vom C-Bogen geliefert werden, oft nur eine sehr mäßige Qualität haben. Das liegt daran, dass während einer typischen Gamma-Nagel-OP sehr viele Röntgenbilder gemacht werden. Um den Patienten und auch das OP-Personal nicht mit einer übermäßigen Strahlendosis zu belasten, ist die Strahlendosis pro Bild gering. Dies bedeutet aber auch, dass die erzielten Bilder nicht die Qualität haben, die man als Patient von Röntgenbildern gewöhnt ist. Insbesondere die Lokalisation des Hüftkopfs mit höchster Präzision ist deswegen eine Herausforderung für die automatische Bildverarbeitung. Menschen sind in Sachen Bildverständnis und -auswertung Computern im Allgemeinen weit überlegen. Aber selbst Menschen tun sich bei einigen Bildern schwer, den Hüftkopf genau zu lokalisieren. Das Fachgebiet Signal- und Systemtheorie entwickelt Algorithmen für ADAPT, die die Detektion von OP-Werkzeugen und Knochenstrukturen mit höchster Genauigkeit und Zuverlässigkeit ermöglicht.

Abb. 5: Der Arzt wird darauf hingewiesen, dass sich der Nagel zu tief im Oberschenkelknochen befindet.



chen. Was für den Menschen intuitiv offensichtlich sein mag, muss für den Computer detailliert mit Algorithmen beschrieben werden. Die Detektion des Hüftkopfs z. B. nützt die Tatsache aus, dass der interessante Teil fast exakt eine Kugel darstellt. In einer 2-D-Projektion sucht man also nach einem Teil einer Kreisscheibe, die innen dunkler ist als außen. Dabei gibt es jedoch einige Schwierigkeiten, angefangen von schlechtem Kontrast und Rauschen bis hin zu Abdeckungen durch Marker und OP-Werkzeuge. Ein besonderes Problem bei der Detektion des Kreisbogens stellen so genannten Ausreißer dar. Dabei handelt es sich um Pixel, die der Algorithmus zunächst (z. B. aufgrund von Rauschen) fälschlicherweise als Kandidaten für den Kreisbogen ausgewählt hat. Durch die Verwendung von robusten Signalverarbeitungsmethoden, wie beispielsweise Random Sample Consensus (RANSAC) oder Expectation Maximization (EM) [3], muss verhindert werden, dass Ausreißer die Lage des detektierten Kreisbogens beeinflussen.

Eine weitere Herausforderung ist die Optimierung von Parametern des Algorithmus. Bildverarbeitungsalgorithmen haben in der Regel eine Vielzahl von „Stellschrauben“, mit denen man deren Verhalten beeinflussen kann. Zum Beispiel kann man bei der Suche nach Kandidaten für den Kreisbogen des Hüftkopfs die Sensitivität auf Graustufenveränderungen regeln. Dabei gilt es immer den richtigen Kompromiss zu finden: Bei zu geringer Sensitivität sind zu wenige der richtigen Pixel dabei, bei zu hoher Sensitivität werden zu viele falsche Pixel gefunden. Wie stellt man nun die Parameter richtig ein? Dazu benötigt man eine Datenbank aus Bildern, bei denen manuell die

Position des Hüftkopfs bestimmt wurde. Nun lässt man den Algorithmus automatisch den Hüftkopf in allen Bildern finden. Die Ergebnisse werden mit den manuell bestimmten Positionen verglichen und daraus wird eine Erfolgsquote berechnet. Also sucht man einfach so lange, bis man diejenigen Parameter gefunden hat, die die beste Erfolgsquote liefern? Leider ist es auch hier wieder nicht ganz so einfach, und zwar aus zwei Gründen. Erstens ist eine umfassende Optimierung aller Parameter gar nicht möglich, weil dies aus Komplexitätsgründen viel zu lange dauern würde. Zweitens läuft man bei der Optimierung eines Systems mit vielen Parametern Gefahr, diese so zu wählen, dass sie zwar bei dem Testdatensatz sehr gut funktionieren, bei neuen Datensätzen aber versagen. Dieses Phänomen, genannt Überanpassung, ist in der Statistik wohlbekannt und erschwert die Entwicklung von Algorithmen mit vielen Freiheitsgraden. Als wäre die Lokalisation in 2-D-Röntgenbildern nicht schon schwer genug, ist es damit aber noch nicht getan. Denn entscheidend ist ja die Lage von Werkzeugen und Knochenstrukturen im dreidimensionalen Raum. Wie also kann man aus 2-D-Röntgenbildern ein 3-D-Modell erzeugen? Dazu macht der Chirurg zwei Röntgenbilder: eines in A/P-Richtung (von vorne) und eines in M/L-Richtung (von der Seite). Diese beiden Röntgenbilder müssen nun registriert werden, d. h. es muss ein räumlicher Bezug zwischen den beiden Bildern hergestellt werden. Dazu benötigt man den ADAPT-Clip, der metallene Kugeln an bekannten Orten enthält. Wenn sich der ADAPT-Clip zwischen den beiden Röntgenaufnahmen nicht bewegt und man in beiden Bildern die gleichen Kugeln sehen kann, dann kann damit die relative Lage der

Quelle: Stryker Corp.

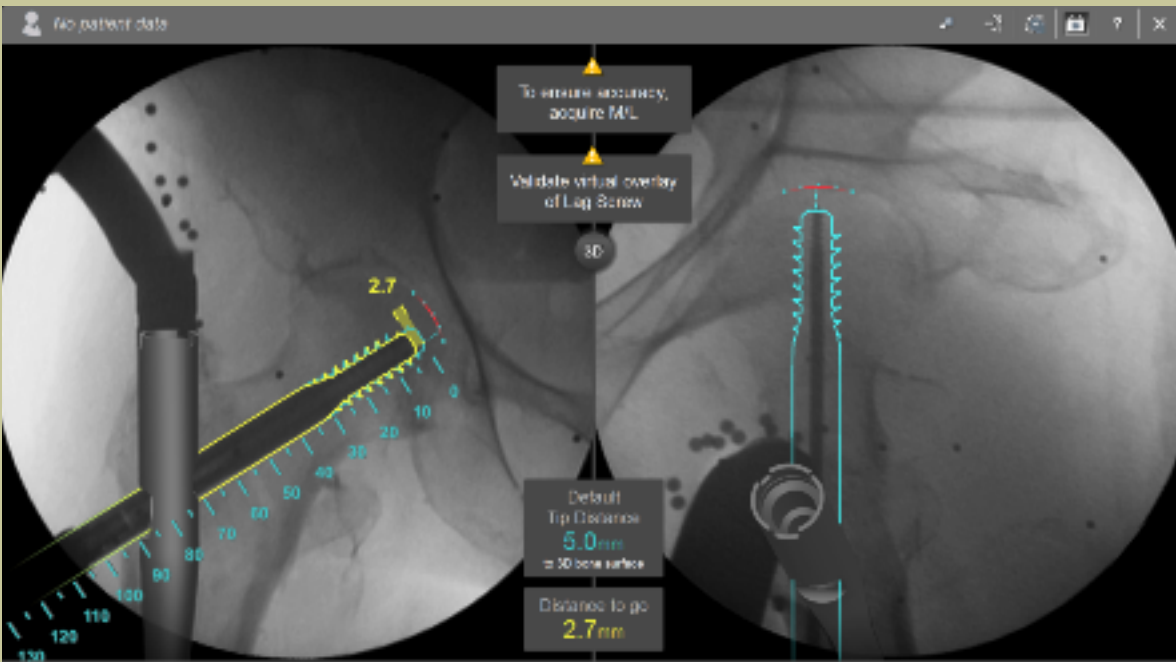


Abb. 6: Der Arzt erhält die Mitteilung, dass die Schraube noch 2,7 mm tiefer in den Hüftkopf gedreht werden muss.

beiden Bilder zueinander bestimmt werden. Daraus lässt sich dann, wie in Abbildung 4 gezeigt, aus dem in A/P und M/L detektierten Hüftkopf ein 3-D-Modell berechnen.

Unterstützung während der OP

ADAPT unterstützt den Arzt an mehreren kritischen Stellen der OP. Abbildungen 5 bis 7 zeigen Screenshots des Programms während einer OP. In Abbildung 5 sieht man ein A/P-Bild, bei dem der Nagel bereits in den Oberschenkelknochen eingebracht wurde. Nun muss der Nagel so positioniert werden, dass die Schraube möglichst zentriert in den Hüftkopf eindringen wird. Dazu detektiert FluoroMAP den Nagel und zeigt an, wo bei dieser Lage des Nagels der Schraubenkanal (in hellblau) und die Schraubenachse (in rot) liegen würde. Des Weiteren wird überlagert im Bild auch ein Modell des Nagels und der detektierte Umriss des Hüftkopfs (hellblaue Punkte) dargestellt. Im gezeigten Fall erfolgt eine Warnung, da bei dieser Position des Nagels der Schraubenkanal zu weit unterhalb der Hüfte läge.

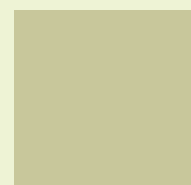
Abbildung 6 zeigt sowohl ein A/P-Bild (links) als auch ein M/L-Bild (rechts). Hier ist bereits die Schraube in den Hüftkopf eingeschraubt worden. FluoroMAP detektiert die Schraube (in gelb) und vergleicht diese mit der optimalen Schraubenposition (in hellblau). Idealerweise sollte die Schraubenspitze 5 mm von der Oberfläche des Hüftkopfes (rote Linie) entfernt sein. Im gezeigten Bild muss die Schraube noch 2,7 mm tiefer in den Knochen gedreht werden. Abbildung 7 zeigt schließlich die optimal platzierte Schraube, die vom Programm zur Visualisierung als Modell in gelb dem Röntgenbild überlagert wird. Weiterhin

gezeigt ist im M/L-Bild eine hellblaue Halbkugel, die den detektierten Hüftkopf darstellt. Der Chirurg kann sich auch ein drehbares 3-D-Modell von Nagel, Schraube und Hüftkopf anzeigen lassen.

Resultate

Die Vorteile des Systems im Vergleich zur herkömmlichen OP ohne Computerunterstützung wurden in einer Reihe von Kadaverstudien in den USA und der Schweiz bestätigt. Es wurde untersucht, wie genau die Schraube im Hüftkopf platziert wurde. Insgesamt wurden 45 Operationen, teils mit und teils ohne Benutzung von ADAPT, durchgeführt. Die Lage der Schraube wurde nach den Operationen durch post-operative Computertomografie Scans bewertet. Dabei wurde Folgendes festgestellt [4]:

- Die Verwendung von ADAPT führt zu einer genaueren Positionierung der Schraube im Hüftkopf. Dies gilt sowohl für erfahrene als auch für weniger erfahrene Chirurgen.
- Bei der Verwendung von ADAPT müssen weniger Röntgenbilder aufgenommen werden. D. h., die Strahlendosis, der der Patient und das OP-Personal ausgesetzt sind, kann verringert werden.
- Es wurde kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den OP-Zeiten mit und ohne Benutzung von ADAPT festgestellt. Dies ist ein wesentlicher Vorteil im Vergleich zu herkömmlichen Navigationssystemen, die normalerweise zu längeren Operationen führen.



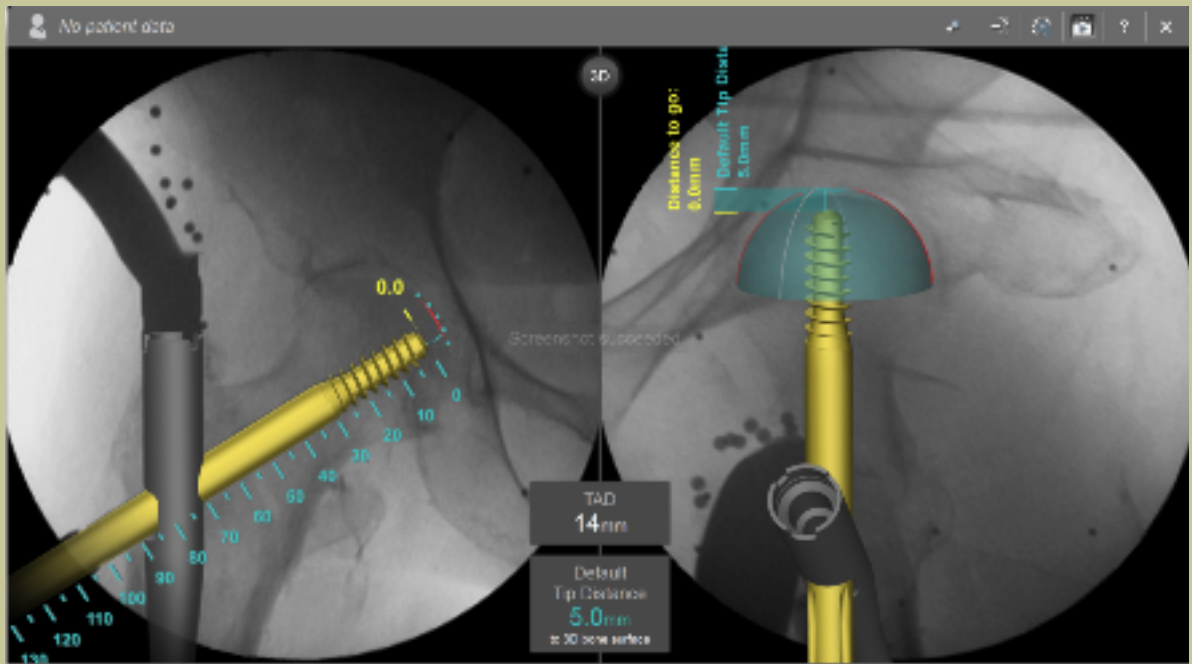


Abb. 7: Die Schraube wurde optimal platziert, und wird vom Programm in gelb visualisiert.

Quelle: Stryker Corp.

Stryker ADAPT wird seit 2012 weltweit vertrieben. Es ist ein völlig neuartiges Konzept, da sich ADAPT dem Arzt anpasst und nicht umgekehrt. Dies wird durch moderne Bildverarbeitungsalgorithmen ermöglicht, die automatisch Implantate, Instrumente und Knochenstrukturen in Röntgenbildern erkennen können. ADAPT hat in der Trauma-Chirurgie bereits neue Standards gesetzt und wird mit Unterstützung des Fachgebiets Signal- und Systemtheorie kontinuierlich verbessert und weiterentwickelt.

Referenzen

- [1] A. J. BOJAN ET AL., "3066 CONSECUTIVE GAMMA NAILS. 12 YEARS EXPERIENCE AT A SINGLE CENTRE," BMC MUSCULOSKELETAL DISORDERS, 11:133, 2010.
- [2] [HTTP://WWW.AKROGENERAL.ORG/PORTAL/PAGE/PORTAL/AGMC_PAGEGROUP/PRICE_GUIDE/PRICE_GUIDE5](http://www.akrongeneral.org/portal/page/portal/AGMC_PAGEGROUP/PRICE_GUIDE/PRICE_GUIDE5), ABGERUFEN AM 10. JULI 2013.
- [3] D. A. FORSYTH UND J. PONCE, COMPUTER VISION: A MODERN APPROACH, PEARSON EDUCATION, 2011.
- [4] "IMPROVED LAG SCREW POSITIONING IN THE TREATMENT OF PROXIMAL FEMUR FRACTURES USING A NOVEL COMPUTER ASSISTED SURGERY METHOD," INTERNER BERICHT, STRYKER OSTEO-SYNTHESIS, 2012.

Rechtliche Hinweise

FluoroMap, Gamma, Gamma3, Stryker und Stryker ADAPT sind eingetragene Warenzeichen oder Dienstleistungsmarken. Das Fachgebiet Signal- und Systemtheorie bearbeitet im Rahmen einer Vereinbarung zwischen der Stryker Trauma GmbH und der Universität Paderborn einen vergüteten Forschungsauftrag.

Kontakt

Prof. Peter Schreier, Ph.D.

Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

Fachgebiet Signal- und Systemtheorie

05251 60-2213

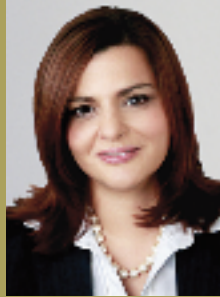
peter.schreier@sst.upb.de



Technologien und Marken – Gleich und gleich gesellt sich gern

Die Bedeutung der Markenpersönlichkeiten bei der Anwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien

Von Nancy V. Wunderlich
und Laura Kellner



Prof. Dr. Nancy V. Wunderlich ist seit April 2012 Inhaberin des Lehrstuhls für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Dienstleistungsmanagement im Department Management der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen im Zusammenspiel von Technologie und Dienstleistungen, insbesondere in den Bereichen Dienstleistungsinnovationen, Branding und dem Management von Kundenbeziehungen.

