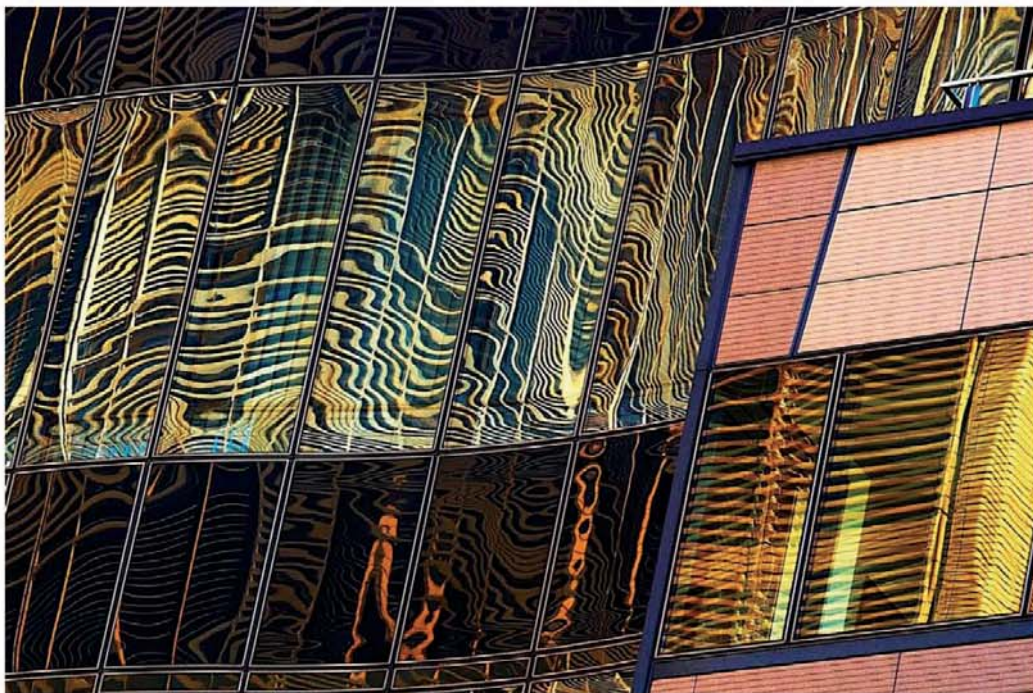


Anna Seemüller
Tanja Gabriele Baudson
(Hrsg.)

Transformationen

Interdisziplinäre Betrachtungen



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

Transformationen

Interdisziplinäre Betrachtungen

Herausgegeben von:

Anna Seemüller

Tanja Gabriele Baudson

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2011

978-3-86955-878-3

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2011

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2011

Gedruckt auf säurefreiem Papier

978-3-86955-878-3

Inhaltsverzeichnis

Inhalt.....	5
<i>Anna Seemüller und Tanja Gabriele Baudson</i> Transformationen.....	7
<i>Henning Christ</i> Transformation von Risiken.....	9
<i>Michael Fackler</i> Risikotransfer: Wie Katastrophen tragbar (gemacht) werden.....	17
<i>Erik Händeler</i> Wohlstand ist eine kulturelle Leistung. Ein Plädoyer für eine umfassende Sicht auf Wirtschaft.....	29
<i>Michael Fackler</i> Wissengesellschaft – mühsamer Wandel der Arbeitswelt.....	41
<i>Holger Stein</i> Organisationsentwicklung: Die erfolgreiche Führung eines Unternehmens unter sich verändernden Umweltbedingungen.....	54
<i>Christian Neuhäuser</i> Globales Strafrecht für Unternehmen: Ein philosophischer Vorschlag zur Transformation des Völkerrechts.....	64
<i>Thomas Heichele</i> Zur Transformation des Menschen: Technik als Bedingung der Möglichkeit menschlicher Existenz.....	74

<i>Ulrich Greveler</i> Wie gefährlich ist das <i>Real Life</i> ?.....	84
<i>Stefan Wehner</i> Oberflächenreaktionen – Transformationen auf atomarer Ebene.....	94
<i>Sara Köser und Elisa Merkel</i> Von der Forschungsidee zu ihrer Realisierung.....	107
<i>Peter Horn</i> Reprogrammierung von Stammzellen: Eine neue Quelle universalverträglicher Implantate?.....	115
<i>Christine Bauer und Johanna Ziemes</i> Transsexualität: Zwischen Mann und Frau.....	125
<i>Claus Grupen</i> Kunst und Kosmologie.....	139
<i>Max Voigtmann</i> Transformation von Wörtern: o-Kurzwörter.....	158
Über die Autorinnen und Autoren.....	178

Anna Seemüller und Tanja Gabriele Baudson

Transformationen

Transformationen sind ein elementarer Bestandteil unseres Lebens und unseres Alltags. Gegebene Strukturen verändern sich fortwährend, Bekanntes nimmt neue Formen an und entwickelt sich weiter. Bereits diese Beschreibung deutet auf die Vielzahl möglicher Definitionen von Transformationen im Kontext unterschiedlicher wissenschaftlicher Fachgebiete und Disziplinen hin. Transformationen im Sinne von Veränderungen, Umformungen oder Modifikationen in Wirtschaftswissenschaften, Naturwissenschaften, Medizin, Sprachwissenschaft und Kunst sind Thema der 14 Beiträge des vorliegenden Buches.

Vor dem aktuellen Hintergrund der Finanzkrise spielt die *Transformation von Risiken* im Finanzmarkt eine wichtige Rolle in der wirtschaftlichen Diskussion, die Henning Christ im ersten Beitrag aufgreift. Wie die Gesellschaft generell mit Katastrophen umgehen und diese bewältigen kann, beschreibt Michael Fackler mit *Risikotransfer: Wie Katastrophen tragbar (gemacht) werden*.

Abgesehen von einschneidenden Ereignissen verändern sich die Wirtschaft und Gesellschaft über die Zeit auch in Hinblick auf Wohlstand und Wissen. Erik Händler stellt in seinem Beitrag *Wohlstand ist eine kulturelle Leistung* eine neue Sicht auf die Wirtschaft vor, *ein Plädoyer für eine umfassende Sicht*. Den Wandel der Arbeitswelt in der heutigen *Wissengesellschaft* und damit einhergehende Probleme erläutert Michael Fackler in einem Praxisbericht. Daran anknüpfend schildert Holger Stein die *Organisationsentwicklung* und relevante Faktoren für eine erfolgreiche Führung eines Unternehmens.

Zu welchen Konsequenzen das Fehlverhalten von Unternehmen führen kann und welcher Umgang mit diesen Unternehmen gewählt werden kann, beschreibt Christian Neuhäuser für das *Globale Strafrecht für Unternehmen* in einem *philosophischen Vorschlag zur Transformation des Völkerrechts*. Ebenfalls einen philosophischen Ansatz nutzt Thomas Heichele, um in seinem Beitrag *Zur Transformation des Menschen* dem Zusammenhang zwischen der menschlichen Existenz und der Technik nachzugehen. Neben der realen menschlichen Existenz entwickelt sich seit Jahren auch das virtuelle Leben, welches ebenso häufig wie jenes auf verschiedenste Weise kritisch hinterfragt wird. Die Frage *Wie gefährlich ist das Real Life?*, beantwortet Ulrich Greveler in seinem Beitrag.

Der zweite Teils dieses Bandes beleuchtet hauptsächlich natur- und geisteswissenschaftliche Transformationen – von Atomen bis hin zum Kosmos. Beginnend mit dem Thema der *Oberflächenreaktionen* erklärt Stefan Wehner sowohl historische als auch aktuelle Forschung der *Transformationen auf atomarer Ebene* und deren technische Implikationen. Für diejenigen, die selbst gerne ein Forschungsprojekt umsetzen möchten, bietet der folgende Beitrag von Sara Köser und Elisa Merkel eine Einführung in die notwendige Methodik zu der Realisierung einer Versuchsidee, insbesondere im Bereich der psychologischen Forschung. Welche lebenswichtigen Ergebnisse medizinische Forschung liefern kann, zeigt *die Reprogrammierung von Stammzellen als mögliche Quelle universalverträglicher Implantate*, die von Peter Horn beschrieben wird. Einen bisher zu selten thematisierten Bereich greift der nächste Beitrag von Christine Bauer und Johanna Ziemes auf. Sie beschreiben, was *Transsexualität* ist, wie sie entsteht und welche Konsequenzen sich daraus ergeben.

Seinen Abschluss findet der vorliegende Band zum einen in dem naturwissenschaftlich-künstlerischen Beitrag von Claus Grupen, der *Kunst und Kosmologie* verbindet und einen Einblick in die Darstellung des Universums in der Malerei gibt. Zum anderen ergänzt der Beitrag von Max Voigtmann zur *Transformation von Wörtern* die unterschiedlichen Aspekte von Transformationen um die geisteswissenschaftliche Perspektive.

Der vorliegende Band entstand aus der IX. MinD-Akademie Transformationen (Köln, 29.10.–01.11.2010). Unser herzlicher Dank gilt allen Autoren, die durch Ihre Beiträge diesen Band erst ermöglicht und das Thema Transformationen mit Leben gefüllt haben. Ebenfalls herzlich danken möchten wir Michael Fackler für seine wertvolle und sehr hilfreiche Unterstützung beim Lektorat aller Beiträge sowie dem Cuvillier-Verlag für die sehr angenehme Zusammenarbeit. Allen Lesern wünschen wir ein spannendes und vergnügliches und Leseerlebnis!

Anna Seemüller und Tanja Gabriele Baudson

Henning Christ

Transformation von Risiken

1 Einleitung

Die Transformation von Risiken gehört zu den ureigenen und definierenden Aufgaben des Finanz- und besonders des Bankensektors. Zum volkswirtschaftlichen *Nutzen* von Banken gehören:

- *Losgrößentransformation*: Kapitalgeber und -nehmer möchten typischerweise nicht die gleichen Beträge (Losgrößen) handeln. Der Finanzmarkt führt die passenden Händler zusammen und gleicht Angebot und Nachfrage aus. Zum Beispiel investieren private Sparer typischerweise Geldbeträge, die für sich genommen kaum interessant für die Finanzierung eines größeren Unternehmens sind; erst durch die „Transformations-Aktivitäten“ des Finanzmarkts werden diese Bedürfnisse von Kapitalgebern und -nehmern kompatibel.
- *Fristentransformation*: Neben den Beträgen werden auch die unterschiedlichen Laufzeitinteressen von Schuldnern und Gläubigern in Übereinstimmung gebracht. Viele Kapitalgeber wünschen eine ständige Verfügbarkeit ihres „Sparguthabens“, während andere, wie zum Beispiel private Hausbauer, einen längeren Planungshorizont benötigen.
- *Risikotransformation*: Risiko kann reduziert oder aufgespalten – eben: transformiert – werden, um die Interessen der Kapitalgeber den Bedürfnissen der Kapitalnehmer gerecht werden zu lassen. Ein klassisches Beispiel für eine solche Risikotransformation ist der deutsche (Immobilien-)Pfandbrief, welcher z. B. eher sicherheitsorientierten Sparern/Anlegern die Möglichkeit gibt, Hausbauer zu finanzieren, ohne die Ausfallrisiken eines bestimmten einzelnen Schuldners zu übernehmen.

Im Zuge der (Finanz-)Krise der letzten Jahre wurden die potenziellen *Gefahren* des Bankensystems für die Volkswirtschaften offenbar. In der Krise waren (und sind) einige Banken ohne die Unterstützung eines Staates nicht überlebensfähig. Die Kosten für die Banken-Rettungen hat oft der Steuerzahler zu tragen (zumindest teilweise). Anleger haben vielerorts Kapital verloren, z. B. Ersparnisse für ihre Altersvorsorge, und die Arbeitslosigkeit ist in vielen

Ländern massiv gestiegen – um nur einige der negativen Entwicklungen der vergangenen Jahre zu nennen.

Der vorliegende Artikel beleuchtet einige Transformationen von Risiken, die in der Finanzkrise wichtige Rollen gespielt haben. Ziel ist eine Darstellung in nicht-technischer, allgemein verständlicher Sprache und die Herausarbeitung einiger grundlegender Mechanismen.

Im folgenden Kapitel wird ein Finanzprodukt vorgestellt, welches im Rahmen der Krise besondere Aufmerksamkeit erfahren hat: *Collateralized Debt Obligations* (CDOs). In der Finanzkrise waren hauptsächlich CDOs im Fokus, bei welchen die zugrundeliegenden Risiken Hypothekendarlehen an Hausbauer mit relativ niedrigem Wohlstand waren (*Subprime*).

Insurance Linked Securities (ILS), also Verbriefungen von Versicherungsrisiken, ermöglichen Versicherern und Rückversicherern den Transfer von versicherungstechnischem Risiko auf den Kapitalmarkt. Ein derartiges Wertpapier kann zum Beispiel den (Rück-)Versicherer vor einem Erdbeben in Tokio schützen: Investoren kaufen das ILS-Papier, und tritt die Katastrophe ein, so wird das investierte Geld an das Versicherungsunternehmen ausgezahlt, welches durch das ILS-Papier den Schutz eingekauft hat. Für diese Art von Schutz muss das Versicherungsunternehmen eine Gebühr (typischerweise in Form eines regelmäßigen Kupons) zahlen, welche die Investoren für das übernommene Risiko entlohnt (ähnlich wie bei einem Darlehen an eine Firma). Diese Verbriefungen bieten Chancen und Vorteile sowohl für Investoren (gezielte Investition gemäß individueller Risikopräferenz) als auch für die Versicherungswirtschaft (Diversifikation durch Erschließung einer neuen Basis von Kapitalgebern). Im Rahmen der Finanzkrise, und insbesondere der Pleite der Bank „Lehman Brothers“, gab es teilweise große Abschreibungen auf diese ILS-Wertpapiere. Da es sich um ein Papier handeln sollte, welches grundsätzlich ausschließlich versicherungstechnische Risiken beinhaltet, ist dieser Zusammenhang auf den ersten Blick erstaunlich. Er wird in Kapitel 3 erklärt.

In Kapitel 4 werden einige allgemeine Betrachtungen über die Verwendung von mathematischen Modellen im Finanzsektor angestellt. Insbesondere die Modelle zur Bewertung von CDOs hatten im Rahmen der Finanzkrise eine außerordentlich schlechte Presse. Sind also diese Modelle „schuld“ an der Finanzkrise? Er wird hier die Meinung präsentiert, dass dieser vereinfachende Erklärungsansatz zu kurz gegriffen ist: Modelle müssen immer in dem richtigen Risiko-Management-Umfeld und/oder der richtigen Risiko-Kultur eingesetzt werden. Dazu gehört zentral das kritische Hinterfragen von Annahmen und das klare Aufzeigen von Modellgrenzen und -unsicherheiten. Die kritische Reflexion über das Modell ist immer als fester Bestandteil seiner Verwendung zu etablieren.

Das fünfte Kapitel gibt neben Schlussbetrachtungen einen Ausblick. Im Folgenden werden einige englische Begriffe und Abkürzungen auftauchen, auch in den Kapitelüberschriften. Der Grund dafür ist, dass auch in der deutschsprachigen Literatur diese Begriffe weiträumig Einzug

gehalten haben, und durch die Verwendung der üblichen Notationen soll die Lesbarkeit und Vergleichbarkeit dieses Textes erhöht werden.

2 Collateralized Debt Obligations

Hypothekendarlehen haben aus Investorensicht den großen Vorteil, dass das Darlehen mit einer oder mehreren Immobilien besichert ist. Aus Sicht des Investors haben sie grundsätzlich zwei dominierende Risiken: den Ausfall des Kreditnehmers (*Default*) und die vorzeitige Rückzahlung des Darlehens. (Wenn der aktuelle Zins unter dem zu einem früheren Zeitpunkt festgelegten Zins eines Darlehens liegt, so kann der Investor bei vorzeitiger Rückzahlung des Darlehens das Geld typischerweise nur zum aktuell niedrigeren Zins wieder anlegen und verliert damit Erträge relativ zu seinem vorherigen Investment.)

Strukturierte Kreditprodukte auf Basis von Hypothekendarlehen transformieren beide genannten Risiken in komplexer Art und Weise. Mit Blick auf den Umfang dieses Artikels wird der Fokus im Folgenden auf dem Ausfallrisiko liegen.

Während ein einzelnes Darlehen nur entweder ausfallen kann oder nicht, wird durch sog. Poolbildung eine Diversifikation für Investoren erreicht: Es könnten z. B. 100 Investoren an 100 Kreditnehmer jeweils ein Darlehen vergeben. Fallen zwei der Kredite vor der Poolbildung aus, so haben zwei der Investoren einen kompletten Ausfall (bis auf Besicherung). Nach der Poolbildung hätten im gleichen vereinfachten Beispiel alle Investoren einen kleinen Teil (2 %) der beiden Ausfälle zu tragen, aber keiner der Investoren würde einen „kompletten“ Verlust erleiden.

Der Grundgedanke bei der Konstruktion von *Mortgage Backed Securities* (MBSs) und *Collateralized Debt Obligations* (CDOs) auf Basis von Hypothekendarlehen besteht darin, die Investoren nicht gleichmäßig proportional an den Verlusten im Pool der Darlehen zu beteiligen (wie es im Beispiel im vorherigen Abschnitt der Fall ist), sondern die Verluste in verschiedene Risikoklassen einzuteilen, sogenannte „Tranchen“ oder „Layer“. Gängige Bezeichnungen sind (mit absteigendem Risikogehalt) „Equity“- , „Mezzanine“- oder „Senior“-Tranche. Im obigen einfachen Beispiel könnten z.B. die ersten 10 Ausfälle ausschließlich die Equity-Tranche betreffen, während die „besseren“ Tranchen keine Auswirkungen spüren.

Durch die Tranchierung ist es möglich, aus vielen relativ riskanten Darlehen Tranchen und damit Wertpapiere zu generieren, die deutlich geringere Ausfallwahrscheinlichkeiten haben als die zugrundeliegenden Einzelrisiken. Speziell in den USA wurden relativ großzügig Hypothekendarlehen an einkommensschwache Personengruppen vergeben, sog. „Subprime“-Darlehen. Durch den beschriebenen Prozess konnten jedoch auch auf Basis dieser „Subprime-Papiere“ Wertpapiere geschaffen werden, die als „sicher“ eingeschätzt wurden und die damit für bestimmte Investoren überhaupt erst in Frage kommen (z. B. Pensionsfonds, die oft strenge

Standards für ihre Investments einhalten müssen). Ein Grund für diese komplexe Transformation der Ausfallrisiken von Hypothekendarlehen waren also die verschiedenartigen Bedürfnisse bestimmter Investorengruppen.

Es sei hier kurz auf die Rolle der Rating-Agenturen hingewiesen: Für viele Investoren ist das Rating eines Wertpapiers entscheidend dafür, ob eine Investition erlaubt ist oder sinnvoll erscheint. Für viele Subprime-Verbriefungen wurden gute bis sehr gute Ratings von den Agenturen vergeben. Dies war ein Faktor, der die weiträumige Verbreitung von Subprime-CDOs ermöglicht hat. Als kleiner Vorgriff: Im Sommer 2010 hat der Präsident von Standard & Poor's, einer der drei großen Rating-Agenturen, in einem Interview zu den Praktiken seiner Firma zu den Hochzeiten der Subprime Verbriefungen gesagt: „In diesem Bereich haben wir tatsächlich mit unseren Annahmen gründlich daneben gelegen und daher – wie wir heute wissen – strukturierte Subprime-Verbriefungen zu gut bewertet“ (Handelsblatt, Juli 2010).

Bemerkenswert ist an der oben geschilderten Verbriefungs-Prozedur das Folgende: Die Risiken der einzelnen Schuldner werden durch Poolbildung diversifiziert (sog. *idiosynkratische* Risiken). Durch die (teilweise mehrfach durchgeführte) Tranchierung wurden jedoch oft sehr ähnliche Risiken in einer Tranche zusammengefasst. Dies kann bedeuten, dass viele Schuldner innerhalb einer Tranche von den gleichen externen Faktoren beeinflusst sein können: Das *systematische* Risiko steigt an. Entscheidend ist hierbei die *Korrelation* zwischen den Einzelrisiken.

Ein solches systematisches Risiko kann zum Beispiel ein Absinken der Immobilienpreise sein: Zunächst verliert in diesen Fällen die Besicherung des Kredits (also die Immobilie) signifikant an Wert und kann dementsprechend einen potenziellen Ausfall eines Darlehensnehmers nicht oder nur unvollständig kompensieren. In den USA wurde weiterhin von einigen Hausbauern darauf spekuliert, dass die Preise weiter steigen würden (wie aus der Vergangenheit gewohnt). Teilweise wurde von Anfang an damit gerechnet, dass man nicht den Kredit zurückzahlt, sondern in der Zukunft einen neuen Kredit aufnimmt, allerdings eine höhere Summe, da der Wert der Immobilie sich in der Zwischenzeit gesteigert hatte. Kommt der Immobilienboom ins Stocken („die Blase platzt“ im Extremfall), gerät ein solches System stark ins Wanken.

Das ist in den USA passiert und war einer der Auslöser für die teils dramatischen Entwicklungen 2007/2008. Es sei hier kurz darauf hingewiesen, dass bewusst von „Auslöser“ und nicht von „Grund“ gesprochen wird. Die Gründe für die Verwerfungen sind deutlich komplexer und vielschichtiger als das hier Beschriebene – an dieser Stelle sei auf die Literatur verwiesen.

3 *Insurance Linked Securities*

Insurance Linked Securities (ILSs) dienen der Verbriefung von versicherungstechnischen Risiken wie etwa Naturkatastrophen, Langlebigkeit oder Extremsterblichkeit. Erst- und/oder Rückversicherer transferieren mittels ILSs Risiken des eigenen Buches und/oder Risiken eines Drittkunden über eine für diesen Zweck gegründete Zweckgesellschaft auf den Kapitalmarkt. Es werden hauptsächlich Naturkatastrophen-Risiken verbrieft; in diesen Fällen spricht man oft von „Katastrophen-Bonds“. Die Investoren werden für die Übernahme des versicherungstechnischen Risikos vergütet. Tritt jedoch der Schadenfall ein, so verliert der Investor sein zur Verfügung gestelltes Kapital (insgesamt ähnlich zu Unternehmensanleihen).

Einer der Vorteile von versicherungstechnischen Risiken und damit ILSs ist die Unabhängigkeit des verbrieften Risikos von den Kapitalmärkten; z. B. ist die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Erdbebens in San Francisco unabhängig von Börsenbewegungen in New York oder Frankfurt. Somit können Investoren mittels dieser Wertpapiere einen hohen Grad an Diversifikation erreichen. Dies ist ein Vorteil insbesondere in Krisenzeiten.

Wie schon in der Einleitung angesprochen, war der ILS-Markt aber in der Realität deutlich von der Krise beeinträchtigt: Es kam zu einem starken Preisverfall für einige Wertpapiere und einzelne Katastrophen-Bonds sind sogar ausgefallen, ohne dass eine relevante Naturkatastrophe eingetreten wäre.

Wie kann das sein? Zunächst lässt sich festhalten, dass die Beeinträchtigungen des ILS-Marktes nicht durch versicherungstechnische Ereignisse im engeren Sinne hervorgerufen wurden. Es gab keine großen Naturkatastrophen und auch keine fundamentalen neuen Erkenntnisse über Katastrophen, die zu einer neuen Einschätzung der Investoren oder Emittenten bezüglich des versicherungstechnischen Risikos geführt hätten.

Tatsächlich war der Grund für den zu beobachteten Preisverfall mit den Entwicklungen auf den Kapitalmärkten verbunden: Wenn Investoren in Katastrophenanleihen investieren, wird das eingesetzte Kapital typischerweise von einem Treuhänder verwaltet, jedoch nicht in einer unverzinsten Anlage, sondern in Wertpapieren, die einen Ertrag für die Investoren generieren. Typischerweise sollten diese Anlagen nur Papiere mit höchster Kreditqualität sein, d. h. mit den höchsten Ratings. Zusätzlich, um die Sicherheit des Investments weiter zu erhöhen, wurde oft ein sog. *Total Return Swap* mit einer Bank abgeschlossen, bei welchem sich diese Bank gegen eine Gebühr dazu verpflichtet, bei Fälligkeit den nominalen Wert der Papiere zu garantieren. Auch die Garantie gebende Bank musste über ein sehr gutes Rating verfügen. Es gab also einen doppelten Sicherheitsmechanismus.

Tatsächlich waren aber die als Besicherung zugrunde liegenden Papiere oft strukturierte Kreditprodukte, wie z. B. die oben beschriebenen Subprime-CDOs. Diese hatten in der Krise teilweise trotz ihres Top-Ratings große Wertverluste. Bei einigen Katastrophen-Anleihen war die Bank „Lehman Brothers“ der *Total Return Swap*-Partner. Lehman musste bekanntlich im September 2008 Insolvenz anmelden; die Garantie war also wertlos.

Kurz und knapp: Der doppelte Sicherheitsmechanismus hat in diesen Fällen nicht gehalten; einige Katastrophenanleihen sind ausgefallen und andere haben große Wertverluste erlitten – ohne dass dies durch versicherungstechnische Ereignisse ausgelöst worden wäre. Der US-Tradition folgend, Wirbelstürmen Namen zu geben, wird dieses Ereignis im ILS-Markt gelegentlich „Hurricane Lehman“ genannt.

Mittlerweile wurden die o. g. Probleme mit Besicherungsstrukturen von Katastrophenanleihen durch ein neues Produktdesign behoben: In den meisten neuen Transaktionen im Jahr 2010 wurden US-Staatsanleihen als Besicherung eingesetzt, welche als deutlich sicherer einzuschätzen sind als die in der Krise genutzten strukturierten Kreditprodukte.

Der beschriebene Fall zeigt allerdings trotzdem auf beeindruckende Art und Weise, dass sich generell zum einen in einer extrem stark vernetzten Welt Risiken an unerwarteten Stellen materialisieren können, und zum anderen, dass es großer Weitsicht und eines gewissen „Querdenkertums“ im Management von Risiken bedarf, um auch unwahrscheinliche Ereignisse (wie das Versagen des doppelten Sicherungs-Mechanismus im Fall der Lehman-Katastrophen-Bonds) in Geschäftsentscheidungen einfließen zu lassen.

4 Haben mathematische Modelle die Wall Street zu Fall gebracht?

Im März 2009 hat das Magazin *Wired* einen lesenswerten Artikel veröffentlicht mit dem Titel „Recipe for Disaster: The Formula That Killed Wall Street“ (dt.: Anleitung für ein Desaster: Die Formel, welche die Wall Street zu Fall gebracht hat). Tatsächlich ist es korrekt, dass die Bewertung vieler komplexer Kreditderivate auf einem speziellen mathematischen Modell von D. Li beruhte. Dieses wurde weitläufig eingesetzt, sowohl von Banken als auch Rating-Agenturen, und die oben erwähnten sehr guten Ratings von CDOs basierten nicht selten auf diesem Modell. Es hat sich gezeigt, dass das oft zu optimistisch war (siehe auch das Zitat des Präsidenten von Standard & Poor’s in Kapitel 2). Es stellt sich also die Frage, inwieweit man die mathematischen Modelle als „Mitverursacher“ der Krise sehen kann.

Als Beispiel für die Probleme bei der Verwendung von mathematischen Modellen sei hier auch an die bekannte Aussage des Chief Financial Officers einer großen amerikanischen Bank erinnert, der im Sommer 2007 meinte, dass am Markt Bewegungen von 25 Standardabweichungen zu beobachten seien – und das an mehreren Tagen in Folge (gemäß der Modelle der Bank). Ohne in mathematische Details zu gehen: Einer Standardabweichung einer Wahrscheinlichkeitsverteilung kann man eine Wiederkehrperiode zuordnen. Eine Standardabweichung entspricht dann am Kapitalmarkt einigen Handelstagen; drei Standard-

abweichungen entsprechen schon gut 2 Jahren. Die nachfolgende Tabelle gibt Indikationen für den Zusammenhang zwischen Wiederkehrperioden und Standardabweichungen.

<i>Anzahl Standardabweichungen</i>	<i>Wiederkehrperiode</i>
1	6 Tage
2	44 Tage
3	741 Tage
4	32000 Tage
...	
8	10^{12} Jahre
15	10^{48} Jahre
25	10^{135} Jahre

Abb. 1: Ungefähre Wiederkehrperioden auf Basis der Standardabweichung einer Normalverteilung der täglichen Gewinn- und Verlustrechnung

Zum Vergleich und zur Einordnung der Zahlen in Abb. 1: Das Alter des Universums beträgt ca. 10^{10} Jahre. Das heißt übersetzt, dass die Bank nicht besonders viel Pech hatte, sondern mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit das finanzmathematische Modell falsch (kalibriert) war.

Fest steht, dass einige der in der Krise eingesetzten finanzmathematischen (Risiko-) Modelle Unzulänglichkeiten aufwiesen, wahrscheinlich sowohl auf der methodischen Seite als auch bei der Wahl der verwendeten Parameter. Weiterhin war es populär, den quantitativen Output eines Modells als „exakt“ zu interpretieren. Dies birgt die Gefahr, dass Entscheidungen aus einem falschen Gefühl von Sicherheit heraus getroffen werden. Gleichwohl wäre es grob falsch, den mathematischen Modellen und deren Erfindern die „Schuld“ zu geben: Zum einen ist ein Modell „an sich“ fast nie ganz richtig oder falsch, sondern der Fokus muss darauf liegen, es nur in Situationen einzusetzen, für die es prinzipiell geeignet ist, und die richtigen Schlussfolgerungen zu ziehen. Zum anderen wurden explizit Bedenken bei der Anwendung des Modells von Li auf strukturierte Kreditprodukte wie CDOs geäußert. Kritisieren könnte man also viel eher die sehr schwache Reaktion auf diese Kritik.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Ausfallrisiken von amerikanischen Subprime-Hypotheken wurden durch komplexe Transformationen in strukturierte Kreditprodukte überführt. Dabei wurden u. a. systematische Risiken und Korrelationen unterschätzt, was zu massiven Fehlbewertungen dieser Wertpapiere geführt hat. Diese Fehleinschätzungen hatten weitläufige Auswirkungen und waren ein Anlass

für die Krise der letzten Jahre. Auch in zuvor als unkorreliert eingeschätzten Papieren, zum Beispiel Katastrophenanleihen, haben sich diese Risiken materialisiert. Obwohl die für die Risikotransformation eingesetzten mathematischen Modelle teilweise gravierende Defizite auswiesen, wäre es falsch und simplifizierend, an dieser Stelle die „Schuld“ und die Hauptgründe für die Krise zu suchen.