Während Dienstleistungen traditionell auf einer persönlichen Interaktion zwischen Kunden und Mitarbeitern basieren, verändert sich die Art der Interaktion zwischen Unternehmen und Konsumenten durch die zunehmende Einbindung von Informationstechnologien immer mehr. Persönliche Interaktionen zwischen Kunden und Mitarbeitern werden dadurch immer seltener. Unternehmen stehen vor der Aufgabe, Prozesse durch Anwendung komplexer informations- und kommunikationstechnologischer Anwendungen für Kunden zu vereinfachen. Da es ein Kundensegment gibt, welches die Nutzung von Informationstechnologien ablehnt, während andere Kunden wiederum von diesen fasziniert sind, ist

die Entscheidung für oder gegen die Einbindung einer Informationstechnologie genau abzuwägen. Handlungsempfehlungen aus der Forschung legen zumeist eine Nutzenabwägung des Technologieeinsatzes aus individueller Kundenperspektive nahe. Ein neuer Ansatz ist es nun, die Marke des Unternehmens als Basis für die Entscheidung in den Vordergrund zu stellen. Gibt es Marken, zu denen eine Informationstechnologie generell besser passt als zu anderen Marken?

Der steigende Trend der Einbindung innovativer Informationstechnologien ist insbesondere im Dienstleistungsbereich von großer Bedeutung, denn sowohl für Unternehmen als auch für Kunden entstehen dadurch beträchtliche Vorteile (Meuter, Bitner, Ostrom & Brown, 2005). Beispiele für innovative Informationstechnologien, die im Dienstleistungsprozess verwendet werden, sind Check-out-Kiosks in Hotels aber auch Telefon- und Online-Banking (Meuter et al., 2005).

Neben den reduzierten Kosten pro Kundenkontakt, durch Personal- und Zeiteinsparungen entstehen auch Vorteile, die nicht direkt mit dem Dienstleistungsprozess zusammenhängen, sondern vielmehr nur auf den Eigenschaften der Informationstechnologie basieren. Allein die Tatsache, dass eine technische Anwendung funktioniert, kann die Zufriedenheit der Konsumenten mit einer Dienstleistung erhöhen. Dies kann teilweise darauf zurückgeführt werden, dass die Kunden von den Möglichkeiten der technischen Anwendungen fasziniert sind und Erwartungen übertroffen werden (Meuter et al., 2005).



Quelle: Fotolia (Scamrail)

Abb. 1: Die Vielfalt an Hard- und Software führt bei einigen Kunden zu Faszination in anderen Fällen jedoch zu einer Frustration während des Dienstleistungsprozesses.



Self-service transfer



Quelle: Fotolia (bugman)

Abb. 2: Konsumenten interagieren in Dienstleistungssituationen immer häufiger mit Informations- und Kommunikationstechnologien anstatt mit Mitarbeitern.

Die steigende Anzahl an neuartigen Informationstechnologien, wie z. B. Check-in-Kiosks am Flughafen oder Selbstscannerkassen in Supermärkten, kann jedoch auch dazu führen, dass Kunden im Alltag häufig mit der Herausforderung der Anwendung unbekannter Soft- oder Hardware konfrontiert sind. So werden Kunden z. B. in so genannten „Self-services“ stark in den Dienstleistungsprozess eingebunden bis hin zur vollständig selbstständigen Durchführung der Dienstleistung, wie im Fall der Check-in-Kiosks am Flughafen. Hierbei kann der Kunde sich selbst an einem Automaten vor Abflug durch Eingabe des Codes des elektronischen Tickets oder durch Identifikation per Kunden- oder Kreditkarte in den Flug einchecken. Die Kunden scannen hierzu ihren maschinenlesbaren Reisepass oder Ausweis und wählen ihren Sitzplatz selbst aus.

Solch ein Self-service kann jedoch insbesondere bei erstmaligem Kontakt eines Kunden mit einer für ihn neuartigen Informationstechnologie ein Hindernis darstellen. Grund für ein Hindernis kann bspw. die fehlende Unterstützung durch Mitarbeiter sein. Eine Studie von Dabholkar und Kollegen (2003) zum Test der Akzeptanz von Selbstscannerkassen im Supermarkt ergab, dass Kunden, die noch nie einen Selbstscanner genutzt haben, gewillter sind, diese auszuprobieren, wenn ein Mitarbeiter ihnen dabei behilflich ist. Diese Akzeptanzbarriere wird dadurch verstärkt, dass es

Kunden gibt, die generell den persönlichen Kontakt zu Mitarbeitern präferieren oder sich in der persönlichen Kommunikation sicherer fühlen (Walker & Johnson, 2006).

Innovative Informationstechnologie – Faszination oder Frustration?

Unternehmen stehen vor einer schwierigen Entscheidung: Einerseits können Informationstechnologien die Dienstleistung effizienter machen und faszinierend für Kunden sein, andererseits können sie auch abschreckend wirken und Kunden frustrieren. Die Nutzung von Technologien in Dienstleistungsumgebungen wurde bereits von einigen Forschern adressiert. Die Forschergruppe um Matthew L. Meuter (2005) beschäftigt sich bspw. mit der Bereitschaft der Konsumenten, neuartige Informationstechnologien auszuprobieren. Sie kommen zu dem Schluss, dass Konsumenten diese ungern ausprobieren, wenn sie nicht verstehen, welche Rolle sie im Prozess einnehmen, wenn der konkrete Vorteil nicht deutlich ist oder wenn sie sich nicht für fähig halten, die Informationstechnologie anzuwenden. Die Forscher raten Unternehmen davon ab, in solchen Situationen neue Informationstechnologien einzuführen und empfehlen stattdessen Kundentrainings oder verbesserte Kommunikationsmaßnahmen. Es stellt sich nun die Frage, ob nicht auch andere Aspekte, neben dem Rollenver-



Quelle: Pixabay

Abb. 3: Täglich sind Menschen mindestens 300 Marken ausgesetzt.

ständnis und der Verständlichkeit der Technologiennutzung berücksichtigt werden sollten, wenn es um die Entscheidung geht, eine Informationstechnologie in den Dienstleistungsprozess einzubinden oder bewusst auf den Einsatz dieser Technologie zu verzichten.

Ein neuer Ansatzpunkt ist, dass die Informationstechnologie Teil der Marketingstrategie eines Unternehmens sein sollte. Insbesondere die Markenpersönlichkeit und die Informationstechnologien sollten dabei zusammen passen. Warum die Markenpersönlichkeit eine Bedeutung für die Unternehmen hat, wird im Folgenden erläutert.

Persönlichkeiten von Marken

Eine Marke setzt sich aus mehreren Elementen zusammen. Zu diesen Elementen zählen u. a. der Name, das Logo und z. B. auch ein Slogan. Marken dienen generell der Kennzeichnung eines Produktes oder einer Dienstleistung und der Abgrenzung dieser von ähnlichen und konkurrierenden Angeboten. Für Konsumenten haben Marken den Vorteil, dass sie eine Qualitätsgarantie geben. Zwischen Konsumenten und Marken können Beziehungen entstehen, die zu einem zusätzlichen emotionalen Wert der Marke für den Konsumenten führen. Die Beziehung zu einer Marke kann z. B. ähnlich wie die zu einem Freund oder Partner gesehen werden (Fournier, 1998).

Für Unternehmen basiert die Wichtigkeit der Marke vor allem auf dem hohen Wiedererkennungswert und der Schutzfähigkeit (Keller, 2003). Die Marke kann also entscheidend für Wettbewerbsvorteile des Unternehmens sein.

Die grundlegende Idee hinter der Markenpersönlichkeit ist, dass Menschen dazu tendieren, Objekte zu vermenschlichen, um die Interaktion mit ihrer Umwelt für sich zu vereinfachen. Dies passiert auch im Zusammenhang mit Marken. Diesen werden dabei menschliche Persönlichkeitsmerkmale zugeordnet (Fournier, 1998). Red Bull ist eine Marke mit einer eindeutigen Markenpersönlichkeit. Die humorvollen Karikaturen in Verbindung mit den „aufregenden“ Events, die Red Bull sponsort, stehen für die konsequente Kommunikation der Markenpersönlichkeit (Burmann & Weske, 2005).

Die Wahrnehmung der Markenpersönlichkeit wird hauptsächlich von zwei Einflussgrößen geprägt: die Menschen, die im Zusammenhang mit der Marke auftreten und die Marketinginstrumente, die Unternehmen insbesondere zur Kommunikation der Dienstleistungsangebote nutzen. Menschen, die mit einer Marke in Verbindung stehen, können bspw. die Konsumenten, Mitarbeiter und Repräsentanten des Unternehmens aber auch Models oder Schauspieler aus Werbekampagnen sein. Im Fall von Harley Davidson besteht bspw. ein starker Einfluss der Konsumenten auf die



Quelle: Fotolia (Dmitriy Kosterev)

Abb. 4: Die typische äußere Erscheinung von Harley Davidson Fahrern prägt die Markenpersönlichkeit des Motorradherstellers.

Markenpersönlichkeit. Die Motorradmarke wird von vielen Konsumenten automatisch mit einem schroffen und männlichen Fahrer verbunden. Dieses Bild überträgt sich auf die Markenpersönlichkeit.

Zum anderen haben auch die verschiedenen Marketinginstrumente einen Einfluss auf die Markenpersönlichkeit (Aaker, 1997). Dazu zählen z. B. die Ausgestaltung der Produktattribute. Diese umfassen Assoziationen mit der Kategorie des Produktes. Auch Markennamen sowie die Kommunikation der Marke in der Werbung beeinflussen die Persönlichkeit einer Marke.

Die Markenpersönlichkeit wurde von vielen Forschern bereits detailliert analysiert. Jennifer L. Aaker, eine amerikanische Forscherin, konnte im Zuge ihrer Untersuchung eine Skala etablieren, die die Einordnung einer Markenpersönlichkeit erleichtert (Aaker, 1997). Dabei kann die Markenpersönlichkeit grundsätzlich in fünf Persönlichkeitszüge eingeteilt werden (Abbildung 5).

Besonderheiten von Dienstleistungsmarken

Auch im Dienstleistungsbereich spielen Markenpersönlichkeiten eine große Rolle. Durch die Immaterialität von Dienstleistungen kann ein Dienstleistungsangebot nicht in gleicher Form wie z. B. ein Produkt auf seine versprochenen Eigenschaften hin überprüft werden. Markensymbole können dabei helfen, Dienstleistungen für Konsu-

menten verständlicher und konkreter zu machen. Die Schwäbisch Hall AG nutzt z. B. ein konkretes Markenlogo. Durch die Steine im Logo werden beim Kunden die Vorstellungen der Dienstleistung (Baufinanzierung) geweckt (Esch 2010, 236f.).

Der Leistungsort prägt ebenfalls den Eindruck des Kunden von der Dienstleistung. Zur Dienstleistungsumgebung zählt auch die technische Ausstattung. Sind für den Kunden sichtbare technische Geräte auf dem neusten Stand der Technik, ist es weniger wahrscheinlich, dass der Kunde an der Schnelligkeit oder Flexibilität des Dienstleisters zweifelt. Der Dienstleister kann also durch die Ausstattung sein Image unterstützen oder bei nicht zeitgemäßer Ausstattung auch schädigen.

Bedeutung der Markenpersönlichkeit bei der Entscheidung für eine Technologie

Um zu überprüfen, ob die Markenpersönlichkeit tatsächlich im Entscheidungsprozess für oder gegen eine Informationstechnologie in Betracht gezogen werden sollte, wurde eine experimentelle Studie am Lehrstuhl für Dienstleistungsmanagement der Universität Paderborn durchgeführt. Es wurden dazu zwei fiktive Hotelmarken mit verschiedenen Markenpersönlichkeiten kreiert: Neola und Retrum. Die beiden Marken wurden in verschiedenen Szenarios Experimententeilnehmern vorgestellt. Neola wurde als eine innovative und dynamische Markenpersönlichkeit dargestellt,



Quelle: In Anlehnung an Aaker (1997), Übersetzung nach Esch (2001)

Abb. 5: Die fünf Dimensionen der Markenpersönlichkeit.

während Retrum eine simple und gewöhnliche Marke repräsentierte.

Diese Hotelmarken wurden jeweils in Zusammenhang mit verschiedenen Frühstückssituationen in dem Restaurant eines der beschriebenen Hotels beschrieben. So wählt z. B. in einem Szenario der Proband seine gewünschten Speisen über das Menü eines Tablet-Computers aus. Die Szenarien unterscheiden sich hinsichtlich der verwendeten Hotelmarkenpersönlichkeiten sowie des Einsatzes von oder des Verzichts auf Informationstechnologien.

Das Experiment wurde vom 11.3.2013–11.4.2013 in Zusammenhang mit einer Fragebogenstudie online durchgeführt. Insgesamt nahmen an der Studie 236 Personen teil. Es wurde untersucht, inwiefern Probanden den Zusammenhang zwischen der Persönlichkeit einer Marke und dem Einsatz einer Informationstechnologie als positiv oder negativ bewerten; dieser Zusammenhang wird auch als „Fit“ bezeichnet.

Die Ergebnisse zeigen, dass es als passend empfunden wird, wenn ein Unternehmen mit einer aktiven und dynamischen Markenpersönlichkeit eine Informationstechnologie während der Dienstleistung anbietet. Bei Unternehmen mit einer simpleren und gewöhnlicheren Markenpersönlichkeit hingegen, wird der Verzicht auf eine Informationstechnologie als besserer Fit bewertet.

Der Fit zwischen der Markenpersönlichkeit und der Informationstechnologie ist von großer Wichtigkeit für Unternehmen, weil er einen positiven Einfluss auf die Zufriedenheit der Kunden hat. Mit anderen Worten, je höher der Fit zwischen Informationstechnologie und Markenpersönlichkeit eines Unternehmens, desto zufriedener sind die Kunden mit der erbrachten Dienstleistung. Diese Erkenntnisse lassen darauf schließen, dass die Informationstechnologie mit der Persönlichkeit der Marke übereinstimmen sollte. Ist eine Marke bspw. innovativ und dynamisch, dann sollte dieses Image konsequent widerspiegelt werden. Für Unternehmen mit diesen Markenpersönlichkeiten ist es also ratsam, moderne Informationstechnologien zu verwenden. Bei Marken mit traditionelleren oder schlichteren Persönlichkeiten ist ebenfalls Konsistenz ratsam. Die Einbindung einer modernen Informationstechnologie wirkt auf den Konsumenten in diesem Fall widersprüchlich.

Literatur

AAKER, J. L. (1997). DIMENSIONS OF BRAND PERSONALITY. SSRN ELECTRONIC JOURNAL.

DABHOLKAR, P. A., BOBBITT, L. M., & LEE, E.-J. (2003). UNDERSTANDING CONSUMER MOTIVATION AND BEHAVIOR RELATED TO SELF-SCANNING IN RETAILING: IMPLICATIONS FOR STRATEGY AND RESEARCH ON TECHNOLOGY-BASED SELF-SERVICE. INTERNATIONAL JOURNAL OF SERVICE INDUSTRY MANAGEMENT, 14(1), 59–95.

BURMANN, CHRISTOPH; WESKE, VERENA (2005). MARKENIDENTITÄT UND MARKENPERSÖNLICHKEIT - WACHSTUMSCHANCE ODER WACHSTUMSBREMSE? LIM ARBEITSPAPIERE (16, 2005).

ESCH, F.-R. (ED.). (2001). MODERNE MARKENFÜHRUNG: GRUNDLAGEN, INNOVATIVE ANSÄTZE, PRAKTISCHE UMSETZUNGEN, (3., ERW. UND AKTUALISIERTE AUFL). WIESBADEN: GABLER.

ESCH, F.-R. (2010). STRATEGIE UND TECHNIK DER MARKENFÜHRUNG. 6. AUFLAGE. MÜNCHEN: VAHLEN.

FOURNIER, S. (1998). CONSUMERS AND THEIR BRANDS: DEVELOPING RELATIONSHIP THEORY IN CONSUMER RESEARCH. JOURNAL OF CONSUMER RESEARCH, 24(4), 343–353.