Die Krise wurde durch ein komplexes Zusammenspiel vieler Faktoren verursacht. Hierbei muss insbesondere die Geldpolitik, die Steuerung von Banken und ihrer Mitarbeiter, das Konsumverhalten der Bürger und das Risikomanagement- und regulatorische Umfeld von Finanzinstituten betrachtet werden. In den letzten Jahren gab es mannigfaltige Reaktionen auf die Krise; u. a. werden starke Erhöhungen der Eigenkapitalquoten für Banken, das Vergütungssystem von Bankangestellten und der Umgang mit sehr großen „systemrelevanten“ Finanzinstituten (*too big to fail*-Problematik) diskutiert.

Zusätzlich zu sinnvollen regulatorischen Veränderungen muss jedoch auch ganz zentral die Risikomanagementkultur und das Bewusstsein für Risiken in den Finanzinstituten gestärkt und ausgebaut werden. Risikomanager müssen strukturell und inhaltlich unabhängig agieren können und mit wirklichem Einfluss in die relevanten Geschäftsprozesse und -entscheidungen eingebunden sein. Eine Vielzahl von sich gegenseitig ergänzenden Maßnahmen zur Risikosteuerung sollte nicht nur wappnen für eventuelle zukünftige Krisen, sondern muss auch im eigenen geschäftlichen Interesse der Finanzinstitute sein, um nachhaltig Wert zu schaffen in Zeiten stark vernetzter und immer wieder neu und innovativ transformierter Risiken.

Literatur

- Anderson, G.: Cityboy. Beer and Loathing in the Square Mile. Headline: London (2009).
Dowd, K., et al.: How unlucky is 25 sigma?, <http://arxiv.org/abs/1103.5672> (zuletzt abgerufen am 08.08.2011).
Handelsblatt, 05.07.2010, <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/banken/wir-haben-gruendlich-danebengelegen/3481582.html> (zuletzt abgerufen am 08.08.2011).
Hartmann-Wendels, T., Pfingsten, A. & Weber, M.: Bankbetriebslehre. Heidelberg: Springer (2007).
Hull, J. C.: Options, futures and other derivatives. New Jersey: Prentice Hall International (2008).
Recent Developments in CDOs in Australia, Australian Reserve Bank (2007).
www.rba.gov.au/publications/bulletin/2007/nov/1.html (zuletzt abgerufen am 08.08.2011).
Schmidt, S.: Markt ohne Moral. Droemer/Knaur: München (2010).
Taleb, N. N.: The black swan. New York: Penguin (2008).
Wired Magazine, 02.23.2009, http://www.wired.com/techbiz/it/magazine/17-03/wp_quant (zuletzt abgerufen am 08.08.2011).
Informationen für Katastrophen-Anleihen: Siehe z. B. www.munichre.com.

Michael Fackler

Risikotransfer

Wie Katastrophen tragbar (gemacht) werden

1 Einleitung

Unsere moderne Welt ist komplex und damit verwundbar, durch Naturgewalten, technische Unglücke und vieles mehr. Doch sie hat Methoden entwickelt, katastrophale Schäden – oder zumindest deren ökonomische Folgen – zu bewältigen, und sie ist damit eigentlich sehr erfolgreich. Dabei spielen Versicherungen eine fundamentale Rolle; aber auch das Rechtssystem und viele andere staatliche Maßnahmen leisten einen wesentlichen Beitrag, der leicht übersehen wird. Das Grundprinzip ist dabei die Verteilung von plötzlichen schweren Lasten auf viele Schultern. Diese Übertragung einer Gefahr an jemand anderen wird *Risikotransfer* genannt. Es gibt viele Varianten, die sich bewährt haben, aber ganz gerecht geht es dabei nicht immer zu. Und es gibt ein paar unangenehme Risiken, von denen uns Bürgern gar nicht bewusst ist, dass wir sie mittragen.

2 Vorbeugung von Unglücken

Moderne industrielle Gesellschaften investieren sehr viel, um schlimme Ereignisse zu vermeiden oder wenigstens abzumildern. In Europa begann dies schon vor Jahrhunderten, z. B. mit dem Deichbau und mit Brandschutzmaßnahmen. Kostspielige Rettungsdienste aller Art werden unterhalten, wie Sanitäter, Feuerwehr und Technisches Hilfswerk, und so nützliche Einrichtungen wie Winterdienst auf den Straßen. Weitgehend unsichtbar ist der Schutz, der durch technische Sicherheitsstandards und deren Überwachung, z. B. durch den TÜV, erzeugt wird. Unternehmen und Institutionen setzen heute auf ein hauseigenes Risikomanagement, um für

sie bedrohliche Situationen aller Art, vom Aktiencrash bis zum Computernetzwerkausfall, besser meistern zu können.

Weil all dies Unglücke nicht komplett verhindern kann, werden Maßnahmen ergriffen, um wenigstens die finanziellen Folgen abzufedern. Eine traditionelle Vorsorge ist die Rücklagenbildung (Sparen), aber auch Versicherungen gibt es schon seit Jahrhunderten, ebenso die auf große Schäden aller Art spezialisierten Rückversicherungen. Zur Branche gehören nicht nur die Versicherungsunternehmen selbst, sondern auch ein umfänglicher gesetzlicher und aufsichtsrechtlicher Rahmen (z. B. Versicherungsvertragsgesetz, Versicherungsaufsichtsgesetz, EU-Rahmenrichtlinie *Solvency I* bzw. demnächst *II*), der den Versicherten auf vielfältige Weise Sicherheit gibt: Mindestkapitalanforderungen für Versicherer, Standards für Versicherungspolicen, rechtliche Regelungen zur Durchsetzung von Versicherungsansprüchen und vieles mehr. Die Bürger werden zur privaten Vorsorge animiert und manchmal auch gezwungen. Das jüngste Beispiel in Deutschland ist seit 2009 die Pflicht, eine Krankenversicherung abzuschließen. Schon lange vorgeschrieben ist die Autohaftpflicht, und früher war auch die Feuerepolicy für Gebäude obligatorisch.

Steuern, Sozialabgaben und Versicherungen sind zweifelsohne recht effektive Instrumente des Risikotransfers: Von Vielen wird Geld eingesammelt, das dann zur Verhinderung und Abmilderung von Schäden und zur Versorgung der Opfer ausgegeben wird.

3 Risikoarten

Vorbeugung funktioniert umso besser, je genauer man weiß, welche Risiken einen erwarten. In der Risikothorie werden viele Arten von Risiko unterschieden; hier zwei Extremfälle:

- „*Known Unknowns*“: Man kennt die Auswirkungen von schlimmen Ereignissen und ihre Wahrscheinlichkeiten; man weiß nur nicht, wann sie eintreten. Das ist im Prinzip dieselbe Unsicherheit, die man beim Würfelspiel hat. Ein Beispiel ist das Erdbebenrisiko in Regionen, die seismisch gründlich erforscht sind und wo man Lage und Bauqualität der Gebäude gut kennt. Ein schweres Erdbeben ist natürlich trotzdem bedrohlich, aber man kann dafür systematisch Vorbereitungen treffen, Notfallpläne ausarbeiten und trainieren, faire Versicherungsprämien kalkulieren und anbieten etc.
- „*Unknown Unknowns*“: Man kann sich nur ganz vage vorstellen, wie schlimme Ereignisse aussehen und wie wahrscheinlich sie sind. Das ist bei ganz neuen Technologien der Fall, bei Expeditionen in unbekannte Gefilde, aber z. B. auch in Gegenden, wo ein Vulkan zum ersten Mal nach 10.000 Jahren wieder aktiv wird. Auf solche Risiken kann man sich viel schwerer vorbereiten und hat gleichzeitig Angst davor, viel zu wenig und viel zu viel in die Vorbeugung zu investieren.

In der Realität liegen Risiken meist irgendwo zwischen diesen Extremen, wenn sie auch oft deutlich zu einer Seite neigen. Wenn zum Beispiel eine bestimmte Versicherung in einem Land zum allerersten Mal angeboten wird, so ist das für den Versicherer tendenziell ein *Unknown Unknown*, und die Festlegung der Prämie ist eine sehr undankbare Aufgabe. Jahre später, wenn das Produkt weit verbreitet ist, hat man eine umfangreiche Schadenstatistik und kann die Prämie problemlos kalkulieren; also hat sich das Risiko in Richtung *Known Unknown* verschoben mit einer nur noch geringen Restunsicherheit bezüglich Höhe und Wahrscheinlichkeit von Schäden.

Die Verfügbarkeit von Versicherungen ist überhaupt ein gutes Kriterium dafür, ob ein Risiko eher *Known* oder *Unknown* ist und wie sich das verschieben kann. Beispielsweise sind Kriegsschäden in der Regel nicht versicherbar, weil Ausmaß und Wahrscheinlichkeit schlechthin unkalkulierbar sind. Bei Terrorschäden gibt es Ansätze für Versicherbarkeit, wenn auch oft mit staatlicher Unterstützung. (Auch wenn es zynisch klingen mag: Die wachsende Erfahrung mit Terrorakten erleichtert die Einschätzbarkeit des Risikos.) Umgekehrt hat die Häufung von schweren Hurrikanen in Florida in den letzten Jahren dazu geführt, dass man sich nicht mehr sicher ist, ob die im 20. Jahrhundert beobachteten Wahrscheinlichkeiten weiterhin gelten – das Risiko bewegt sich in Richtung Unversicherbarkeit. Der Staat (d. h. die ganze Gesellschaft) musste einen Teil des Risikos übernehmen, mittels einer staatseigenen Versicherung für Immobilien, die am privaten Markt keine Deckung mehr bekommen.

4 Haftungsbeschränkungen und Verursachergerechtigkeit

Moderne liberale Gesellschaften haben ein spezielles Problem mit *Unknown Unknowns*, denn sie wollen sich permanent weiterentwickeln. Mit der Einführung von Neuerungen gehen sie regelmäßig Risiken ein, die zunächst gar nicht leicht durchschaubar sind. Dabei gibt es einen Trade-off zwischen Innovation und Risikovermeidung, und bei jeder Entscheidung, ob man etwas Neues (potenziell Gefährliches) ausprobieren soll, stellt sich sogleich die Frage der Verantwortung bzw. Haftung.

Verantwortung stellt man sich in einem Rechtsstaat so vor: Wer einen Schaden verursacht, soll ihn wiedergutmachen oder, wenn nicht möglich, wenigstens finanziell ausgleichen (*Verursachergerechtigkeit*). Wenn also jemand eine Innovation einführt und dadurch etwas Schlimmes passiert, so soll er in voller Höhe dafür haften.

Dieses Ideal kann man, wie viele historische Beispiele zeigen, in der Praxis nicht durchhalten: Wenn man Leuten, die etwas ganz Neues ausprobieren wollen, die mit diesem *Unknown Unknown* verbundene Haftung komplett aufbürdet, verzichten sie auf ihr Projekt. Damit viel-

versprechende Innovationen überhaupt von irgend jemandem angepackt werden, muss die Gesellschaft den Innovatoren einen Teil des Risikos abnehmen.

Dies geschieht zum Teil ganz bewusst, so etwa bei der im nächsten Abschnitt näher beleuchteten Kernenergie, die in vielen Ländern ausdrücklich als „nationale Aufgabe“ betrachtet und u. A. durch gesetzlich geregelte staatliche Haftungsübernahmen begünstigt wurde. In vielen anderen Bereichen, gerade bei Umweltschäden, wurde das Schadenpotenzial zunächst aber häufig unterschätzt (oder ausgeblendet), und erst nach einem großen Schaden und dem resultierenden öffentlichen Druck wurden Regelungen getroffen, die eher im Sinne des *polluter-pays-principle* (Verursacherprinzip) waren. Oft spielt auch eine Rolle, ob eine Industrie noch im Aufbau ist oder sich schon etabliert hat. So kann man heute in vielen Schwellenländern beobachten, dass sich dort trotz der wohlbekannten schlechten Erfahrungen der Industriestaaten deren unselige Industrialisierungs-Frühgeschichte (wenn auch schneller) wiederholt: zunächst lax Standards beim Schutz der Umwelt und der eigenen Arbeiter; in der Folge viele Unglücke und großes Leid bei den vielen Betroffenen; dann allmählich Verschärfung der Regeln.

Ein Gegenbeispiel zur anfänglichen Technikfreundlichkeit (oder Ignoranz gegenüber Risiken) ist die Agro-Gentechnik in Europa, wo die politische Debatte schon in der Frühzeit der Technologie von Worst-Case-Szenarien dominiert war und man nach einer zwischenzeitlichen Lockerung wieder zu außerordentlich strengen Haftungsregeln zurückkehrt.

Ein interessantes *Unknown Unknown* ist die Erstellung von Computer-Software. Wohl bei keinem anderen Produkt sind Haftung und Gewährleistung derart reduziert. Obwohl seit Jahrzehnten professionell programmiert wird, traut es sich die Branche offenbar immer noch nicht zu, die Qualität ihrer Arbeit so gut sichern zu können, dass sie Fehlerfreiheit garantieren kann. Es wird wohl noch lange dauern, bis es hier eine Haftung für Fehler gibt, wie sie bei anderen Produkten längst etabliert ist.

Im Wirtschaftsleben gibt es viele Haftungsbeschränkungen, die der Verursachergerechtigkeit (ein wenig) zuwiderlaufen, sich aber trotzdem bewährt haben. Dabei geht es weniger um mögliche Unglücksfälle, sondern oft um ganz normale ökonomische Aktivitäten, die ja auch zu hohen finanziellen Verlusten führen können. Da ist zum Beispiel die GmbH, die Gesellschaft mit beschränkter Haftung, mit der man sein Verlustrisiko begrenzen (und damit zum Teil auf Geschäftspartner abwälzen) kann. Kapitalgesellschaften sind im Grunde Investments ohne Nachschusspflicht, d. h. das Risiko des Investors ist beschränkt, nämlich auf seine Einlage. Und dann gibt es noch die Insolvenz für Unternehmen und Privatleute, die einem das Risiko lebenslanger Schulden abnimmt. Einen Teil der Geschäftsrisikos tragen hier jeweils die Gläubiger.

Nach Meinung vieler Ökonomen ist die beschränkte Haftung ein wesentliches Element unseres Wirtschaftssystems und hat viele große Investitionen und Innovationen erst ermöglicht. Im Sinne der Verursachergerechtigkeit ist sie nicht ideal, aber die Geschäftspartner von Akteu-

ren mit beschränkter Haftung kennen das Risiko und müssen eben sorgfältig auswählen, mit wem sie Geschäfte machen.

Eine ganz andere Situation hat man jedoch bei Unglücken wie etwa einem Chemieunfall in einer Fabrik. Dieser betrifft ja nicht nur den Betreiber und evtl. seine Geschäftspartner, sondern auch ganz normale Bürger, die mit dem Business der Fabrik gar nichts zu tun haben – und dem Risiko auch gar nicht aus dem Weg gehen können. In diesem Fall wünscht man sich Verursachergerechtigkeit, d. h. volle Haftung (und ausreichende Finanzkraft oder Versicherung) des Betreibers; man will den Schaden komplett ersetzt bekommen. Das ist aber nicht immer der Fall.

5 Atomgesetz

Das deutsche Atomgesetz ist ein klassisches Beispiel dafür, wie man Betreiber einer neuen Technologie von Haftung entlastet, damit sie die Innovation mit all ihren Risiken überhaupt in Angriff nehmen. Die erste Fassung stammt von 1959, also aus einer Zeit der Technikeuphorie, und fiel daher (genauso wie entsprechende Gesetze im Ausland) recht günstig für die Energiekonzerne aus. Das Gesetz wurde mit zunehmender Etablierung der Kernenergie ein paar Mal verschärft. Es regelt die Haftung der Betreiber von Kernkraftwerken und wie sie sich zu versichern haben. Der Stand Mitte 2011:

- Die Haftung ist unbegrenzt – allerdings erst seit 1985.
- Jeder Betreiber muss eine Haftpflichtversicherung mit einer Deckungssumme von 256 Mio. Euro (entspricht 500 Mio. DM) abschließen. Solche Deckungen werden von Nuklearversicherungspools angeboten; das sind Konsortien mehrerer Versicherer, die es in vielen Ländern gibt, um primär die AKWs im Lande, aber evtl. auch ausländische, zu versichern.
- Für Schäden, die darüber hinausgehen, haften – seit 2002 – bis zur Höhe von 2,5 Mrd. Euro die vier deutschen Betreiber E.ON, RWE, EnBW und Vattenfall Europe mittels einer Solidarvereinbarung; sie stehen also füreinander ein und müssen diese Haftung auch durch Vermögenswerte garantieren.
- Was 2,5 Mrd. Euro übersteigt, trägt jeder Betreiber alleine. Das nennt man auch *Selbstversicherung*.

Was den „selbstversicherten“ Teil des Risikos angeht, so ist die Frage entscheidend, ob so hohe Schäden überhaupt denkbar sind. Wie teuer wäre ein Super-GAU in Deutschland? Obwohl solche Hochrechnungen immer nur vage sein können, gibt es dazu seriöse Studien, die u. A. für die Bundesregierung erstellt wurden und auf eine Größenordnung von 2,5 bis 5,5 Billionen

(!) Euro kommen. Das ist mehr als das Tausendfache dessen, was über Versicherung und Solidarvereinbarung abgedeckt ist.

Nur wenn man einen Super-GAU (auch einen kleineren) bei deutschen AKWs für völlig unmöglich hält, kann man die Versicherungskonstruktion des Atomgesetzes für ausreichend halten. Zum Vergleich: Als sich abzeichnete, dass die Versorgung eines durch einen Autounfall zum Schwerstinvaliden gewordenen Menschen heutzutage im Extremfall mehrere Millionen Euro kosten kann, wurde 2007 in Deutschland die Mindestdeckungssumme für Personenschäden in der Autohaftpflichtversicherung auf 7,5 Mio. angehoben, eine Summe, die so gut wie nie überschritten wird. Hierbei stand nicht so sehr der Schutz des Unfallverursachers vor Ruin im Vordergrund, sondern der Opferschutz – Unfallopfer sollen ihre Schäden ohne Komplikationen ersetzt bekommen, und das ist am besten durch einen ausreichenden Versicherungsschutz gewährleistet.

Für Atomunfälle gibt es in Deutschland also – wenn man AKW-Super-GAUs für möglich hält – trotz gewisser Verschärfungen im Gesetz einen weitaus schlechteren Opferschutz als im Straßenverkehr. Denn es ist klar, dass ein Energiekonzern trotz seiner Finanzkraft keinen Haftpflichtschaden würde bezahlen können, der zig Mrd. Euro kostet; er würde bankrott gehen, und die Opfer würden auf ihren Schäden sitzen bleiben.

Noch ungünstiger wird die Lage dadurch, dass man sich auch nicht privat absichern kann: Kernenergieschäden sind bei Versicherungspolicen traditionell ausgeschlossen; sie gelten als unversicherbares Risiko wie Krieg, und wenn man Versicherer dazu zu bringen versucht, diesen Ausschluss zu streichen, so verweisen sie darauf, dass es ja die Deckungsregelung gemäß Atomgesetz gebe. Hier hat man also einen Risikotransfer, bei dem im Katastrophenfall ein wesentlicher Teil des Schadens bei den vielen Betroffenen selbst hängen bleibt – wiederum ein Transfer auf viele Schultern, aber überhaupt nicht so, wie man sich das eigentlich wünscht.

Der Ausgewogenheit halber sei darauf hingewiesen, dass die Haftung der Betreiber und der Schutz der Bürger durch Versicherungen etc. bei Kernenergieschäden in Deutschland im internationalen Vergleich weit überdurchschnittlich sind. Nur wenige Länder haben überhaupt eine unbegrenzte Betreiberhaftung; in den meisten Ländern ist sie limitiert, auch in den USA, wo aber immerhin ein privatwirtschaftlicher Versicherungspool mit über 10 Mrd. US-\$ Haftung aufgebaut wurde. Die anderen Kernenergieländer bewegen sich zumeist unter dem deutschem Niveau, teilweise deutlich. Zur Orientierung: Die derzeit gültigen internationalen Abkommen zur Kernenergiehaftung fordern einen Mindestanteil der Betreiber an der gesamten Haftung von gerade einmal ca. 6 Mio. Euro – das ist immer noch die Mindesthaftung aus der Frühzeit der AKW-Industrie. Nach der Tschernobyl-Katastrophe wurde zwar begonnen, an einer deutlichen Verschärfung zu arbeiten, und für Europa wurde (über viele Jahre) eine Betreiber-Mindesthaftung von 700 Mio. Euro ausgehandelt. Das entsprechende Abkommen ist aber 2011 – 25 Jahre nach Tschernobyl – immer noch nicht in Kraft, weil es bis dato von kaum einem Land ratifiziert worden ist. Immerhin sind etliche Länder schon länger dabei, die 700 Mio. auf

nationaler Ebene umzusetzen, und die Gesetzgebungsprozesse scheinen sich nach dem Super-GAU von Fukushima Anfang 2011 tendenziell zu beschleunigen.

Was bei dem großen Missverhältnis zwischen Schadenpotenzial und Haftpflichtdeckungen bei der Atomenergie auch bedacht werden muss: Die Finanzkraft der internationalen (Rück-)Versicherungsindustrie ist zwar sehr groß, aber sie kann trotzdem keinen Schutz in beliebiger Höhe anbieten, nicht einmal in Fällen, wo man die Schadenswahrscheinlichkeit gut kalkulieren kann. Es sicher kein Zufall, dass es am Weltmarkt über alle Branchen hinweg kaum Deckungen mit einer Kapazität von deutlich über 10 Mrd. Euro pro Schadenereignis gibt.

Generell sollte sich aber eine Gesellschaft regelmäßig die Frage stellen, ob gewisse Technologien nicht mittlerweile derart etabliert sind, dass man den Betreibern mehr Haftung zumuten, die Regelungen zugunsten der Opfer verändern und damit mehr Verursachergerechtigkeit schaffen kann. Zwar geschieht dies durchaus, aber es geht nicht nur bei der Kernenergie sehr langsam voran. Von der Arzthaftpflicht bis hin zu Umweltschäden durch Tanker oder Ölbohrungen gibt es viele Bereiche, wo die vorgeschriebenen Haftpflicht-Deckungssummen in keinem Verhältnis zum möglichen Schadenpotenzial stehen. Dies kann man aktuell an der Deepwater-Horizon-Katastrophe sehen, wo die Versicherungswirtschaft aufgrund niedriger oder fehlender Versicherungsdeckung der beteiligten Ölfirmen mit schätzungsweise etwa 5 Mrd. US-\$ nur einen Bruchteil des Gesamtschadens bezahlen wird. (Ob die Betreiber den „Rest“ werden komplett schultern können, wird sich zeigen.) Es gibt aber auch zahlreiche Beispiele für Unglücke, die keineswegs Worst Cases sind und trotzdem bereits die bestehenden Versicherungen sprengen, und dabei geht es zumeist um Deckungssummen, die (bei fairen Prämien) problemlos am Versicherungsmarkt platziert werden könnten.

6 Der World-Trade-Center-Schaden

Wie auch noch nach einer Katastrophe Regelungen getroffen werden können, um die Last effektiv auf viele Schultern zu verteilen, soll zum Schluss dieser Abhandlung am Beispiel des sogenannten 9/11-Terroranschlags aufgezeigt werden.

Am 11. September 2001 wurden durch vier von Terroristen gekaperte Flugzeuge die beiden höchsten New Yorker Wolkenkratzer und weitere Gebäude des Finanzzentrums zerstört sowie das Pentagon in Washington stark beschädigt. (Das vierte Flugzeug stürzte ab, bevor es sein Ziel erreicht hatte.) Es gab insgesamt etwa 3.000 Tote (davon ca. 400 Einsatzkräfte: Rettungsdienste, Polizei, Helfer) und 250 Schwerverletzte. Viele der Opfer waren hochbezahlte Angestellte der Finanzbranche, gut 60 % waren verheiratet – das ist relevant für die Höhe des Schadenersatzes.

Der direkte Schaden betrug über alle Branchen nach heutigem Stand ca. 40 Mrd. US-\$ und war etwa zur Hälfte versichert, von Gebäude- bis zu Lebensversicherungen. (Zum volkswirtschaftlichen Schaden wurden damals exorbitante Schätzungen bis zu 1.000 Mrd. US-\$ genannt, wobei hier aber die Kursverluste am Kapitalmarkt in den Wochen nach dem Attentat eingerechnet waren.)

Für die überlebenden Attentatsopfer und die Hinterbliebenen der Getöteten gab es vier (einander nicht ausschließende) Quellen für Entschädigung:

- eigene Versicherungen;
- Klageweg (die Verantwortlichen auf Schadenersatz verklagen);
- Regierungsprogramme;
- Charity (Wohltätigkeits-Programme).

Die Liste der möglicherweise am Attentat Mitschuldigen (das sind die potenziell Verklagbaren) war lang:

- Fluggesellschaften (United Airlines, American Airlines);
- Flughäfen;
- Sicherheitsfirmen (für Kontrollen zuständig);
- Behörden, Stadt New York;
- Polizei und Feuerwehr;
- Motorola;
- Terrororganisationen;
- saudi-arabische Regierungsmitglieder (haben angeblich Terrorgruppen finanziert).

Motorola geriet in den Fokus, weil angeblich fehlerhafte Funkgeräte zum Tod von Feuerwehrleuten geführt hätten. Dass sogar Retter und Helfer verklagt würden, musste man als wahrscheinlich ansehen, denn genau dies war in den USA nach großen Schäden schon öfter vorgekommen, speziell, nachdem die Haftpflichtdeckungen der eigentlichen Verursacher ausgeschöpft waren.

Die Maßnahmen der US-Politik zur Bewältigung des Schadens waren, wie im Folgenden klar werden wird, juristisch – gelinde gesagt – unorthodox, sind aber ein beeindruckendes Beispiel für die Handlungsfähigkeit einer Gesellschaft in einer schweren Krise.

6.1 Sicherstellung des Überlebens der Institutionen

Der US-Kongress erließ zur Regulierung des WTC-Schadens den *Air Transportation Safety and Stabilisation Act* (ATSSA). Er trat elf Tage (!) nach dem Attentat in Kraft und beinhaltete folgende Regelungen:

- Für das Attentat wurde die alleinige gerichtliche Zuständigkeit dem Distrikt South New York zugewiesen; dies sollte verhindern, dass sich Opfer andere, vermeintlich sehr verbraucherfreundliche Gerichte suchten, um ihre Klage dort einzureichen – eine

im sehr föderalen und heterogenen Gerichtswesen der USA populäre Strategie, *forum shopping* genannt.

- Die Haftung vieler US-Institutionen wurde rückwirkend (!) auf eine bestimmte Summe beschränkt, die jeweils der bestehenden Haftpflichtversicherung der Institution entsprach. Bei den beiden Airlines waren das jeweils 1,5 Mrd. US-\$, bei der Stadt New York 350 Mio. US-\$. Ähnliche Beschränkungen gab es auch für die New York Port Authority (die Hafenbehörde verwaltet wichtige städtische Einrichtungen wie die Flughäfen, damals gehörte dazu auch das WTC-Gelände) und weitere Behörden. Es muss wohl nicht eigens betont werden, dass so eine rückwirkende Gesetzesänderung nach juristischen Maßstäben zumindest ungewöhnlich ist.
- Für die Betroffenen wurden Steuererleichterungen eingeführt.
- Für die Entschädigung der Opfer wurde ein eigener Fonds gegründet, der *Victims Compensation Fund* (VCF); s. folgender Abschnitt.

6.2 Kanalisierung der Entschädigungen

Der VCF sollte die Opfer nach einem standardisierten Verfahren entschädigen, und zwar schnell, großzügig und unbürokratisch. Sie wurden nicht verpflichtet, ihre Ansprüche über den VCF abzuwickeln, aber es gab Anreize dafür – und im Gegenzug Nebenbedingungen. Im Einzelnen:

- Es wurde garantiert, dass das Verfahren in weniger als drei Jahren abgeschlossen sein würde (also viel schneller als bei Klagen durch mehrere Instanzen).
- Die Entschädigung wurde auf Basis des voraussichtlichen künftigen Einkommens vergeben, das den Hinterbliebenen bzw. Invaliden durch das Unglück entging. Diese Art von Schadenersatz ist üblich, beim VCF war aber die Beweislast gegenüber Gerichtsverfahren erleichtert.
- Bei sehr hohen Einkünften gab es Beschränkungen oder eine schärfere Nachweispflicht.
- Die Schmerzensgelder wurden limitiert (niedriger als das, was man vor Gericht evtl. herausholen könnte).
- Die meisten Versicherungsleistungen (Lebensversicherung, Berufsunfall etc.) wurden auf die Entschädigung des VCF angerechnet. Das entspricht nicht der Rechtslage: Eigentlich dürfte es keine Anrechnung geben, denn das stellt ja diejenigen schlechter, die sich in der Vergangenheit abgesichert und dafür hohe Prämien bezahlt haben, gegenüber denen, die auf eine Vorsorge leichtfertig verzichtet haben.
- Keine *Punitive Damages*. (Das sind teilweise weit über den Schadenersatz hinausgehende Strafzahlungen, wie sie im US-Rechtssystem üblich sind.)

- Verzicht auf Schadenersatzklagen: Mit der Teilnahme am VCF-Entschädigungsverfahren musste man darauf verzichten, irgendwelche US-Institutionen oder Firmen wegen des Attentats vor Gericht zu bringen.

6.3 Erzeugung einer solidarischen und patriotischen Atmosphäre

Die Aufarbeitung des WTC-Schadens wurde damals von der Versicherungswirtschaft weltweit mit Spannung verfolgt. Man befürchtete Antiselektion, d. h., dass sich nur diejenigen Opfer an den VCF wenden würden, die dort dieselben oder gar höhere Leistungen zu erwarten hatten als durch Schadenersatzklagen vor ordentlichen Gerichten. Man rechnete insbesondere damit, dass Spitzenverdiener und Opfer mit Anspruch auf hohe Versicherungsleistungen den Weg vor die Gerichte wählen und dort hohe Forderungen, noch weiter erhöht durch enorme *Punitive Damages*, durch alle Instanzen treiben würden. (Man konnte damals sehr wohl darauf spekulieren, dass in der aufgebrachten Stimmung im Land manche Richter Zeichen setzen und exorbitante Strafzahlungen verhängen würden gegen diejenigen, die bei der Terrorabwehr derart „versagt“ hatten.)