MEUTER, M. L., BITNER, M. J., OSTROM, A. L., & BROWN, S. W. (2005). CHOOSING AMONG ALTERNATIVE SERVICE DELIVERY MODES: AN INVESTIGATION OF CUSTOMER TRIAL OF SELF-SERVICE TECHNOLOGIES. JOURNAL OF MARKETING, 69(2), 61–68.

WALKER, R. H., & JOHNSON, L. W. (2006). WHY CONSUMERS USE AND DO NOT USE TECHNOLOGY-ENABLED SERVICES. JOURNAL OF SERVICES MARKETING, 20(2), 125–135.



Laura Kellner ist seit Juli 2013 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Dienstleistungsmanagement. Den Schwerpunkt ihrer Forschung bildet die Akzeptanz von neuartigen Technologien und technologieintensiven Dienstleistungen, unter Betrachtung der strategischen Positionierung eines Unternehmens anhand der Marke.

Kontakt

Laura Kellner, M.A.

Fakultät für Wirtschaftswissenschaften

**Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre,
insbesondere Dienstleistungsmanagement**

05251 60-1689

laura.kellner@wiwi.upb.de

Aufrichtigkeit: Zur Genese einer bürgerlichen Tugend

Ein gesellschaftliches Ideal im Spiegel der Kultur und Literatur des 18. Jahrhunderts

Von Simon Bunke



Dr. Simon Bunke. Promotion 2006 in Neuerer deutscher Literatur über die Geschichte des Heimwehs an der LMU München; seit 2009 an der Universität Paderborn, zunächst als Koordinator der Projektgruppe „Dialogizität des Wissens“ (2009/2010); seit 2011 Leitung der Emmy Noether-Gruppe „Aufrichtigkeit in der Goethezeit“.

Im 18. Jahrhundert wird Aufrichtigkeit zu einem zentralen Tugendideal der bürgerlichen Gesellschaft. Neben philosophischen Debatten, die die normativen Grundlagen der Aufrichtigkeit diskutieren und bestimmen, erfüllen deren literarische Modellierungen eine wichtige Funktion: Sie propagieren nicht nur die Aufrichtigkeit wirkungsmächtig, sondern erweisen sich auch als geeignete Reflexionsmedien, um die Grenzen und Widersprüche, die jenem Ideal inhärent sind, zu verdeutlichen.

Gerechtigkeit und Liebe zur Wahrheit gelten seit der griechisch-römischen Antike als zentrale kulturelle Werte; sie gehen dann eine Verbindung mit dem christlichen Ideal der Nächstenliebe ein und prägen so die kulturelle Entwicklung Europas für viele Jahrhunderte. Mit den Säkularisierungsprozessen und den Konfessionskriegen der Frühen Neuzeit geraten tradierte kulturelle Werte wie diese unter zunehmenden Rechtfertigungsdruck: Der Bedarf an allgemeingültigen Normen für eine friedliche und stabile gesellschaftliche und politische Ordnung wird in dem von Kriegen erschütterten Europa des 17. Jahrhunderts immer dringender. Anhand von rational begründeten Methoden und durch die Wiederbelebung des antiken Naturrechts wird eine neue Grundlage für die Bestimmung rechtlicher und ethischer Normen entwickelt. Dadurch wird zugleich eine neue Epoche – die Aufklärung – eingeleitet und ein gesellschaftlicher Strukturwandel in Gang gesetzt: die Entstehung der bürgerlichen Gesellschaft. Wahrhaftigkeit im Sprachgebrauch, Redlichkeit im Einhalten

von Verträgen und Versprechen gehören dabei nun zu jenen Grundpflichten, die Recht und Ethik konstituieren. Als übergreifender Begriff solcher Pflichten setzt sich die Aufrichtigkeit zunehmend durch und prägt ein ganzes Zeitalter, da sie nicht zuletzt auch gesellschaftlichen Zusammenhalt gewährleisten soll.

Aufrichtigkeit im 18. Jahrhundert

Im Verlauf des 18. Jahrhunderts wird Aufrichtigkeit zu einer zentralen ethischen Kategorie: „Aufrichtigkeit ist eine Tugend, nach welcher wir unserm Nächsten, alles, wodurch sein Nutzen befördert, oder sein Schade abgewendet werden kann, frey heraus sagen“ (Zedler 1732: 2164). Sie wird also als diejenige Pflicht definiert, die fordert, dass das Fühlen bzw. Denken stets im Sprechen bzw. Handeln transparent werden soll, dass also eine direkte Korrespondenz zwischen Innen und Außen bestehen muss. Diese Korrespondenz impliziert, dass Aufrichtigkeit aus der Perspektive der gesellschaftlichen Interaktion prinzipiell als Zeichenrelation erscheint: Sie ist also wesentlich semiotisch strukturiert.

Zugleich ist Aufrichtigkeit ein modernes Phänomen, da sie einen bestimmten Begriff von Individualität voraussetzt, der sich erst im Zuge der Neuzeit herauszubilden begonnen hat, um dann mit der zunehmenden Durchlässigkeit sozialer Schichten und der damit zusammenhängenden innergesellschaftlichen Mobilität mehr und mehr an Relevanz zu gewinnen. Aus der Perspektive des handelnden Subjektes erscheint Aufrichtigkeit als

eine moralische Pflicht, d. h. sie impliziert neben der offenen und transparenten Kommunikation nach außen zugleich auch immer eine nach innen gerichtete Arbeit an der moralischen Konstitution des Subjekts. Dabei wirkt Aufrichtigkeit kommunikations- und handlungsregulierend, da sie beispielsweise für Verlässlichkeit im sozialen Umgang sorgt. Diese stabilisierende Wirkung zeigt sich zugleich auf zwei Ebenen: auf derjenigen der Öffentlichkeit und auf derjenigen des Privaten oder Intimen. Beide Ebenen, die teilweise in Opposition zueinander geraten, bilden sich im Zuge der Etablierung der bürgerlichen Gesellschaft heraus, zu deren Leittugend die Aufrichtigkeit avanciert.

Auf diese Weise wird Aufrichtigkeit zum Ausdruck des Selbstverständnisses des aufkommenden Bürgertums. Dies wird besonders dann deutlich, wenn man den in der Philosophie und Literatur geführten Diskurs über die Aufrichtigkeit fokussiert, der u. a. die Forderungen an das handelnde Subjekt formuliert und dessen Handlungsspielräume mitbestimmt. Hierin wird die Aufrichtigkeit in Opposition zu denjenigen ‚Lasten‘ konstruiert, die dem Adel und der höfischen Kultur zugeschrieben werden. So verfestigt sich der Gegensatz von Aufrichtigkeit und (höfischer) Verstellungskunst, der nicht nur stände-, sondern auch epochenspezifisch formuliert wird. Aus dem Selbstverständnis der Aufklärung heraus erscheint beispielsweise das barocke Zeitalter als eine durch Rhetorik, Verschleierung und Verstellung bestimmte Epoche, wogegen die von Aufrichtigkeit geprägte Kommunikation die Attribute des Natürlichen, Unmittelbaren und Transparenten trägt.

Dabei gilt es zu unterscheiden, was Ausdruck des Selbstverständnisses und der Selbstbeschreibung einer spezifischen Schicht in einer spezifischen Epoche ist und was nicht in dieser Selbstbeschreibung explizit enthalten ist, dennoch aber latent mitwirkt. Dieses Problem betrifft das Verhältnis von Kontinuität und Diskontinuität, welches von zentraler Bedeutung für die Rekonstruktion von Veränderungen in der Funktion kulturell und gesellschaftlich geprägter Konzepte ist, die als Bruch, Wandlung oder auch Umbesetzung beschrieben werden können. Dieses Problem zeigt sich auch und vor allem bei Analysen der Aufrichtigkeit, wie sie sich im 18. Jahrhundert herausbildet: Es lassen sich hier beide Tendenzen erkennen, also wie weit die Abgrenzung der Aufrichtigkeit vom Ideal der Höflichkeit tatsächlich einer Ablösung gleich kommt und was von dem Verhaltensideal der Höflichkeit noch im Diskurs der Aufrichtigkeit fortwirkt, was geleugnet und dennoch übernommen wird und was – gemessen an den sich wandelnden Anforderungen einer zunehmend komplexer werdenden Gesellschafts-



Carlo Dolci (1616-1686): Allegorie der Aufrichtigkeit (um 1665). Kunsthistorisches Museum Wien, GG_184

Abb.1: Die Aufrichtigkeit zeigt ihr Innerstes, symbolisiert durch das Herz.

form – nicht mehr wirksam sein kann und daher durch neue Konzepte ersetzt werden muss.

Dieses Verhältnis zwischen Kontinuität und Diskontinuität zeigt sich auch bei der Rolle der Rhetorik im Kontext der Aufrichtigkeit, wobei dies eng mit dem Verhaltensideal der Höflichkeit zusammenhängt. Im Zuge der Trennung von Natürlichkeit und Rhetorik, die um 1700 einen Höhepunkt erfährt, wird die Aufrichtigkeit zunehmend mit ersterer identifiziert. Die damit zusammenhängende Ausblendung der rhetorischen Dimensionen der Aufrichtigkeit führt allerdings zu verschiedenen Widersprüchen. Auf der Ebene der Kommunikation zeigt sich eine grundlegende Paradoxie darin, dass Aufrichtigkeit zwar moralisch geboten und somit vorausgesetzt wird, ihre direkte Beteuerung aber zugleich einen Verdacht auf Täuschung und rhetorische Verstellung entstehen lässt: Aufrichtigkeit kann letztlich nicht positiv bekräftigt werden, da dies erst recht den Verdacht der Unaufrichtigkeit evozieren würde. Zugleich muss Aufrichtigkeit aber signalisiert werden, um beim Interaktionspartner Vertrauen zu stiften. Dadurch wird Aufrichtigkeit ‚zweischneidig‘, da sie kommuniziert werden muss, ohne dass dies ihre Glaubwürdigkeit angreifen darf. Diese Paradoxie wird dadurch noch weiter verschärft, dass das moralische Subjekt als „Geständnistier“ (Geisenhanslüke 2008) zunehmend unter einen ‚Kommunikations- und Ausdrucksdruck‘ gerät, was die



Quelle: Frontispiz zu F. de La Rochefoucauld: *Réflexions ou sentences et maximes morales* [...]. Amsterdam 1705. BSB München, PH.pr.741d.

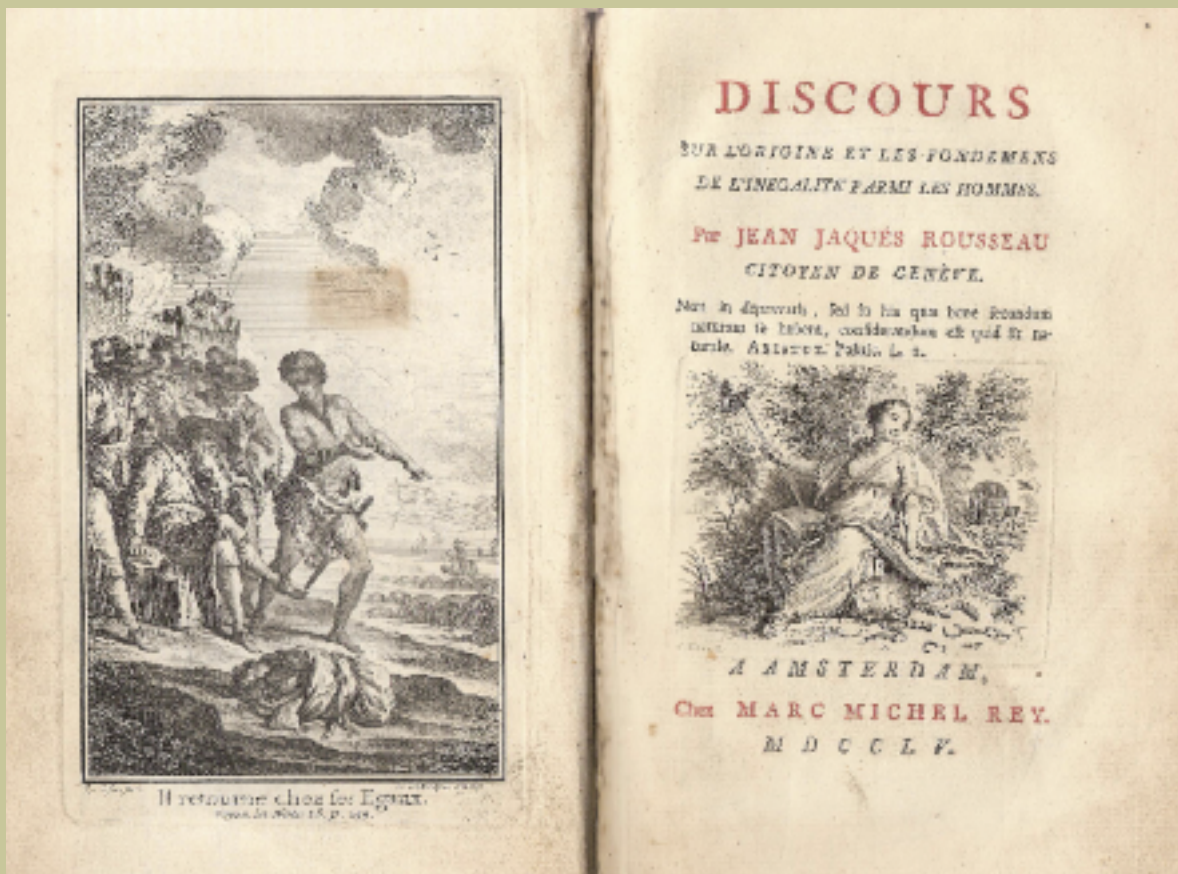
Abb. 2: Die entlarvende Geste der Moralistik sucht nach dem Gesicht hinter der Maske. Doch was wird sie finden?

Pflicht zur Aufrichtigkeit zunehmend mit deren Unkommunizierbarkeit kollidieren lässt. Die interdisziplinäre Rekonstruktion dieser Pflicht zur Aufrichtigkeit in der Kultur und Literatur des langen 18. Jahrhunderts steht im Mittelpunkt der Untersuchungen der seit Juli 2011 von der DFG geförderten Emmy Noether-Gruppe „Aufrichtigkeit in der Goethezeit“. Auf der Grundlage einer gemeinsamen Rekonstruktion der historischen Semantik analysieren die drei Teilprojekte das Thema aus ihren fachspezifischen Perspektiven. Das erste, von Katerina Mihaylova durchgeführte philosophische Teilprojekt widmet sich der umfangreichen Diskussion der Aufrichtigkeit in der Moralphilosophie, aber auch in Moralischen Wochenschriften, Verhaltenslehren und Anthropologie. Das germanistische Teilprojekt, woran Dr. Simon Bunke – Leiter der Emmy Noether-Gruppe –

arbeitet, analysiert die Wechselwirkungen zwischen diesen Grundlagen und der deutschen Literatur der Goethezeit in mehreren exemplarischen Bereichen: in Gattungen wie der Autobiographie, dem Drama oder der Erlebnislyrik, aber auch in Epochen wie der Empfindsamkeit, dem Sturm und Drang oder der Weimarer Klassik. Da diese literarischen Imaginationen zudem wesentliche Impulse aus der französischen, aber auch aus der englischen Literatur erhalten haben, widmet sich das dritte von Antonio Roselli ausgeführte komparatistische Teilprojekt dem Problem der Aufrichtigkeit in der europäischen Literatur, ausgehend von der modellbildenden Funktion der Französischen Klassik und der maßgebenden Reformulierung des Aufrichtigkeitsideals in den Schriften von Jean-Jacques Rousseau.