Die Konsequenz wäre eine Lawine jahrelanger Prozesse gewesen, gepaart mit fortlaufend schlechter Presse – letztlich eine Selbsterfleischung der Gesellschaft mit ökonomischen Folgen über die am Ende zu zahlenden Haftpflichtleistungen hinaus.

Dies trat jedoch nicht ein: Der VCF war ein unbestreitbarer Erfolg. 97 % aller betroffenen Familien wählten das Verfahren und sind längst endgültig entschädigt. Nur 70 Familien haben sich für den Klageweg entschieden und damit für jahrelange Prozesse mit eher schlechten Erfolgsaussichten. Eine Hochrechnung erwartet pro erfolgreicher Klage im Mittel 3 Mio. US-\$ zuzüglich *Punitive Damages*, womit man im extrem unwahrscheinlichen Fall, dass sie am Ende alle gewinnen, auf ein paar Hundert Mio. US-\$ Gesamtsumme käme.

Das fällt in Relation zum VCF nicht ins Gewicht: Er hat an die „zivilen“ Opfer (keine Einsatzkräfte) insgesamt 5,6 Mrd. US-\$ ausgezahlt, dazu haben diese jeweils ca. 1 Mrd. US-\$ von ihren Lebens- und Berufsunfallversicherungen bekommen; die Anrechnung der Policen hat den VCF also um etwa 2 Mrd. entlastet. Zusammen mit Charity-Geldern und kleineren staatlichen Programmen haben die zivilen Opfer, die dem VCF-Verfahren beigetreten sind, insgesamt 8,7 Mrd. US-\$ erhalten, das sind im Mittel ca. 3 Mio. pro Person. Dazu kommen die 1,9 Mrd. US-\$, die der VCF an die Einsatzkräfte bezahlt hat.

Der Vollständigkeit halber muss erwähnt werden, dass die Entschädigung Letzterer, inklusive der an den Aufräumarbeiten Beteiligten, nicht so glatt verlaufen ist. Hier kam es zu lang dauernden Auseinandersetzungen; die Lage ist wegen zahlloser erst viel später erkannter und schwer zu beurteilender Schäden kompliziert, die z. B. vom Feinstaub am Unfallort kommen könnten. Noch im Jahr 2011 kann man den Streit in der Presse verfolgen, wenn auch offenbar

mittlerweile viele Punkte geklärt und von staatlicher Seite hohe Geldsummen bewilligt worden sind.

Woran lag es nun, dass so wenige Betroffene den VCF ablehnten? Sicherlich waren seine Bedingungen nicht unattraktiv, und die sonstigen Regelungen des ATSSA erschwerten Erfolge vor Gericht. Wenn man aber bedenkt, wie klagefreudig man in den USA generell ist, so ist es schon erstaunlich, dass die große Wut nach dem Terroranschlag, die sich ja nicht nur gegen die Terroristen, sondern auch gegen die nachlässigen Institutionen im eigenen Land richtete, zu keiner Klagelawine geführt hat.

Es ist damals offensichtlich eine Atmosphäre der Solidarität entstanden, in der kaum ein WTC-Opfer mehr ausscheren wollte, um durch Zockerei vor den Gerichten das Beste für sich herauszuholen. Dazu dürfte geschickte Öffentlichkeitsarbeit entscheidend beigetragen haben. Rudy Giuliani, der damalige Bürgermeister von New York, ist für sein Auftreten in der Zeit nach dem Attentat sogar mehrfach ausgezeichnet worden, u. A. vom Time Magazine als „Person of the year 2001“. Vom ersten Moment an war er bestrebt, den Geist der Stadt wiederaufleben zu lassen, mit patriotischen Sätzen wie: „New York wird auch morgen noch stehen. Wir werden wieder aufbauen. Lasst uns dem Land und der ganzen Welt zeigen, dass Terrorismus uns nicht aufhalten kann.“

Insgesamt kann man sagen, dass die USA das 9/11-Attentat administrativ und wirtschaftlich gut bewältigt haben. Sogar die Kapitalmärkte erholten sich von ihrem Absturz nach dem Anschlag binnen weniger Monate. Unter dem Blickwinkel der Gerechtigkeit muss man einwenden, dass bei dieser Bewältigung elementare Rechtsprinzipien verletzt worden sind – jedoch darf nicht vergessen werden, dass die meisten Betroffenen freiwillig darauf verzichtet haben, ihre Rechte auszureizen.

Vermutlich ist eine effektive Katastrophenbewältigung manchmal nur um den Preis zu haben, dass es dabei nicht ganz gerecht zugeht. Die Regulierung des World-Trade-Center-Schadens wird als erfolgreiches, vielleicht aber auch singuläres, Beispiel in Erinnerung bleiben, wie eine Gesellschaft ein einschneidendes Ereignis bewältigt, indem sie für einen Moment ihre eigenen Regeln bricht.

Literatur

Bundesrepublik Deutschland. Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz). Online verfügbar unter <http://bundesrecht.juris.de/atg/> (zuletzt abgerufen am 30.07.2011).

Das Interview: Wir versichern ausschließlich die friedliche Nutzung der Kernenergie. In: Zeitschrift Positionen Nr. 55, 12–15. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft: Berlin (2007). Online verfügbar unter http://www.gdv.de/Publikationen/Periodika/Zeitschrift_Positionen/Positionen_55/inhaltsseite21780.html (zuletzt abgerufen am 30.07.2011).

- Dixon, L. & Stern, R. K.: Compensation for losses from the 9/11 terror attack. Santa Monica CA: RAND Institute for civil justice (2004). Online verfügbar unter <http://www.rand.org/pubs/monographs/MG264.html> (zuletzt abgerufen am 30.07.2011)
- Faure, M. & Verheij, A. (Hrsg.): Shifts in compensation for environmental damage (Tort and insurance law, Vol. 21). With contributions by T. Vanden Borre, M. Faure, R. Hendrickx, A. Verheij, H. Wang. Wien: Springer (2007).
- Gomory, R. E.: The known, the unknown and the unknowable. *Scientific American*, 272, 120 (1995).
- Knight, F. H.: Risk, uncertainty, and profit. Hart, Schaffner & Marx; Boston MA: Houghton Mifflin Co. (1921). Online verfügbar unter <http://www.econlib.org/library/Knight/knRUP.html> (zuletzt abgerufen am 30.07.2011).
- Liebwein, P.: Klassische und moderne Formen der Rückversicherung. Karlsruhe: Verlag Versicherungswirtschaft (2000).
- Lowe, S., Lebens, J. & Pummell, M.: Deepwater Horizon disaster. Insurance industry implications. *Emphasis Magazine*, 2010(2), 2–6 (2010). Online verfügbar unter http://www.towerswatson.com/assets/pdf/2973/Emphasis02-10_FIN.pdf (zuletzt abgerufen am 30.07.2011).
- Munich Re: 5. Internationales Haftpflicht-Forum, München 2001. Mit Beiträgen von W. van den Daele, P. Widmer, C. Lahnstein. Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft: München (2001).
- Pooley, E.: Mayor of the world. In: *Time Magazine*, Ausgabe 31.12.2001–7.1.2002 (2001). Online verfügbar unter <http://www.time.com/time/poy2001/poyprofile.html> (zuletzt abgerufen am 30.07.2011).
- Sinn, H.-W.: Kasino-Kapitalismus. Wie es zur Finanzkrise kam, und was jetzt zu tun ist. Berlin: Ullstein (2010).
- Walter, F.: Katastrophen. Eine Kulturgeschichte vom 16. bis ins 21. Jahrhundert. Stuttgart: Reclam (2010).
- Wer trägt das Risiko eines Atomunfalls? – Sie! In: Sofort volle Haftpflichtversicherung für die deutschen Atomkraftwerke! Berlin: Kampagne des IPPNW. Online verfügbar unter <http://www.atomhaftpflicht.de/hintergruende.php3> (zuletzt abgerufen am 30.07.2011).
- <http://de.wikipedia.org> (zuletzt abgerufen am 30.07.2011) zu den Stichworten: Deich, Port Authority of New York and New Jersey, Rudy Giuliani, Rückversicherung, Versicherer

Erik Händeler

Wohlstand ist eine kulturelle Leistung

Ein Plädoyer für eine umfassendere Sicht auf Wirtschaft

Der Mainstream der Volkswirtschaftler diskutiert Preise, Zinsen, Löhne und Geldmenge, also die monetären Aspekte der Wirtschaft. Dabei wissen wir seit Max Weber vor über 100 Jahren, dass Wohlstand vor allem eine kulturelle Leistung ist. Die Ursache für wirtschaftliche Entwicklung ist in den Veränderungen des realen Lebens zu suchen, meinte auch der Ökonom Nikolai Kondratieff (1892–1938). Die aktuelle Krise und die Parallelen zu dem Crash von 1929 sind eine Chance, die Grundannahmen der Wirtschaft neu zu diskutieren.

Beim Krisengipfel im Kanzleramt vor Weihnachten 2008 herrschte große Ratlosigkeit. Die Sachverständigen mussten eingestehen, dass sie das, was da auf den Wirtschafts- und Finanzmärkten seinen Lauf nahm, gar nicht mehr erklären konnten. SPD-Fraktionschef Peter Struck hatte zuvor gar dafür plädiert, den Rat der Wirtschaftsweisen abzuschaffen, weil er schlicht inkompetent sei. „Ich glaube denen kein Wort. Wenn man frühere Prognosen mit der eingetretenen Realität vergleicht, merkt man recht schnell, dass diese so genannten Weisen vor allem viel heiße Luft produzieren.“ In der Tat: Mal schrieben die Sachverständigen im Jahr 2001, die Regierung solle Steuern senken, um dann im Jahr darauf die Meinung zu vertreten, sie solle es lieber nicht tun; stets beklagten sie die zu hohen Sozialabgaben, um dann 2003 zu verkünden, dass dies so schlimm doch gar nicht sei.

1 Welche Bilder machen wir uns von der Wirklichkeit?

Die Kritik an den führenden Ökonomen des Landes und die Zweifel an ihren öffentlichkeitswirksam zelebrierten Expertisen fügt sich ein in eine umfassende Kritik an der Disziplin. Unüberhörbar wachsen die Zweifel an den Grundannahmen der Wirtschaftswissenschaft: Unrealistisch und weltfremd seien diese, zudem intellektuell unredlich. Dass die Ökonomen so zerstritten sind wie sonst kaum eine Wissenschaftszunft, legt nahe, dass es sich hierbei häufig eher um Glaubenssysteme handelt als um die streng rationale Wissenschaft, die sie vorgibt zu sein. Dabei wäre eine Debatte darüber gewiss nicht das Geplänkel von ein paar Theoretikern. Hier geht es um die Frage: Welche Bilder machen wir uns von der Wirklichkeit? Denn welche Theorien wir für realitätsnah halten, davon hängt ab, wie wir unsere Unternehmen ausrichten, wie wir arbeiten, welche Wirtschaftspolitik sich durchsetzt, wie wir die anrollende Wirtschaftskrise wahrnehmen, also den aktuellen Turbulenzen in den Auftragsbüchern und an den Börsen begegnen.

In der Glaubenswelt der Wirtschaftswissenschaften leben da draußen auf dem Markt vernünftige, rational handelnde Wirtschaftsakteure, die ihre Eigeninteressen verfolgen und dabei ihren Nutzen maximieren – und zwar nach den Anreizen, die ihnen das Rahmensystem vorgibt. Als einst diese Grundannahmen vom *Homo oeconomicus* noch unhinterfragt akzeptiert waren, ließ sich Wirtschaften, also menschliches Handeln, in mathematische Gleichungen packen: So glaubte man berechnen zu können, wie sich das Bruttosozialprodukt verändere, wenn die Krankenkassenbeiträge schon wieder erhöht würden, wenn Unternehmen längere Arbeitszeiten durchsetzten oder die Notenbank die Zinsen senkte (das alles freilich unter der Annahme, dass alle anderen Einflüsse unverändert blieben). Dieses mechanistische Denken stammt aus dem 18. Jahrhundert: Damals übertrug die entstehende Wirtschaftswissenschaft die Gesetze der Naturwissenschaft auf ökonomische Vorgänge, nachdem diese mit mathematischen Gesetzen so erfolgreich war, etwa bei komplexen Maschinen wie Uhren und sogar meistens bei der Flugbahn von Geschossen.

So wurden aus selbständig denkenden Menschen stumme physikalische Masseteilchen, die mathematischen Gleichungen gehorchen und durch einfache Kausalbeziehungen erfassbar sind, deren wirtschaftliche Bewegungen sich auf dem Papier bis weit hinter das Komma berechnen lassen. Wenn Markttheoretiker von menschlicher Freiheit reden, meinen sie damit gerade einmal so viel wie die Bewegungsfreiheit eines menschlichen Pendels, das ungehindert seinen Naturgesetzen folgen kann.

Das Problem ist nur, dass menschliches Handeln nicht mit Äpfeln gleichzusetzen ist, die, der Erdanziehung wehrlos ausgeliefert, vom Baum fallen. Wenn zwei Billardkugeln aufeinanderprallen, kann man die weitere Laufrichtung berechnen, weil dies Naturgesetzen folgt. Aber

was wäre, wenn sich Billardkugeln darüber unterhalten und selber entscheiden könnten, in welche Richtung sie wollen?

Damit sind Berechnungen, die auf der gängigen Grundannahme beruhen, der Mensch handle im Eigeninteresse, kaum mehr wert als das Stück Papier, auf dem sie notiert wurden: weil nämlich überhaupt nicht klar, geschweige denn wissenschaftlich-wertfrei festzustellen ist, was denn mein Eigeninteresse *ist*. Wenn es der Wachmann als sein Eigeninteresse sieht, die Gefangenen zu bewachen, während Maximilian Kolbe es als sein Eigeninteresse definiert, für einen anderen in den Hungerbunker zu gehen, dann wird klar, dass Eigeninteresse allein eine subjektive Wertentscheidung ist. Dasselbe gilt für Leute, die 20 Zigaretten am Tag rauchen – ebenso wie für Nichtraucher, die sich weigern, das zu tun. Aber so wie Marktliberale Eigeninteresse definieren, ist es eine Wert-Vorgabe: Die allein für sich selbst engagierten, in Geldeinheiten rechnenden, rein diesseitig-materialistisch denkenden Individualisten – sie sind unbewiesene Glaubensdogmen. Für das, was wir für unsere Lebensziele halten, gibt es keine rationale Begründung. Nur das daraus abgeleitete Handeln kann rational sein.

2 Die fragwürdigen Grundannahmen der Ökonomen

Die Realität zeigt, dass wir emotional entscheiden, unsere Wahrnehmung der Wirklichkeit beschränkt ist und sogar von unseren vorgefassten Ansichten getrübt wird, schreibt der Würzburger Volkswirtschaftsprofessor Karl-Heinz Brodbeck, der in einem Buch die „fragwürdigen Grundlagen der Ökonomie“ anzweifelt. Was jemand für seinen Nutzen hält, hängt mit den Informationen zusammen, die ihn erreichen: Dass die Wanderwege in den Alpen von Menschen in roten Strümpfen bevölkert sind, hat mit Werbung zu tun. Als die Farbfotographie aufkam, warben dafür farbige Panoramabilder. Weil ein kräftiges Rot in der Natur selten vorkommt, zogen die Werbeleute dem Wanderer zu den Kniebundhosen rote Strümpfe an. Seitdem richtet sich die Wirklichkeit in den Bergen nach ihrer Darstellung in der Werbung. Ähnliches gilt für die Dirndl, Lederhosen und Trachtenjanker auf dem Münchener Oktoberfest – auch sie sind Ergebnis einer medialen Inszenierung.

Was einem Menschen als gut und nützlich erscheint, ist eine Frage seiner Interpretation. In den 1980er Jahren gab es eine Zeit, in der der italienische Schnaps Grappa in der Münchener Schickeria absolut „in“ war. Nachdem die Süddeutsche Zeitung darüber aufgeklärt hatte, dass es sich bei Grappa zumeist um ein Gebräu aus den widerlichen Abfallprodukten der Traubenlese handelt, senkten die Kaufhäuser den Preis pro Flasche von 80 auf immer noch unverschämte 50 Mark. Trotz des gesunkenen Preises ging aber die Nachfrage weiter zurück. Das zeigt: Die Nachfrage ist weniger eine Funktion des Geldes als vielmehr der Information. Und selbst welche Informationen jemand aufnimmt oder nicht, unterliegt der menschlichen Freiheit

– ein fundamentalistischer Grappa-Trinker wird einfach keine negativen Artikel über Grappa lesen. Wie sehr der Mensch sich selbst hinterfragt oder seiner jeweiligen Laune folgt – er ist frei.

Das ist eine Einsicht, die die bisher rein monetär orientierte Wahrnehmung von Wirtschaft verändert, schon vor, aber verstärkt seit der seit 2008 grassierenden Finanzkrise. Jahrzehntelang hat man den Bankern vor Bewunderung die Füße geküsst, bis diese sich plötzlich weltweit alle exakt zum selben Zeitpunkt entschlossen, gierig zu werden und unseren Wohlstand zu verzocken. Deswegen sind sie schuld, dass nun die Realwirtschaft leidet und weniger Autos gekauft werden – das ist natürlich nur ein Witz, aber so nimmt die Öffentlichkeit die wirtschaftlichen Turbulenzen wahr. Niemand fragt aber weiter, warum viele Firmen oder Hausbesitzer ausgerechnet jetzt ihre Kredite nicht mehr bedienen können, warum seit der Jahrtausendwende die Zinsen so niedrig blieben oder warum ausgerechnet in den zurückliegenden Monaten die Aktienkurse und die Preise für Rohstoffe verrückt spielten.

Die Antwort auf all diese Fragen kommt in den auf das Monetäre reduzierten gängigen Theorieschulen nicht vor. Der Computer hat seit den 1970er Jahren unsere Produktivität enorm gesteigert, beim Arbeiten Zeit und Ressourcen eingespart, deshalb neue Investitionen rentabel gemacht und neue Arbeitsplätze geschaffen. Das funktionierte bei uns bis kurz nach der Jahrtausendwende, danach noch in den Schwellenländern. Doch irgendwann hat sich jedes technologische Netz weitgehend ausgebreitet, der Boom flaut ab. Wer jetzt sein Geld anlegen wollte, fand dafür keine rentable Möglichkeit mehr. Das Überangebot an freiem Kapital drückte die Zinsen – deswegen ging das Geld in die Spekulation mit Aktien, Rohstoffen oder Immobilien und trieb deren Preise in bisher nicht gekannte Höhen. Wenn Aktienkurse also innerhalb kurzer Zeit steigen, heißt das nicht, dass die Firmen mehr wert geworden sind (wie wir alle glaubten), sondern dass es im realen Leben im Moment nichts gibt, wofür es sich rentiert zu investieren. Das viele freie Geld reizte zu verantwortungsloser Kreditvergabe – Symptom eines zu Ende gegangenen Strukturzyklus. Aber es war nicht die Ursache für den Einbruch der Wirtschaft. Die Blase platzt, weil in der Realwirtschaft zu spüren ist, dass die gewohnten Produktivitätsfortschritte ausbleiben. Preise und Gewinne werden herunter konkurriert, es lohnt sich kaum, Leute zu beschäftigen und zu investieren, die Weltwirtschaft schwächelt.

Alles ganz normal. Solche Zeiten der Unsicherheit hat es in der Geschichte immer gegeben, wenn sich ein technologisches Netz weitgehend ausgebreitet hatte, aber Infrastruktur und Kompetenzen des nächsten technologischen Netzes noch nicht ausreichend erschlossen waren: etwa in den Jahren nach dem Eisenbahnboom beim Gründerkrach 1873, in den 1920ern nach der Elektrifizierung oder nach dem Autoboom bis in die 1970er-Jahre. Zwar wurden später nach der Ölkrise 1973 noch mehr und immer bessere Autos gebaut. Aber die treibende, produktivitätssteigernde Kraft war jetzt der Computer, mit dessen Hilfe man Autos billiger, besser und höherwertiger bauen konnte – bis vor kurzem: Nachdem die Informationstechnik inzwischen auch keine Texte oder Konstruktionen mehr verbessern kann, wird die Wirtschaft zu-

nächst auf der Stelle treten – bis es uns gelingt, mit neuen Werkzeugen und neuen Kompetenzen die nächste Stufe des Wohlstandes zu erklimmen.

3 Ursache für Wirtschaft: Das reale Leben

Entscheidend für die wirtschaftliche Entwicklung ist, was im realen Leben passiert: ob und wie stark dort Zeit, Kraft und Ressourcen eingespart werden, ob sich der Arbeitsdruck entspannt, weil man mit neuen Methoden und Werkzeugen besser arbeiten kann. Diese Veränderungen im Arbeitsleben geschehen jedoch sehr langfristig. Dass es neben dem gut erkennbaren, oberflächlichen Auf und Ab der Wirtschaft auch 40 bis 60 Jahre lange Konjunkturzyklen gibt, hat der russische Ökonom Nikolai Kondratieff entdeckt, als er untersuchte, wie sich z. B. Kohleverbrauch oder Preisstabilität in den damaligen Industriestaaten veränderten. 1926 beschrieb er in der Berliner Zeitschrift *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik* zweieinhalb lange Wellen vom ausgehenden 18. Jahrhundert bis 1919 und sagte einen langen Abschwung voraus (der als Weltwirtschaftskrise auch so eintraf).

Den Grund dafür fand er im realen Leben: Jede Zeit arbeitet mit einem bestimmten Mix an Werkzeugen, Kompetenzen und Produktionsfaktoren. Doch diese wachsen nicht im selben Verhältnis wie die Gesamtwirtschaft. Irgendwann gibt es einen wichtigen Produktionsfaktor, der im Verhältnis zu den anderen zu knapp wird und daher viel zu teuer, um noch rentabel arbeiten zu können. Es lohnt sich dann nicht mehr, zu investieren und Leute zu beschäftigen, die Löhne sinken, die Arbeitslosigkeit wächst und Verteilungskämpfe nehmen zu.

An diesen Knappheiten entstehen dann Innovationen und neue Märkte, weil sie wirtschaftlich notwendig werden, schrieb Nikolai Kondratieff. Als die englischen Unternehmer nicht mehr damit hinterherkamen, Bergwerke zu entwässern und Spinnräder mit Tierkraft anzutreiben, beknieten sie den wissenschaftlichen Mitarbeiter der Universität Edinburgh James Watt, eine bestehende atmosphärische Maschine zu einer rentablen Dampfmaschine weiterzuentwickeln – zwölf Jahre tüftelte er daran herum, bis sie endlich ausreichend effizient war und rentabel angewendet werden konnte. Als nach 1769 die Dampfkraft Spinnmaschinen antrieb, leisteten diese 200 Mal mehr als das alte Spinnrad. Textilien wurden viel billiger, mehr Menschen als vorher konnten sich nun welche leisten, die Nachfrage explodierte. Dampfgetriebene Blasbälge erhöhten die Schmelztemperatur am Hochofen und sorgten für eine größere Ausbeute des Erzes und für besseres Eisen – der Preis dafür sank so, dass sich Handwerker mehr Werkzeug anschaffen und besser arbeiten konnten. Dazu benötigte dieser Wirtschaftszyklus eine neue Infrastruktur und beschäftigte zusätzlich viele Menschen, um Kohle und Erz zu beschaffen und Waren auf Dampfschiffen in neugegrabenen Binnenkanälen zu transportieren. Das ging gut, bis diese Strukturen an eine neue Knappheitsgrenze stießen: Wer auf einem Eselskar-

ren Kartoffeln oder Erz oder Textilwaren über morastige Feldwege in die nächste Kleinstadt schaffen wollte, dem war der Aufwand dafür zu groß und auch ein zusätzlicher Ochsenkarren konnte das Problem nicht lösen – es lohnte sich nicht, zu investieren oder Leute zu beschäftigen.

Die Eisenbahn wurde also nicht deshalb gebaut, weil die Leute keine Lust mehr hatten, mit der Kutsche zu fahren, sondern weil der große Transportaufwand der aktuell engste Flaschenhals der Volkswirtschaft war und ihr den Atem abdrückte. Es reicht aber nicht, eine neue, problemlösende Technik zu entwickeln – diese ist schneller gefunden, als sich die Strukturen der Gesellschaft darauf einstellen. Sie benötigt neue Bildungsinhalte, eine neue Infrastruktur, neue Führungsmethoden und eine andere Firmenkultur. Mit ihren neuen Spielregeln und Erfolgsmustern dafür, wie man Wohlstand schafft, verändern solche grundlegenden Erfindungen die Art, wie sich eine Gesellschaft organisiert. Weil sie damit alle Bereiche des Lebens berühren und verändern, stoßen sie immer auf Widerstand. Denn egal, welcher Zeit oder Generation wir angehören: Alles, was wir gelernt haben, war eine teure Investition. Und niemand von uns möchte, dass das, was er so mühsam gelernt hat, plötzlich weniger wert wird – deswegen werden Menschen eher ihre Wahrnehmung anpassen als ihre Meinungen ändern. Und sich den neuen Strukturen entgegenstellen. Bei der Eisenbahn bremsten die Fürsten, die nicht wollten, dass die Schienen über ihre Fürstentumsgrenze hinweg gebaut wurden, sowie Fachleute, die Krankheiten prognostizierten oder zu bedenken gaben, wenn Gott gewollt hätte, dass der Mensch sich auf Rädern fortbewegt, dann hätte er ihm auch welche gegeben.

Das gelingt, bis es uns irgendwann richtig schlecht geht und die Unternehmer vor Ort die Initiative ergreifen und sagen: Los, lasst uns mal unser Geld zusammenschmeißen, die Ärmel hochkrepeln und die Eisenbahn in die nächste Stadt bauen – so wurden immer aus der Wirtschaft heraus die Strukturen für den nächsten Aufschwung geschaffen. Das ist die Dynamik wirtschaftlichen Fortschritts: Das unterschiedliche Tempo des technisch-ökonomischen und des sozio-institutionellen Systems verursacht einen Produktivitätsstau, der das Wirtschaftswachstum niedrig hält, bis sich ein Konsens im Land herausgebildet hat, wohin die Reise gehen soll.

Nach dem gelösten Transportproblem half uns der elektrische Strom, endlich in Massen zu produzieren – die Chemieindustrie wurde dadurch erst möglich, Stahl war effizienter herzustellen, und Handwerker in der Großstadt konnten sich mit der sauberen, lautlosen Energieart im Hinterhof eine Werkstatt mit Elektromotor einrichten, wo Dampfmaschinen zuvor unmöglich gewesen waren. Im Zweiten Weltkrieg und danach half uns das technologische Netz rund um das Auto, Einzelpersonen oder individuell benötigte Waren überall hin zu bringen, wo Bahngleise nicht hinreichten. Und weil die Informationsmenge explodierte, brauchten wir eben den Computer, um Wissen effizienter zu verwalten.

4 Ein gesamtgesellschaftlicher Vorgang

Dieser Blick auf gesamtgesellschaftliche Zusammenhänge macht Kondratieffs Theorie im Gegensatz zu den Erklärungsansätzen von Keynesianern, Neoklassikern oder Monetaristen so interessant: Wie stark oder schwach die Wirtschaft eines Landes prosperiert, entscheidet sich demnach an der Frage, wie sehr seine Bewohner die neuen technischen, aber eben auch sozialen, institutionellen und geistigen Knappheitsüberwinder akzeptieren und die neue technische Infrastruktur verwirklichen. Das ist eine andere Perspektive als die klassische Vorstellung, Vollbeschäftigung pendele sich über den Marktpreis ein. Und auch die Machbarkeitsidee des Keynesianismus, über makroökonomische Gießkannengrößen wie Geldmenge und Staatsausgaben die Konjunktur global steuern zu können, hat sich an der harten Wirklichkeit längst zerrieben.

Als die Regierung Schmidt auf die Ölkrise mit großen Staatsausgabenprogrammen reagierte, führte das lediglich zu Inflation in sowieso überhitzten Branchen, während andere Branchen Mitarbeiter entließen und die Bundesbürger einfach mehr sparten – die monetären Maßnahmen stießen ins Leere, weil die Realwirtschaft stagnierte. Als Helmut Kohl an die Regierung kam, kürzte er Staatsausgaben und Sozialleistungen und erhöhte die Sozialbeiträge sowie Verbrauchssteuern. Nach herrschender Lehre hätte es keinen schnelleren Weg in die Rezession geben können. Stattdessen sprang die Konjunktur an – weil der Computer gerade im realen Leben Ressourcen einsparte, Gewinne erhöhte und so neue Investitionen und Arbeitsplätze rentabel machte. Die tieferen Ursachen wirtschaftlicher Entwicklung können die gängigen Theorien weder erfassen noch gestalten: denn diese sind in den realen Arbeitsbedingungen zu suchen.

5 Geschichte neu erklärt

Die durch Knappheiten gelenkte wirtschaftliche Dynamik bietet einen Ansatz nicht nur zur Erklärung ökonomischer, sondern auch historischer Entwicklungen. Denn jene Volkswirtschaften, die sich auf die neuen Spielregeln und Erfolgsmuster eines beginnenden Strukturzyklus am besten einstellen, sind am produktivsten, können die meisten rentablen Arbeitsplätze anbieten und haben genug Ressourcen, um Armeen oder Bildung zu finanzieren. Die Engländer waren im 19. Jahrhundert nicht deswegen reich und mächtig, weil ihre Notenbank die Zinsen gesenkt hatte, weil die Löhne zwecks Ankurbelung der Nachfrage erhöht oder für ein Mehr an Unternehmensinvestitionen gedrückt worden waren oder weil man eine Steuerreform gemacht hatte oder vielleicht auch nicht. Sondern sie konnten ein, wie wir heute wissen, ökonomisch völlig unsinniges Kolonialreich mit durchschleppen, ihre Armee modern ausstatten und

ihre Schiffe überall auf den Weltmeeren herumsegeln lassen, weil sie die entscheidenden Basisinnovationen wie zuerst die Dampfmaschine und dann die Eisenbahn am besten installierten, die dafür nötige Infrastruktur aufbauten, Firmenabläufe anpassten – und deswegen viel produktiver waren und damit auch mehr Ressourcen hatten, um ihre Probleme zu lösen.