Philosophische Grundlagen

Die Genese der Aufrichtigkeit im 18. Jahrhundert als zentrale Tugend der bürgerlichen Moral ist vor allem einem entscheidenden Wendepunkt in der Rechts- und Moralphilosophie der Frühen Neuzeit zu verdanken. Die durch Bürgerkriege und konfessionelle Konflikte bedingte Spaltung der gesellschaftlichen und politischen Ordnung im Europa des 17. Jahrhunderts regt die Frage nach allgemeingültigen und überkonfessionell verbindlichen Normen für die Stabilisierung der Staaten und für die Wiederherstellung des Friedens im Kontinent an. Die Voraussetzungen für die Entwicklung solcher Normen werden vor allem durch die von Hugo Grotius (1583–1645) und Samuel von Pufendorf (1632–1694) angestoßene Wiederbelebung des antiken Naturrechts gelegt. Grotius monumentales Werk *De jure belli ac pacis* (1625) und Pufendorfs grundlegendes und wirkungsmächtiges Werk *De jure naturae et gentium libri VIII* (1672) nehmen die rationale Natur des Menschen, wodurch dieser erst zum sozialen Wesen wird, zum Ausgangspunkt für die Bestimmung der grundlegenden Prinzipien von Gesellschaft und Staat. Ihre Gedanken wurden durch Juristen und Philosophen wie Christian Thomasius (1655–1728), Johann Gottlieb Heineccius (1681–1741) oder Christian Wolff (1679–1754) methodisch weiter entwickelt und zum allgemeinen Fundament für die Staats-, Rechts- und Moralphilosophie besonders der deutschen, aber auch der französischen Frühaufklärung erhoben. Die rationale Natur des Menschen bildet somit die Quelle natürlicher Pflichten und Rechte, die das menschliche Verhalten rechtlich und moralisch normieren sollten. Die Untersuchung des frühneuzeitlichen Naturrechts bildet aus diesem Grund nicht nur eine entscheidende methodologische Grundlage für die moralische und handlungstheoretische Analyse der Aufrichtigkeit im 18. Jahrhun-



Quelle: Frontispiz/Titelblatt zu J.-J. Rousseau: Discours sur l'origine et les fondemens de l'inégalité parmi les hommes. Amsterdam 1755. Bibliothèque Nationale de France, RES P-R-1022.

Abb. 3: Eine Urszene der Gesellschaftskritik.

dert, sondern ermöglicht auch die Einsicht in die wesentlichen Argumente für die Notwendigkeit aufrichtigen Handelns als einem gesellschaftlich fördernden und zugleich stabilisierenden Verhaltens- und Kommunikationsmodell. Eines der zentralen Argumente ist dabei die Analyse der Sprache als wesentlichem Mittel für die Bildung und Erhaltung gesellschaftlicher Strukturen, worin nach Pufendorf das Desiderat des Naturrechts besteht und woraus sich entsprechend eine natürliche Verpflichtung zum korrekten Sprachgebrauch ableitet. Dieses Argument bildet in allen Naturrechtslehren und Moralphilosophien des 18. Jahrhunderts die Grundlage für die Bestimmung von Aufrichtigkeit. So wird diese etwa von Christian Wolff über das Konzept moralischer Wahrheit definiert, die im Unterschied zur logischen Wahrheit (als Übereinstimmung zwischen Worten und ihren Gegenständen) die Übereinstimmung zwischen den Worten und den Gedanken des Sprechenden impliziert. Aufrichtigkeit heißt für ihn moralisch wahr reden. Für Wolff ist die moralische Wahrheit zwar die wichtigste Bedingung für jedes Verstehen und dadurch für jeden kommunikativen Akt, aber anders als seine Vorgänger leitet er die Pflicht dazu nicht aus der Notwendigkeit der Bildung und Erhaltung gesellschaftlicher Strukturen ab, sondern aus dem ebenfalls naturrechtlichen Prinzip der Beförderung und Entfaltung der

natürlichen Anlagen des Menschen als einem vernünftigen Wesen. Dieses natürliche Prinzip der Beförderung der eigenen Vollkommenheit und derjenigen der anderen ist nach Wolff das oberste Prinzip aller gesellschaftlichen und politischen Normen und setzt sich als solches bis in die späte Aufklärung durch, als es durch die Moralphilosophie von Immanuel Kant (1724–1804) abgelöst wird. Während bei Wolff und bei den Philosophen der Wolff-Schule die moralische Wahrheit von jenem obersten Prinzip der Moral abhängig gemacht wird und entsprechend die Möglichkeit einer Zurückhaltung seiner Gedanken oder sogar Unwahrheit in Kauf genommen wird, entwickelt Kant als Grundlage für allgemeingültige Normen ein nicht mehr anthropologisch, sondern rein formal begründetes Prinzip der Moral, das eine unbedingte Pflicht zur moralischen Wahrheit vorsieht. Während vor Kant der Mensch als Bürger zur Aufrichtigkeit gegenüber anderen Bürgern verpflichtet wurde und seine Tugend in der Befolgung dieser Pflicht bestand, wird die Aufrichtigkeit bei Kant als eine Pflicht gegenüber sich selbst verstanden, die zu formaler Bedingung alles tugendhaften Handelns erhoben wird. Mit ihrer Verletzung wird nach Kant zugleich der moralische Wert bzw. die Menschenwürde des Handelnden in Frage gestellt.

Paradigmen in der deutschen Literatur

Für die deutschsprachige Literatur lassen sich Wechselwirkungen mit dem Diskurs der Aufrichtigkeit auf unterschiedlichen Ebenen nachweisen. So prägt die Aufrichtigkeit ganze Epochen wie etwa diejenige der Empfindsamkeit: Unter Rückgriff auf britische Moral-Sense-Lehren wird hier die moralische Empfindungsfähigkeit – d. h. die Fähigkeit zu moralischen Empfindungen des Guten – zum Maßstab zwischenmenschlicher Interaktion. Medium dieser Empfindungsfähigkeit ist die Aufrichtigkeit: Nur größtmögliche wechselseitige Transparenz des Inneren kann empfindsame Gemeinschaftlichkeit garantieren. Zugleich aber zeigen die Texte der Empfindsamkeit – etwa *Die zärtlichen Schwestern* (1747) von Christian Fürchtegott Gellert (1715–1769) – die Grenzen solcher Versuche, exklusive Gemeinschaften ganz auf Aufrichtigkeit zu gründen, etwa wenn deren Kommunizierbarkeit oder die notwendigen Ausschlussmechanismen zur Stabilisierung der Gemeinschaft problematisiert werden. Mit der Genieästhetik des Sturm und Drangs hingegen werden ab den 1770er-Jahren Aufrichtigkeit und Soziabilität konzeptionell getrennt, das Genie drückt zwar stets seine Individualität in seinem Sprechen und Handeln aus; zugleich ist diese Individualität aber nicht mehr auf Einbettung in soziale Zusammenhänge ausgelegt, sondern steht in Widerspruch zu ihr, was man etwa an der Titelfigur von *Goethes Götz von Berlichingen* (1773) aufzeigen kann.

Daneben lassen sich aber auch Auswirkungen der Aufrichtigkeits-Diskussion auf bestimmte literarische Gattungen und Paradigmen nachweisen. Um 1770 kommt etwa das Paradigma der „Erlebnislyrik“ auf: Gedichte sind nun nicht mehr bloßes Vehikel lehrreicher Inhalte oder Orte eines unverbindlichen anakreontischen Spieles, sondern sie werden als vermeintlich direkte Abbilder des Inneren des Verfassers inszeniert. Dieses lyrische Paradigma – für das etwa die *Sesenheimer Lieder* (1770/71) des jungen Goethe einsteht (vgl. Abbildung 4) – gründet sich dabei auf genau jene Korrespondenz von Innen und Außen, die durch den Diskurs der Aufrichtigkeit etabliert wurde: Der Text scheint direkt transparent auf ein subjektives Inneres zu werden wie umgekehrt Dichten eine direkte Übersetzung des Inneren in Text zu implizieren scheint. Lyrisches Sprechen ist somit hier aufrichtiges Sprechen.

Zugleich aber werden auch bestimmte literarische Elemente zu Orten der Aufrichtigkeit: An erster Stelle wäre hier der Dramenmonolog zu nennen, der auf der einen Seite eine vermeintlich direkte, unvermittelte Selbstaussprache des Subjekts ermöglicht; Figuren können vor allem hier aufrichtig sprechen, weil Rücksichten auf bestimmte

Gesprächspartner entfallen. Der Zuschauer erscheint dabei als indirekter Adressat der aufrichtigen Kommunikation, wodurch die scheinbare Adressatenlosigkeit des Monologs einer metakommunikativen Funktion weicht. Zugleich aber machen Monologe auf der anderen Seite auch das Problem sichtbar, inwiefern die jeweilige Figur überhaupt eine klare Selbsterkenntnis (als Voraussetzung jeder Aufrichtigkeit) besitzt oder nicht. Monologe entlarven also immer auch die Unaufrichtigkeit gegenüber sich selbst.

Entwicklungslinien in der europäischen Literatur

Die Aufrichtigkeit als modernes „Kommunikations-“ oder „Tugendideal“ verstanden, weist eine europäische Dimension auf. Dies wird bereits in ihrer Vorgeschichte deutlich, deren Wurzeln im 16. Jahrhundert liegen: Im Vordergrund stehen die Hoftraktate in der Tradition von Baldassar Castigliones (1478–1529) *Il libro del Cortegiano* (1528, dt. *Das Buch vom Hofmann*), aber auch die (politischen) Klugheitslehren eines Niccolò Machiavelli (1469–1527) oder Baltasar Gracià (1601–1658) und nicht zuletzt die *Essays* von Michel de Montaigne (1533–1592), in denen das Selbstbewusstsein des modernen Subjekts bereits in all seiner Zerbrechlichkeit und seinen Ambivalenzen durchleuchtet wird. Diese Texte stellen, so eine zentrale These des Projekts, ein Repertoire wichtiger Begriffe und Modelle bereit, auf die in den folgenden Debatten um die Aufrichtigkeit wiederholt zurückgegriffen wird. Hierbei stehen bevorzugt Fragen nach dem Verhältnis von Simulation und Dissimulation und nach der Legitimität und den Grenzen der Verstellung im Vordergrund – also nach Verhaltensweisen, die in Opposition zum Ideal der Aufrichtigkeit stehen, wie es sich im 18. Jahrhundert herausbilden wird. Zugleich verweisen diese frühen Texte bereits auf jene Konflikte und Utopien, die im Laufe der gesellschaftlichen und kulturellen Wandlungen des Aufrichtigkeitsbegriffs neue Beurteilungen erfahren werden – man denke beispielweise an die Freundschaft als „gesellschaftlichen Schonraum“, worin aufrichtige Kommunikation ihren privilegierten Ort findet.

Besonders im höfischen Kontext wurden die Verhaltensweisen rund um die „*art de plaire à la court*“ (die Kunst, am Hofe zu gefallen) – so der Untertitel von Nicolas Faretts (1596–1646) Traktat über den *Honnête homme* von 1630 – wiederholt dargestellt und auf ihre Angemessenheit hin diskutiert. Das Konzept des *honnête homme* wird zu Beginn als höfisches Ideal der Selbstbeherrschung und Affektkontrolle formuliert, dem im Frankreich des ausgehenden 16. und des 17. Jahrhunderts eine „beziehungsreiche Schlüsselrolle“ zukommt (Höfer/Reichardt 1986: 8), da es „ein

Persönlichkeitsideal mit universalem Anspruch“ (ebd.) bildet. Doch im ausgehenden 17. Jahrhundert wird die Figur des *honnête homme* zunehmend ambivalent: Während sie einerseits im Sinne eines Tugendmodells fortgedacht wird, welches Aufrichtigkeit als einen Bestandteil zu integrieren versucht, gerät die Figur des *honnête homme* andererseits im Zuge der sich etablierenden bürgerlichen Gesellschaft verstärkt in die Kritik. Dessen Stilisierung zum Stellvertreter für die negativen Eigenschaften des höfischen Adels führt in die Opposition von Aufrichtigkeit und Verstellung eine politische und gesellschaftskritische Dimension ein. Bedeutende Reflexionen dieser Ambivalenz finden sich ebenfalls in der Literatur der Französischen Klassik, die eine differenzierte Auseinandersetzung mit den Grenzen des Ideals des *honnête homme* und dem Stellenwert der Aufrichtigkeit im Zusammenhang von höfischer Kultur, politischen Handlungszwängen, sowie öffentlichen und privaten Handlungssphären aufweist. In einer großen Bandbreite an literarischen Gattungen – man denke an die Komödien Molières (1622–1673), die Tragödien Racines (1639–1699), die Romane von La Fayette (1639–1693) oder Marivaux (1688–1763), die Fabeln La Fontaines (1621–1695) und an die Aphorismen und Portraits der Moralistik (vgl. Abbildung 2) – werden, so die bisherigen Ergebnisse, nicht nur zentrale Spannungen inszeniert, sondern zugleich auch neue Denk- und Spielräume eröffnet.

Als Antwort auf die zunehmende Problematisierung des Begriffs der *honnêteté* und im Zuge seiner negativen Besetzung, erfährt die *sincérité* (Aufrichtigkeit) im 18. Jahrhundert somit eine zunehmende Aufwertung zu einer exklusiven ethischen Kategorie. Paradigmatisch dafür ist das Werk von Jean-Jacques Rousseau (1712–1778), in dessen gesellschaftskritischen und autobiographischen Schriften die Forderung nach unbedingter Aufrichtigkeit programmatisch ausformuliert und zugleich zum Kernpunkt einer Auseinandersetzung mit der eigenen Subjektivität gemacht wird.

Diese zentrale Stellung erlangt die *sincérité* dadurch, dass sie an eine bestimmte Konstruktion von „Natürlichkeit“ gekoppelt wird und so ihr zivilisationskritisches Potenzial steigert. In diesem Zusammenhang wird die Aufrichtigkeit als Eigenschaft des „natürlichen Menschen“ begriffen, der noch nicht vom Gang der Zivilisation „verdorben“ wurde. Diese Auffassung findet sich beispielsweise im *Discours sur les sciences et les arts* (1750) und ist verstärkt im *Discours sur l'origine et les fondements de l'inégalité parmi les hommes* (1755, Abbildung 3) vertreten, worin der Menschen im „Naturzustand“ zur positiven Kontrastfolie für die Analyse der durch Verstellung, ungezü-

Quelle: Johann Wolfgang von Goethe: Mayfest (Auszug). In: Iris 2 (1775), S. 75.

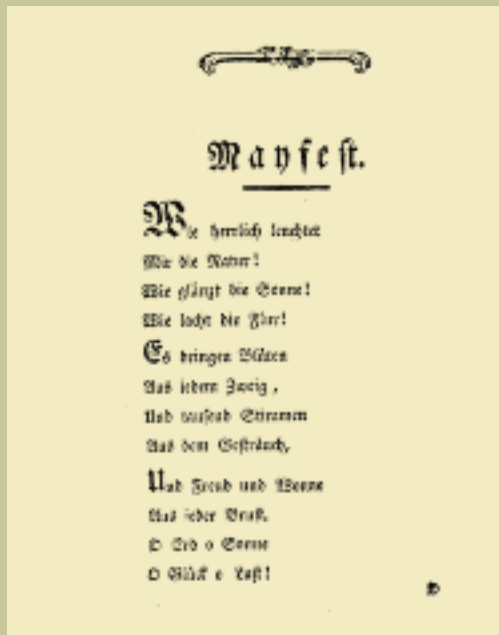


Abb. 4: Erlebnislyrik als vermeintlich unmittelbarer Ausdruck von Gefühlen.

gelter Eigenliebe und Herrschsucht geprägten Gegenwart wird. Auch in Rousseaus autobiographischer Produktion spielt die Aufrichtigkeit eine tragende Rolle, besonders in der radikalen Selbstanwendung der Forderung nach Aufrichtigkeit, die teilweise bis zur Selbsterniedrigung führt, wie beispielsweise anhand der *Confessions* und der *Rêveries* (beide posthum erschienen) gezeigt werden kann. So gehören die positive Besetzung der Ursprünglichkeit und die damit einhergehende Kritik an diejenigen Entwicklungen, die den Menschen vom „Naturzustand“ entfernen, zu den faszinierendsten, wirksamsten und zugleich kontroversen Aspekten des Rousseauschen Denkens.

Bibliographische Angaben

- GEISENHANSLÜKE, ACHIM (2008): „GESTÄNDNISTIERE. ZUR GENESE DER AUFRICHTIGKEIT IN GOETHE'S ‚IPHIGENIE AUF TAURIS‘“. IN: GUTJAHN, ORTRUD (HG.): IPHIGENIE VON EURIPIDES/GOETHE. WÜRZBURG, S. 89–109.
- HÖFER, ANNETTE/REICHARDT, ROLF (1986): „HONNÊTE HOMME, HONNÊTETÉ, HONNÊTES GENS“. IN: DERS. ET AL. (HRSG.): HANDBUCH POLITISCH-SOZIALER GRUNDBEGRIFFE IN FRANKREICH 1680–1820. HEFT 7. MÜNCHEN, S. 7–73.
- ZEDLER, JOHANN HEINRICH (1732): GROSSES VOLLSTÄNDIGES UNIVERSAL LEXICON ALLER WISSENSCHAFTEN UND KÜNSTE. II. BAND AN-AZ. HALLE/LEIPZIG.