Die englischen Adeligen des Jahres 1800 waren bereit, Unternehmer zu werden, zu einer Zeit, als der deutsche Adel noch vom Rittertum träumte und abfällig auf die Handel treibenden Pfeffersäcke herunterblickte. Unsere Vorstellungen von dem, was uns im Leben als richtig und wertvoll erscheint, bestimmen unser Handeln – Wirtschaft ist eben zuallererst eine kulturelle Leistung. Weil Großbritannien nach 1890 an den Erfolgsmustern von Kohle und Dampf festhielt, sich nicht an die neuen Anforderungen des dritten Kondratieffs anpasste (elektrischer Strom löste den Boom des Stahls und der Chemie aus) und sich ab dem Zweiten Weltkrieg nicht schnell genug auf den Auto-Kondratieff einstellte, wurde es von den USA und Deutschland überholt.

Bis zum Ölschock 1973 wuchs die Wirtschaft mit allem, was mit billiger Erdölenergie zu tun hat – durch das Auto samt Zubehör von der Fahrschule bis hin zur Autobahnraststätte. Auch die Sowjetunion stieg in diesem Strukturzyklus seit den 1940ern dank ihrer riesigen Energiereserven zur Großmacht auf – und zerfiel, als Macht von Faktoren abhängig wurde, die sie mit ihren starren Strukturen nicht bewältigen konnte. Nach einer vergleichsweise kurzen Krisenzeit mit Weltuntergangsszenarien („Grenzen des Wachstums“) trug die Informationstechnik das Wirtschaftswachstum. Vor allem die USA und Japan nutzten die neue Basisinnovation in den 1980er-Jahren. In Europa dagegen verhinderten zunächst starke Vorbehalte ihre Verbreitung – vom „Jobkiller Computer“ war die Rede und man befürchtete eine „verkabelte Gesellschaft“. Deswegen fielen die Europäer in den 1970er-Jahren in der Produktivität vergleichsweise zurück und mussten mit einer relativ hohen Sockelarbeitslosigkeit leben.

Doch die Wirkung der Computer war nicht von unbegrenzter Dauer. Sie verbesserten strukturierte Informationsarbeiten wie Datenbanken, Serienbriefe oder Robotersteuerungen, und das erschöpft sich zunehmend seit der Jahrtausendwende. Bis 2008 lebte die Weltwirtschaft vor allem vom Nachholprozess der Schwellenländer und nur zu einem kleinen Teil von den beginnenden Märkten des nächsten Strukturzyklus, die am neuen „Flaschenhals“ entstehen – Kondratieff nennt das die „Realkostengrenze“, um deutlich zu machen, dass es nicht um Geld, sondern um eine physische Knappheit geht.

Sein Blick für die entscheidenden Knappheiten brachte den russischen Ökonomen immer wieder in Konflikt mit Politik und Fachwelt. Als sein 1920 in Moskau gegründetes Konjunkturinstitut den Fünfjahresplan für die Landwirtschaft ausarbeitete, plädierte Kondratieff für Marktstrukturen und setzte sich dafür ein, die Landwirtschaft erst später zu kollektivieren, wenn ausreichend Kapital für Maschinen vorhanden wäre. Als seine Ideen im Zentralkomitee der Partei zunehmend auf Ablehnung stießen, musste er seinen Posten als Direktor des Konjunkturinstitutes räumen, die Einrichtung wurde geschlossen.

Doch auch in der Ökonomie stieß seine Lehre damals auf Kritik: Lange Wellen gebe es, weil Gold gefunden werde oder weil Kriege oder Revolutionen die Konjunktur befeuerten, hielt man ihm entgegen. Kondratieff konterte, seine Kritiker verwechselten Ursache und Wirkung: Nein, weil die Wirtschaft expandiere, lohne es sich wieder, neue Goldfelder zu erschließen. Und Kriege sowie Revolutionen fänden immer nur im langen Aufschwung statt, wenn das Kräftegleichgewicht durcheinander gerate, weil ein Land oder eine Bevölkerungsschicht die neuen technologischen Netze besser nutze als andere.

Demnach ermöglichte letztlich die Dampfkraft die Emanzipation der französischen Bürger, die sich nicht länger von unfähigen Adeligen bevormunden lassen wollten. Sie fegten 1789 den König hinweg und bestimmten endlich über ein Parlament und die freie Presse mit, wofür die Steuergelder investiert werden sollten – das Volk, dem es nur um ein Stückchen Brot ging, lief nebenbei so mit. Auch die Revolution von 1848 war eine Revolution der Bürger und Gewerbetreibenden. Doch sie scheiterte, weil die Großbürger vor den immer radikaleren Forderungen der entstehenden Arbeiterschicht Angst bekamen. Dafür vereinbarten sie einen Kuhhandel mit ihren Monarchen: Keine Revolution mehr, dafür endlich freie Bahn für Eisenbahn und grenzübergreifendes liberales Wirtschaften. Auch die Studentenunruhen der 1968er fanden während der dynamischsten Ausbreitung des Autos statt. Und nicht zuletzt fügt sich auch die Chronologie der Kriege in dieses Schema: Während sich Spannungen in den wirtschaftlichen Abschwungphasen der langen Zyklen nicht gewaltsam entladen und sich Konkurrenten sogar annähern, finden Kriege in wirtschaftlichen Aufschwungphasen statt.

6 Alle Lebensbereiche werden neu organisiert

Kondratieff sah die langen Wellen alle Lebensbereiche durchdringen: Schließlich benötigt ein neuer Strukturzyklus neue Bildungseinrichtungen, neue Managementmethoden und Firmenstrukturen. Kein Wunder, dass sich im langen Aufschwung in Kunst und Politik Optimismus breit macht, im langen Abschwung dagegen Pessimismus. Biedermeier und Romantik herrscht in der Flaute der 1820er vor, Historismus in den 1880ern – man baut Häuser wie Burgen, schreibt Gedichte über starke Germanenfürsten. Der Jugendstil dagegen mit seinen Blümchenornamenten oder liberalem Gedankengut – wie in Frank Wedekinds Drama *Frühlings Erwachen* – findet im kräftigen Aufschwung während der Elektrifizierung statt. Und auch die Ära der Beatles mit der locker-entspannten Musik ist verbunden mit dem Auto-Aufschwung: Man konnte die Haare so lange tragen, wie man wollte, weil es egal war, was Lehrer oder Ausbilder sagten, weil jeder eine Stelle bekam und die Wirtschaft sowieso jedes Jahr um acht Prozent wuchs – das aber nicht, weil die Leute damals so tüchtig waren, sondern weil sich gerade das technologische Netz rund um das Auto so stark ausbreitete.

Gewerkschaften setzten sich immer im langen Aufschwung durch, im langen Abschwung dagegen wurden die Rechte der Arbeiter abgebaut. Und auch Kirchengeschichte lässt sich entlang der Kondratieffwellen verfolgen: Die Aufbruchsstimmung des zweiten Vatikanischen Konzils, in dem sich die Katholische Kirche neu formierte, ereignete sich vor dem Hintergrund des Autobooms.

Der österreichisch-amerikanische Ökonom Joseph Schumpeter griff Kondratieffs Ideen auf und benannte 1936 die langen Zyklen nach ihm. Doch Schumpeter konnte sich nicht gegen eine andere – kurzfristig angelegte, auf die monetäre Schmalspur reduzierte – Theorie durchsetzen: die im selben Jahr veröffentlichte *General Theory* von John Maynard Keynes, der die Konjunktur mit Geld steuern zu können glaubte – eine unschlagbar attraktive Behauptung. Die Folge: Kondratieffs ganzheitliche Sicht auf die wirtschaftliche Entwicklung geriet in Vergessenheit.

Nur wenn sich große Krisen anbahnen, erinnert sich jemand vom Hörensagen daran. Doch einen Automatismus für lange Wellen gibt es nicht, antwortete Kondratieff schon seinen zeitgenössischen Kritikern: Wie lange etwa ein langer Abschwung dauert, hängt davon ab, wie lange die Menschen brauchen, um ihre Strukturen neu zu organisieren. Würde sich Wirtschaftspolitik an seiner Theorie orientieren, sie würde versuchen, den nächsten knappen Produktionsfaktor zu identifizieren. Der müsste dann durch Innovationen so produktiv gemacht werden, dass eine Krise vermieden würde. Was also ist denn nun die nächste Knappheit, vor der die Welt steht?

Viele meinen: Energie und Rohstoffe. Doch wer diese verbrauchen darf, das entscheidet sich letztlich daran, wer sie am effizientesten verwendet – und das hängt heute entscheidend ab von der Qualität der Wissensarbeit: entwickeln, organisieren, planen, Lösungen finden. Zum ersten Mal stehen wir vor einer immateriellen Knappheitsgrenze in einer zunehmend immateriellen Wirtschaft: Dass Informationsarbeit nicht ausreichend effizient ist, dafür sprechen viele Indikatoren wie massive Kommunikationsprobleme oder die immer weiter verbreitete innere Kündigung – die Berufstätigen geraten vor allem mit ihrem Sozialverhalten unter den Veränderungsdruck, effizienter zusammenzuarbeiten, um Wissen besser zu nutzen. Und weil Bildung zu einer teuren, Jahrzehnte langen Investition wird, muss sie sich auch länger amortisieren als bis zur vorzeitigen Verrentung – die Nachfrage nach Gesunderhaltung dürfte daher so stark werden, dass sie einen Aufschwung tragen kann. Doch die aktuelle Gesundheitspolitik – Kopfpauschale, Bürgerversicherung – verteilt volkswirtschaftlich gesehen wieder nur Geld von der linken in die rechte Hosentasche. Würde die Politik Kondratieffs Globalsicht entdecken, sie würde sich im realen Leben um eine bessere Arbeitskultur und um umfassende, u. a. psychosoziale Gesunderhaltung auch der Gesunden kümmern. Damit hätte dann Kondratieffs Theorie 70 Jahre nach seinem Tod noch etwas bewiesen: dass Ideen langfristig doch stärker sind als Bajonette und Repression.

7 Epilog: Der Heroischste und Tragischste aller Ökonomen

Nikolai Dmitrijewitsch Kondratieff wird am 17. März 1892 in dem Dorf Galuevskaja der zentralrussischen Provinz Kostroma, etwa 320 Kilometer nordöstlich von Moskau, als Sohn einfacher Bauern geboren. Nach der Grundschule fehlt das Geld für höhere Bildung – so liest er sich den Stoff selbst an und besteht 1911 die Abiturprüfung, ohne jemals im Unterricht gesessen zu haben. Noch als Teenager engagiert er sich für Demokratie und die sozialistische Partei, wird von der Polizei des Zarenreiches 1905 und 1906 festgenommen. Als Student an der juristischen Fakultät der Universität St. Petersburg unterrichtet er nebenher Arbeiter, um sie auch politisch zu emanzipieren. Als das Fürstenhaus der Romanows 1913 seine 300jährige Thronbesteigung feiert, demonstriert er gegen die Monarchie – und wird wieder verhaftet.

Nach dem 1915 erfolgreich abgeschlossenen Studium arbeitet Kondratieff in der Verwaltung in einem Petersburger Distrikt. Als 25-Jähriger beteiligt er sich an der Februarrevolution 1917, die den Zaren absetzt, analysiert in Artikeln die Nahrungsmittelsituation, wird zum Mitglied der Verfassungsgebenden Versammlung gewählt und dient der Regierung Kerenski als Vize-Ernährungsminister. In der Oktoberrevolution wird diese von den Bolschewiken gewaltsam aufgelöst – wieder landet Kondratieff für kurze Zeit im Gefängnis. Danach geht er nach Moskau und gründet dort 1920 sein Konjunkturinstitut, wo er den Fünfjahresplan für die Landwirtschaft ausarbeitet.

Er plädiert für Marktstrukturen und dafür, die Landwirtschaft erst später zu kollektivieren, wenn ausreichend Kapital für Maschinen vorhanden sein werde. Bis dahin müsse es der Staat dem einzelnen Bauern erlauben, für seinen eigenen wirtschaftlichen Vorteil zu arbeiten. Obwohl seine Ideen im Zentralkomitee der Partei zunehmend auf Ablehnung stoßen, äußert er weiterhin Kritik am Kurs der Regierung. Schon 1928, als die eher marktwirtschaftlich orientierte „Neue ökonomische Politik“ (NEP) Lenins wieder durch Planwirtschaft ersetzt wird, muss Kondratieff seinen Posten als Direktor des Moskauer Konjunkturinstitutes räumen, das Institut wird geschlossen.

Doch er bleibt für die Kommunisten ein Konkurrent um die Interpretation der Wirklichkeit. Das ist wohl der Hauptgrund dafür, dass er 1930 festgenommen und in Suzdal, 180 Kilometer östlich von Moskau, in Einzelhaft kommt. Dort verfällt seine Gesundheit, und er verzweifelt auch als Wissenschaftler daran, dass sein Werk verloren scheint, das so einen völlig neuen, umfassenderen Blick auf die Wirtschaft wirft. „All die neuen und möglicherweise objektiv nicht uninteressanten Gedanken, die ich hatte und die mir aufgingen, werden Stück für Stück dem Grab übergeben“, schreibt Kondratieff in einem Brief am 28. März 1934 an seine Frau Evgeniya. „Die Haft hat meine wissenschaftliche Arbeit beendet, und – was noch schwerer wiegt – hat sie zur entscheidensten und – subjektiv – interessantesten Zeit beendet; die Jahre vergehen und meine wissenschaftlichen Pläne zerrinnen und werden zerstreut wie Sand“ (26.

Mai 1932). Die Bücher, die er noch schreiben, die Theorien, die er noch entwickeln wollte – aus und vorbei. Abgeschottet vom internationalen Wissenschaftsbetrieb, in den er gerade erst so gut eingebettet war, und stickiger Eintönigkeit ausgeliefert, verfällt er intellektuell und körperlich. In der Stille wird er fast taub, verliert zunehmend sein Augenlicht, Schlaflosigkeit und Kopfschmerzen plagen ihn. „Man sollte nie auch nur für einen Augenblick vergessen, dass die Lebenszeiten unserer Generation ... apokalyptische Zeiten sind“ (28. Februar 1934). Nach acht Jahren Haft verurteilen ihn die Kommunisten am 17. September 1938 zum Tod, er wird noch am selben Tag erschossen.

Literatur

- Brodbeck, K.-H.: Die fragwürdigen Grundlagen der Ökonomie. Eine philosophische Kritik der modernen Wirtschaftswissenschaften. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft (1998).
- Freeman, C. & Louca, F.: As time goes by: from the industrial revolutions to the information revolution. New York: Oxford University Press (2001).
- Händeler, E.: Die Geschichte der Zukunft: Sozialverhalten heute und der Wohlstand von morgen (Kondratieffs Globalsicht, 7. Aufl.). Moers: Brendow-Verlag (2009).
- Händeler, E.: Kondratieffs Welt. Wohlstand nach der Industriegesellschaft (4. Aufl.). Moers: Brendow-Verlag (2009).
- Kennedy, P.: Aufstieg und Fall der großen Mächte. Ökonomischer Wandel und militärischer Konflikt von 1500–2000. Frankfurt a. M.: Fischer Taschenbuch Verlag (2000).
- Kondratieff, N. D.: Die langen Wellen der Konjunktur. Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik, 56, 573–609 (1926).
- Kondratieff, N. D.: Die Preisdynamik der industriellen und landwirtschaftlichen Waren (Zum Problem der relativen Dynamik und Konjunktur). Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik, 60, 1–85 (1928).
- Kondratiev, N. D., Barnett, V., Makasheva, N. A., Samuels, W. J. & Wilson, S. S.: The works of Nikolai D. Kondratiev (4 volume set). London: Pickering & Chatto (1998).
- Marchetti, C.: The automobile in a system context. The past 80 years and the next 20 years. Technological Forecasting and Social Change 23, 3–23 (1983).
- Perez, C.: Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems. Futures 15(5), 357–375 (1983).
- Schumpeter, J. A.: Konjunkturzyklen. Eine theoretische, historische und statistische Analyse des kapitalistischen Prozesses. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht (2008).
- Weber, M.: Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus. In: Gesammelte Aufsätze zur Religionssoziologie, Band 1. Tübingen: Mohr Siebeck (1986).

Michael Fackler

Wissensgesellschaft – mühsamer Wandel der Arbeitswelt

Oder: Von der Diktatur zur Wohlfühlücke? Ein Praxisbericht

1 Einleitung

In der Industrialisierung mussten Menschen anfangs wie Maschinen funktionieren: immer derselbe Handgriff am Fließband etc. Was zu tun war, war schematisch vorgeschrieben, *top-down* wie beim Militär. Das war der damaligen Arbeitsstruktur angemessen, aber eine stetige wachsende Zahl von Menschen hat heute völlig andere Aufgaben, z. B. schnelles Problemlösen oder produktives Verarbeiten von Wissen in vernetzten Teams. Das bringt das Firmenmanagement in einen Zwiespalt: Einerseits will und soll es dem Unternehmen die Richtung vorgeben, andererseits sind die Tätigkeiten nicht mehr so, dass man sie auf einfache Weise vorschreiben und kontrollieren kann, z. B. dann, wenn man auf hohe Flexibilität, schnelles autonomes Handeln einzelner Mitarbeiter oder gar auf Kreativität angewiesen ist. Eine zentrale und wachsende Rolle spielen heutzutage Vertrauen und Loyalität, die stark von der Zufriedenheit der Angestellten und zahllosen menschlichen und kulturellen Faktoren abhängen. In diesem lang dauernden Umbruch des Wirtschaftslebens kann man oft ein Nebeneinander mehrerer Generationen von Unternehmensphilosophien beobachten und erlebt ein Hin und Her zwischen Aufbruchsstimmung und konservativen Reflexen. Und man könnte (und sollte) ein paar grundsätzliche Fragen zur Unternehmensführung in der Wissensgesellschaft stellen.

2 Unternehmen im Wandel

Wie wurden Firmen früher geführt? Bei aller Vielfalt waren sie doch im Wesentlichen hierarchische Unternehmen, in denen Anweisungen von oben nach unten erfolgten, mit teilweise unzähligen Hierarchieebenen. Vorbild waren anfangs sicherlich traditionell-patriarchalische Familienstrukturen und das Militär. Das passte gut zu einer von Fließbändern und anderen starren Abläufen geprägten Arbeitswelt, wo es auf die Kreativität und Flexibilität des einzelnen nicht ankam.

Das ist lange her. Schon im 20. Jahrhundert hat sich die Arbeitswelt stark gewandelt und etliche Neuerungen wurden ausprobiert, z. B.:

- *Lean Management*: Man verringerte die Zahl der Hierarchiestufen deutlich, um den Informationsfluss in der Firma zu beschleunigen. Das war aber immer noch ein hierarchisches System, und die einzelnen Chefs hatten nun eine riesige Zahl an Mitarbeitern zu führen.
- *Trennung von Fach- und Führungsstruktur*: Es gibt einen disziplinarischen Chef, der z. B. über Urlaub und Gehaltserhöhung zu entscheiden hat, aber die fachlichen Führungsaufgaben (Anleitung im Job etc.) sind an einen Experten delegiert, der keine formellen Führungsaufgaben hat.
- *Matrixorganisation*: Man ist z. B. für ein bestimmtes Fachgebiet und ein bestimmtes Land zuständig und arbeitet somit gleichzeitig fachübergreifend in einem Länderteam und landesübergreifend in einem fachlichen Team.
- *Projekt-Struktur*: Man arbeitet in wechselnden Projekten, teils auch in mehreren parallel, die jeweils eigene Leiter, Planungen und Budgets haben.
- *Netzwerkorganisation*: Man arbeitet bei einem Thema zusammen, ist aber über viele Abteilungen oder gar weltweit verstreut.

Auch in der Art der Führung gab es Änderungen. Beispielsweise werden statt einzelner Anweisungen Ziele vereinbart und die Leistung entsprechend deren Erreichung beurteilt (*Management by Objectives*).

Allen diesen Maßnahmen ist gemeinsam, dass sie Reaktionen auf Veränderungsdruck sind und auch nach ihrer (oft mühsamen) Einführung keine Euphorie im Unternehmen auslösen. Häufig muss permanent nachjustiert werden; es scheint kein Patentrezept für eine heutzutage angemessene Organisation und Führung von Unternehmen zu geben. Oder es zeigt sich, dass die neu eingeführte moderne Unternehmenskultur nur bei Schönwetter funktioniert – sobald es großen Druck oder Konflikte gibt, fällt man wieder in die alten Schemata zurück.

Es spricht einiges dafür, dass diese Schwierigkeiten von einem sehr umfassenden Umbruch der Arbeitswelt verursacht sind, dessen Tiefe weithin unterschätzt wird. Zwar besteht weitgehend Konsens darüber, dass wir uns auf etwas zu bewegen (oder gar schon mittendrin sind), was als Wissensgesellschaft bezeichnet wird, nur ist uns vielleicht nicht bewusst, was das für den Arbeitsalltag bedeutet: Die meisten Menschen in heutigen Industrieländern sind nicht mehr

mit der Produktion von Nahrungsmitteln, Kohle, Stahl, Autos etc. beschäftigt, sondern sie bearbeiten und erzeugen Wissen aller Art. Damit ist nicht einfach Information gemeint, die man heute ja sehr effektiv speichern und per Glasfaserkabel um die Welt schicken kann. Ein entscheidender Wirtschaftsfaktor ist zunehmend, aus der heute verfügbaren Unzahl an Informationen die relevanten zu identifizieren, damit produktiv zu arbeiten und sie weiterzugeben. Das ist ein im Grunde kreativer Vorgang, den man nicht einfach beschreiben oder gar an einen Computer delegieren kann. Genauso schwer ist er zu planen und zu kontrollieren – nicht zuletzt, weil der Einzelne nicht alles wissen kann, was er für seine Arbeit braucht, und daher gut vernetzt zu Anderen sein muss und von ihnen abhängig ist.

Um zu illustrieren, wie sich der Arbeitsalltag der Menschen über Jahrhunderte verändert hat, hier ein sehr vereinfachter Abriss dreier Wirtschaftsepochen:

1. Agrargesellschaft

- Arbeitsrhythmus: abhängig von äußeren Umständen (Jahreszeit, Wetter)
- Tätigkeit: vielseitig (im Jahresrhythmus), vorhersehbar
- Arbeitszeit: Wechsel zwischen sehr langen Tagen und Leerlauf
- Flexibilität: notwendig
- Produktivität: abhängig von äußeren Umständen
- Orientierung an: Zeichen der Natur

2. Industriegesellschaft

- Arbeitsrhythmus: ignoriert äußere Umstände (Maschinen, Fließband)
- Tätigkeit: einseitig, vorhersehbar
- Arbeitszeit: fest (Stechuhr)
- Flexibilität: unwichtig
- Produktivität: konstant, vorgegeben
- Orientierung an: starren Regeln

3. Wissensgesellschaft

- Arbeitsrhythmus: abhängig von äußeren Umständen (v. a. der Interaktion mit anderen)
- Tätigkeit: phasenweise sehr vielseitig, unvorhersehbar
- Arbeitszeit: leicht schwankend, aber stark schwankende Belastung
- Flexibilität: notwendig
- Produktivität: extrem abhängig von Kooperation, Kommunikationsfähigkeit, Arbeitsbedingungen und Wohlbefinden
- Orientierung an: kurzfristigen Anforderungen und langfristigen Visionen

Die Anforderungen an die heutigen „Wissensarbeiter“ werden im Folgenden erläutert. Interessant ist, dass ein paar Eigenschaften, die sich unsere Vorfahren bei der Umstellung von der Landwirtschaft auf Fließband-Arbeitsplätze mühsam abgewöhnen mussten, plötzlich wieder gefragt sind: insbesondere die Bereitschaft, notfalls sehr kurzfristig und flexibel mit hohem Engagement auf unvorhergesehene Umstände zu reagieren. (Und vermutlich müssen wir auch wieder lernen, wie man sich am besten von solchen Belastungen erholt.)

3 Wissensarbeit

Wissensarbeiter haben viele Berufe: Sie müssen neues Wissen kreieren (Entwicklung), sich und Kollegen weiterbilden und generell Wissen für Andere verfügbar machen. Wegen der hohen erforderlichen Interaktion mit Kollegen und Kunden nah und fern verbringen sie viel Zeit mit Networking und in Meetings. Dazu kommt die flexible Reaktion auf plötzliche Herausforderungen oder Probleme. Das kann ein feuerwehrtartiger Einsatz sein, eine – natürlich hochqualifizierte – Hotline-Tätigkeit oder ein für eine unerwartete Geschäftsmöglichkeit aus dem Boden gestampftes Projekt. Das hat zwei Konsequenzen: Zum einen ist nach Jahrzehnten des Spezialistentums auf einmal wieder der Allrounder gefragt (allerdings einer mit fundiertem Know-How). Zum anderen ist klar, dass sich eine solche Art der Arbeit nur ganz schwer in Planungen, Zielvereinbarungen etc. einpassen lässt.

Wie sieht der Alltag des Wissensarbeiters aus? Er ist einem stetigen und raschen Wandel unterworfen; vieles ist gleichzeitig zu erledigen; man muss schnell und flexibel, aber gleichzeitig kompetent und kreativ agieren. Dies erfordert, Know-How auf Vorrat aufzubauen, aber trotzdem wird man immer wieder in Situationen geraten, für die man nicht optimal vorbereitet ist und ad hoc reagieren muss. Weil man nicht alle Kenntnisse haben kann, die man für den Job benötigt, muss man vor allem wissen, woher bzw. von wem man das aktuell relevante Wissen bekommt. Dieses Erkennen und Beschaffen von Wissensquellen ist im Grunde eine Managementaufgabe. Insgesamt reicht der Job von Phasen hoher Interaktion mit Anderen zum gegen teiligen Extrem, dem einsamen Schreiben von Wissensdokumenten.

Das alles stellt hohe Anforderungen an die Wissensarbeiter: Sie müssen viel und konstruktiv kommunizieren, denn nur uneigennütziges Teilen von Wissen führt zum Erfolg. In praktischer Hinsicht ist die Kommunikation erschwert durch schlechte Erreichbarkeit von Kollegen und Kunden auf Grund flexibler Arbeitszeiten, Telearbeit von zu Hause und nicht zuletzt der Zeitverschiebung, man ist ja schließlich weltweit in Kontakt. Der Aufbau von Know-How und einem Netzwerk aus hilfreichen Kollegen erfordert Weitsicht und strategisches Können. Wissensarbeiter müssen einerseits gut kooperieren und andererseits manchmal sehr selbständig arbeiten können, und die ständigen Rhythmuswechsel (vom stillen Kämmerlein über das Mee-

ting bis zum Feuerwehreinsatz) sind kraftraubend. Und es ist auch nicht immer leicht, sich an Vorgaben zu orientieren, die komplex sind und oft nur unscharf formuliert werden können.

Hoch sind auch die menschlichen Anforderungen. Wissensarbeiter brauchen eine hohe Eigenverantwortung. Gleichzeitig müssen sie sich gegenseitig einen Vorschuss an Vertrauen und Empathie geben, denn die Zusammenarbeit beruht auf Atmosphäre, nicht auf Kontrolle. Sie müssen nicht nur gesundheitlich stabil sein, sondern auch mental. Während es am Fließband eher unwichtig war, ob die Arbeiter schlecht gelaunt oder schlecht in Form waren, hängt die Produktivität der Wissensarbeiter entscheidend von ihrer Zufriedenheit und körperlich-seelischen Verfassung ab, denn wenn Menschen sich nicht wohlfühlen, sind sie viel weniger kooperativ und kreativ. Das Wohlbefinden der Angestellten und damit auch die Arbeitsbedingungen sind entscheidend für die Effizienz der Firma.

Die notwendige hohe und konstruktive Interaktion weltweit erfordert außerdem viel Toleranz gegenüber der Individualität der Kollegen und Verständnis gegenüber fremden Kulturen, was wesentlich mehr bedeutet als die ohnehin notwendigen soliden Fremdsprachenkenntnisse. Ein weiterer Punkt, der vielleicht oft unterschätzt wird: Für Menschen ist es etwas natürliches, zu anderen Menschen loyal zu sein, z. B. in einer festen Abteilung zum Chef und zu den Kollegen. In der heutigen Dynamik hat man viele und häufig wechselnde Bezugspersonen; man muss im Grunde primär den abstrakten Unternehmenszielen gegenüber loyal sein, und das ist emotional gar nicht so einfach.

Es ist populär, mit Vorgesetzten unzufrieden zu sein. Man sollte sich aber vor Augen führen, dass es auch für eine talentierte und engagierte Führungskraft sehr schwierig sein kann, ein guter Chef zu sein. Die Führung von Wissensarbeitern ist nämlich ein harter, undankbarer Job. Man versetze sich doch einmal in deren Vorgesetzten und stelle sich vor, was er mit seinen Leuten so erlebt:

- Sie tun stundenlang nichts (und nennen das Know-How-Aufbau).
- Sie machen lange Kaffeepausen (und nennen das Netzwerk-Aufbau).
- Sie verschwinden von einem Moment auf den anderen (zum Feuerwehreinsatz bei einer anderen Abteilung).
- Sie lassen geplante Arbeit liegen (für ein Projekt mit hoher Priorität, das irgend jemand gerade aus dem Boden stampft).
- Sie stellen Forderungen (und nennen das eigenverantwortliche Beschaffung von Ressourcen).
- Sie haben noch – mindestens – einen zweiten Chef: den Leiter von Projekt A, den Leiter von Projekt B, usw.