Kontakt

Dr. Simon Bunke

Fakultät für Kulturwissenschaften

05251 60-2190

bunke@mail.upb.de

Aufarbeitung der jüdischen Geschichte

Historisches Handbuch der jüdischen Gemeinschaften in Westfalen und Lippe

Von Frank Göttmann



Prof. Dr. phil. Frank Göttmann hat seit 1994 den Lehrstuhl für Geschichte der Frühen Neuzeit an der Universität Paderborn inne. Seine Arbeitsschwerpunkte sind die Sozial- und Wirtschaftsgeschichte des Spätmittelalters und der Frühen Neuzeit, Bevölkerungsgeschichte, Stadtgeschichte, Geschichte der Geistlichen Staaten, der Reichspolitik und Reichsverfassung und Theorie der Geschichte.

Das Lexikonprojekt „Historisches Handbuch der jüdischen Gemeinschaften in Westfalen und Lippe“ wird getragen von der Historischen Kommission für Westfalen. Es steht unter der Schirmherrschaft des Präsidenten des Zentralrats der Juden in Deutschland. Als Projektleiter

und Herausgeber zeichnen verantwortlich: Prof. Dr. Frank Göttmann (Universität Paderborn), Prof. Dr. Karl Hengst (Theologische Fakultät Paderborn), Prof. Dr. Franz-Josef Jakobi (Stadtarchiv Münster), Prof. Dr. Dr. h.c. Peter Johanek (Universität Münster) und Prof. Dr. Wilfried Reininghaus (Vorsitzender der Historischen Kommission für Westfalen). Organisation und Koordination: Prof. Dr. Susanne Freund, Dr. Anna-Therese Grabkowsky, Dr. Ursula Olschewski und Rita Schlautmann-Overmeyer M. A.. Das vierbändige Nachschlagewerk, herausgegeben von der Historischen Kommission und dem Institut für vergleichende Städtegeschichte an der Universität Münster, erscheint im Ardey-Verlag Münster.

Vorgeschichte – Entstehung – Beteiligte

Seit Jahren haben sich viele Einzelpersonen und lokale Forschergruppen um die Aufarbeitung der jüdischen Geschichte und der jüdischen Gemeinschaften in Westfalen bemüht. Freilich fehlte es lange an einer übergreifenden Koordination solcher Forschungsarbeiten und einer systematischen sachlichen und raum-zeitlichen Ordnung und Durchdringung des Gegenstandes. Die Erforschung der jüdischen Geschichte unterlag so zum einen dem mehr zufälligen Vorhandensein interessierter Personen am Ort und war zum anderen, durchaus verständlicherweise, vor allem durch die Auseinandersetzung mit der jüngeren Vergangenheit, der Verfolgung und Vernichtung der Juden unter der nationalsozialistischen Herrschaft geprägt. Trotz solcher sehr engagierten und

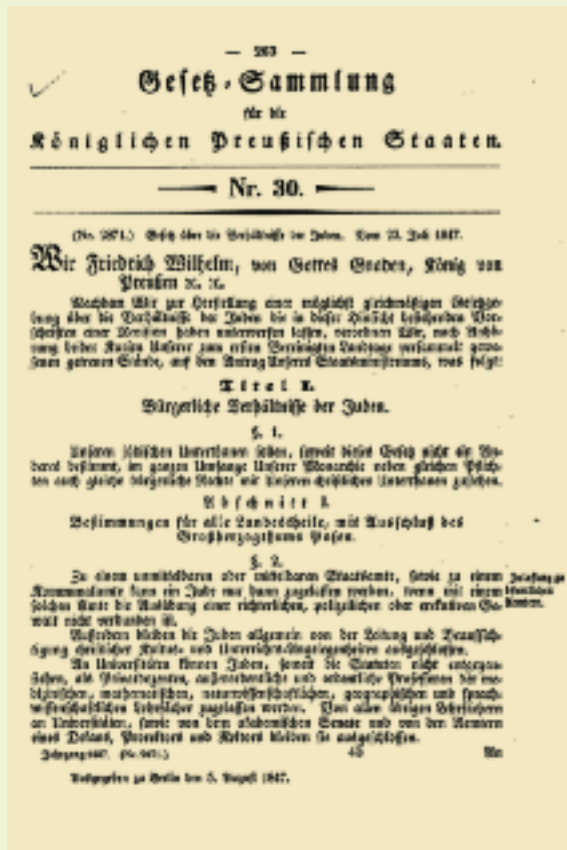


Abb. 1: Das preußische Judengesetz vom 23. Juli 1847.



Abb. 2: Synagoge Oerlinghausen, Kr. Lippe (2009).



Abb. 3: Jüdischer Friedhof Niedermarsberg, Hochsauerlandkreis (2007).

Fotos: Göttmann

verdienstvollen Bemühungen trat jener Mangel in gleichem Maße ins Bewußtsein als das Engagement, gespeist von „runden“ Jahrestagen und allgemein von den sich in den Kulturwissenschaften etablierenden Fragen der Erinnerungskultur, noch wuchs, hatten sich doch auch in der sensibilisierten politischen Öffentlichkeit die Gewichte von einer quasi abschließenden „Vergangenheitsbewältigung“ hin zu einer produktiven, ständigen Auseinandersetzung mit der Vergangenheit und einem neuen Aufkeimen von Antisemitismus als stete Mahnung und Lernen aus der Geschichte verschoben.

Nach bemerkenswert trügen Jahrzehnten schien dann im späten 20. Jahrhundert die Zeit überreif, jenes Problem grundsätzlicher anzupacken. Aber es dauerte doch noch etliche Jahre, bis nach ergebnislosen Vorüberlegungen die Historische Kommission für Westfalen auf ihrer Frühjahrssitzung 2001 die Verwirklichung eines Werkes beschlossen hat, dessen Konzeption sich ursprünglich an dem von Prof. Dr. Karl Hengst (Vorsitzender des Ausschusses für Kirchen- und Religionsgeschichte der Historischen Kommission) erarbeiteten und herausgegebenen „Westfälischen Klosterbuch“ orientierte. Demnach sollten unter der organisatorischen Federführung der Historischen Kommission insgesamt vier Bände entstehen, die inzwischen bis auf einen vorliegen: Die drei Bände für die drei westfälischen Regierungsbezirke nach heutigen Grenzen (Arnsberg, Detmold, Münster) enthalten jeweils in alphabetischer Ordnung nach der Gebietsreform von 1975

die Ortsartikel vom ersten Nachweis jüdischen Lebens an, z. T. aus dem Mittelalter, bis zum Holocaust bzw. den danach wiederaufgelebten Gemeinden und geordnet nach Sachbereichen. Dem Hauptteil mit den Ortsartikeln gehen Übersichtsartikel zu den jeweils erfassten Territorien bis zur Säkularisation 1802/1803 bzw. bis zum Ende des Alten Reiches 1806 voraus, welche insbesondere deren eigenständige Judenpolitik berücksichtigen. Jedem Ortsband wird eine Karte der behandelten Orte und der Mitte des 19. Jahrhunderts von den preußischen Behörden geschaffenen Synagogenbezirke beigegeben. Der vierte, übergreifende Band „Grundlagen – Erträge – Perspektiven“ beschreibt in Überblicksartikeln die staatlich gemeinsame Entwicklung bis in die Gegenwart und verortet die Befunde der drei Teilbände in der allgemeinen Geschichte; hinzu kommen Karten, Verzeichnisse und das Ortsregister für alle Bände. Die Erstellung der Bände erfolgte arbeitsteilig unter den einzelnen Herausgebern (vgl. bibliographische Angaben), wobei von Anfang an über die Teilhabe an der Gesamtverantwortung und der Erarbeitung der Konzeption hinaus besonders die Betreuung des Arnsberg-Bandes am Lehrstuhl für die Geschichte der Frühen Neuzeit am Historischen Institut der Universität Paderborn (Göttmann) angesiedelt war.

Das Unternehmen erwies sich im Laufe der Arbeiten zunehmend als inhaltlich aufwendiger und organisatorisch komplexer, weshalb auch der anfängliche Zeitplan des Erscheinens nicht einge-



Foto: Kreismuseum Wewelsburg, Anja Lienemann 2004

Abb. 4: Exemplar von drei Thora-Vorhängen aus den Synagogen Warburg und Nieheim.

halten werden konnte. Die ursprüngliche Idee, die Bände weitgehend parallel und zeitgleich zu erarbeiten, ließ sich schlicht aufgrund der fehlenden Arbeitskapazitäten nicht verwirklichen. Und so ergab sich die Notwendigkeit, die Kräfte zu bündeln und die Einzelbände nacheinander fertigzustellen. Als erster konnte 2008 der Band zum Regierungsbezirk Münster publiziert werden, im Früherbst 2013 der Band zum Regierungsbezirk Detmold und Ende 2013 der Übersichtsband. Für das laufende Jahr 2014 ist mit dem Band zum Regierungsbezirk Arnberg zu rechnen. Arbeitsaufwand und Umfang lassen sich leicht ermessen, wenn man bedenkt, dass insgesamt rund 270 Ortsartikel zu verfassen und daran über 150 ehrenamtliche Autoren beteiligt waren.

Obwohl Texte und grundlegende Redaktions- und Organisationsaufgaben zum größten Teil in ehrenamtlichem Einsatz bewältigt worden sind, hätte das Werk ohne eine erhebliche Förderung seitens Dritter nie zustandekommen können. Als Hauptförderer des Gesamtwerkes trugen die größten Lasten der Landschaftsverband Westfalen-Lippe und dessen Kulturstiftung sowie die Nordrhein-Westfalen-Stiftung Naturschutz, Heimat- und Kulturpflege, sodann für den Grundlagenband die

Fritz-Thyssen-Stiftung für Wissenschaftsförderung. Hinzu kam eine Vielzahl institutioneller und privater Sponsoren und Förderer, die alle ihren unverzichtbaren Beitrag geleistet haben.

Ziele

Jüdische Gemeinden gehören in den Städten und Dörfern Westfalens zu den ältesten gesellschaftlichen Organisationseinheiten. Wo und wann sie existierten und heute noch existieren, unter welchen Bedingungen, mit welcher Organisationsstruktur, welchen Einrichtungen und welchem Personal, ist bisher noch nicht flächendeckend, geschweige denn erschöpfend, erforscht worden, wenngleich seit geraumer Zeit eine größere Zahl von Forschungsarbeiten zu einzelnen Orten und Städten oder einzelnen Sachfragen zu verzeichnen ist. Allerdings ist der Forschungsstand ungleich gewichtet: Gut erforschte Städte und Orte stehen anderen gegenüber, über deren jüdische Geschichte nur Rudimentäres bekannt ist. Im ersten Fall erleichterte es der Rückgriff auf die Sekundärliteratur ungemein, einen Handbuchbeitrag zu verfassen, im letzten musste oft mühsam aus archivalischen und edierten Quellen und allgemeinerer Forschungsliteratur nachgearbeitet werden. Gleichwohl bietet der in den letzten beiden Jahrzehnten erreichte Forschungsstand im Großen und Ganzen eine gute Grundlage, Informationen zu einzelnen Gemeinden systematisch zusammenzutragen und in einer einheitlichen Struktur zu präsentieren. Das vor dem Abschluss stehende lexikalische Werk erfasst in einem systematischen Überblick jüdisches Leben und Wirken in Westfalen von den Anfängen bis in die Gegenwart. Es soll alle verfügbaren Primär- und Sekundärquellen erschließen und die Forschungsbefunde auf den neuesten Stand bringen, um den Informationsbedarf einer breiten Interessentenschaft zu befriedigen. Dazu gehören der an der Geschichte und Gesellschaft seines Wohnortes oder der Region interessierte Laie, der Lehrer, der Volkshochschullehrer und Stadtführer ebenso wie der Student und Hochschullehrer jeglicher Disziplin. Aber auch allen sonst in Politik, Kultur, Archiven und Medien Tätigen soll das Werk eine rasche Informationsmöglichkeit und einen umfassenden Überblick bieten. Gerade auch bei allfälligen politischen Entscheidungen über den Erhalt jüdischen Kulturguts und Maßnahmen der Erinnerungspflege mag es eine Hilfe sein. Darüber hinaus soll es nicht zuletzt künftigen Forschungen zur jüdischen Geschichte in Westfalen und Lippe eine verlässliche Ausgangsbasis bereitstellen und dazu anregen, sich weiterhin mit der Thematik zu befassen. Allgemein betrachtet soll das Handbuch dazu beitragen, das historische Wissen über die Leistung und Bedeutung der Juden und ihrer Gemein-



Abb. 5: Karikatur auf die Judenemanzipation im Königreich Westphalen, 1807.

schaften in Nordwestdeutschland zu erhalten und zu vertiefen sowie als Teil des kulturellen Gedächtnisses zu bewahren. Damit verbindet sich die Hoffnung, gerade anhand der Geschichte der Juden Einsichten in das Zusammenleben einer Minderheit mit der Mehrheitsgesellschaft und in wechselseitige Wahrnehmungs- und Reaktionsmuster zu vermitteln und ein Bewußtsein für gesellschaftliche Komplexitäten zu schaffen, um damit letztlich in der Gesellschaft von heute Offenheit und Toleranz zu fördern.

Auswahlprinzipien

Zuerst stellte sich die grundsätzliche Frage, welche und wieviele jüdische Gemeinschaften erfasst und eigenständig in das Handbuch aufgenommen werden könnten. Denn bereits in den alten Territorien, Herrschaften und Städten des Ancien Régime hatten zeitweise oder durchweg identifizierbare kleinere oder größere Gruppen von Juden gelebt, von einzelnen Familien einmal abgesehen, die für das 19. Jahrhundert nur zum Teil oder nicht mehr nachzuweisen sind, als mit dem „Gesetz vom 23. Juli 1847 über die bürgerlichen Verhältnisse der Juden“ in den westlichen preußischen Provinzen Synagogenbezirke einge-

richtet wurden, mit denen nun alle hier wohnenden Juden erfasst wurden (Abbildung 1). Im Zuge dieses Prozesses lösten sich viele jener kleineren Gemeinschaften auf und schlossen sich – zum Teil unter mehr oder weniger behördlichem Druck – einer Synagogenhauptgemeinde an. Bei der Untersuchung solcher Vorgänge kamen im Laufe der Arbeiten an dem Handbuch immer wieder Hinweise auf noch unbekannte jüdische Gemeinden und Gemeinschaften oder Siedlungen, in denen Juden gelebt hatten, ans Tageslicht. Nach dem Stand der derzeitigen Forschungen ist mit solchen Funden auch weiterhin zu rechnen, wenn man erst einmal auf der Grundlage des Handbuches weiter in die Tiefe der jüdischen Geschichte eindringen wird. D. h. die Liste der aufgenommenen jüdischen Gemeinschaften ist gerade für die Zeit vor der Mitte des 19. Jahrhunderts nach wie vor als vorläufig zu betrachten.

Bei der Bildung jüdischer Gemeinschaften und Gemeinden sollte stets bedacht werden, dass dieser Prozess gruppensoziologisch in Wechselwirkung von zwei Seiten aus verlief: Einerseits äußerte sich hierin das Herrschafts- und Besteuerungsinteresse der Obrigkeit, das eine Institutionalisierung unter einem Vorsteher als Ansprech-



Foto: Sabine Ahlbrand-Dornseif

Abb. 6: Dr. Alexander Haindorf (1784-1862), Begründer der „Marks-Haindorf-Stiftung“ in Münster (1825-1942).

1. *Kurzinformation*
 1. Ort, Kreiszugehörigkeit
 2. Staatliche und kulturelle Zugehörigkeit
2. *Geschichte, Organisation und Tätigkeitsfelder der jüdischen Gemeinschaft*
 1. *Geschichte der Gemeinschaft*
 1. Jüdisches Leben bis zum Ende des Alten Reiches
 2. Die Gemeinde im 19. Jahrhundert bis zum Ende der Weimarer Republik
 3. Jüdisches Leben in der Zeit des Nationalsozialismus
 4. Neuanfänge in der Nachkriegszeit und Erinnerungskultur
 2. *Verfassung, Organisation und Tätigkeitsfelder der Gemeinschaft*
 1. Innere und äußere Organisation
 2. Kultus und Kultusort
 3. Schul- und Religionsunterricht
 4. Soziale Benützung
 3. *Tätigkeitsfelder einzelner Gemeindeglieder*
 1. Amts- und Funktionsträger
 2. Herausragende Persönlichkeiten
 3. Beteiligung an politischen und sonstigen Vereinigungen
3. *Bau- und Konstruktionsmerkmale*
 1. Gemeindegemeinschaften
 2. Wohnhäuser, gewerbliche und industrielle Anlagen
 3. Friedhöfe
4. *Quellen und Literatur*
 1. Archivalien
 2. Fotos, Gemälde, Ansichten, Grundrisse und Lagepläne
 3. Gedruckte Quellen, Quellensammlungen, Findbücher, Regesten- und Nachschlagewerke
 4. Ortsbezogene Literatur

Abb. 7: Gliederung der Ortsartikel des „Historischen Handbuchs der jüdischen Gemeinschaften“.

partner verlangte, andererseits war eine Selbstorganisation der Judenschaft geboten, um innere Angelegenheiten zu regeln und Interessen nach außen zu vertreten – angesichts der rechtlich prekären Lage überlebenswichtig. Diesen von Unsicherheiten und örtlichen Bedingungen geprägten Vorgängen der Formierung der Gemeinschaften in der Realität entspricht in der historischen Forschung das schwer lösbare Problem von deren Identifikation und Benennung und damit von deren Aufnahme oder Nicht-Aufnahme mit einem eigenen Artikel in das Handbuch. Für die Zeit vor der amtlichen Schaffung von Synagogengemeinden – und damit der eindeutigen Identifizierbarkeit – wurden daher Kriterien entwickelt, die ein „eigenständiges jüdisches Leben“, eine Vergemeinschaftung als Gruppe an einem Ort, vermuten ließen. Daher wurde auch der offene Begriff der „Gemeinschaft“ dem der „Gemeinde“ vorgezogen, impliziert dieser doch eine formelle Organisationsstruktur. Damit also eine örtliche Gemeinschaft einen eigenen Artikel erhielt, sollte wenigstens eines der folgenden Kriterien erfüllt sein: eine Betstube bzw. Synagoge (Abbildung 2), ein Friedhof oder gesonderter Begräbnisplatz (Abbildung 3), eine Mindestanzahl von zehn religionsmündigen Männern als Kultgemeinschaft (minjan), eine eigene Schule bzw. Religionsunterricht der Kinder, ein Ritualbad (mikwe), ggf. der Nachweis von Familien über einen längeren Zeitraum. Gerade die Synagogen besitzen als Bezugs-

punkte und Zentren des jüdischen Kultus (Abbildung 4), jüdischer Sozialität und jüdischen Selbstverständnisses eine nicht zu unterschätzende symbolische Bedeutung. Sie standen seit der quellenmäßigen Fassbarkeit jüdischen Lebens im alten Europa im Mittelpunkt der Auseinandersetzungen über Integration und Ausgrenzung der jüdischen Minderheit in Gesellschaft, Politik und Kultur (Abbildung 5, Abbildung 6). Auch wenn die genannten Merkmale, die quasi als konstitutiv für eine jüdische Gemeinschaft anzusehen sind, nicht immer mit letzter Eindeutigkeit oder nur temporär nachweisbar waren, wurde dann doch im Zweifel ein Ortsartikel erstellt. Auf der anderen Seite wurde möglichst vermieden, Vermutungen über Sachverhalte zu äußern, wenn sie sich in den Quellen oder in der Sekundärliteratur nur vage belegen ließen. Insofern unterscheidet sich der lexikalische Text von einer wissenschaftlich-argumentierenden Abhandlung – freilich um den Preis einer gewissen rhetorischen Nüchternheit.

Aufbau und inhaltliche Schwerpunkte

Geografisch sind die jüdischen Gemeinschaften den Teilbänden gemäß der Gebietsreform von 1975 den Regierungsbezirken Arnsberg, Detmold und Münster und in der Binnengliederung den neu entstandenen Großgemeinden zugeordnet. Zwar werden damit historische Territorial- und Herrschaftsgrenzen zum Teil durchschnitten, aber in einem Lexikonwerk wie dem vorliegenden ist ein

Rückgriff auf heutige Verwaltungs- und Gebietsstrukturen aus pragmatischen Gründen der besseren Orientierung angezeigt. Wenn nicht schon in den einzelnen Ortsartikeln werden die Auswirkungen von Gebietsgrenzen und Herrschaftszugehörigkeiten u. a. auf den rechtlichen Status der jüdischen Bevölkerung Westfalens – etwa hinsichtlich der Handhabung des so genannten Geleits, des Aufenthaltsrechtes – in den Überblicksartikeln berücksichtigt, welche jeden Teilband einleiten. Wie aus der beigefügten Gliederung der Ortsartikel zu ersehen, ist der Stoff unter dreifacher historischer Perspektive angeordnet: ereignisgeschichtlich (Abbildung 7: 2.1.), strukturgeschichtlich (Abbildung 7: 2.2.) und personengeschichtlich (Abbildung 7: 2.3.). Hinzu kommt ein Kapitel von Aspekten der Sachkultur (Abbildung 7: 3.). Es liegt auf der Hand, daß aufgrund der inneren Überschneidungen zwischen diesen Dimensionen eine konkrete Zuordnung eines Phänomens zu einer systematischen Stelle nicht immer einfach war und daher zum Teil willkürlich anmutende Ermessensentscheidungen getroffen werden mussten, die einen Sachkomplex gewissermaßen auseinanderrissen. Als ein Beispiel dafür mag die Ausübung der Religion stehen: Während die Formierung als örtliche Glaubensgemeinschaft, welche durch die Einrichtung einer Betstube oder den Bau



Abb. 9: Moses Mendelssohn (1729-1786), Hauptvertreter der jüdischen Aufklärung.

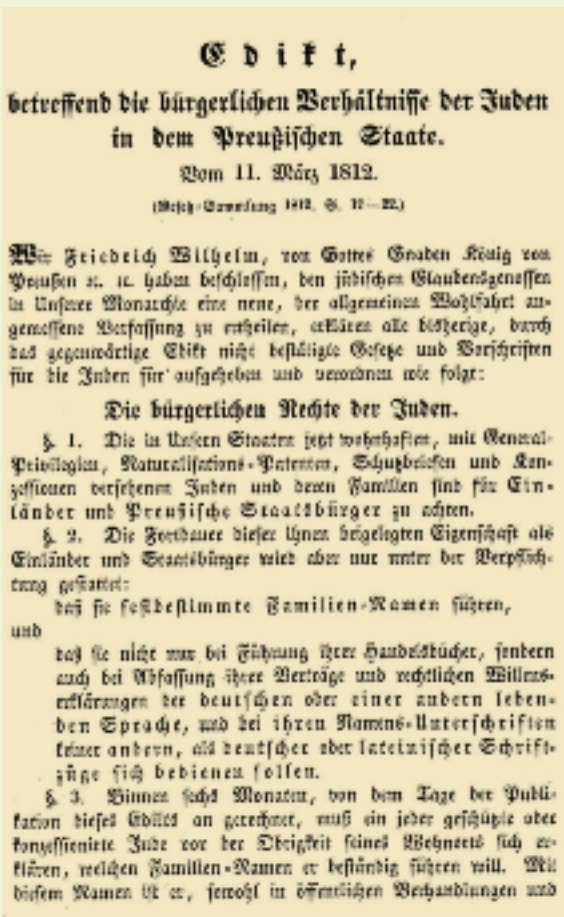


Abb. 8: Preussisches Edikt betreffend die bürgerlichen Verhältnisse der Juden, 1812 (Entwurf).

einer Synagoge gekennzeichnet ist, unter dem Gesichtspunkt der Entwicklung der Außenbeziehungen ereignisgeschichtlich zu betrachten ist (Abbildung 7: 2.1.), ist die Ausübung des Kultus vornehmlich eine Frage der Binnenbeziehungen unter den Mitgliedern der jüdischen Gemeinschaft und daher systematisch einzuordnen (Abbildung 7: 2.2.2.). Die architektonische Beschreibung des Synagogengebäudes wiederum und dessen Ausstattung gehört zur Sachkultur (Abbildung 7: 3.1.). Eine ähnliche Aufspaltung findet man im Falle der jüdischen Friedhöfe. Auch wenn eine solche zertrennende Präsentation darstellerisch nicht sonderlich elegant erscheinen mag, ist sie doch in einem Lexikonwerk, dessen Bände wegen ihres Umfangs buchbindetechnisch kaum mehr zu bewältigen sind, unvermeidlich – müssen doch zum einen inhaltliche Redundanzen möglichst vermieden werden und zum anderen aus Gründen der Benutzbarkeit des Gesamtwerkes eine sachliche Vergleichbarkeit quer über die Ortsartikel und einzelnen Bände hinweg gewährleistet werden, um bestimmte Fragestellungen systematisch verfolgen zu können (z. B.: Wann wurde wo von wem jüdischer Religionsunterricht erteilt?). Unter den Verantwortlichen des Werkes wurde lange und intensiv über die Gliederungssystematik diskutiert, da es der Natur der Sache nach eine Patentlösung, die alle Nachteile hätte ausräumen können, nicht geben konnte (Abbildung 7). Bis der nun vorliegende Kompromiß erreicht werden



Foto: Heinrich Stiewe, 2000

Abb. 10: Translozierung des Hauses Uhlmann (Höxter-Ovenhausen) ins Freilichtmuseum Detmold, 2000.

konnte, mussten ältere Lösungen verworfen werden, da sie sich in der laufenden Arbeit als unpraktikabel erwiesen hatten. Schon vorliegende Ortsartikel mussten nachträglich umgeschrieben werden.

So hatten wir uns für den ereignisgeschichten Teil ursprünglich eine detailliertere Gliederung vorgestellt. Wegen der teils sehr lückenhaften Quellenlage wären aber zu viele Leerstellen geblieben. Im Ergebnis wurde für die Unterkapitel eine Epochen-gliederung gewählt, die nur bedingt den üblichen geschichtswissenschaftlichen Konventionen, aber umso mehr der Thematik, nämlich der jüdischen Geschichte, entspricht, wenn auch die gesetzten Epochenschnitte die Problematik jeglicher Epochalisierung widerspiegeln, indem sozusagen unter der Oberfläche verlaufende Kontinuitätslinien durch höher bewertete Ereignisse durchbrochen werden. Zur Erläuterung: Mit dem Ende des Alten Reiches 1806 endete keineswegs die mindere persönliche Rechtsstellung der Juden, deren rechtliche Gleichstellung mit den übrigen Bürgern erst im Laufe des 19. Jahrhunderts nach und nach erreicht wurde (Abbildung 8). Andererseits hatte mit der Aufklärung und speziell der jüdischen

Aufklärung der jüdische Emanzipationsprozess schon im 18. Jahrhundert eingesetzt (Abbildung 9). Ähnlich reicht die Gemeindebildung letztlich schon ins Mittelalter zurück, erhielt aber erst Mitte des 19. Jahrhunderts ihre differenzierte rechtliche Form, sozusagen ein Transformationsprozess langer Dauer von der Gemeinschaft zur Gemeinde.

Unter der Prämisse einer solch langfristigen Entwicklung ist es gerechtfertigt, die Zeit des 19. Jahrhunderts bis zum Nationalsozialismus in Bezug auf die Integration der Juden in die deutsche Gesellschaft als zusammengehörig anzusehen. Die nationalsozialistische Herrschaft als eigener Epochenabschnitt bedarf aufgrund der Shoah und der Vernichtung aller bis dahin erreichten Integration und „Normalität“ keiner weiteren Begründung, auch wenn die mentale Vorbereitung durch den im 19. Jahrhundert entstehenden rassistischen Antisemitismus nicht vergessen werden darf. Die Neuanfänge nach dem Zweiten Weltkrieg sind untrennbar verbunden mit den Versuchen der „Wiedergutmachung“, der „Vergangenheitsbewältigung“ und der vielfältig gepflegten Erinnerungskultur (Abbildung 10). Sie reichen in unsere Gegenwart hinein und bilden die eigentliche Begründung für die Erarbeitung des vorliegenden Werkes.

Lässt man die skizzierte Ausgangslage Revue passieren, die Bedingungen, die Zielsetzungen, die Sammlungs- und Ordnungsarbeit, die praktischen Schwierigkeiten und die ständige Reflexion über den Entstehungsprozess, welche durchaus auch zu Revisionen und Modifikationen des einmal eingeschlagenen Weges führen konnte, wird ersichtlich, dass die Erarbeitung eines Werkes wie des hier beschriebenen historische Grundlagenforschung im Wortsinn bedeutet und darin keiner anderen Disziplin nachsteht.

Literatur

HISTORISCHES HANDBUCH DER JÜDISCHEN GEMEINSCHAFTEN IN WESTFALEN UND LIPPE. DIE ORTSCHAFTEN UND TERRITORIEN IM HEUTIGEN REGIERUNGSBEZIRK MÜNSTER. HRSG. VON SUSANNE FREUND, FRANZ-JOSEF JAKOBI UND PETER JOHANEK. REDAKTION: SUSANNE FREUND, ANNA-THERESE GRABKOWSKY UND RITA SCHLAUTMANN-OVERMEYER. MÜNSTER: ARDEY-VERLAG 2008. 780 S., 1 KARTE, FESTEINBAND (VERÖFFENTLICHUNGEN DER HISTORISCHEN KOMMISSION FÜR WESTFALEN XLV: QUELLEN UND FORSCHUNGEN ZUR JÜDISCHEN GESCHICHTE IN WESTFALEN, BAND 2, TEILBAND MÜNSTER), ISBN: 978-3-87023-282-5.

HISTORISCHES HANDBUCH DER JÜDISCHEN GEMEINSCHAFTEN IN WESTFALEN UND LIPPE. DIE ORTSCHAFTEN UND TERRITORIEN IM HEUTIGEN REGIERUNGSBE-

ZIRK DETMOLD. HRSG. VON KARL HENGST IN ZUSAMMENARBEIT MIT URSULA OLSCHESKI. REDAKTION: ANNA-THERESE GRABKOWSKY, FRANZ-JOSEF JAKOBI UND RITA SCHLAUTMANN-OVERMEYER IN KOOPERATION MIT BERND-WILHELM LINNEMEIER. MÜNSTER: ARDEY-VERLAG 2013, 832 SEITEN, FESTEINBAND, KARTEN (VERÖFFENTLICHUNGEN DER HISTORISCHEN KOMMISSION FÜR WESTFALEN, NEUE FOLGE 10), ISBN 978-3-87023-283-2.

HISTORISCHES HANDBUCH DER JÜDISCHEN GEMEINSCHAFTEN IN WESTFALEN UND LIPPE. DIE ORTSCHAFTEN UND TERRITORIEN IM HEUTIGEN REGIERUNGSBEZIRK ARNSBERG. HRSG. VON FRANK GÖTTMANN IN ZUSAMMENARBEIT MIT URSULA OLSCHESKI. REDAKTION: WILFRIED REININGHAUS, BURKHARD BEYER UND RITA SCHLAUTMANN-OVERMEYER. MÜNSTER: ARDEY-VERLAG CA. 2014, CA. 900 SEITEN, FESTEINBAND, KARTEN (VERÖFFENTLICHUNGEN DER HISTORISCHEN KOMMISSION FÜR WESTFALEN, NEUE FOLGE 12), ISBN 978-3-87023-284-9 (IN VORBEREITUNG).

HISTORISCHES HANDBUCH DER JÜDISCHEN GEMEINSCHAFTEN IN WESTFALEN UND LIPPE. GRUNDLAGEN – ERTRÄGE – PERSPEKTIVEN. HRSG. VON SUSANNE FREUND. REDAKTION: ANNA-THERESE GRABKOWSKY, FRANZ-JOSEF JAKOBI UND RITA SCHLAUTMANN-OVERMEYER. MÜNSTER 2013, 415 SEITEN, FESTEINBAND, KARTEN (VERÖFFENTLICHUNGEN DER HISTORISCHEN KOMMISSION FÜR WESTFALEN, NEUE FOLGE 11). ARDEY, ISBN 978-3-87023-285-6.

SCHNORBUS URSULA (BEARB.), QUELLEN ZUR GESCHICHTE DER JUDEN IN WESTFALEN. SPEZIALINVENTAR ZU DEN AKTEN DES NORDRHEIN-WESTFÄLISCHEN STAATSARCHIVS MÜNSTER (VERÖFFENTLICHUNGEN DER STAATLICHEN ARCHIVE DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN, REIHE C: QUELLEN UND FORSCHUNGEN 15). MÜNSTER 1983.