Das alles passt nicht zu dem, was man früher unter Führung verstanden hat – Anleitung, Motivation, aber auch Kontrolle der zugeordneten Mitarbeiter. Bei allem Idealismus – ein Chef könnte heute seine Rolle vielleicht primär darin sehen, seinen Leuten optimale Arbeitsbedingungen zu schaffen und sie durch schwierige Herausforderungen zu coachen – gibt es heutzutage ein paar strukturelle Konflikte, die nicht durch guten Willen zu lösen sind:

- Durch Projekte, Matrix etc. vereinen sich oft zwei widerstreitende Rollen in einer Abteilung oder gar einer Person.
- Insbesondere gibt es einen klassischen Loyalitätskonflikt, wenn die Meinung des Chefs nicht mit dem Projektziel oder allgemeiner den Zielen der Firma übereinstimmt (bzw. dem, was man selbst für das Ziel hält).
- Es gibt immer mehr Querschnittsfunktionen, die gewisse Standards unternehmensweit garantieren sollen (z. B. Sicherheit, Risikomanagement). Diese reiben sich an der traditionellen Firmenstruktur, weil sie durch ihre Funktion faktisch eine gewisse Weisungsbefugnis gegenüber Abteilungen haben, die organisatorisch ganz woanders angesiedelt sind.

Zuletzt genannt sei ein nicht so offensichtliches, aber gleichwohl großes Problem: Oft wird zwar die Verantwortung an den Wissensarbeiter delegiert, nicht aber der Zugriff auf die Mittel, welche er braucht, um diese Verantwortung auszufüllen. Diese Ressourcen (Budgets, Stellen, Beförderungen, etc.) bleiben traditionell der formalen Abteilungsstruktur zugeordnet, selbst wenn die Mitarbeiter alle in Projekten und Netzwerken eingesetzt sind.

4 Einzelaspekte

Wie kompliziert die Arbeitswelt geworden ist, zeigt sich in vielen Facetten. Einige sollen hier näher beleuchtet werden.

4.1 Aus- und Fortbildung

Wissensarbeit erfordert lange Einarbeitung und permanente Weiterbildung. Das ist eine teure Investition, deren Nutzen nur langfristig und zudem unsicher ist, denn das Know-How könnte unerwartet schnell veralten – oder der fertig ausgebildete Mitarbeiter kündigen. Wer kann/darf entscheiden, wer wann wie viel wissen muss (Lehrplan oder Eigenverantwortung)? Und wie hält man das Know-How in der Firma?

Generell hilfreich ist natürlich das Bestreben, die Mitarbeiterfluktuation zu senken. Vielleicht müssen aber auch Angestellte umdenken und sich am Aufwand für Ihre Weiterbildung beteiligen. Das ist nicht unfair, denn ihr Marktwert erhöht sich ja heutzutage ganz entscheidend mit ihren Kenntnissen. Schon länger findet man bei sehr teuren Ausbildungen die Vereinbarung, dass ein Mitarbeiter die Kosten anteilig erstatten muss, wenn er nicht mindestens x Jahre bei der Firma bleibt. Man könnte sich aber auch Regelungen vorstellen, bei denen gewisse Weiterbildungen zum Teil in der Freizeit gemacht werden. Ein Wissensarbeiter, der sich deutlich weiterentwickeln will, sollte das nicht als Tabu ansehen, wenn er einen fairen Deal ange-

boten bekommt, z. B.: „Okay, wenn Du das Seminar unbedingt machen willst, dann darfst Du hin. Wir bezahlen es, aber die Hälfte der Tage geht vom Urlaub ab.“

Manchmal findet man eine ganz radikale Lösung, nämlich das Outsourcing gewisser wissensintensiver Tätigkeiten an Externe. Bei denen hat man nämlich eine gute Chance, dass man sie Jahre später, wenn man an dem Thema weiterarbeiten will, wieder auftreibt. Hat man dagegen Angestellte eingesetzt und die gehen zur Konkurrenz, so kommt man nie mehr an sie heran.

4.2 Informations-Overflow

50 E-Mails am Tag – das ist in manchen Firmen Normalität. Das Problem: Die meisten sind eher unwichtig, aber man sieht es nicht sofort. Und dazwischen sind ein paar unauffällige, die man unbedingt rasch lesen/beantworten muss. Ganz schlimm ist es nach dem Urlaub: Eine Woche Dauer-Hektik ist unvermeidbar, um neben der Arbeit den aufgelaufenen E-Mail-Berg abzuarbeiten. Danach ist man eigentlich schon wieder urlaubsreif.

Ebenfalls inflationär: Meetings zu Allem mit Allen. Mehrstündige Besprechungen, davon nur zehn Minuten wertvoll, aber man weiß nicht, wann die kommen. Und dann gibt es da noch 1.000 Seiten Dokumentation, die man eigentlich längst gelesen haben sollte; da stehen nämlich – irgendwo – Sachen drin, die man unbedingt wissen muss.

Was hilft? Der Empfänger von Informationen ist im Grunde wehrlos – der Sender hat es in der Hand: Er sollte die Adressaten mit Bedacht auswählen, genauso das Format der Information. Man gehe also in sich: Eine große Sitzung mit 100 überladenen Power-Point-Folien oder doch lieber ein sorgfältig erstellter Bericht von 8 Seiten? Das funktioniert natürlich nur, wenn es wertgeschätzt wird, dass die Sender von Informationen Zeit und Energie in ein optimales Format und die Wahl der richtigen Empfänger stecken – was leider eine fast unsichtbare und daher schwer zu beurteilende Tätigkeit ist.

4.3 Experten-Netzwerke

Wenn Informationen entlang der Hierarchien nicht richtig oder zu langsam fließen, liegt es nahe, alle Experten zu einem Thema zu vernetzen, was angesichts der heutigen Kommunikationsmittel viel leichter ist als früher. Solche Netzwerke sollen Fachthemen bearbeiten und/oder als Ansprechpartner aller Kollegen weltweit fungieren.

Ein Expertennetzwerk garantiert flüssigen Informationsaustausch, aber es steht natürlich quer zu allen sonstigen Strukturen der Firma, und das kann diverse Konflikte erzeugen: Für viele Fachthemen sind nämlich traditionell gewisse Stabsabteilungen zuständig. Wer hat dann

die endgültige Fachkompetenz – das neu gegründete, diffuse Netzwerk oder der zentrale Stab? Und wer entscheidet und bezahlt Anschaffungen, Projekte – und die Reisen der weltweit verstreuten Netzwerkexperten, die sich ja auch mal persönlich treffen sollen?

4.4 Firmen-Intranets

Damit Mitarbeiter weltweit nach einheitlichen Standards arbeiten, liegt es nahe, Firmen-Know-How und Arbeitsanweisungen zentral ins Intranet zu stellen, so dass sich Mitarbeiter selbstständig informieren können und nicht davon abhängig sind, ob erfahrene Kollegen vor Ort sind und Zeit für Fragen haben. Was dabei gerne unterschätzt wird, ist der Aufwand, den man für den Aufbau eines guten Intranets investieren muss. Die Kollegen werden es nämlich nur annehmen, wenn es gut strukturiert und verständlich geschrieben ist, viele Themen abdeckt, aber zu viel sollte es dann auch wieder nicht sein – vom Overflow war ja schon die Rede. Auch hier haben die Sender von Informationen eine große Aufgabe vor sich. Dazu kommt der soziale Aspekt: Menschen lernen zumeist lieber – und oft besser – von anderen Menschen als aus anonymen Texten. Und bei Arbeitsanweisungen (verbindlichen Workflows) hat man das Problem, dass sie, einmal schriftlich publiziert, oft starrer und weniger leicht zu adjustieren sind, als wenn man sie in einer Abteilung persönlich regelt; siehe nächster Punkt.

4.5 Prozessgläubigkeit

Gerade große, regional verstreute Firmen haben oft das Bedürfnis, Arbeitsprozesse genau zu beschreiben (= vorzugeben). Das soll Einheitlichkeit und Qualität garantieren, die Einarbeitung der Mitarbeiter effizienter gestalten und sie nicht zuletzt leichter kontrollierbar – und auswechselbar – machen. Zur Zeit der Fließbänder waren Prozessbeschreibungen nicht allzu schwierig, aber in der dynamischen Wissensgesellschaft muss man Abläufe viel öfter variieren als früher; Flexibilität macht oft die Leistung einer Firma wesentlich aus. Wenn man Abläufe zu stark im Detail formalisiert, würgt man diese Flexibilität ab.

4.6 Die internationale Herausforderung

Es ist schwer, eine globale Firma zu sein. Die meisten Unternehmen sind einmal an einem Ort entstanden und haben eine Kultur ausgebildet, die diesem Ort und der Mentalität der Gründer und frühen Angestellten entspricht. Wenn man mit dieser Kultur erfolgreich war, will man sie bei der Expansion natürlich nicht ändern und gibt sie dementsprechend allen Standorten vor.

Dabei kann man leicht übersehen, wie viel von dem, was die Firmenkultur ausmacht, in der nationalen oder gar regionalen Mentalität verwurzelt ist. Viele Verhaltensweisen macht man sich nicht einmal bewusst und fordert sie daher auch nicht explizit ein. Wenn etwas aber für Kollegen an anderen Standorten überhaupt nicht selbstverständlich ist, kommt es zu klassischen interkulturellen Missverständnissen und gegenseitigem Misstrauen. Dazu kommt, dass in anderen Ländern ja auch erfolgreich Geschäfte gemacht werden, wenn vielleicht auch in einem ganz anderen Stil, und daran wollen die Kollegen dort natürlich festhalten. Solche Probleme konnte es früher auch schon geben, aber in der Wissensgesellschaft muß die Kommunikation intensiver und kooperativer sein, und die Themen sind viel komplexer. Gegenseitige Abgrenzung, wie sie oft reflexartig im interkulturellen Kontext entsteht, wird so zu einem immensen Problem. Und damit einher geht die Unsicherheit, ob die Auslandstöchter wirklich loyal sind.

Das kann sogar für vermeintlich ähnliche Länder gelten, die nicht einmal eine erhebliche Sprachbarriere haben. So hat die Geschichte der Schweiz als kleines Land zwischen großen Nachbarn, gegründet als freiwilliger Zusammenschluss von sehr heterogenen Kantonen, eine konsens- und kompromissorientierte politische Kultur hervorgebracht, die auch stark auf die Kommunikation im Wirtschaftsleben ausstrahlt. Im Raum Zürich wird dies aktuell öffentlich diskutiert, denn die starke Zuwanderung deutscher Arbeitnehmer lässt die Unterschiede deutlich werden, die sogar zwischen der Deutschschweiz und den angrenzenden Regionen bestehen, wo man ähnliche Dialekte spricht.

Sprachprobleme machen alles natürlich noch viel komplizierter. Mit der Aussage „Es können heutzutage doch alle Englisch“ lügt man sich in die Tasche. Schulenglisch und selbst Auslandsjahre verhelfen beileibe nicht jedermann zu der Fähigkeit, mündlich und schriftlich so zu formulieren, dass man komplexe Dinge gut erklären – und Empathie erzeugen – kann.

Neben den kulturellen gibt es aber auch ganz praktische Probleme. Firmen schließen sich oft gerade in wirtschaftlich schwierigen Zeiten zusammen, um schnell Kosten zu sparen; und das sind dann eigentlich ganz ungünstige Momente für die teure Umstrukturierung zur globalen Firma. Und wenn man endlich globale Teams eingerichtet hat, dann haben deren Mitarbeiter einen Chef, der irgendwo in einer anderen Zeitzone sitzt; das erzeugt Reibungsverluste.

Trotzdem werden Zeitzonen oft als Vorteil gesehen, nach der Devise: ein Büro in Europa, eines in den USA, eines in Ostasien, und schon kann man einen Vorgang 24 Stunden am Tag bearbeiten. Das klingt gut, aber es beinhaltet auch drei Übergaben am Tag, und wenn die Dokumentation in der abgebenden Abteilung und/oder die Einarbeitung in der übernehmenden Abteilung jedes Mal Stunden dauern, ist der Effizienzgewinn dahin. Oft ist es dann doch so, dass nur einer den Gesamtüberblick hat, und der muss dann Tag und Nacht (per Blackberry etc.) erreichbar sein.

Technische Geräte ermöglichen neue Kommunikationsmöglichkeiten. Wozu Dienstreisen, wenn man Video- oder Telefonkonferenzen abhalten kann? Hier kommt es aber oft dazu, dass sich die Kollegen nur schlecht hören und kaum (bzw. gar nicht) sehen. Das macht die fachliche

Kommunikation mühsam, und Stimmungen kann man so gar nicht spüren, obwohl das bei intensiver Kooperation notwendig wäre.

Immerhin kann man mit guter – und teurer – Technik (Headsets, gute Datenleitung etc.) die Ton- und Bildqualität stark verbessern: medial vom Youtube- zum Talkshow-Niveau. Trotzdem darf die menschliche Komponente nicht vernachlässigt werden. Menschen, die gut zusammenarbeiten sollen, sollten sich frühzeitig persönlich kennenlernen, um gleich eine zwischenmenschliche Basis zu haben; danach werden sie auch per E-Mail und Telefon gut kooperieren können. Bei allem Willen zur Einsparung von Flügen wird es nicht ohne ein gewisses Maß an Dienstreisen und ohne gelegentliche (teure) firmeninterne Kongresse gehen.

4.7 Boni und Zielvereinbarungen

Es gibt viele Argumente für Boni (variable Gehaltsanteile) und viele dagegen, die hier nicht alle wiederholt werden sollen. Ein paar Aspekte der Wissensarbeit sind aber beachtenswert, weil sie die Bewertung von Zielvereinbarungen, von denen die Boni ja zumeist abhängen, sehr erschweren.

Oft gehen die vereinbarten Ziele über die normale Arbeit hinaus; man soll sich ja weiterentwickeln. Dadurch entsteht aber ein Anreiz, die Tagesarbeit zugunsten dieser Ziele zu vernachlässigen, und das ist heute vielleicht leichter möglich als früher. Ein wesentlicher Teil der Leistung von Wissensarbeit besteht nämlich darin, Wissen gut aufzubereiten und verfügbar zu machen, und wenn man hierbei etwas weniger sorgfältig oder kooperativ arbeitet, als man könnte, wird das nicht so schnell auffallen wie eine Schlamperei am Fließband, denn der Nutzen der Wissensarbeit zeigt sich oft erst langfristig.

Ein weiteres Problem: Wegen der hohen Interaktivität hängt der Erfolg von Wissensarbeit stark von anderen Menschen ab. Wenn also jemand seine Ziele nicht erreicht, ist es manchmal sehr schwierig zu beurteilen, ob das an ihm/ihr oder an Kollegen liegt. Man muss in Zeiten hoher und komplexer Abhängigkeit von vielen Anderen vielleicht auch generell akzeptieren, dass man nur schwer prognostizieren kann, wie erfolgreich man nächstes Jahr sein wird. (Unsere agrarischen Vorfahren mussten das auch: Sie waren vom Wetter abhängig und daran gewöhnt, dass eine Ernte trotz hohen Engagements schlecht ausfallen kann.)

Und was Ziele nur ganz schwer erfassen können, ist das flexible Reagieren auf nicht absehbare Probleme oder Chancen. Wie soll man diese eminent wichtige Tätigkeit als Ziel formulieren, wenn völlig unklar ist, ob/wann/wie lange sie benötigt wird und was genau zu tun sein wird?

4.8 Alt und Jung im Unternehmen

Aus demografischen Gründen sollen wir länger arbeiten; derzeit in Deutschland voraussichtlich bis 67. In der Wissensgesellschaft ist das noch aus einem anderen Grund sinnvoll: Die Ausbildung – vor und neben dem Job – dauert so lange, dass sie sich nur durch viele Arbeitsjahre amortisieren kann. Es gibt aber ein Problem: Je älter man wird, desto konservativer wird man. Das ist ganz natürlich, denn jede Innovation entwertet in einem gewissen Maße das, was man im bisherigen Leben gelernt hat, und dabei haben Ältere mehr zu verlieren als Jüngere. Die Rente mit 67 wird die Phase verlängern, in der Mitarbeiter bei Neuerungen eher bremsen. Das ist in der Wissensgesellschaft fatal. Ein innovativer Chef könnte diese Widerstände überwinden, aber wie viele solche Vorgesetzte wird es künftig geben? Derzeit ist es ja so, dass Karrieren in Unternehmen praktisch nur hierarchisch aufwärts verlaufen: einfacher Angestellter – Gruppenleiter – Abteilungsleiter usw., je nachdem, wie weit man kommen kann und will. Schritte zurück gibt es nur bei schweren Fehlern, und sie werden, auch gesellschaftlich, als katastrophale Niederlage empfunden. Man bleibt also in der Regel Chef bis zur Rente und wird damit möglicherweise zum langjährigen Innovationsbremser. Dieses Problem gibt es vermutlich schon heute, und das könnte – neben der enormen Belastung der Führungskräfte – der Grund dafür sein, dass viele leitende Angestellte mit 60 in Rente gehen (müssen).

Wenn es sich unsere Gesellschaft künftig nicht mehr leisten kann, fähige Mitarbeiter mit 60, oder bei Kräfteverschleiß gar noch früher, in Rente zu schicken, dann müssen für ältere Mitarbeiter, für die Führung nicht mehr die ideale Position ist, passende Tätigkeiten im Unternehmen gefunden werden. Das ist nicht nur eine organisatorische Herausforderung, denn es geht auch darum, dass diese Versetzung nicht als Abstieg empfunden wird, weder unternehmensintern noch gesellschaftlich. Hierzu ist wohl auch ein Bewusstseinswandel nötig, der Erfolg nicht bloß über die Zahl der unterstellten Mitarbeiter definiert.

Eine mögliche Position für frühere Führungskräfte könnte das sein, was manche Unternehmen ihren mit 60 pensionierten leitenden Angestellten anbieten: eine Tätigkeit als Berater des Unternehmens, wo sie mit ihrer großen Erfahrung wichtige Einzelthemen voranbringen, aber eben nicht mehr für riesige Bereiche und fundamentale Weichenstellungen zuständig sind.

Neben der Frage, was das ideale Alter ist, um die Berufswelt zu verlassen, stellt sich auf der anderen Seite die Frage nach dem idealen Einstiegsalter. Oft wird argumentiert, dass gerade in Deutschland die Berufsanfänger viel zu alt sind, Schule und Studium sollten verkürzt werden. Man sollte aber auch bedenken, wie hoch die Anforderungen an Wissensarbeiter sind. Fassen wir zusammen: Idealerweise haben sie Fachkompetenz, Flexibilität, Engagement, Stabilität (charakterlich und gesundheitlich), Sprach- und interkulturelle Fertigkeiten (Auslandserfahrung), Kommunikations- und Präsentationsfähigkeit, konstruktives Sozialverhalten, Selbstständigkeit und Eigenverantwortung. Das geht weit über fachliches und in Kursen erlernbares Wissen hinaus. Letztlich wird nur erfolgreich sein und sich behaupten können, wer schon beim

Berufseinstieg über eine gefestigte Persönlichkeit und Urteilskraft verfügt, was letztlich ein gehöriges Maß an Bildung und Lebenserfahrung voraussetzt.

Man könnte nun trefflich darüber streiten, ob man mit 23 schon so weit sein kann – das hängt natürlich davon ab, was man bis dahin erlebt und erfahren hat. Es ist aber zweifelhaft, ob ein Ausbildungssystem mit einem an Lernstoff überfrachteten achtjährigen Gymnasium, gefolgt von einem verschulten dreijährigen Bachelor-Studium, die einem beide kaum Freiraum für Zeitgestaltung in Eigeninitiative lassen, viele solche umfassend gebildete Menschen hervorbringen kann.

5 Schluss

Die Wissensgesellschaft ist eine große und spannende Herausforderung für alle Kulturen und Wirtschaftssysteme auf der Erde, und es wird sich zeigen, welche Gesellschaften sich am besten darauf einstellen können. Für viele der aufgezeigten Schwierigkeiten gibt es wohl keine Patentlösungen, zumindest sind derzeit keine in Sicht. Und daher endet dieser Praxisbericht nicht mit einem Fazit, sondern mit ein paar weiteren Fragen, an die man sich angesichts des gerade stattfindenden großen Umbruchs in der Wirtschaft wird wagen müssen:

- Sind 4-Jahres-Verträge für Vorstände die richtige Taktung für langfristige Weichenstellungen?
- Kundenorientierung: Wie verhindert man, dass sich Firmen im Umbruch nur noch mit sich selbst beschäftigen? („Störfaktor Kunde“)
- Wie gestaltet man Mitarbeiterzufriedenheit, wo sich Menschen doch so schnell an alles gewöhnen – auch an eine angenehme Arbeitsatmosphäre und exzellente Arbeitgeberleistungen?
- Wie hält man die Führungskräfte bei ihrer fast unmöglichen Aufgabe bei Laune – oder zumindest gesund?

Vielleicht will man sogar, wie es die *Beyond Budgeting*-Bewegung tut, die herkömmliche Unternehmensplanung und -führung fundamental in Frage stellen – der Übergang zur Wissensgesellschaft würde durchaus ein paar Argumente dafür liefern:

- Werden sich erfolgreiche Unternehmen künftig nach Plan entwickeln, oder eher chaotisch-evolutionär irgendwohin?
- Was ist also besser: eine sehr konkrete Unternehmensstrategie oder eine eher vage Vision mit mehr Fokus auf der inneren Gesundheit und der Kreativität des Unternehmens?

Falls zweiteres richtig ist: Wie überzeugt man davon die Chefs / die Aktionäre / die Öffentlichkeit?

Literatur

- De Marco, T.: Spielräume. Projektmanagement jenseits von Burn-out, Stress und Effizienzwahn. München, Wien: Carl Hanser (2001).
- Drucker, P. F.: Was ist Management? Das Beste aus 50 Jahren. München: Econ (2002).
- Händler, E.: Die Geschichte der Zukunft: Sozialverhalten heute und der Wohlstand von morgen (Kondratieffs Globalsicht). 7. Auflage. Moers: Brendow (2009).
- Pfläging, N.: Führen mit flexiblen Zielen. Beyond Budgeting in der Praxis. Frankfurt am Main: Campus (2006/2008).
- Sprenger, R. K.: Aufstand des Individuums: Warum wir Führung komplett neu denken müssen. 2. Auflage. Frankfurt am Main: Campus (2001).
- <http://de.wikipedia.org> zu den Stichworten: Interkulturelle Kompetenz, Management by Objectives, Matrixorganisation, Netzwerkorganisation, Wissensgesellschaft (zuletzt abgerufen am 07.07.2011).

Holger Stein

Organisationsentwicklung

Die erfolgreiche Führung eines Unternehmens unter sich verändernden Umweltbedingungen

1 Ausgangssituation

In den letzten Jahren haben deutsche Unternehmen vermehrt mit der Nachricht Aufsehen erregt, dass Mitarbeiter entlassen und dass Produktionsstandorte verlagert werden müssen. Oft betont das beteiligte Management in diesen Fällen, dass sich das Unternehmen den veränderten Marktgegebenheiten anpassen und dass in diesem Kontext auch die Unternehmensorganisation verändert werden muss.

Da diese Veränderungsprozesse in den letzten Jahrzehnten immer schneller und häufiger erfolgt sind, befasst sich in der Ökonomie inzwischen eine eigene Forschungsrichtung mit dieser Thematik. Dieser Bereich wird in der deutschen Sprache oft mit dem Begriff *Organisationsentwicklung* bezeichnet, wobei auch Begriffe wie *Change Management* oder *Lernende Organisation* Verwendung finden. Ein Unternehmen wird hierbei als eine Organisation bzw. als ein soziales Gebilde aufgefasst, das

- auf Dauer angelegt ist,
- eines oder mehrere Ziele verfolgt und
- über eine Organisationsstruktur verfügt, mit deren Hilfe die Aktivitäten der Mitglieder im Hinblick auf die Zielsetzung des Unternehmens ausgerichtet werden sollen.

Das Ziel der Organisation eines Unternehmens ist hierbei, die Infrastruktur beispielsweise für den benötigten Produktionsbetrieb zu bilden und gleichzeitig den Unternehmensaufbau zu gestalten. Wenn sich nun die Rahmenbedingungen verändern, kann das Unternehmen durch die Variation der Organisationsstruktur auf diese Veränderungen reagieren.

Nach der Definition der *Gesellschaft für Organisationsentwicklung e.V.* ist die Organisationsentwicklung damit ein „längerfristig angelegte[r] ... Entwicklungs- und Veränderungsprozess der Organisation und der in ihr tätigen Menschen“. Dieser Veränderungsprozess beruht

auf dem Lernen aller Betroffener, indem sie direkt an dem Veränderungsprozess mitwirken und ihre praktischen Erfahrungen einbringen. Das Ziel ist hierbei, die Leistungsfähigkeit der Organisation (Effektivität) und gleichzeitig auch die Qualität des Arbeitslebens (Humanität) zu verbessern. Damit soll das Unternehmen als Organisation flexibel und lernfähig sein, um unter den sich ständig verändernden Bedingungen lebensfähig zu bleiben und nicht an Wettbewerbsfähigkeit zu verlieren.

Unter den Veränderungen sind hierbei nicht nur technische und organisatorische Veränderungen von Strukturen und Abläufen zu verstehen, sondern auch der Wandel zwischenmenschlicher Kommunikations- und Verhaltensmuster sowie der in der Organisation herrschenden Normen, Werte und Machtkonstellationen. Damit wird von der Organisationsentwicklung auch die Organisationskultur mit in die Betrachtung eingeschlossen. Auf die Frage nach den Gründen für die Veränderungen der Unternehmensumgebung werden immer wieder folgende zentrale Faktoren genannt:

- die Globalisierung und damit eine Umwelt, welche sich im permanenten Wandel befindet;
- der so genannte *Hypercompetition* (Hyperwettbewerb). Hierbei handelt es sich um eine neue Wettbewerbssituation, welche insbesondere durch die Globalisierung ausgelöst worden ist. Unter *Hypercompetition* wird ein Wettbewerbsumfeld für Unternehmen verstanden, in welchem der Entwicklungsaufwand von Produkten aufgrund komplizierter werdender Produkte bzw. Produktsysteme steigt und sich damit auch die Entwicklungszeiten der Produkte verlängern, d. h. Innovationen zunehmend komplexer werden. Gleichzeitig beschleunigt sich der Technologiewandel, so dass die Vermarktungszeiten der Produkte kürzer werden (siehe Abb. 1). Damit wird aber gleichzeitig der Wettbewerbsdruck größer, da auch die Ertragsperiode für ein Produkt verkürzt wird. Die Folge ist, dass nur diejenigen Unternehmen Gewinne erzielen können, die sich auf Marktveränderungen schnell einstellen und die kürzere Amortisationsperiode auch nutzen können.
- Die beiden genannten Entwicklungen führen direkt dazu, dass die Flexibilität von Unternehmen erhöht werden muss. Damit verbunden ist die Notwendigkeit einer grundsätzlichen Veränderungsbereitschaft der Organisationsmitglieder und die Forderung nach einer erhöhten Innovationsfähigkeit.
- Gleichzeitig sollen die Arbeitsabläufe in den Unternehmen optimiert werden, und insbesondere sollen Informationsverluste an Schnittstellen im Unternehmen, aber auch zwischen den Unternehmen und der Umwelt reduziert werden.
- Da Unternehmen in den letzten Jahren zunehmend auf den Einsatz von Teams und Arbeitsgruppen (vor allem im Rahmen des Projektmanagements) setzen, sind auch die traditionellen Machtstrukturen in einem Unternehmen zu hinterfragen. Denn aufgrund dieser organisatorischen Gestaltung des Unternehmens ist der hierarchische Abstand zwischen den Führungspersonen und den Mitarbeitern geringer. Die Folge ist, dass

auch die Machtstrukturen einer zielführenden Neuausrichtung unterworfen werden müssen.

- Schließlich ist in den letzten Jahrzehnten ein Wandel des Wertesystems der Mitarbeiter zu beobachten, da gerade jüngere Mitarbeiter eine höhere Identifikation zwischen der Arbeitswelt und der eigenen Persönlichkeit verlangen, um sich hierdurch besser selbst verwirklichen zu können.

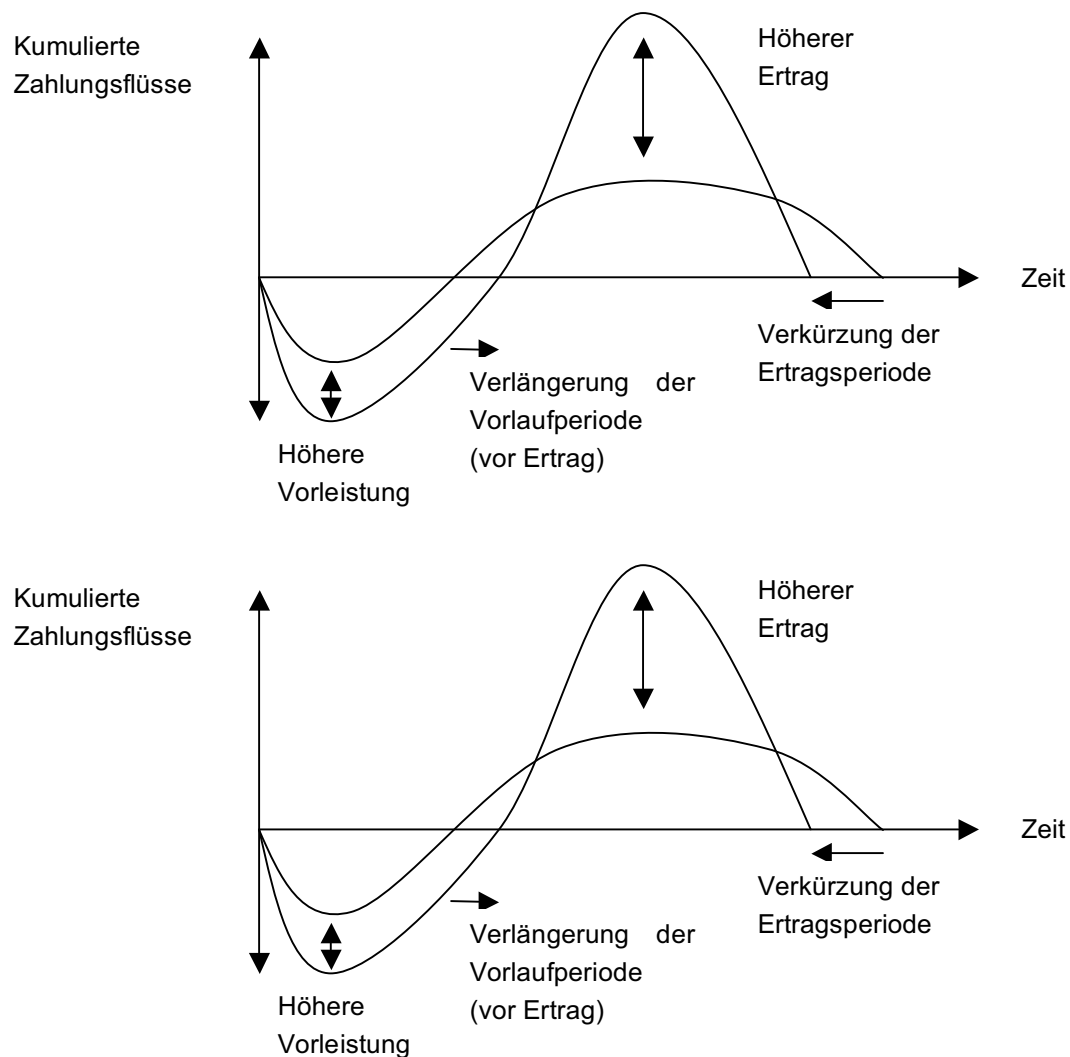


Abb. 1: Modell des Hypercompetition (vgl. D'Aveni, 1994)

Die Folge dieser Veränderungsprozesse ist, dass sich Unternehmen immer wieder vor die Frage gestellt sehen, wie eine solche Veränderung der Organisation initiiert und zielgerichtet umgesetzt werden kann. Hierzu hat die Organisationsentwicklung eine Reihe von Ansätzen entwickelt bzw. aufgegriffen, wie im nächsten Abschnitt aufgezeigt werden wird.