PRACHT-JÖRNS, ELFI: JÜDISCHES KULTURERBE IN NORDRHEIN-WESTFALEN. T. III–V (BEITRÄGE ZU DEN BAU- UND KUNSTDENKMÄLERN VON WESTFALEN 1.1 –1.3) KÖLN 1998, 2002, 2005.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Das preußische Judengesetz vom 23. Juli 1847 (Gesetz über die Verhältnisse der Juden) regelte als Fortführung des Judenedikts von 1812 die Stellung der Juden in Preußen neu. Das Gesetz schuf eine weitgehende Vereinheitlichung des bis dato geltenden Rechts. – In: Gesetz-Sammlung für die Königlichen Preußischen Staaten. Berlin 1847, Nr. 30, S. 263 [Bayerische Staatsbibliothek, Digitale Bibliothek].

Abb. 2: Synagoge Oerlinghausen, Kr. Lippe. – Seit 1979 vom Kunstverein Oerlinghausen genutzt; 1985/86 Instandsetzung; 1985 Eintragung in die Denkmalschutzliste).

Abb. 4: Exemplar von drei Thora-Vorhängen aus den Synago-

gen Warburg und Nieheim. Sie waren nach der Pogromnacht 1938 verloren geglaubt, nach dem Krieg aber von Otto Baruch (1900–1963) aufgefunden und 2000 dem Stadtmuseum Warburg übergeben worden. Thoravorhänge hingen in Synagogen vor dem Schrein mit der Thorarolle. – Leihgabe des Stadtmuseums Warburg an das Kreismuseum Wewelsburg des Kreises Paderborn, Inv.-Nr. 12171.

Abb. 5: Karikatur auf die Judenemanzipation im Königreich Westphalen, 1807: „König Jerry bewirbt seine jüdischen Untertanen mit westfälischem Wildpret“. – Kolorierte Radierung von George Moutard Woodward, publiziert am 15.9.1807 von Thomas Tegg in Cheapside (24,3 x 34,5 cm); LWL-Landesmuseum für Kunst und Kultur Münster, Inv.Nr. K 69-411 LM (Foto: Sabine Ahlbrand-Dornseif). – Ansprache von König Jérôme Bonaparte: „Meine lieben und achtbaren jüdischen Untertanen. Ich bin froh, daß ihr Freude an dem Fest habt, das ich für euch ausrichten ließ. Unsere erlauchte Familie verehrt die Juden. Was ihr nun zu euch nehmt, das belegte das Vorurteil des niederen Volkes mit der Bezeichnung 'Westfälischer Schinken', doch wie ich weiß, seid ihr nicht für Schweinefleisch. Es ist unser königlicher Wille und uns gleichzeitig ein Vergnügen, diese von jetzt an in 'Westfälisches Wildbret' umzuändern.' Ein zum König blickender Jude meint darauf: ‚Es ist wirklich Wasserhuhn. Ihr und eure königlichen Brüder könnt tatsächlich alles ändern, wie es euch gefällt.‘ Ein anderer lobt das angebliche Wildbret in hohen Tönen, während zwei weitere Juden darüber diskutieren, ob Jérôme wohl Geld leihen wolle und welche Zinsen man dafür nehmen könne.“

[Zit. nach: Ereignis-Karikaturen. Geschichte in Spottbildern 1600-1930, hg. von Siegfried Kessemeier im Auftrag des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe, Westfälisches Landesmuseum für Kunst und Kulturgeschichte Münster 11. September bis 13. November 1983, Münster 1983, S. 169.]

Abb. 6: Dr. Alexander Haindorf (1784-1862), Begründer der „Marks-Haindorf-Stiftung“ (1825-1942) in Münster als jüdisches Lehrerseminar. – Lithographie (30,9 x 25,1 cm) von Heinrich Auling ca. 1840/1850; LWL-Landesmuseum für Kunst und Kulturgeschichte Münster, Inv.Nr. C-14557 LM.

Abb. 8: Preuß. Edikt 1812 [Entwurf] – In: Der Entwurf einer Verordnung über die Verhältnisse der Juden und das Edikt vom 11. März 1812/von Moritz Veit. Leipzig 1847; Online-Ausg. Univ.-Bibliothek Frankfurt a.M. 2007.

Abb. 9: Moses Mendelssohn (1729-1786), Hauptvertreter der jüdischen Aufklärung, Wegbereiter der jüdischen Emanzipation und religiösen Reformbewegung; Vorbild für Lessings „Nathan der Weise“. – Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz; Gemälde von Johann Christoph Frisch, 1786; bpk – Bildportal der Kunstmuseen, Bildagentur für Kunst, Kultur und Geschichte, Stiftung Preußischer Kulturbesitz, Berlin.

Abb. 10: Translozierung des Hauses Uhlmann (Höxter-Ovenhausen) ins Freilichtmuseum Detmold, 2000. – LWL- Freilichtmuseum Detmold – Westfälisches Landesmuseum für Volkskunde.

Kontakt

Prof. Dr. Frank Göttmann

Fakultät für Kulturwissenschaften

05251 60-2437, 05251 60-2446

goettmann@upb.de

FORSCHUNGS FORUM PADERBORN



UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

17-2014



S C I E N C E J O U R N A L

Demographic Change

Cloud Computing

Elderly Nutrition Needs

Swarm Intelligence

Collective Decisions

Computer Assisted Surgery





Ramona Wiesner
Head of the Department of University
Marketing and University Publications

EDITORIAL

Dear readers,

‘We are living longer, we are becoming fewer, we are becoming more diverse.’ Our social structures are changing profoundly, a challenge that was reflected in the motto of Germany’s 2013 Year of Science: The Demographic Opportunity. It has made us aware of issues that are changing our lives and the world around us, both now and in future. This issue of ForschungsForum focuses on how science and research is able to identify, influence and improve some of these changes.

‘We are living longer.’ Prof. Dr. Helmut Heseker has been analyzing dietary trends among people of advanced age for years. As we grow older, malnutrition becomes an increasingly serious problem, yet it is rarely recognized in good time. Turn to page 12 to read more about how malnutrition is diagnosed more easily today, and what dietary measures can help sufferers to manage the problem in everyday life.

Another health challenge often faced by elderly people is femoral neck fractures caused by age-related osteoporosis. Placing a screw in exactly the right place in the femoral head is a difficult and risky surgical procedure. Prof. Peter Schreier has teamed up with a globally leading medical technology company to develop a revolutionary Assisted Surgery system. On page 24 he reports on how it can support surgeons in the theatre and what advantages it offers.

Jun.-Prof. Dr. Heiko Hamann, who examines new applications in swarm robotics, has analyzed the fundamental principles of swarm intelligence and transferred them to the world of engineering. His aim is to design a decentralized, fail-safe, robust system consisting of several individual robots that

can execute a wide range of tasks ranging from simple cleaning all the way to search-and-rescue operations or the surveillance of difficult terrain. Turn to page 6 to read more about this exciting field of research.

Under the title ‘Collective Decisions’, we have decided to publish Heiko Hamann’s article in English, too, for the very first time in the history of ForschungsForum. To read the English version, simply turn the magazine on its head and read from the back. We would love to hear from you whether you appreciate the inclusion of English-language articles – if so, we’ll repeat the exercise in our next issue!

Jun.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Becker and his research team are currently working on some promising cloud computing software with funding from CloudScale, an EU research project. These applications help companies to switch from their own computing hardware to cloud computing. The Paderborn team is able to forecast the cost of running a business from the cloud and to design scalable systems to ensure the optimum use of cloud resources. They plan to trial and evaluate the method in real-life industrial settings before CloudScale expires in September 2015. Steffen Becker describes his team’s work on page 20.

Make the most of the demographic chances and life in general!

We hope you enjoy reading this issue of ForschungsForum.

Ramona Wiesner
ForschungsForum Paderborn
Head of the Department of University Marketing
and University Publications

EDITORIAL TEAM

Editor-in-Chief
 Prof. Dr. Nikolaus Risch
 President of the University of Paderborn

Design/Head of Editorial Team
 Ramona Wiesner
 Head of the Department of University Marketing
 and University Publications

Warburger Str. 100, 33098 Paderborn, Germany
 +49 (0)5251 60-2553, -3880
 wiesner@zv.uni-paderborn.de
 www.uni-paderborn.de/hochschulmarketing

ForschungsForum Paderborn (ffp) online:
 www.uni-paderborn.de/ffp

Scientific Advisory Council
 Prof. Dr. rer. nat. Sybille Hellebrand
 Prof. Dr. Hermann Kamp
 Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer
 Prof. Dr. Nancy V. Wunderlich
 Prof. Dr. rer. nat. Artur Zrenner

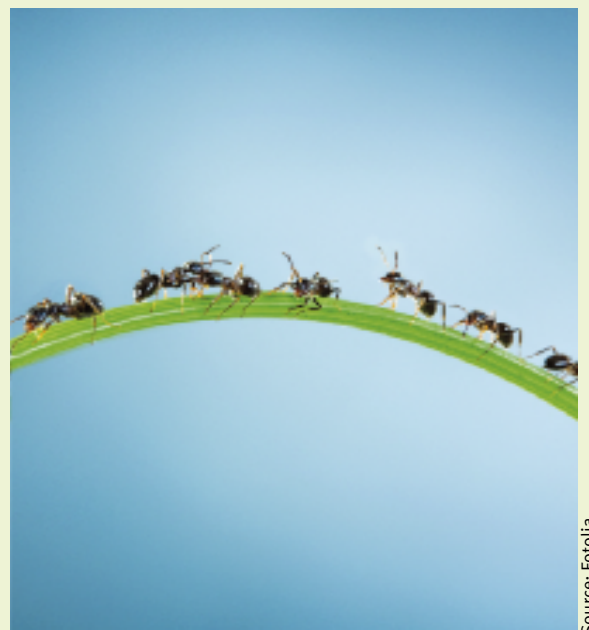
Graphic Design
 PADA-Werbeagentur
 Heierswall 2
 33098 Paderborn
 Germany
 +49 (0)5251 527577

Publication date
 February 2014

Circulation
 5,000

TITLE STORY

A Facebook party is easily organized but how, for example, do ants decide where to go? Insects are very limited in their cognitive capabilities but still exhibit complex behaviors, so it is worth taking a look at these natural prototypes, especially if we want to analyze the stringent requirements concerning the robustness of robot systems. Only a detailed analysis will allow us to detect the underlying complexity of these systems, which emerges from the sum of simple individual behaviors. With methods inspired by social insects, swarm robots are able to come to a decision reliably and collectively. To read more about swarm intelligence, turn to page 4.



Source: Fotolia



Prof. Dr. rer. nat. Wilhelm Schäfer

FOREWORD

Dear readers,

It was hardly a surprise when demographic change was selected as the overarching theme of Germany's 2013 Year of Science. After all, Germany already has the second oldest population in the world after Japan – a trend that is set to continue. Every generation is busy trying to find answers to the same set of questions. What does the society of the future look like? How can the generations coexist peacefully? How are young people preparing for a longer working life?

The Years of Science have promoted a dialogue between the public and the research community since 2000. Each year the spotlight is directed at a different discipline through a series of public events. The 2013 Year of Science was yet another opportunity to interact with top researchers and gain insights into their work on the subject of demographic change.

As Germany's population continues to age, health is becoming a crucial factor. Good health is a prerequisite for a good quality of life. The Federal Statistical Office estimates that Germany's population may shrink by two million by 2030 and as much as 12 million by 2060.

This is where science comes into play. Thanks to medical progress and healthier lifestyles, many of us are ageing with our health intact. While healthy ageing is positive and produces a number of benefits, it also has its challenges. For instance, many of us are able to start a new and active phase in our lives after we retire. As we age, though, our needs change, and we need to think about new ways of living together without intergenerational conflict. In other words, how can society benefit from what the various generations have to offer?

The challenge at the other end of the spectrum is an ever smaller younger generation. Our population is shrinking. How can businesses find and retain talented new workers? Does the working world need a profound organizational reform? Science, business and society have to find answers to these and many other questions. Finally, Germany's society is becoming more and more diverse, with its large immigrant population becoming an ever stronger economic force.

How can we prepare for these demographic changes? How can we develop a new understanding of old age and new attitudes to products and services? How can we move intelligently towards the knowledge society?

Science and research have key roles to play in this context. Researchers have accepted the challenge: they are beginning to analyze the needs of an ageing society and develop new living and working models.

This year's ForschungsForum Paderborn, too, has chosen to highlight how demographic change is reflected in all scientific disciplines. State-of-the-art research in these fields is the only way for Germany to continue sharpening its innovative capacities and turn demographic change into an opportunity to become even more competitive.

Enjoy reading this fascinating issue of ForschungsForum. The articles are sure to inspire your curiosity about the research challenges of our day.

Wilhelm Schäfer

Vice-President for Research and Junior Academics

Collective Decisions

An analysis of decentralized decision processes

By Heiko Hamann



Jun.-Prof. Dr. Heiko Hamann has been assistant professor for swarm robotics at the University of Paderborn since 2013. His main fields of research are modeling swarm systems and other complex systems as well as developing new methods for evolutionary robotics.

Many species of social insects show interesting collective behaviors, which are often referred to as swarm behavior. These behaviors are characterized by robustness and low demands that are placed on each individual. Research on swarm intelligence seeks to transfer similar principles of behavior to engineering. To allow for a successful transfer, swarm behaviors such as collective decision-making need to be analyzed and understood. So how does a swarm decide on its actions?

Traditional engineering products typically possess centralized functional units. For example, a PC has a central processing unit and a car has an engine. A disadvantage of central entities is their increased probability of failure due to a single point of failure. A simple fix is the integration of redundant



Fig. 1: Desert locust (*Schistocerca gregaria*).

systems, an approach commonly used in aeronautical or nuclear power engineering. Redundancies, however, increase costs considerably. A possible alternative would be to design a system that implements redundancy as a basic principle and omits all central functions. In analogy to the above example, that would correspond to a car that is propelled by a number of small and independent engines. This basic principle is found in natural systems, such as social insects or shoals of fish. These are decentralized systems, meaning they consist of multiple, equal individuals that interact with each other. The concurrent operation of redundant entities is an important difference to

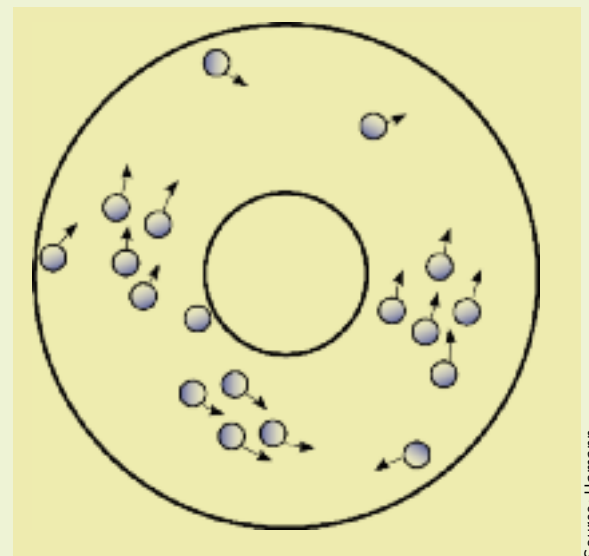


Fig. 2: Diagram of the experiment setting. Blue circles represent desert locusts and arrows indicate their direction of motion.

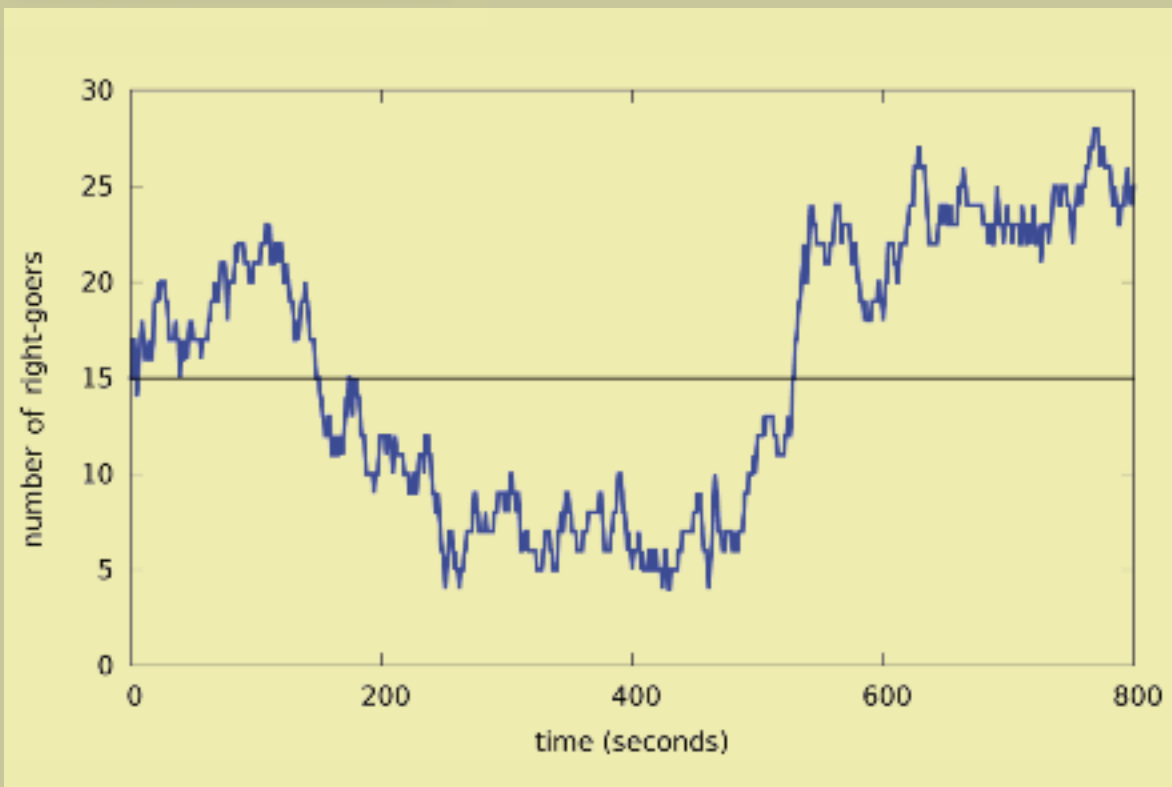


Fig. 3: Typical evolution of the number of right-goers (locusts moving clockwise) over time in a swarm of 30 animals.

Source: Hamann

the above-mentioned backup entities, which only operate as substitutes. The concurrent operation of all parts requires the accurate coordination of all units. An additional complication is the condition that each element should only communicate with a limited number of others in order to keep the overhead low. Swarm intelligence research investigates the basic principles of decentralized systems in order to transfer them, for example, to robotics (swarm robotics).

Decision-making in groups

If an individual is only allowed to communicate with a limited number of peers it is certainly difficult for it, for example, to detect a group decision underlying a common direction of motion. However, this is also difficult when it comes to decisions taken by groups of people (e.g., parliamentary elections, papal elections, votes at owners' meetings). Social influence and group polarization are just some of the challenges. While a mere majority decision is an effective solution, a consensus is preferable because it avoids winners and losers. However, even a consensus is not free of danger, as shown by the phenomenon of groupthink (Irving 1972). The idea is that even a normally professional group takes a suboptimal decision because each individual adapts too fast to the opinion of the group and consequently fails to consider important influential aspects of the matter at hand.

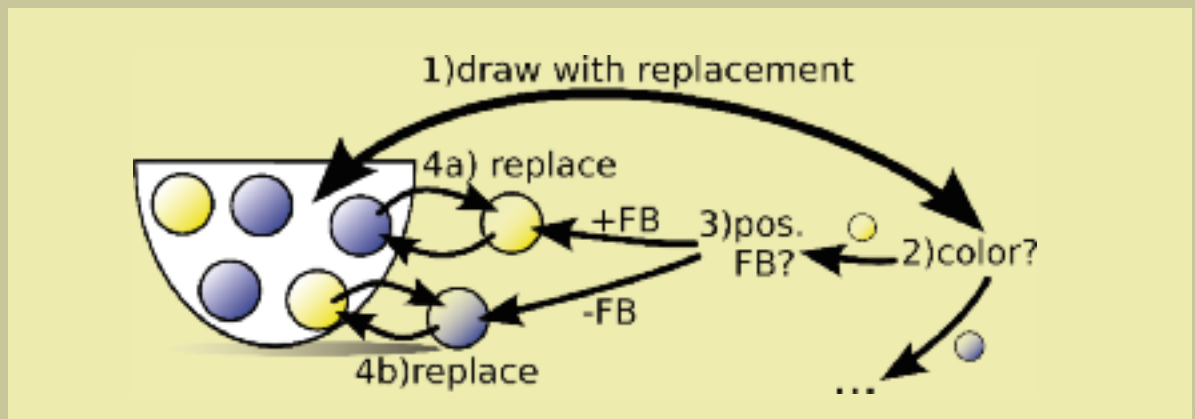
Given that decision-making is already challenging for a group of people, how does a swarm accom-

plish this task if its members are not even allowed to communicate with each other, but a consensus still needs to be found because otherwise the swarm disaggregates? This task is simplified by three factors. (1) There is typically no conflict of interest in a swarm because evolutionary and biological considerations tell us that what is good for the swarm is also good for the individual. (2) The consensus does not have to be supported by 100 percent of the swarm, only by the vast majority. (3) The decision-making process may be slow and iterative. Before we turn to collective decision-making, let's take a look at a fundamental component of swarm systems.

Feedback processes

Systems that exhibit swarm-intelligent behavior are also often referred to as self-organizing systems. An important component of such systems are so-called feedback processes, which are present in systems whose elements retroact on themselves. In this context, we need to distinguish between positive and negative feedback. Positive feedback increases present deviations or majorities. An example is financial market bubbles, where rising stock prices promote the entry of even more investors who cause prices to rise even higher. Another example is the so-called Matthew effect, a well-known sociological phenomenon. A reference to the Gospel of Matthew, it describes the effect of an increasing gap between the rich and the poor. The phenomenon can be observed in the creative industries, where small

Fig. 4: Representation of the urn model. +FB and -FB indicate positive and negative feedback, respectively (Hamann 2012).



initial advantages in the sales figures of a medium generate attention and in turn promote further sales. Negative feedback, by contrast, reduces deviations and majorities. Examples are control systems such as the centrifugal governor or the baroreflex, a mechanism that keeps blood pressure constant. Increased blood pressure leads to reduced heart frequency, which by contrast reduces blood pressure. A too low blood pressure, in turn, inhibits the baroreflex which then increases blood pressure.

The principles underlying these feedback processes become relevant as we investigate an example of collective decision-making. Collective decisions are a basic component of decentralized systems because an insect or robot swarm can only act and persist based on a consensus. Here, we investigate and model locust behavior as an example.

Decisions in swarms

The desert locust (*Schistocerca gregaria*, see Figure 1) is infamous for the devastations that it causes to swathes of land. In favorable conditions these animals grow rapidly in numbers, swarm to forage for food, and fly over great distances. However, at an earlier developmental stage they form so-called “marching bands,” when they aggregate and move in long lines (Uvarov 1977). This kind of swarm behavior is generally referred to as collective motion. The swarm needs to agree on a common traveling direction to guarantee cohesion. Since an individual is able neither to influence everyone nor to monitor the whole swarm, it is believed that an individual locust acts merely in accordance with its direct neighbors. In the following, we take a look at whether and if so, how a collective decision can be taken on this basis.

First, let's take the results of biological experiments into account. An appropriate experiment is defined to investigate the described behavior of locusts in a structured approach. It is imperative

to reduce the complexity of the natural phenomenon while preserving the decisive components of the system. The result of these considerations following Buhl et al. (2006) is shown in Figure 2. The animals move in a ring-shaped formation under laboratory conditions. In the following we only distinguish between locusts moving clockwise (right-goers) and counter-clockwise (left-goers). In other words, we reduce the complex phenomenon of collective motion to a collective decision between only two directions of motion. The dynamics of this system can be easily determined by counting animals in one of the two states (e.g., right-goers) at several points in time. Figure 3 shows how these counts evolve over time. On the one hand, the swarm aligns itself well; on the other, a large percentage (up to 93 percent) of locusts moves in the same direction. Having said that, the majority of the swarm may also switch direction spontaneously. Hence, the initial conclusion is that the swarm is able to temporarily reach a consensus on a direction of motion based on local interactions.

Analysis using an urn model

Next, we analyze the swarm's behavior by developing a model. The modeling technique of choice is a so-called urn model, since it is often used in probability theory. Similar urn models are often found in economics, for example, in connection with lock-in situations (Arthur 1994). The foundations for this concept were developed by the mathematician George Pólya (1923). Since we assume an urn model, the evolution of the locust system is viewed as a stochastic process, that is, one that is partially influenced by noise. The two states, clockwise and counter-clockwise motion, are represented by blue and yellow marbles in the urn (Hamann 2012). The drawing process is defined as follows (see also Fig. 4). A marble is drawn from the urn, its color is noted, and it is replaced. If the marble is yellow, we proceed as follows. In a

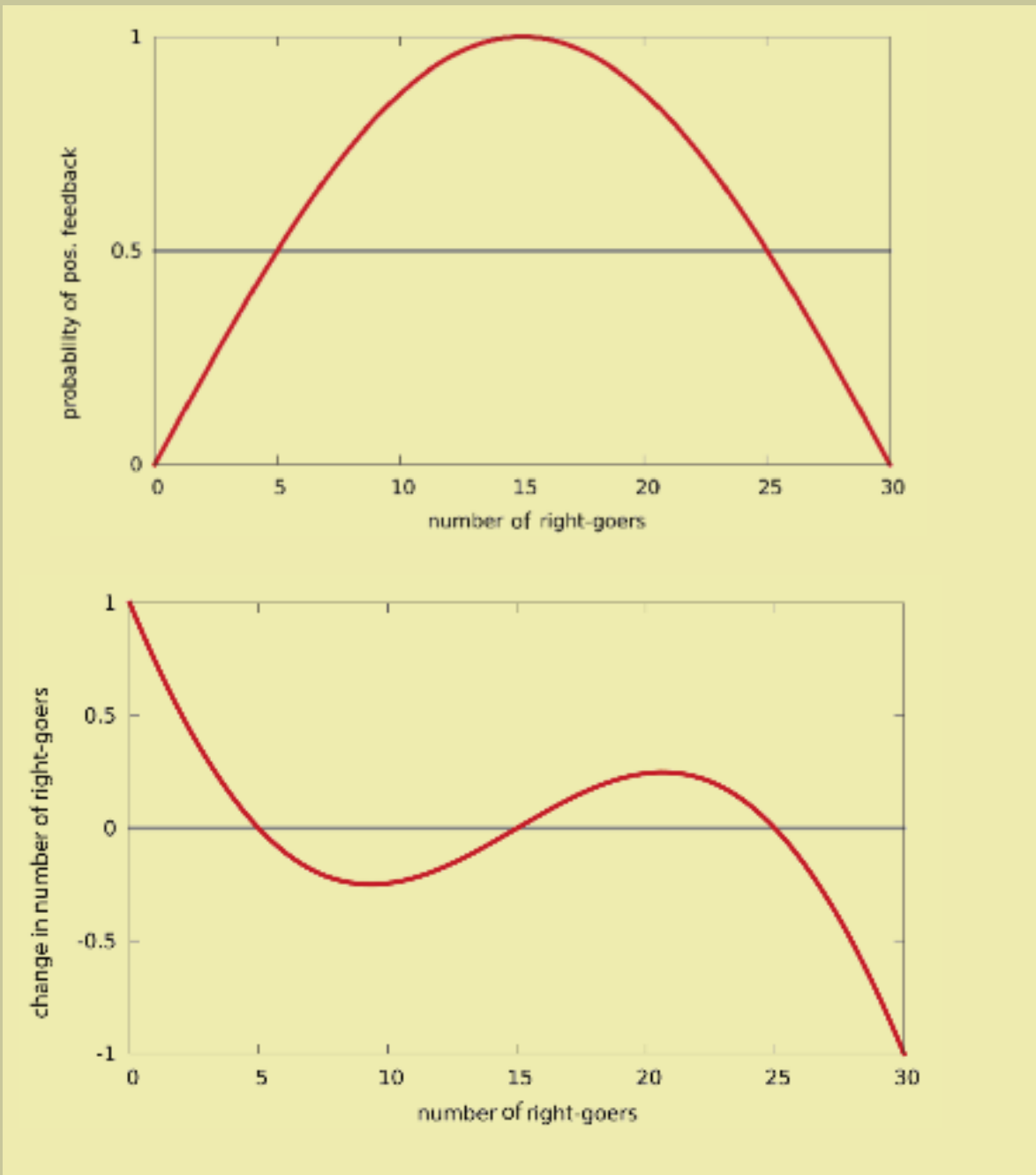


Fig. 5: (a) Definition of the probability of positive feedback and (b) the expected average change in the number of right-goers as determined by the urn model.

Source: Hamann 2012

random process that we leave unspecified for the time being, we determine whether positive or negative feedback is present in this round. In the case of positive feedback a blue marble from the urn is replaced by a yellow marble from a supply (if possible). We refer to this as positive feedback because if, say, the majority of marbles in the urn are yellow, then we would be more likely to draw a yellow marble which, in turn, reinforces the majority. If negative feedback is determined for this round, then a yellow marble from the urn is replaced by a blue one. We start with an urn filled with 50 percent blue and 50 percent yellow marbles and execute a number of consecutive draws in order to generate an evolution as shown in Figure 3.

Results of modeling

This simple urn model helps us to find mathematical descriptions of the swarm dynamics of this system. This approach requires a definition of the above-mentioned random process that explicitly determines rounds of negative or positive feedback. For this purpose we define a function depending on the current state of the swarm system (number of right-goers, see Figure 5a). It is possible, for example, to determine such a function by experiments. With this simple model we can predict the average expected behavior of the swarm. The average expected change in the number of right-goers relative to the current number of right-goers is

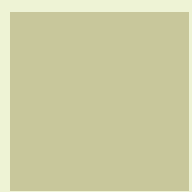




Fig. 6: A group of swarm robots.

Source: Ralf Mayet

shown in Figure 5b. Positive values of this function drive the system towards higher numbers of right-goers, while negative values drive it towards lower numbers. The function's zeros for approximately 5 and 25 right-goers indicate system states at which the swarm system is expected to stay longer, which is also illustrated in Figure 3. An additional result is therefore that this kind of decision-making in a swarm depends heavily on feedback processes where sometimes positive and sometimes negative feedback dominates, depending on the current system state. We can also state that predictions are difficult for a particular swarm system due to its stochastic behavior; however, its expected average behavior, that is, its systematic behavior, is easily predicted.

Outlook

New potential applications, for example in swarm robotics, are generated using knowledge about the key principle of swarm intelligence systems acquired thanks to these models allows us to generate new potential applications, for example in swarm robotics. The objective is to develop a decentralized and hence failsafe and robust system based on multiple, simple robots (see Figure 6). The results of this article help to implement efficient feedback processes. They also help to give swarm members the capability to determine the swarm's current state quickly and to

make predictions. These mechanisms can be applied in many different domains: simple cleaning tasks, surveillance of difficult-to-access areas, search tasks in disaster areas, influencing natural swarms, etc. In addition, research on swarm intelligence helps us to develop new ways to deal with the increasing complexity of our products and systems. Swarm methods are useful in this regard because they generate complex behaviors of interacting entities based on simple rules that govern individuals' behavior.

ARTHUR, W. BRIAN (1994), INCREASING RETURNS AND PATH DEPENDENCE IN THE ECONOMY, UNIVERSITY OF MICHIGAN PRESS, ANN ARBOR.

BUHL, J., SUMPTER, D. J. T., COUZIN, I. D., HALE, J. J., DESPLAND, E., MILLER, E. R. & SIMPSON, S. J. (2006), FROM DISORDER TO ORDER IN MARCHING LOCUSTS, SCIENCE 312(5778):1402-1406.

HAMANN, H., TOWARDS SWARM CALCULUS: UNIVERSAL PROPERTIES OF SWARM PERFORMANCE AND COLLECTIVE DECISIONS, SWARM INTELLIGENCE: 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE - ANTS 2012, LNCS 7461, PP. 168-179, SPRINGER-VERLAG, 2012.

JANIS, I. (1972), VICTIMS OF GROUPTHINK: A PSYCHOLOGICAL STUDY OF FOREIGN-POLICY DECISIONS AND FIASCOES. HOUGHTON MIFFLIN, BOSTON.

PÓLYA, G., & F. EGGENBERGER (1923): ÜBER DIE STATISTIK VERKETTETER VORGÄNGE, ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK 3(4):279–289.

UVAROV, B. P. (1977), GRASSHOPPER AND LOCUST: A HANDBOOK OF GENERAL ACRIDOLOGY. VOL. II: BEHAVIOUR, ECOLOGY, BIOGEOGRAPHY, POPULATION DYNAMICS, CAMBRIDGE UNIV. PRESS, CAMBRIDGE.

Jun.-Prof. Dr. Heiko Hamann

Department of Computer Science

05251 5465-279

heiko.hamann@uni-paderborn.de