2 Ansätze der Organisationsentwicklung

Grundsätzlich können drei Ansätze der Organisationsentwicklung unterschieden werden. So gibt es erstens einen *personalen Ansatz*, der die Veränderung der Einstellungen und des Verhaltens der Beschäftigten des Unternehmens in den Mittelpunkt stellt. Hierdurch sollen die Mitarbeiter auch ein Bewusstsein für die Notwendigkeit der Veränderung entwickeln können.

Ein zweiter Ansatz geht davon aus, dass nicht nur der einzelne Mitarbeiter bei der Organisationsentwicklung eine Rolle spielt, sondern dass Gruppenprozesse ebenfalls beachtet werden müssen. Daher untersucht dieser *gruppenbezogene Ansatz* insbesondere die sozialen Kontakte zwischen den Mitarbeitern. Es werden die Gruppenbeziehungen und die jeweilige Gruppenzugehörigkeit analysiert, da die Vertreter dieser Richtung sich durch eine Bezugnahme auf den Gruppenaspekt einen wesentlichen Einfluss auf den Verlauf von Veränderungen erhoffen.

Ein dritter Ansatz zielt auf die *Organisationsstruktur* eines Unternehmens ab und versucht, durch gezielte Veränderungen struktureller und technologischer Variablen (beispielsweise des Ablaufs von Arbeitsprozessen) auch die Organisation zu verändern.

Neben diesen grundsätzlich vertretenen Ansätzen der Organisationsentwicklung gibt es noch Ansätze, welche diese Sichtweisen miteinander kombinieren. Dies führt im Endergebnis zu einem integrativen Ansatz.

Wenn sich die Organisation zu einer Veränderung entschlossen hat, stellt sich die Frage, an welchem Punkt das Veränderungsvorhaben begonnen werden soll. Es wird also nach dem passenden organisatorischen Einstieg für das Veränderungsvorhaben gesucht. Hierbei haben sich in der Literatur sechs verschiedene Möglichkeiten herauskristallisiert (Freimuth, 39 ff.; Müller-Stewens & Lechner, 2005: 84ff.; vgl. Abb. 2):

- *Top-Down-Ansatz*, bei dem die Unternehmensleitung die Veränderung vorlebt und versucht, die hierarchisch niedriger stehenden Mitarbeiter von der Notwendigkeit der Veränderung zu überzeugen.
- *Bottom-Up-Ansatz*, bei dem die Mitarbeiter in hierarchisch unten stehenden Bereichen die Veränderung zuerst durchführen und sich die Veränderungsprozesse dann nach oben durchsetzen sollen.
- *Zweiseitiger Ansatz*, bei dem zuerst das mittlere Management die Veränderungen durchführt und in der Folge das Top-Management und die Mitarbeiter an der Basis der Organisation die Veränderung umsetzen.
- *Bipolarer Ansatz*, der davon ausgeht, dass das mittlere Management sich einer Veränderung am stärksten widersetzt. Daher wird die Veränderung vom Top-Management und von den Mitarbeitern an der Basis der Organisation vorangetrieben; das mittlere Management soll anschließend folgen.
- *Keil-Ansatz*, wobei die Veränderung zuerst in einem Teil der Organisation erfolgen soll (Abteilung, Geschäftsbereich) und andere Teile der Organisation danach folgen.

- *Flecken-Ansatz*, bei dem einzelne Mitarbeiter bzw. Arbeitsgruppen im Unternehmen identifiziert werden, welche besonders bereit zur Veränderung sind. Nun versucht der Flecken-Ansatz, von diesen einzelnen Innovationspunkten ausgehend, auch den Rest der Organisation zu verändern.

In der Literatur wird betont, dass solche Veränderungsprozesse besonders erfolgreich verlaufen, wenn ein partizipativer Einstieg in die Systementwicklung gewählt wird. Dies bedeutet, dass die Ausarbeitung des Veränderungsvorhabens nicht im Geheimen stattfindet. Es sollte vielmehr ein gemeinsamer Lernprozess aller Betroffenen erfolgen, so dass ein gemeinsames Konzept der Organisationsentwicklung entsteht.

Die Veränderung sollte daher schrittweise als Prozess erfolgen und nicht überfallartig vorgenommen werden (keine "Bombenwurfstrategie"). Beispielsweise kann hier das Vorhaben der Organisationsentwicklung in Form einer iterativen Projektplanung erfolgen, wobei durch Rückkopplungsprozesse auch die Möglichkeit besteht, das Vorhaben zu verändern und auf Widerstand zu reagieren. Hierdurch wird die reale Komplexität einer Organisation berücksichtigt.

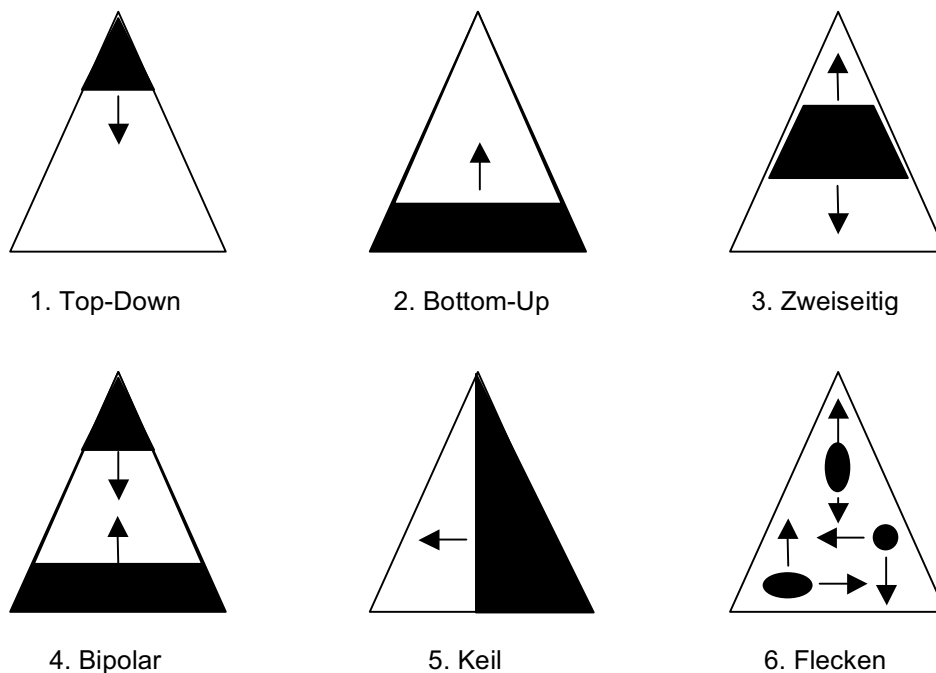


Abb. 2: Einstiege in Vorhaben der Organisationsentwicklung

Durch diese Vorgehensweise können zum einen so genannte *Wissensbarrieren* aufgehoben werden. Hierbei geht es um kognitive Hindernisse wie fehlende Kenntnisse oder Erfahrungen, welche es Menschen schwer machen, sich auf die Veränderungen einzustellen. Zum anderen können auch so genannte *Wollensbarrieren* beseitigt werden. Hierunter werden insbesondere emotional bedingte Versagensängste, die Angst vor einem Machtverlust oder auch die Be-

quemlichkeit der Organisationsmitglieder verstanden. Nachteilig ist allerdings, dass diese partizipativen Einstiege in Veränderungsprozesse ein sehr aufwändiges Verfahren der Organisationsentwicklung darstellen.

Die grundlegende Erkenntnis der Ansätze der Organisationsentwicklung ist, dass ein beabsichtigter Wandel nicht auf einmal passiert, sondern dass die Veränderungsprozesse in Phasen verlaufen. Auch hier gibt es wiederum verschiedene Phasenmodelle in der Organisationsentwicklung. Das folgende Schema (Abb. 3) charakterisiert beispielhaft einen solchen Wandelprozess.

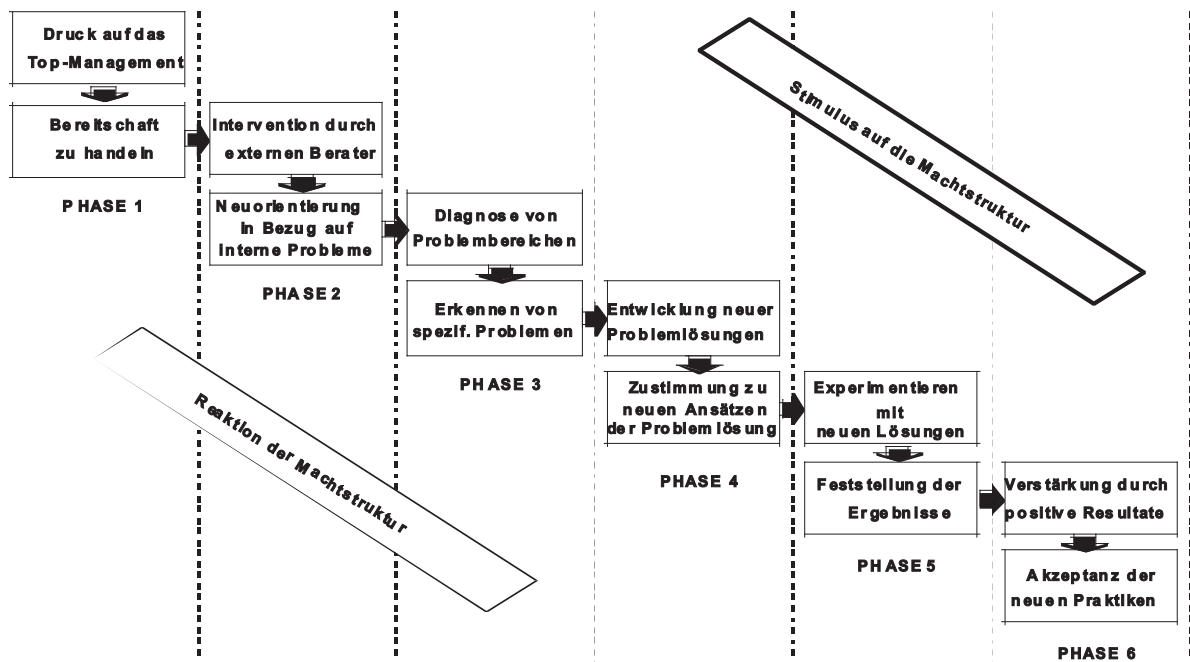


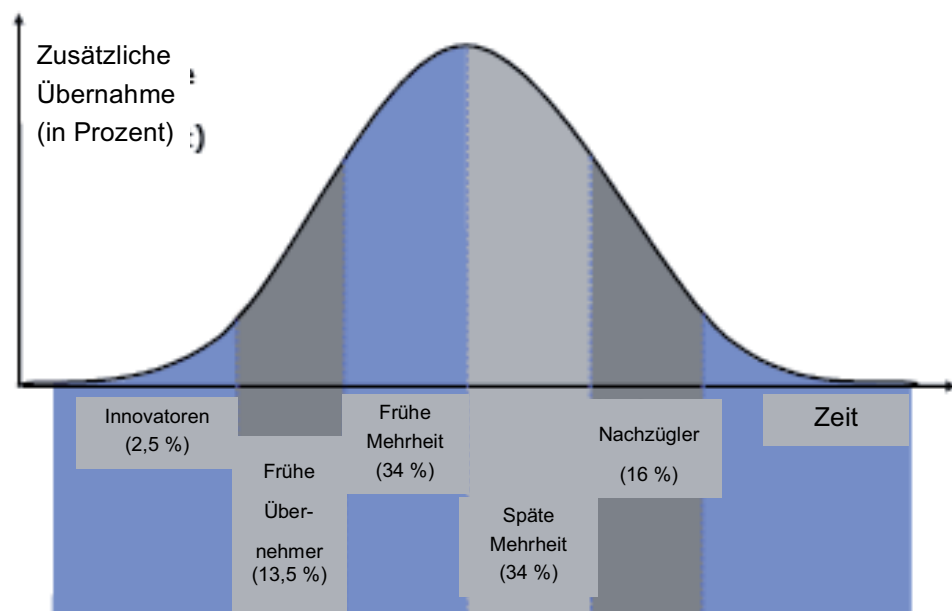
Abb. 3: Schema erfolgreicher Wandelprozesse (nach Greiner, 1967)

3 Diffusionsmodell nach Rogers

Die Ansätze der Organisationsentwicklung versuchen, gezielt auf die Menschen einzugehen und diese bei der Weiterentwicklung des Unternehmens zu integrieren. Allerdings sind nicht alle Menschen in gleicher Art und Weise gegenüber Veränderungen aufgeschlossen. Es gibt

auf der einen Seite Personen, die gerne mit neuen Produkten experimentieren und gegenüber aller Veränderung aufgeschlossen sind. Auf der anderen Seite gibt es Menschen, die einer Veränderung ihrer Lebensrealität sehr kritisch gegenüberstehen. Dieser Aspekt wird beispielsweise im Marketing mit dem Diffusionsmodell nach Rogers gezielt berücksichtigt. Übertragen auf die Organisationsentwicklung richtet sich die Geschwindigkeit, mit der eine Innovation übernommen wird, vor allem nach drei wesentlichen Einflussfaktoren. So ist zum ersten die *Attraktivität der Neuerung* zu nennen, so dass attraktive Neuerungen, die eine wesentliche Verbesserung des Arbeitslebens versprechen, schneller akzeptiert werden. Zum anderen ist die Art und Weise zu nennen, wie diejenigen Menschen über die Neuerung *informiert* werden, welche diese Veränderung einsetzen sollen. Es geht daher im Rahmen der Organisationsentwicklung darum, die potenziellen Anwender gezielt zu informieren. Als dritter Punkt sind die spezifischen *Merkmale der Organisation als soziales System* zu nennen.

Aufgrund dieser drei Einflussfaktoren kann nun die Geschwindigkeit beeinflusst werden, mit welcher eine Veränderung innerhalb einer Organisation umgesetzt wird. Denn einzelne Organisationsmitglieder sind bereit, die Innovation schneller zu übernehmen als andere. Es wird hierbei von einer Adoption als einer erstmaligen Übernahme der Innovation durch einen Akteur gesprochen. Je nach Zeitpunkt der Adoption werden fünf Gruppen von Akteuren in einem Unternehmen beobachtet: Innovatoren, frühe Übernehmer ("Early Adopters"), frühe Mehrheit, späte Mehrheit und Nachzügler. Diese Akteursgruppen sind jedoch nicht gleich stark in einer Gesellschaft oder einem Unternehmen vertreten, sondern entsprechend der in der Abb. 4 dargestellten Verteilung.



Quelle: In Anlehnung an Rogers, E.M. (1983), S. 247

Abb. 4: Diffusionsmodell nach Rogers (1962/1983)

Aus Sicht der Organisationsentwicklung ist es nun sinnvoll, die Organisationsmitglieder gezielt in das Innovationsvorhaben einzubinden, die einer Veränderung gegenüber besonders offen sind – die Innovatoren und die "Early Adopters". Wenn es der Organisationsentwicklung gelingt, diese Gruppen im Unternehmen von der Veränderung zu überzeugen, kann beispielsweise die frühe Mehrheit als nächstes auf die Veränderung aufmerksam gemacht und überzeugt werden. Das Ziel ist hierbei auch, eventuelle Widerstände gegen die Veränderung der Organisation zu reduzieren – ein Aspekt, mit dem sich der folgende Abschnitt beschäftigen wird.

4 Umgang mit Widerständen

Veränderungsprogramme weisen eine vergleichsweise hohe Rate des Scheiterns auf. So werden in vielen Quellen zur Organisationsentwicklung nur etwa 30 % aller Veränderungsprogramme als erfolgreich eingeschätzt. Diese bedeutet, dass 70 % der Vorhaben ihre Ziele nicht erreichen. Als Gründe werden hier vor allem folgende Argumente angeführt:

- die Mitarbeiter übernehmen die Veränderungen nicht;
- das Managementverhalten unterstützt die Veränderungen nicht;
- die Ressourcen und das Budget sind nicht ausreichend.

Somit kommt es insbesondere auf die Menschen in einem Unternehmen an, ob Veränderungsvorhaben erfolgreich umgesetzt werden können oder nicht. Als typische Barrieren bei Veränderungsprozessen haben sich immer wieder herausgestellt:

- mangelnde Überzeugung (die Geschäftsleitung steht nicht hinter der Veränderung, es bestehen Zweifel an der neuen Struktur, Betroffene verstehen den Ablauf und die Bedeutung der neuen Struktur nicht);
- mangelnde Fähigkeiten (neu verlangte Fähigkeiten sind in der Organisation nicht vorhanden, Flexibilität bei notwendiger Anpassung ist nicht gegeben);
- mangelnde Systemunterstützung (das Vergütungssystem oder die Kernkompetenzen unterstützen die veränderte Struktur nicht, die IT-Systeme sind nicht auf die Veränderung abgestimmt);
- hinderliche Verhaltensweisen (Beteiligte untergraben die neue Struktur, aktives Störverhalten einzelner Personen, passives Störverhalten von Organisationsmitgliedern).

Daher versucht die verhaltensorientierte Organisationslehre gezielt auf die möglichen Barrieren bei Veränderungsprozessen einzugehen und zu antizipieren, welche Widerstände von Beteiligten zu erwarten sind und wie diese, falls die Widerstände auftreten, überwunden werden können. Gleichzeitig wird versucht, die Möglichkeit zu berücksichtigen, dass der geplante

Wandel nicht umgesetzt werden kann. Es stellt sich in diesem Fall die Frage, ob an den ursprünglichen Zielen festgehalten werden soll oder ob diese modifiziert werden sollten.

Die zu befürchtenden Widerstände können hierbei aus den betroffenen Personen heraus erfolgen, wenn diese eine nur geringe Bereitschaft zum Wandel haben, zu bequem sind oder Wahrnehmungsprobleme aufweisen, d. h. die Notwendigkeit zum Wandel selektiv ausblenden. Es kann allerdings auch zu Widerständen aus der Organisation selbst heraus kommen, wenn es zu einer Umverteilung von Macht kommt oder aber gegen im Unternehmen verfestigte Normen und Werte verstoßen wird.

Die Art des Widerstandes kann hierbei unterschiedliche Formen annehmen, wobei zwischen eher sichtbaren Formen des Widerstandes und eher unbewussten Formen unterschieden wird. Sichtbare Formen des Widerstandes sind:

- gezielt falsch informieren bzw. die Unwahrheit sagen
- Veränderungen als unrealistisch abqualifizieren
- Ausreden, Termin- oder Arbeitsüberlastung vorschieben
- auf veränderungsbereite Personen Druck ausüben
- Gesprächsbereitschaft blockieren
- offener Protest

Zu den eher unbewussten Formen des Widerstandes werden zählen:

- bereits beschlossene Vorhaben wieder infrage stellen
- das Hochhalten von Traditionen (so genannte "heilige Kühe")
- das Verleugnen von Problemen
- Überanpassung und übereifriges Akzeptieren
- widerstandsloses Hinnehmen (keine Bedenken äußern)
- sachrationale Argumente in den Vordergrund schieben.

Spätestens, wenn solche Formen des Widerstandes im Rahmen von Veränderungsprozessen wahrgenommen werden, sollte er reduziert werden, um den Erfolg der Organisationsentwicklung zu ermöglichen. Dies kann erreicht werden, indem:

- Betroffene informiert werden (und dies schon in der Planungsphase)
- Betroffene an der Entwicklung partizipieren
- Qualifikationsmaßnahmen durchgeführt werden (um bestehende Lücken ausgleichen zu können)
- aus der Vergangenheit gelernt wird (insbesondere durch die Analyse früherer Innovationsprojekte)
- Toleranz ausgeübt wird (keine Strafaktionen, aus Fehlern der Vergangenheit lernen)
- Erfahrungen gesammelt werden (Pilotversuche).

Besonders der gezielte Einsatz von Promotoren als Helfer kann die Veränderung einer Organisation unterstützen. Zu nennen sind hier erstens *Machtpromotoren*, die durch ihre Stellung in der Hierarchie Widerstand schnell und unbürokratisch überwinden können. Zweitens können *Fachpromotoren* (*Change Agents*, Unternehmensberater) als Vermittler eingesetzt werden, was

insbesondere dann von Vorteil ist, wenn diese Fachpromotoren als Experten anerkannt sind. Und drittens können *soziale Promotoren* (z. B. Betriebsräte, Mediatoren) Ängste kanalisieren und aggressives Verhalten von Personen oder Gruppen eindämmen.

5 Von der Organisationsentwicklung zur Lernenden Organisation

Der Begriff der Organisationsentwicklung unterliegt selbst einem permanenten Wandel. Daher wird zunehmend der Ansatz einer *Lernenden Organisation* vertreten, die eine Weiterentwicklung der Organisationsentwicklung darstellt.

Während die Organisationsentwicklung vom Wandel als Sonderfall ausgeht, behandelt die Lernende Organisation den Wandel als Normalfall. Daher ist der Wandel kein separates Problem mehr, sondern ist Teil der Systemprozesse. Der Wandel wird damit zu einem endogenen Element der Gestaltung einer Organisation. In der Folge dieser Entwicklung gibt es auch keine direkte Steuerung des Wandels mehr (beispielsweise durch externe Experten), sondern die Veränderungsprozesse werden durch die Organisation bzw. durch deren Mitglieder indirekt gesteuert. Damit wird der Wandel zunehmend zu einer generellen Kompetenz der Organisation. Das Unternehmen hat die Möglichkeit, sich permanent selbst auf die dargestellten Veränderungen der Unternehmensumwelt einzustellen. Das Ziel der Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit über lange Frist wäre somit durch die Lernende Organisation erreicht.

Literatur

- D'Aveni, R. A.: Hypercompetition – Managing the Dynamics of Strategic Maneuvering. New York: The Free Press (1994).
- Feitner, P.: Organisationales Lernen als partizipatives Gestaltungskonzept für kleine und mittlere Unternehmen. Frankfurt/Main: Peter Lang (2010).
- Freimuth, J.: Organisationsentwicklung. Studienheft Private Fernfachhochschule Darmstadt (ohne Jahresangabe). Gesellschaft für Organisationsentwicklung unter der Homepage <http://www.goe.org/index.htm>.
- Greiner, L. E.: Patterns of Organization Change. Harvard Business Review, 45(3), 119–128 (1967).
- Hoffmeister, N.: Das lernende Unternehmen. Frankfurt/Main: Peter Lang (2010).
- Johnson, S.: Die Mäuse-Strategie für Manager – Veränderungen erfolgreich begegnen, 31. Aufl. Kreuzlingen: Ariston (2009).
- Kotter, J. & Rathgeber, H.: Das Pinguin-Prinzip – Wie Veränderung zum Erfolg führt. München: Droemer (2009).
- Müller-Stewens, G. & Lechner, C.: Strategisches Management – Wie strategische Initiativen zum Wandel führen. Stuttgart: Schäffer-Poeschel (2005).
- Rogers, E. M.: Diffusion of Innovations. New York: The Free Press (1962/1983).
- Scott-Morgan, P.: Die heimlichen Spielregeln – Die Macht der ungeschriebenen Gesetze im Unternehmen. Frankfurt/Main: Campus (2008).
- v. Kempster, I.: Wissensmanagement und organisationales Lernen – Ein Integrationskonzept. Marburg: Tectum (2010).

Christian Neuhäuser

Globales Strafrecht für Unternehmen

Ein philosophischer Vorschlag zur Transformation des Völkerrechts

1 Einleitung

Im Jahr 1984 traten in einer Fabrik des Unternehmens *Union Carbide* in Bhopal mehrere Tonnen Giftstoff aus, wahrscheinlich wegen mangelnder Instandhaltung. Ungefähr 500.000 Menschen waren den Gasen ausgesetzt; zwischen 4.000 und 15.000 Menschen starben sofort, ungefähr 25.000 später an Folgekrankheiten. *Union Carbide* war bereit, US\$ 350 Mio. zu bezahlen, während der indische Staat US\$ 3,3 Mrd. verlangt hat. 1999 schließlich wurden US\$ 470 Mio. bezahlt. Die indische Regierung hat versucht, neun Geschäftsführer eines Tötungsdelikts anzuklagen, doch dies wurde mit der Begründung zurückgewiesen, dass Indien keine Gerichtsbarkeit über *Union Carbide* besitze (de Grazia, 1985; Fortun, 2001).

Im Jahr 1995 wurden in Nigeria auf Befehl der damaligen Militärdiktatur neun Anführer der *Bewegung für das Überleben des Ogoni-Volkes* gehängt, darunter auch Ken Saro-Wiwa, der Sprecher der Gruppe. Dieser Vorfall und weitere Vorwürfe der Folter und Ermordung friedlicher Aktivisten wurde nicht nur der nigerianischen Regierung zu Lasten gelegt, sondern auch dem Unternehmen *Royal Dutch Shell*. Die Bewegung hatte gegen Shell und ihre Ölproduktion, insbesondere die Verlegung von Pipelines, demonstriert, weil diese Aktivitäten das Land der Ogoni zerstört haben. Die Vorwürfe gegen Shell gingen dahin zu behaupten, dass das Unternehmen den Ermordungen und Folterungen entweder stillschweigend zugestimmt oder sie sogar ausdrücklich gut geheißenen habe. Im Jahr 2009 kam es zur Zulassung eines Verfahrens gegen Shell am *United States District Court for the Southern District of New York*. Shell hat den Fall jedoch außergerichtlich durch eine Zahlung von US\$ 15,5 Mio. an die Familie von Ken Siro-Wiwa beigelegt und betont, dass damit keine strafrechtlich relevante Verantwortung akzeptiert werde (Ali, 2009).

Während der Finanzkrise 2007–2010 musste die *Lehman Brothers Inc.* im Jahr 2008 ihre Insolvenz erklären. Dadurch gingen unmittelbar 25.000 Jobs und US\$ 50–75 Mrd. verloren.

Große Teile des Geldes gehörten privaten Kleinsparern. In Hongkong beispielsweise verloren ca. 40.000 Personen insgesamt HK\$ 17,7 Mrd. (ein Euro entsprach im September 2008 einem Gegenwert von etwa 11 HK\$), obwohl ihnen ihre Investitionen offenbar also risikoarm verkauft worden waren. Die Geschäftsführung von Lehman Brothers erhielt bis zur Liquidierung des Unternehmens ihre vollen Bezüge. Richard Fuld, damals Vorstandschef von Lehman Brothers, hat in den acht Jahren vor der Krise etwa US\$ 300–470 Mio. erhalten. Bisher wurde weder dem Unternehmen *Lehman Brothers* noch seinen Mitarbeitern von staatlicher Seite her kriminelles Verhalten vorgeworfen (MacDonald & Robinson, 2009).

Diese drei Beispiele sollten verständlich machen, warum die Idee der sozialen Verantwortung von Unternehmen gegenwärtig so viel Interesse auf sich zieht. Allerdings ist gar nicht so klar, was mit dieser sozialen Verantwortung von Unternehmen, oder *Corporate Social Responsibility* (CSR), wie es in der Wirtschaftswelt heißt, eigentlich genau gemeint ist. Es sind zumindest drei Verständnismöglichkeiten denkbar: (1) Unternehmen können *freiwillig* bestimmte soziale Ziele verfolgen. Es ist ihrer eigenen freien Wahl überlassen, dies zu tun, und sie können nicht zur Rechenschaft gezogen werden, wenn sie es unterlassen. Ein Beispiel dafür wäre die Philanthropie des 19. Jahrhunderts. (2) Unternehmen haben eine *moralische Verantwortung*, bestimmte moralische Pflichten zu erfüllen. Sie können dafür gelobt, aber auch moralisch verurteilt werden, wenn sie diesen nicht nachkommen. Dies entspricht etwa der gegenwärtigen CSR-Debatte. (3) Unternehmen haben eine *rechtliche Verantwortung*, ihren rechtlich definierten Pflichten nachzukommen. Tun sie dies nicht, so können sie zivilrechtlich oder strafrechtlich belangt werden. Diesem Verständnis nach sind sie Rechtssubjekte des Zivilrechts oder des Strafrechts oder beides (Crane et al., 2009).

In Deutschland und vielen anderen Ländern sind Unternehmen faktisch keine Rechtspersonen des Strafrechts, sondern nur des Zivilrechts (Wells, 2001). Darüber hinaus gibt es im Völkerrecht auch keine strafrechtliche Handhabe Unternehmen gegenüber (Simpson, 2002). Der herrschenden Meinung nach sind Unternehmen überhaupt keine Subjekte des Völkerrechts. Dennoch möchte ich genau dafür, für ein globales Strafrecht für Unternehmen, argumentieren. Dabei kommt es mir auf zwei Dinge an. Erstens möchte ich zeigen, dass wir diese Idee eines globalen Strafrechts für Unternehmen ernst nehmen sollten, und zweitens möchte ich darlegen, wie philosophisches Denken uns dabei helfen kann, normativ über die Zukunft unserer politischen Grundstruktur nachzudenken. Es soll also nicht darum gehen, eine vollständig ausgearbeitete Theorie des globalen Strafrechts für Unternehmen vorzustellen, sondern es soll eher dafür geworben werden, dass es sich dabei um eine gute Idee handelt. Dazu werde ich auf die folgenden Fragen erste Antworten geben: Was ist ein globales Strafrecht für Unternehmen? Ist solch ein Strafrecht denkbar? Ist es wünschenswert? Wird es gebraucht? Ist es wahrscheinlich?

2 Was ist ein globales Strafrecht für Unternehmen?

Die Idee ist im Grunde ganz einfach. Es sollte ein internationaler Gerichtshof geschaffen werden, der Gerichtsbarkeit über Unternehmen besitzt. Dafür muss ein internationales Strafrecht, also ein Völkerstrafrecht für Unternehmen geschaffen werden. Sobald Unternehmen in denjenigen Staaten aktiv werden, die den Gerichtshof anerkannt haben, sind sie seiner Gerichtsbarkeit unterworfen. Dabei sollten nicht nur Staaten, sondern auch Individuen und Organisationen die Möglichkeit haben, Unternehmen anzuzeigen. Denn es kann sein, dass Staaten kein Interesse daran haben, sich für die Rechte einzelner Personen und von Minderheiten einzusetzen, wie im Fall der Ogoni. Der Struktur nach könnte der Gerichtshof durchaus dem bestehenden Internationalen Strafgerichtshof gleichen, vielleicht sogar ein Teil von ihm werden (Schabas, 2007).

Diese zunächst sehr einfache Grundidee ist unmittelbar mit zwei Problemen konfrontiert. Erstens gibt es kein globales Strafgesetzbuch für Unternehmen, mit dem solch ein Gerichtshof arbeiten könnte. Ein derartiger Text müsste also erst noch verfasst werden. Allerdings könnten bestehende UN-Menschenrechtserklärungen die normative Grundlage für solch ein Strafgesetzbuch abgeben, so dass dieses Problem lösbar erscheint (Sen, 2009: 361–364; Beitz, 2009: 102–105). Das zweite Problem besteht darin, dass es einer kritischen Menge von Staaten bedarf, damit solch ein Gerichtshof überhaupt funktionieren kann. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass eine kleine Gruppe von Staaten sonst große Nachteile auf dem Weltmarkt in Kauf nehmen müsste, beispielsweise, weil sich viele Unternehmen ganz aus diesen Ländern zurückziehen. Dieses Problem kann durch den Mechanismus eines bedingten Vertrages gelöst werden. Demnach unterzeichnen einzelne Staaten den Vertrag und ratifizieren ihn unabhängig voneinander, aber er tritt erst dann in Kraft, wenn eine hinreichend große Zahl von Staaten beigetreten ist (Schabas, 2007: 22f.).

3 Ist ein globales Strafrecht für Unternehmen überhaupt denkbar?

Sind Unternehmen überhaupt von der richtigen Art, um strafrechtlich verantwortlich gemacht werden zu können? Möglicherweise basiert diese Idee auf bloßem Wunschdenken, dem Bedürfnis, irgend jemanden für schlimme Ereignisse verantwortlich zu machen. Dann wären Unternehmen bloße Sündenböcke; in der Sache geholfen wäre uns damit jedenfalls nicht. In der Tat scheint es so zu sein, dass Unternehmen nicht von der richtigen Art für strafrechtliche Verantwortung sind, immerhin haben sie keinen schuldfähigen Geist und keinen straffähigen Kör-

per (Ladd, 1984). Doch dieser Schein trügt. Das eigentliche Problem ist nicht der bestrafbare Körper, Unternehmen ließen sich durchaus bestrafen, beispielsweise durch Geldstrafen oder Umstrukturierungsmaßnahmen und weitere externe Eingriffe (French, 1995).

Auch mit Blick auf das Problem des schuldhaften Geistes lässt sich mithilfe der verschiedenen Formen rechtlicher Haftbarkeit verteidigen, dass Unternehmen strafrechtlich verantwortlich sein können. Die erste Form der Haftbarkeit, um die es hier geht, ist die *Haftung für den Verrichtungsgehilfen* nach § 831 BGB. Demnach muss ein Geschäftsherr für Schädigungen seiner Verrichtungsgehilfen haften. Interessant hieran ist, dass es eigentlich keinen Grund gibt anzunehmen, dass der Geschäftsherr in diesem Fall selbst verantwortungslos gehandelt und Schuld auf sich geladen hat. Insofern ließen sich auch die Unternehmen selbst als Geschäftsherren und ihre Mitarbeiter als deren Verrichtungsgehilfen auffassen. Ein schulfähiger Geist ist dafür nicht nötig.

Allerdings gilt diese Form der Haftung nur in sehr beschränkten Fällen, und häufig ist nicht ganz klar, dass einzelne Mitarbeiter individuell eine Schädigung verursacht haben, für die das Unternehmen dann haften muss. Demgegenüber wäre es vorzuziehen, das Unternehmen unmittelbar haftbar machen zu können. Außerdem besteht diese Form der Haftbarkeit beispielsweise in Deutschland nur im zivilrechtlichen und nicht im strafrechtlichen Sinne. Das ist zwar nicht zwingend so und wird in anderen Ländern auch anders gehandhabt. Aber immerhin lässt sich diese Beschränkung damit begründen, dass die Geschäftsherren ja gerade nicht schuldhaft gehandelt haben.

Etwas Ähnliches gilt für die zweite Form der Haftbarkeit, die *Gefährdungshaftung*. Hier muss jemand für die schädigenden Folgen seines Handelns aufkommen, auch wenn er eigentlich nichts falsch gemacht hat. Er muss also die Konsequenzen tragen, wenn sein Handeln mit einem Risiko einhergeht, das er nicht kontrollieren kann. Dies gilt beispielsweise im Straßenverkehr und der Produkthaftung. Eine Molkerei muss auch dann für Schädigungen durch schlechte Milch haften, wenn eigentlich alle Sicherheitsvorschriften beachtet wurden. Auch hier gibt es wieder Haftbarkeit ohne schulfähigen Geist und schuldhafte Verantwortung. Allerdings gilt auch hier, dass diese Form der Haftbarkeit nur sehr beschränkte Reichweite hat und sich nur in sehr geringem Maße auf das Strafrecht ausdehnen lässt. Das Problem ist wieder das fehlende Verschulden, denn es ist unangemessen, jemanden strafrechtlich zu belangen, der eigentlich nichts falsch gemacht hat.

Die Gefährdungshaftung und die Haftung für Verrichtungsgehilfen eignen sich also eigentlich nicht dafür, Unternehmen als im strafrechtlichen Sinne vollständig verantwortungsfähige Akteure aufzufassen. Daher kommt es letztlich auf die dritte Form der Haftbarkeit an. Dabei handelt es sich um die eigentlich zentrale Form des schuldhaften Handelns mit subjektivem Tatbestand. Damit ist schlicht gemeint, dass der betreffende Akteur durch sein Handeln den Schaden verursacht und auch gewusst hat, dass sein Handeln auf diese Weise schädigend ist, oder dies wenigstens hätte wissen können. Außerdem ist zumindest implizit vorausgesetzt, dass dieser Akteur auch hätte anders handeln, also von der schädigenden Handlung absehen

können. Genau hier liegt das Problem darin, auch Unternehmen in diesem Sinne zur Verantwortung ziehen zu wollen. Denn Unternehmen können diesen subjektiven Tatbestand nicht erfüllen – so scheint es auf den ersten Blick zumindest.

Doch auf den zweiten Blick spricht tatsächlich eine Menge dafür, Unternehmen als vollständig verantwortungsfähige Akteure aufzufassen, die jene rechtlich geforderten subjektiven Tatbestände prinzipiell erfüllen können. Dafür sprechen zumindest drei Argumente. Das erste ist phänomenologischer Natur. Wir fassen Unternehmen im Alltag als eigenständige und frei handelnde Akteure auf. So reden wir, wenn wir Unternehmen Pläne und Interessen zuweisen. Aus diesem Grund geben wir Unternehmen auch die Schuld an bestimmten Dingen und machen Ihnen Vorwürfe. Manche sagen beispielsweise, dass Shell für die Ermordung der Ogoni Nine mitverantwortlich ist, andere, dass Union Carbide sich auf schmutzige Weise aus der Affäre gezogen habe, Lehman Brothers den eigenen Untergang selbst verschuldet habe usw.

Das zweite Argument baut darauf auf, denn tatsächlich lässt sich auch zeigen, dass Unternehmen durchaus in der Lage sind, die moralische Sprache zu verstehen und sich an moralischer Kommunikation zu beteiligen. Wenn Shell beispielsweise eine außergerichtliche Einigung herbeiführt, dann genau deshalb. Das Unternehmen weiß, wie sehr eine moralisch-rechtliche Auseinandersetzung mit den Ereignissen in Nigeria seiner Reputation schaden würde und versucht, dies zu verhindern. Es ist dabei nicht wesentlich, dass sie dies aus bloß strategischem Interesse tun; für Verantwortung bedarf es keines tatsächlichen Willens, auch verantwortlich zu handeln, sondern bloß der Fähigkeit dazu. Indem Unternehmen ihr strategisches Verstehen der moralischen Sprache unter Beweis stellen, zeigen sie auch, dass sie diese Fähigkeit zum moralischen Handeln zumindest abstrakt besitzen.

Philosophisch lässt sich die These von Unternehmen als moralischen Akteuren durch ein drittes Argument unterfüttern, das auf die wichtige Rolle der Mitarbeiter hinweist. Die Mitarbeiter schreiben ihren Unternehmen Handlungspläne zu und richten sich dann selbst als Mitarbeiter nach diesen Plänen. Sonst könnten große Unternehmen auch gar nicht funktionieren und würden im Chaos versinken. Entscheidend ist hierbei, dass diese Zuschreibungen der korporativen Pläne nicht von individuellen Mitarbeitern steuerbar sind, sondern in einem komplizierten kollektiven Prozess geschehen. Deswegen können die individuellen Mitarbeiter auch nicht für diese Pläne verantwortlich gemacht werden und müssen ihnen trotzdem zumindest ein Stück weit folgen, weil dies ihrer Rollenverantwortung als Mitarbeiter entspricht. Wenn nun das Unternehmen für bestimmte Dinge moralisch und rechtlich verantwortlich gemacht wird, dann heißt dies letztlich nichts anderes, als Einfluss auf jenen Prozess der Zuschreibung der Pläne zu nehmen (Neuhäuser, 2011).

Bisher werden Unternehmen in der Praxis zumeist rein ökonomische Pläne der Gewinnmaximierung zugeschrieben, doch zumindest abstrakt spricht nichts dagegen, ihnen auch andere, vielleicht stärker an den Menschenrechten orientierte Pläne zuzuschreiben und sie für deren Einhaltung nicht nur ökonomisch, sondern auch moralisch und strafrechtlich verantwortlich zu

machen. Ein globales Strafrecht für Unternehmen wäre wohl ein dafür geeignetes Mittel; doch ist das überhaupt wünschenswert?

4 Ist ein globales Strafrecht für Unternehmen wünschenswert?

Es mag konzeptuell möglich sein, ein globales Strafrecht für Unternehmen einzurichten, aber das heißt noch nicht, dass dies auch wünschenswert ist und getan werden sollte. Dagegen könnte sprechen, dass es bereits andere Mechanismen gibt, die eine gewünschte Steuerung bewirken können, wenn sie richtig eingesetzt werden. In Frage dafür kommen insbesondere die zivilrechtliche Haftung für Unternehmen und der Markt selbst mit seiner unsichtbaren Hand. Wenn diese beiden Instrumente hinreichend sind, um Unternehmen auf die gewünschte Weise zu regulieren, dann bedürfte es keines zusätzlichen Strafrechts für Unternehmen. Doch es lässt sich zeigen, dass beide Instrumente nicht hinreichen und es daher durchaus wünschenswert ist, sie um ein globales Strafrecht für Unternehmen zu ergänzen.

Zivilrechtliche Haftung ist ein wichtiges Mittel zur Kontrolle von Unternehmen, aber auch mit zwei Problemen behaftet: Erstens besitzt sie keine hinreichende abschreckende Wirkung, und zweitens ist sie nicht geeignet, für ausgleichende Gerechtigkeit zu sorgen. Zivilrechtliche Haftung besitzt deswegen keine hinreichende abschreckende Wirkung, weil die Haftung nach der Höhe des Schadens und nicht nach der abschreckenden Wirkung auf den Schädigenden bemessen wird. Das hat zur Konsequenz, dass gewinnorientierte Unternehmen immer dann einen Schaden in Kauf nehmen werden, wenn der zu erwartende Gewinn den zu erwartenden Schaden durch die Haftung übersteigt. Das ist aus gerechtigkeits-theoretischer Perspektive natürlich unbefriedigend, weil ungerechtfertigte Schädigungen grundsätzlich zu vermeiden sind, unabhängig von irgendwelchen Gewinninteressen. Dies gilt umso mehr, wenn es um Menschenleben geht, wie im Fall von Union Carbide und Shell. Dies gilt aber auch, wenn es um Jobs und private Rentenvorsorge geht, wie im Fall von Lehman Brothers.

Ein Strafrecht hat demgegenüber den Vorzug, dass das Strafmaß flexibel ist und so bemessen werden kann, dass es für den Schädiger auch tatsächlich eine Strafe darstellt. Dies hat nicht nur einen Abschreckungseffekt. Es bewirkt auch, dass in der Öffentlichkeit der Eindruck entsteht, dass Unternehmen für ihr dann nicht nur ungerechtes, sondern zusätzlich unrechtmäßiges Handeln auch wirklich bestraft werden. Die Bedeutung dieses Effekts für die Aufrechterhaltung eines öffentlichen Sinns für Gerechtigkeit ist nicht zu unterschätzen. Dies ist der zweite Vorzug eines Strafrechts für Unternehmen: Das politische System wird insgesamt stärker als gerecht eingestuft, weil auch die mächtigsten Akteure rechtlich zur Verantwortung gezogen

werden. Dadurch erhöhen sich die Legitimität und indirekt auch die Stabilität einer solchen politischen Grundstruktur (kritisch dazu: Michael, 2006).

Auch der Markt selbst erweist sich bei näherem Hinsehen nicht als geeigneter Mechanismus, um ein Strafrecht zur Kontrolle von Unternehmen ersetzen zu können. Die unsichtbare Hand funktioniert selbst in der Theorie nur als Mechanismus zur Steigerung der gesamtgesellschaftlichen Produktivität, also nur zur Wohlfahrt in diesem Sinne. Alle anderen gerechtigkeits-theoretischen Erwägungen bleiben demgegenüber unberücksichtigt. Insbesondere kann der Markt selbst keine Sicherung der Freiheitsrechte gewährleisten; aber auch politische Beteiligungs- und soziale Teilhaberechte sind nicht gesichert. Die Verteilung von Reichtum beispielsweise geschieht nach einem punktuell gedachten Pareto-Prinzip. Dies kann zu einer Zunahme der Ungleichheit führen und viele Leistungen und Bedürfnisse werden nicht fair berücksichtigt. (Thielemann, 2009)

Eigentlich sind diese und weitere Mängel des Marktes wohlbekannt und es überrascht, dass es immer noch Anhänger einer Position gibt, nach der der Markt nicht nur ein gutes Instrument zur Allokation von Gütern darstellt, sondern sich mit dem freien Markt und der unsichtbaren Hand alle ethischen Probleme lösen lassen (Homann & Lütge, 2004). Ob dies an einer verengten wirtschaftstheoretischen Ausbildung oder anderen praktisch-ideologischen Beschränkungen liegt, sei einmal dahingestellt. Fest steht jedenfalls, dass der Markt keine Alternative zum Strafrecht darstellt, wenn klar gesehen wird, dass er zwar ein kluges Instrument zur Effizienzsteigerung darstellt, aber auch nicht mehr. In diesem Kontext ist es übrigens erwähnenswert, dass ein Strafrecht für Unternehmen die Funktionalität von Märkten im Prinzip nicht einschränkt und insofern ihre Freiheit nicht beeinträchtigt. Nur wenn die Freiheit der Märkte als völlige Regellosigkeit verstanden wird, schränkt solch ein Strafrecht diese anarchistische Freiheit ein; das allerdings auch zu Recht, wie der nächste Abschnitt zeigen soll.

5 Wird ein globales Strafrecht für Unternehmen gebraucht?

Die beiden vorhergehenden Abschnitte sollten etablieren, dass ein globales Strafrecht für Unternehmen möglich und wünschenswert ist. Insofern spricht bereits einiges für diese Institution. Dieser Eindruck soll in diesem Abschnitt noch verstärkt werden, denn ein solches Strafrecht ist nicht nur wünschenswert, sondern scheint tatsächlich sogar gebraucht zu werden, um einige der gravierenden Probleme globalen Ausmaßes sinnvoll angehen zu können. Globale Probleme sind solche Probleme, die nur durch eine global gesteuerte Zusammenarbeit von Staaten, weiteren Institutionen und individuellen Menschen angegangen werden oder in ihren negativen Auswirkungen die ganze Menschheit betreffen können. Der Klimawandel beispiels-

weise ist ein globales Problem im ersteren, der Betrieb von Atomkraftwerken im zweiten Sinne. Das globale Wirtschaftssystem umfasst Probleme beider Dimension, deswegen bedarf es zur Lösung dieser Probleme auch globaler Ansätze (Wettstein, 2009).

Dabei geht es nicht notwendigerweise um rein ökonomische Fragen, denn Unternehmen sind als nicht nur wirtschaftliche, sondern auch politische Akteure zugleich in viele andere Bereiche des Lebens eingebunden und haben insofern mehr oder weniger direkt mit Problemen der Umweltverschmutzung und des Klimawandels, der globalen Armut und der Kriegsführung zu tun. Sie können in Bezug auf diese Probleme dabei helfen, die Menschenrechte zu sichern oder dabei im Wege stehen, ja sogar selbst Menschenrechte verletzen. Beispielsweise können Unternehmen entweder lebensnotwendige Medikamente günstig an Bedürftige abgeben oder erniedrigende Menschenversuche an existentiell bedrohten und verzweifelten Menschen durchführen. Sie können sich für eine Nichtverbreitung von Waffen einsetzen oder Landminen verkaufen. Sie können sich für erneuerbare Energien einsetzen oder massiv zum Treibhauseffekt beitragen und versuchen, die Kosten zu externalisieren.

Doch jenseits dieses direkten positiven oder negativen Beitrags zur Lösung globaler Probleme haben Unternehmen auch eine indirekte Rolle zu spielen, die im vorherigen Abschnitt schon einmal erwähnt wurde. Weil diese Rolle so häufig übersehen wird, soll sie hier konkretisiert werden. Unternehmen besitzen faktisch eine sehr zweifelhafte symbolische Funktion als mächtige globalisierte Akteure, die ihrem reinen Eigeninteresse folgen und sogar Menschenrechte verletzen können, ohne dafür zur Rechenschaft gezogen und bestraft zu werden. Insofern setzen sie ein starkes Negativbeispiel für die Geltung der Menschenrechte als normative Spielregeln auf globaler Ebene. Wem sie aus Eigeninteresse nicht passen, so die Botschaft, der bricht die Menschenrechte, wo er nur kann. Auf diese Weise kann kein übergreifender Wille entstehen, sich für eine verbindliche Lösung globaler Probleme wie der oben angedeuteten einzusetzen. Der kategorische Respekt vor den Menschenrechten ist fraglos der erste Schritt für die Bereitschaft zu solch einem übergreifenden Willen (Beitz, 2009: 82–92).

Hier zeigt sich auch noch einmal deutlich, warum auf Freiwilligkeit basierende Ansätze der Verantwortung von Unternehmen ganz ohne rechtliche Verbindlichkeit nicht ausreichen – selbst wenn es hinreichend gutwillige Unternehmen geben sollte. Fehlverhalten wird nicht sanktioniert, und daher wissen selbst gutwillige Akteure nicht, ob andere mitziehen oder nicht. Das lässt sie davor zurückschrecken, sich selbst allzu sehr festzulegen, um nicht zu viele Nachteile in Kauf nehmen zu müssen. Hier liegt ein klassisches Problem des kollektiven Handelns vor. Außerdem gilt zusätzlich – genauso wie bei individuellen Akteuren –, dass es selbst gutwilligen Unternehmen ohne externe Unterstützung an Umsetzungskraft mangeln kann. Bei individuellen Akteuren heißt das Willensschwäche, bei Unternehmen ließe es sich als Planungsschwäche bezeichnen. In beiden Fällen kann ein Strafrecht in kritischen Situationen jene abschreckende Wirkung entfalten, die dafür sorgt, dass die Akteure das tun, was sie vielleicht ohnehin tun wollten – nämlich, sich an die Regeln zu halten, insbesondere die Menschenrechte zu respektieren und bei ihrer Durchsetzung zu helfen.

6 Ist ein globales Strafrecht für Unternehmen wahrscheinlich?

So sehr ein globales Strafrecht für Unternehmen entgegen zahlreicher Meinungen möglich sein mag, so sehr es wünschenswert sein und sogar gebraucht werden kann, so ist dadurch doch nicht etabliert, dass seine Umsetzung auch wahrscheinlich ist. Tatsächlich mutet die Vorstellung, dass die auf globaler Ebene politisch mächtigen Akteure ein Interesse an solch einer Institution hätten, unrealistisch an. Gegen den Willen der Mächtigen lassen sich aufgrund fehlender demokratischer Strukturen im *Global Governance* jedoch keine institutionellen Reformen und erst recht nicht Reformen dieses Ausmaßes durchsetzen, ja nicht einmal einleiten.

Es ist unbestritten, dass der Vorschlag ein utopisches Element beinhaltet. Allerdings gilt es zu betonen, dass es sich dabei um eine realistische Utopie handelt, der Vorschlag unter günstigen Bedingungen also durchaus eine Chance besitzt, verwirklicht zu werden (Rawls, 2002: 13f.). Diese günstigen Bedingungen bestehen aus zwei Elementen: Erstens können einige große Unternehmen selbst zu Befürwortern solch eines Vorschlages werden. Zweitens können bestimmte Verwerfungen in der Weltwirtschaft zu einem *window of opportunity* für solch einen Vorschlag werden, indem sie die allgemeine Bereitschaft zu fundamentalen institutionellen Reformen erhöhen.

Doch warum sollten sich Unternehmen für solch einen Vorschlag einsetzen? Die Idee orientiert sich an dem klassischen Argument von Hobbes zur Überwindung des lebensfeindlichen Naturzustandes. Der globale Markt lässt sich als solch ein Naturzustand auffassen, in dem die Existenz der Unternehmen ständig bedroht ist, weil sie jederzeit aufgekauft oder vom Markt gedrängt werden können. Wenn Unternehmen an ihrem Fortbestand interessiert sind, dann besitzen sie diesem Argument zufolge ein Interesse an einer freiwilligen Selbstbindung an einen Souverän, der ihnen gegenüber als Regelungsinstanz und Sanktionsmacht auftritt. Ein globales Strafrecht für Unternehmen könnte diese Aufgabe übernehmen. Unternehmen hätten also tatsächlich ein aufgeklärtes Eigeninteresse, diese Institution zu befürworten oder zumindest nicht zu verhindern.

Eine breitere Basis für die Befürwortung eines globalen Strafrechts für Unternehmen kann entstehen, wenn sich die Weltwirtschaft in der Krise befindet und nach möglichen und noch nicht verwirklichten Alternativen gesucht wird. Die im Jahre 2007 aus der US-amerikanischen Immobilienkrise erwachsene globale Finanzkrise ist ein Beispiel für solch ein *window of opportunity*, das leider nicht genutzt wurde (Krugman, 2009: 219–222). In solchen Krisen stehen nicht nur die Politik und die Wirtschaft in der Pflicht. Politische Theoretiker besitzen gemeinsam mit einer kritischen Zivilgesellschaft die in dieser Krise kaum wahrgenommene Aufgabe, zukunftsweisende normative Vorschläge auszuarbeiten und sich darüber hinaus auch dafür einzusetzen, dass diese Vorschläge in der politischen Diskussion ankommen.

Vielleicht sind beide Punkte ein wenig utopisch. Vielleicht wollen auch langfristig orientierte Unternehmen kein so starkes Instrument wie ein globales Strafrecht für Unternehmen, und vielleicht bildet sich auch in ökonomischen Krisen nur ein politischer Grundkonsens für viel schwächere Reformen. Aber selbst deutlich schwächere Instrumente könnten einen ersten Grundstein für ein globales Strafrecht für Unternehmen legen. Es ist also nicht alles verloren. Denn zuletzt sorgt vielleicht die List der Geschichte dafür, dass es zu dieser Institution kommt, obwohl die mächtigen politischen und ökonomischen Akteure dies nicht beabsichtigt und trotzdem durch ihr Handeln eingeleitet haben.

Literatur

- Ali, L.: *Corporate Criminal Liability in Nigeria*. Lagos: Malthouse Press (2009).
- Beitz, C.: *The Idea of Human Rights*. Oxford: Oxford University Press (2009).
- Crane, A., McWilliams, A., Matten, D., Moon, J. & Siegel, D. S.: *The Oxford Handbook of Corporate Social Responsibility*. Oxford: Oxford University Press (2009).
- de Grazia, A.: *A Cloud over Bhopal*. Bombay: South Asia Books (1985).
- Fortun, K.: *Advocacy after Bhopal: Environmentalism, Disaster, New Global Orders*. Chicago: University of Chicago Press (2001).
- French, P.: *Corporate Ethics*. Fort Worth: Thomson Learning (1995).
- Homann, K. & Lütge, C.: *Einführung in die Wirtschaftsethik*. Münster: Lit (2004).
- Krugman, P.: *Die neue Weltwirtschaftskrise*. Frankfurt/Main: Campus (2009).
- Ladd, J.: Corporate Mythology and Individual Responsibility. *The International Journal of Applied Philosophy*, 2(2), 1–21 (1984).
- MacDonald, L. G. & Robinson, P.: *A Colossal Failure of Common Sense: The Inside Story of the Collapse of Lehman Brothers*. New York: Ebury Press (2009).
- Michael, M. L.: Business Ethics: The Law of Rules. *Business Ethics Quarterly*, 16(4), 475–504 (2006).
- Neuhäuser, C.: *Unternehmen als moralische Akteure*. Berlin: Suhrkamp (2011).
- Rawls, J.: *Das Recht der Völker*. Berlin: de Gruyter (2002).
- Schabas, W.: *An Introduction to the International Criminal Court*. Cambridge: Cambridge University Press (2007).
- Sen, A.: *The Idea of Justice*. Cambridge: Harvard University Press (2009).
- Simpson, S.: *Corporate Crime, Law, and Social Control*. Cambridge: Cambridge University Press (2002).
- Thielemann, U.: *System Error: Warum der freie Markt zur Unfreiheit führt*. München: Westend (2009).
- Wells, C.: *Corporations and Criminal Responsibility*. Oxford: Oxford University Press (2001).
- Wettstein, F.: *Multinational Corporations and Global Justice*. Stanford: Stanford University Press (2009).

Thomas Heichele

Zur Transformation des Menschen

Technik als Bedingung der Möglichkeit menschlicher Existenz

Seit seinen stammesgeschichtlichen Anfängen steht der Mensch in einer engen Wechselwirkung mit seiner Umwelt. Eine Vielzahl an Transformationen ermöglichte es dem (Proto-)Menschen, sich im Laufe der biologischen und kulturellen Evolution an immer neue Rahmenbedingungen anzupassen und mehr und mehr die aktive Rolle des Gestalters seiner Umwelt einzunehmen. Im Folgenden soll die zentrale Rolle der Technik herausgearbeitet werden, die dieser Entwicklung zugrunde liegt und sie in noch stärker werdendem Maße auch zukünftig bestimmen wird.

1 Begriffsexplikation

Der Technikbegriff ist zwar aus dem natürlichen Sprachgebrauch nicht wegzudenken, doch tut eine begriffliche Klärung dringend Not, sofern eine fruchtbare Technikreflexion auf philosophischer Ebene angestrebt wird. Technik stammt vom griechischen *techné* (Kunst, Können) ab und bezeichnet sowohl Fähigkeiten der Beherrschung von Handlungsschemata und zweckdienlichen Mitteln als auch bestimmte Handlungsergebnisse an sich (z. B. Janich, 2004).¹ Ohne damit auch nur ansatzweise alle Ebenen der Technik abzudecken, werden in dieser Arbeit insbesondere drei Kategorien voneinander unterschieden, die in einer engen gegenseitigen Abhängigkeit stehen und in ihrer Tradierung maßgeblich die Kultur definieren: *Realtechnik* (hierunter fallen Artefakte), (bewusste und unbewusste) *Intellektualtechnik* (dazu gehören geistige

¹ Gute Einführungen in das weite Feld der Technikphilosophie liefern u. a. Hubig (2006), Nordmann (2008) und Zoglauer (2002).

Fähigkeiten wie unter anderem Urteilen, Abstrahieren oder Zählen) und *Sozialtechnik* (beispielsweise Formen intersubjektiver Organisation). Während für Aristoteles Technik noch auf einer fundamentalen Ebene einen Gegensatz zur Natur bildete, indem sie mit ihrer im Menschen liegenden Ursache gewissermaßen eine Überlistung der Naturgesetze darstellte, müssen im modernen Verständnis Technik und Naturgesetze miteinander in Einklang stehen.

2 Die Anfänge des Menschen

Vor einem Blick auf die explizite Entwicklung des Menschen ist ein kleiner und selbstverständlich unvollständiger Exkurs bezüglich zweier grundsätzlicher Überlebenstechniken (auch nicht-menschlicher Tiere) als Bedingung der Möglichkeit des (Über-)Lebens und damit der menschlichen Evolution unabdingbar. Von zentraler Bedeutung hierbei ist insbesondere im Bereich der Intellektualtechniken eine adäquate Wirklichkeitsdeutung (Kornblith, 2007; Vollmer, 2007). Nur auf diese Weise ist es einem Individuum möglich, mit einem – für das Überleben notwendigen – regelmäßigen Erfolg für eine Umsetzung von Wünschen bzw. Bedürfnissen zu sorgen, was sich unter anderem bei der erfolgreichen Nahrungssuche oder dem gelungenen Verstecken vor Feinden zeigt. Vor allem in den Bereich der Sozialtechniken gehört als weitere Überlebenstechnik beispielsweise (nepotisch oder reziprok) altruistisches Verhalten inklusive diverser (auch intellektualtechnischer) Fähigkeiten, Verwandtschaftsgrade richtig zu bestimmen oder die Verlässlichkeit des potentiellen zukünftigen Kooperationspartners richtig einzuschätzen (z. B. Illies, 2006; Voland, 2007). In Anbetracht der Tatsache, dass wegen der geforderten Kürze des Beitrages lediglich einige zentrale Aspekte bezüglich der Technikbedeutung für die Anfänge des Menschen angesprochen werden können, beginnen im Folgenden aus pragmatischen Gründen die Betrachtungen mit dem Aufkommen von *Homo* vor ca. 2,5 Millionen Jahren.¹ Man kann trefflich eine „protokulturelle Periode“ deklarieren, die vor über 2,5 Millionen Jahren begann und bis ungefähr 40.000 Jahre vor unserer Zeit reichte, in der maßgebliche Grundlagen für das spätere Leben und wesentliche Charakteristika der Menschheit geschaffen wurden (vgl. hierzu insbesondere Welsch, 2007). Von zentraler Bedeutung für diese Periode ist der Umstand, dass es wichtige Rückkopplungseffekte zwischen der (proto-)kulturellen und der biologischen Evolution gab, die sich auch in Wechselwirkungen beim Gebrauch unterschiedlicher Techniken auf verschiedenen Ebenen widerspiegeln.

Einen Anfang machen hierbei beispielsweise humanspezifische parentale Aufzuchtstechniken, die erst die weit reichenden und lange Zeit währenden Formen des frühkindlichen Lernens beim Menschen ermöglichen. Mit Blick auf die Anatomie des Menschen fällt eine Verbesse-

¹ Einen Überblick über die Entstehung von *Homini* liefert Harrison (2010), eine grundlegende Übersicht zur Stammesgeschichte des Menschen Henke und Rothe (1999).

rung des aufrechten Gangs ebenso auf wie Veränderungen der Hand und eine starke Verringerung der Körperbehaarung. Ein weiterer Aspekt ist die deutliche Vergrößerung des Gehirns, die mit einer Neuordnung bzw. Transformation der funktionellen Architektur einherging: 90 % des (nun wesentlich vergrößerten) Cortexvolumens dienen selbstreferentiellen Funktionen, während lediglich 10 % sich mit Außenbeziehungen beschäftigen. Im menschlichen Gehirn evolvierte eine neue informationsverarbeitende Technik, die eine maßgebliche Voraussetzung für alle späteren geistigen Leistungen darstellte – die fortwährende Iteration kognitiver Operationen in Verbindung mit reflexiven Selbstanwendungen war eine Bedingung der Möglichkeit phänomenalen Bewusstseins (vgl. beispielsweise auch Singer, 2004). Diese Form der den Menschen konstituierenden (unbewussten) Intellektualtechnik entwickelte sich in einem engen Wechselwirkungszusammenhang mit anderen Intellektualtechniken und neuen Real- und Sozialtechniken.

Einen tragenden Anteil an den sich rasch verbessernden kognitiven Fähigkeiten hatte das Aufkommen des Werkzeuggebrauchs, wobei sich Werkzeug- und Gehirnentwicklung gegenseitig bedingten. Dazu kamen neue Sozialtechniken, die ihrerseits in einem Rückkopplungsverhältnis mit Intellektual- und Realtechniken standen: Das soziale Miteinander wurde u. a. vor dem Hintergrund neuer Aufteilungen des Arbeitsalltags und neuer Hierarchien im sozialen Gefüge komplexer, was wiederum einer verbesserten Reflexionsfähigkeit bedurfte. So waren es vermutlich nicht zuletzt die sozialen Interaktionen, die im menschlichen Gehirn in Wechselwirkung mit dem Aufkommen einer Theorie des Geistes (also der Fähigkeit, sich in die Rolle des Gegenübers hineinzusetzen) und sprachlichem Kommunikationsvermögen zur den Menschen auszeichnenden Fähigkeit zur kollektiven Intentionalität (z. B. Rakoczy & Tomasello, 2008) und Herauskristallisierung eines Selbstmodells führten, in welchem man sich als frei und bewusst agierendes Subjekt sieht. Das Wechselspiel unterschiedlichster Techniken legte die Grundlagen für die Evolution und Sicherung von *Homo*.

3 Auf dem Weg in die Gegenwart

Eine Vielzahl an aus unterschiedlichen Gründen vonstatten gegangenen und von verschiedensten spezifischen Techniken abhängenden Transformationen bezüglich des biologischen Setups des Menschen führte letztlich dazu, dass es vor ca. 40.000 Jahren zu einer für die Menschheitsgeschichte hochgradig bedeutsamen Transformation kam: Von diesem Zeitpunkt an wandelte sich die Evolution des Menschen im Wesentlichen von einer biologischen zu einer kulturellen (z. B. Welsch, 2007).¹ Es waren immer noch vor allem Real-, Intellektual- und

¹ An dieser Stelle muss man ein wenig Vorsicht walten lassen, um etwaigen Missverständnissen zu entgehen. Damit ist keineswegs gemeint, dass es keine biologische Evolution des Menschen mehr geben würde, sondern ledig-

Sozialtechniken, welche die Entwicklung des Menschen vorantrieben, doch nahmen deren jeweilige Komplexität, gegenseitige Vernetzung und der Grad ihrer bewussten Verwendung nun rapide zu. Im Jungpaläolithikum wurden exemplarisch auf Seiten der Realtechnik sowohl die Werkzeuge (inkl. Nadeln für Kleidung) stark verbessert als auch Kunstwerke und Musikinstrumente hergestellt. Neue Intellektualtechniken (einmal mehr in Verbindung mit Real- und Sozialtechniken) im Sinne der bewussten Beherrschung von Handlungsschemata führten in der neolithischen Revolution vor über 10.000 Jahren unter anderem zu Viehzucht und Ackerbau, wodurch das allgemeine Nomadentum von der Sesshaftigkeit in ersten Dorf- bzw. Städtegemeinschaften abgelöst wurde. Neue Sozialtechniken vor dem Hintergrund dadurch gewachsener Herausforderungen an zwischenmenschliche Organisations- bzw. Verwaltungsformen waren ebenso die Folge wie eine nochmals rapide beschleunigte Dynamik hinsichtlich intellektual- und realtechnischer Innovationen. Der Schritt zu den Hochkulturen und zur Grundlegung der die Menschheit noch heute bestimmenden Lebensweise war nur mehr ein kleiner.

Für den westlich-abendländischen Kulturraum war es insbesondere das antike Griechenland, in dem weitere entscheidende Weichen gestellt wurden. Mit dem Aufkommen der Philosophie und damit zusammenhängend der (proto-)wissenschaftlichen Weltdeutung waren neue Revolutionen in der Intellektualtechnik verbunden: exemplarische Beispiele sind das fortgeschrittene (reflexive) Denken im Abstrakten, Logik und Mathematik. Vergleichbar bedeutsame Neuerungen fanden sich im Bereich der Sozialtechnik beispielsweise mit der Demokratie und im Bereich der Realtechnik mit der Entwicklung verschiedener Maschinen. Bei Aristoteles blieb der Technik als menschenverursachte und „unnatürliche“ Praktik der Rang der reinen (theoretischen) Wissenschaft verwehrt, und dieses Technikverständnis sollte im Wesentlichen 2000 Jahre anhalten. Mit Beginn der frühen Neuzeit widerfuhr dem Technikverständnis selbst eine Transformation, die den weiteren Verlauf der Menschheitsgeschichte maßgeblich prägte: Künstler-Ingenieure, Naturphilosophen und -wissenschaftler wie Leonardo da Vinci oder Galileo Galilei setzten alles daran, Technik im Sinne der Mechanik als reine Wissenschaft zu etablieren und die Einheit von Technik und Naturgesetzmäßigkeit zu propagieren. An dieser Stelle kam es in Folge diverser Rückkopplungsprozesse unter anderem durch die Verbindung von mathematisierter Naturphilosophie (dies war bereits eine neue Form der Intellektualtechnik) und die durch neue realtechnische Entwicklungen ermöglichten Formen der Messung und des Experimentdesigns zur Entstehung der neuzeitlichen Natur- und dann auch Ingenieurwissenschaft (vgl. zu dieser komplexen Gemengelage beispielsweise auch Crombie, 1965, und Heichele, 2008). Der (v. a. auch real-)technische Fortschritt führte in der Folgezeit zu einer weiteren Technisierung der menschlichen Lebenswelt, die mit Beginn der Industrialisierung noch einmal beschleunigt wurde und in der Gegenwart kaum mehr überblickbare Ausmaße erreicht

lich, dass die (sichtbaren) Änderungen der Lebensumstände von nun an vor allem kulturbedingt waren. Gleichzeitig ist auch auf diverse Rückkopplungen und Wechselwirkungen zwischen kultureller und biologischer Evolution zu verweisen, wie sich unter anderem an der Entwicklung von Lebensmittel(un)verträglichkeiten zeigt (vgl. dazu beispielsweise Illies, 2006: 102ff.).

hat. Dies gilt in real- und sozialtechnischer Hinsicht insbesondere in den Gebieten der Informationsverarbeitung, Kommunikation und Produktion.

Es ließen sich etliche die Gegenwart bzw. nahe Zukunft intendierende Beispiele für Technik als Bedingung der Möglichkeit menschlicher Existenz anführen, die über eine starke Verbesserung der (Über-)Lebensmöglichkeiten, wie beispielsweise durch Fortschritte in der Medizin(technik), hinausgehen und nichts weniger als eine Sicherung der Lebensbedingungen bedeuten, doch an dieser Stelle sollen lediglich zwei offensichtliche genannt sein. Dies ist zum einen die Abhängigkeit des Menschen vom Funktionieren der Technik, wie dies zum Beispiel im Falle der Kernenergie festzustellen ist. Von Kernkraftwerken bis hin zu Nuklearwaffen steht die Menschheit – bei allen ebenfalls vorhandenen Vorteilen – einem gewaltigen (zumindest theoretischen) Bedrohungspotential gegenüber, das bei einem (wenngleich hochgradig unwahrscheinlichen) kompletten Versagen der Sicherungsmechanismen oder Fehlleistungen in der Programmierung zur völligen Vernichtung der Zivilisation führen kann. Ein anderer Aspekt bezieht sich auf die Abwehr von Asteroiden und Kometen, die eine globale Gefahr darstellen (Gehrels, 1994). Hier haben wir es mit einem Typus von Naturkatastrophen zu tun, der auf der einen Seite praktisch jederzeit stattfinden kann und auf der anderen Seite zumindest prinzipiell vom Menschen abgewendet werden könnte. Der Technik als Bedingung der erfolgreichen Verteidigung gegen ein impaktbedingtes Aussterben der Menschheit kommt hierbei eine fundamentale Rolle bei der Sicherung der menschlichen Existenz zu. Die vielleicht offensichtlichste Form von Technik als Bedingung der Möglichkeit einer dauerhaften menschlichen Existenz wird deutlich, wenn man – zugegebenermaßen weit in die Zukunft blickend – sich die Entwicklung in unserem Sonnensystem anschaut: In gut sechs Milliarden Jahren wird sich die Sonne mit einer Übergangsphase zu einem Roten Riesen entwickeln und damit jegliches Leben auf der Erde unmöglich machen (Sackmann et al., 1993). Sollte die Menschheit bis zu diesem Zeitpunkt noch existieren (und die Erde nicht schon längst verlassen haben – was aber wiederum nur in Abhängigkeit von der Technik möglich wäre), wäre spätestens dann die technisch ermöglichte Besiedelung anderer Planeten (oder Raumstationen) zur weiteren Existenz unabdingbar.

4 Reflexive Technikphilosophie

Eine in der Anthropologie und in der Technikphilosophie gerne verwendete Charakterisierung beschreibt den Menschen als herstellendes Wesen. Diese Klassifikation wirft die Frage nach dem „Warum“ auf, zu deren Beantwortung ein Blick in die Geschichte eben jener Disziplinen erste Erfolge verspricht: Der Mensch wird vielfach als ein biologisch unzureichend ausgestattetes Mängelwesen dargestellt, das mit Hilfe der Technik die verschiedenen Unzulänglichkei-

ten (erfolgreich) zu kompensieren versucht.¹ (V.a. Real-)Technik wird dabei in einer langen Tradition oft als eine Nachahmung der Natur verstanden, indem beispielsweise das Vorbild für Kleidung im Fell der Tiere gesehen wird, Vögel als Paten für Flugzeuge dienen oder eine Kamera als Nachbau des menschlichen Auges betrachtet wird.² Der Grund, warum der Mensch überhaupt in der Lage war/ist, vorhandene Mängel der körperlichen Ausstattung auszugleichen, wurde dabei oft im Verstand oder der Vernunft gesehen, was ein radikales Unterscheidungskriterium zum restlichen Tierreich bedeuten sollte. Demgegenüber werden vor dem Hintergrund moderner evolutions- und neurobiologischer Erkenntnisse sowie im Kontext der Soziobiologie die spezifisch menschlichen Fähigkeiten in Bezug auf diverse Herstellungen als biologisch „natürlich“ (im Sinne von im Laufe der Evolution und damit durch selektiven Druck) erworben bzw. evolviert angesehen. Dies bezieht sich sowohl auf die das unmittelbare Überleben sichernden Techniken (auf den Ebenen der Real-, Sozial- und Intellektualtechniken) als auch auf diverse Luxustechniken wie zum Beispiel kostspielig herzustellende Kunstwerke oder (vermeintlich) unnötig teuer hergestellte Gebrauchsgegenstände, die so zu einem kommunikativen Wert im Wettstreit um Ansehen und Akzeptanz innerhalb der Gesellschaft werden. Wenn ein Löwe trotz einer prächtigen Mähne auch der größten Hitze standhält, zeigt er jedem seine überragende Fitness, da er sich diese auf den ersten Blick unpraktische Mähne nur so leisten kann. Vergleichbar dazu kommuniziert der Mensch mit Hilfe selbst hergestellter teurer Signale („Handicaps“), um zu zeigen, dass er über die nötigen (intellektuellen, finanziellen, machtpolitischen etc.) Ressourcen verfügt, sich die teuren Signale überhaupt leisten zu können: „Menschen fabrizieren in Ermangelung natürlicher Handicaps ihre artifiziellen Pfauenschwänze“ (Volland, 2007:131f.). Unabhängig davon, welche Zugangsweise zum Menschen als herstellendem Wesen man wählt, sind es doch die technikbedingten Transformationen verschiedenster Art des (im Sinne von „am“) und (in Bezug auf eine veränderte Umwelt) durch den Menschen, die seine Existenz und Entwicklung ermöglichten bzw. sicherten. Die Feststellung – beispielsweise eines Ortega y Gasset (2002) –, wonach der Mensch erst durch die Technik zum Menschen wird, erscheint vor diesem Hintergrund als offensichtlich.³

¹ Die Bezeichnung des Menschen als biologisch unzureichend ausgestattetes Mängelwesen, das nur durch die Hilfe der Technik Bedürfnisse stillt und überlebt, steht in engem Zusammenhang mit der Anthropologie Arnold Gehlens (vgl. Gehlen, 1993). Vergleichbare Positionen gibt es allerdings unter anderem in aller Deutlichkeit auch bei Ernst Kapp (Kapp, 1978), José Ortega y Gasset (Ortega y Gasset, 2002) und im Mittelalter bei Hugo von St. Viktor in seinem Werk *Didascalicon* (von St. Viktor, 2002).

² Einige klassische Vertreter der Lehre der Technik als Naturnachahmung (man denke an dieser Stelle auch an die zeitgenössische Bionik) sind Hugo von St. Viktor, Leonardo da Vinci, Francis Bacon und Ernst Kapp, der eine besonders originelle Variante vertreten hat: Für ihn (und beispielsweise auch für Cassirer, der diese Deutung allerdings nur für den Anfang der Technik gelten lassen möchte) stellt Technik eine Organprojektion dar, bei der natürliche Organe mit Technik nachgebildet werden. Dies beginnt zum Beispiel bei Schüsseln als Nachahmung der hohlen Hand, geht über die Dampfmaschine als Projektion eines komplexen Organismus und reicht bis zu die Zivilisation aufrechterhaltenden Datenkabeln und Verkehrswegen als Nerven der Menschheit (vgl. Kapp, 1978).

³ Vor dem Hintergrund einer besonderen Berücksichtigung der Sozialtechnik findet sich eine interessante vergleichbare (technikbedingte) Transformation, die den Menschen erst zum Menschen macht, beispielsweise auch bei Rousseau: Bei ihm ist es der Übergang vom Urzustand in eine durch den Gesellschaftsvertrag ermöglichte Form der neuen sozialen Gemeinschaft, die den Menschen in eine Welt der Moral überführt und somit zum Menschen im eigentlichen Sinn in Unterscheidung vom Tierreich führt (vgl. Rousseau, 1986).

Die technikbedingte Entwicklung, die der Mensch passiv durchlebte und v. a. aktiv verantwortet(e), kann nun auch als Grund einer weiteren Transformation angesehen werden, die mitunter von negativen Konnotationen begleitet wird und für den Fall, dass man das weitläufige Entwicklungspotential nicht als urmenschliche Eigenschaft betrachtet, der Annahme von der Technik als eines menscheitskonstituierenden Etwas wenigstens teilweise entgegenläuft: Im Rahmen einer Entfremdungsthese¹ wird – grob verallgemeinert – darauf hingewiesen, wie sich im Laufe der Zeit der Mensch von der Natur, einer natürlichen Lebensweise und letztendlich von sich selbst entfremdet. Abhängig von der Beantwortung der Frage, inwiefern man nicht zwingend für jede kulturelle Entwicklung des Menschen im Rahmen evolutionswissenschaftlicher Ansätze natürliche Grundlagen annehmen müsste, bleibt im Angesicht von Nachrichtensatelliten und Kernkraftwerken unter der (zumindest auf einer basalen und die Ursprünge berücksichtigenden Ebene offensichtlich nicht haltbaren) Annahme einer diesbezüglichen Unterscheidung zwischen Natur und Technik die Feststellung, dass die ursprüngliche Einheit von Natur und Technik, wie sie zum Beispiel bei der Verwendung eines Holzastes als Waffe noch gegeben war, gesprengt wurde. Grundlegende (miteinander verwandte) Charakteristika dieses Prozesses sind nach Alsberg (1922) das Prinzip der Körperausschaltung durch Werkzeuge und nach Gehlen (1993) die grundsätzliche Abkehr vom Organischen, die sich unter anderem darin zeigt, dass der Mensch die Technik zur Organentlastung, -überbietung und als Organersatz benutzt: Mit Hilfe eines Steines in der Hand entlastet man zum Beispiel bei der Arbeit die Faust und überbietet deren Leistung gleichzeitig, während ein Flugzeug exemplarisch als ein alle organischen Flugleistungen überbietender Ersatz nicht vorhandener angewachsener menschlicher Flügel dient. Dazu kommt die Loslösung von der unmittelbaren Abhängigkeit von der Natur und ihren Zyklen, indem beispielsweise bei der Frage der Energieversorgung auf künstliche Maschinen und den Abbau fossiler Brennstoffe zurückgegriffen wird. Ein besonderes Augenmerk bezüglich eines Bruches zwischen Natur und Technik liegt dabei u. a. auf dem Aspekt der Irreversibilität, wie er im Falle nicht-nachhaltiger Handlungen gegeben ist (z. B. Heidegger, 1989). Von entscheidender Bedeutung ist nun auch die Frage, inwiefern sich zum einen die Technik zwischen den Menschen und seine „natürliche“ Umwelt stellt und inwieweit der Mensch zum anderen die Technik noch als solche erkennt und nicht als „natürlich“ ansieht. Der Verlust einer bewussten Reflexion spielt gerade vor dem Hintergrund der immer schwieriger werdenden Kontrollierbarkeit der Technik eine wesentliche Rolle, sofern eine sich verselbständigende Entäußerung an die Technik vermieden werden soll (z. B. Gehlen, 1993; Cassirer, 2004; Heidegger, 1989).

Eine andere – vom Entäußerungsgedanken nicht allzu weit entfernte – Form der Transformation (in dem Fall hinsichtlich eines unmittelbar selbstbestimmten Lebens), die ihren Ursprung im menschlichen Technikgebrauch hat, ist die auf den Menschen rückwirkende Erziehungsfunktion der Technik. Ein Beispiel für eine gewollte Erziehungsfunktion der Technik ist

¹ Ein solcher Topos findet sich beispielsweise bei Heidegger (1989), Ortega y Gasset (2002) und Cassirer (2004).

der „Berliner Schlüssel“, der es dem Benutzer nur dann erlaubt, den (zweibartigen) Schlüssel nach dem Aufsperrern wieder abziehen, wenn er ihn durch das Schloss schiebt und die Türe von innen erneut zusperrt (z. B. Latour, 1996). Neben etlichen weiteren Beispielen der gewollten Erziehungsfunktionen gibt es auch unzählige Fälle der ungewollten Erziehungsfunktionen bzw. Konstellationen, bei denen dies ein sich von selbst einstellendes Nebenprodukt (nicht nur im Bereich der Realtechnik) ist: Das Kontrollieren des Handys bzgl. neuer Nachrichten auch in an sich unpassenden Momenten gehört ebenso in diese Kategorie wie beispielsweise der – wenngleich aus einem freiwillig gewählten Erkenntnisziel resultierende – Zwang eines Galilei, nachts zu bestimmten Zeiten die Gunst der Stunde für Beobachtungen mit Hilfe des Teleskops zu nutzen und deswegen den Tagesablauf danach auszurichten (und nicht etwa um diese Zeit zu schlafen oder durch übermäßigen Alkoholkonsum nicht mehr in der Lage zu sein, die visuellen Daten entsprechend aufnehmen zu können).

War bereits in der Vergangenheit bis zum heutigen Zeitpunkt Technik in einem umfangreichen Verständnis Bedingung der Möglichkeit der Entwicklung und Sicherung menschlicher Existenz und beförderte sie in diesem Zusammenhang eine Vielzahl von Transformationen am und durch den Menschen, erscheint im Lichte transhumanistischer Überlegungen¹ dennoch in Zukunft eine qualitativ noch anders geartete Transformation als möglich: Die Redewendung von der „Selbsttransformation der Gattung“ (Habermas, 2001:42) scheint hier den Nagel auf den Kopf zu treffen. So ist es vor dem Hintergrund des wissenschaftlichen und technologischen Fortschritts insbesondere die spezifische Art des (einmal mehr technikbedingten) Zusammenspiels von bewussten, irreversiblen und zielgeleiteten Veränderungen sowohl im biologisch-genetischen Setup des Menschen als auch im Rahmen einer weitläufig verstandenen Mensch-Maschine-Interaktion, die als Manipulation die ursprüngliche (physiologische) Natur des Menschen einer besonderen Transformation unterzieht. Neben der schrittweisen Auflösung einer Unterscheidung von Mensch und menschlichem Artefakt wäre die vermutlich deutlichste Form der Transformation des Menschen und der bisherigen Lebensweise der u. a. von Ray Kurzweil so stark ersehnte Schritt in die Unsterblichkeit (z. B. Grossman & Kurzweil, 2005).

Den transhumanistischen Überlegungen sind nicht selten (vgl. ebd.) einheitsstiftende und befriedende Konnotationen beigemischt. Und in der Tat bietet die Technik durch ihren globalen Geltungsanspruch möglicherweise die Chance auf eine Einheit der Menschheit, sofern sie irgendwann als (relativ) kulturunabhängiger einheitlicher Bezugspunkt – und dann auch (an)erkannter Ursprung der menschlichen Weiterentwicklung – dient. Eine solche Entwicklung hätte aber zwingend eine eingehendere Reflexion bezüglich des Wesens der Technik als Bedingung, indem den Transformationen am und durch den Menschen Transformationen im Denken des Menschen folgen. Eine große Herausforderung wird auf jeden Fall die Bewältigung diverser ethischer Probleme sein, die sich im Zuge der bisherigen und vor allem zukünftigen Entwicklung der Technik ergeben haben und werden (z. B. Birnbacher, 1993).

¹ Eine erste Hinführung zum Transhumanismus findet sich beispielsweise in Bostrom (2005).

So wirft nicht zuletzt der universale, weltumspannende Charakter der Technik die Frage auf, inwieweit man sich manchen Entwicklungen, sofern man dies wünscht, überhaupt noch entziehen kann. Insbesondere wenn es – wie bei technischen Innovationen unvermeidlich – um die Bewältigung und Abschätzung von Risiken geht, gilt es zu berücksichtigen, dass viele Menschen trotz ablehnender Positionen auf Grund der technischen Globalität unfreiwillig zum Gegenstand irreversibler Veränderungen von nie dagewesenem Ausmaß werden. So ist es vermutlich nicht der schlechteste Weg, mit Ernst Cassirer als das entscheidende Kriterium bei der Abwägung der Verwendung neuer Techniken den Freiheitsraum des Menschen heranzuziehen, der nicht beschnitten werden sollte (Cassirer, 2004). Doch mit dieser Festlegung ist die philosophische Debatte über einen Maßstab, an dem die Technik gemessen werden muss, noch nicht beendet, sondern geht in die nächste Runde und bedarf weiterer Klärungen: Schränken die modernen Kommunikationsmedien beispielsweise auf der einen Seite die Freiheit durch den vielfach vorhandenen Druck, immer erreichbar sein zu müssen (oder dies zumindest zu glauben), maßgeblich ein, erlauben sie es auf der anderen Seite, sich in den einsamsten Regionen der Erde aufzuhalten und via Satellit gleichzeitig zum Beispiel Verpflichtungen in der Heimat nachzukommen.

Literatur

- Alsberg, P.: Das Menschheitsrätsel. Versuch einer prinzipiellen Lösung. Dresden: Sibyllen-Verlag (1922).
 Bacon, F.: Neu-Atlantis. Ditzingen (1986).
 Birnbacher, D.: Ethische Dimensionen der Bewertung technischer Risiken. In H. Schnädelbach & G. Keil (Hg.): Philosophie der Gegenwart – Gegenwart der Philosophie, 307–320. Hamburg: Junius (1993).
 Bostrom, N.: A History of Transhumanist Thought. *Journal of Evolution and Technology* 14, 1 (2005).
 Cassirer, E.: Form und Technik. In B. Recki (Hg.): Ernst Cassirer. Gesammelte Werke, 139–183. Hamburg (2004).
 Crombie, A. C.: Von Augustinus bis Galilei. Die Emanzipation der Naturwissenschaft. Köln, Berlin: Kiepenheuer und Witsch (1965).
 Gehlen, A.: Anthropologische und sozialpsychologische Untersuchungen. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt (1993).
 Gehrels, T.: Hazards Due to Comets and Asteroids. Tucson, AZ: University of Arizona Press (1994).
 Harrison, T.: Apes Among the Tangled Branches of Human Origins. *Science*, 327, 523–534 (2010).
 Grossman, T. & Kurzweil, R.: *Fantastic Voyage: Live Long Enough to Live Forever*. New York: Plume (2005).
 Habermas, J.: Die Zukunft der menschlichen Natur. Auf dem Weg zu einer liberalen Eugenik? Frankfurt a. M.: Suhrkamp (2001).
 Heichele, T.: Die galileische Kosmologie – neuzeitliches Weltbild? Wissenschaft zwischen Tradition und Moderne. München: AVM (2008).
 Heidegger, M.: Überlieferte Sprache und technische Sprache. St. Gallen: Erker (1989).
 Henke, W. & Rothe, H.: Stammesgeschichte des Menschen. Eine Einführung. Berlin, Heidelberg: Springer (1999).
 Hubig, C.: Die Kunst des Möglichen I. Technikphilosophie als Reflexion der Medialität. Bielefeld: Transcript (2006).
 Illies, C.: Philosophische Anthropologie im biologischen Zeitalter. Zur Konvergenz von Moral und Natur. Frankfurt a. M.: Suhrkamp (2006).
 Janich, P.: Technik. In: J. Mittelstrass (Hg.): Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, 214–217. Stuttgart, Weimar: Metzler (2004).
 Kapp, E.: Grundlinien einer Philosophie der Technik. Düsseldorf: Stern-Verlag (1978).
 Kornblith, H.: Wissen: ein natürliches Phänomen. In T. Sukopp & G. Vollmer (Hrsg.): Naturalismus: Positionen, Perspektiven, Probleme, 83–97. Tübingen: Mohr Siebeck (2007).
 Latour, B.: Der Berliner Schlüssel: Erkundungen eines Liebhabers der Wissenschaften. Berlin: Akademie (1996).

- Nordmann, A.: Technikphilosophie zur Einführung. Hamburg: Junius (2008).
- Ortega y Gasset, J.: Betrachtungen über die Technik. In T. Zoglauer (Hg.): Technikphilosophie, 97–114. Freiburg, München: Alber (2002).
- Rakoczy, H. & Tomasello, M.: Kollektive Intentionalität und kulturelle Entwicklung. Deutsche Zeitschrift für Philosophie 56(3), 401–410 (2008).
- Rousseau, J.-J.: Vom Gesellschaftsvertrag oder Die Grundsätze des Staatsrechts. Ditzingen: Reclam (1986).
- Sackmann, I. J., Boothroyd, A. I. & Kraemer, K. E.: Our sun. III. Present and Future. The Astrophysical Journal 418, 457–468 (1993).
- Singer, W.: Selbsterfahrung und neurobiologische Fremdbeschreibung. Zwei konfliktträchtige Erkenntnisquellen. Deutsche Zeitschrift für Philosophie 52(2), 235–255 (2004).
- Welsch, W.: Just what is it that makes homo sapiens so different, so appealing? Deutsche Zeitschrift für Philosophie 55(5), 751–760 (2007).
- Volland, E.: Die Natur des Menschen. Grundkurs Soziobiologie. München: C. H. Beck (2007).
- Vollmer, G.: Wieso können wir die Welt erkennen? Neue Argumente zur Evolutionären Erkenntnistheorie. In C. Asmuth & H. Poser (Hrsg.): Evolution: Modell Methode Paradigma, 221–238. Würzburg: Königshausen & Neumann (2007).
- von St. Viktor, H.: Didascalicon. In: T. Zoglauer (Hg.): Technikphilosophie, 54–56. Freiburg, München: Alber (2002).
- Zoglauer, T.: Technikphilosophie. Freiburg, München: Alber (2002).

Ulrich Greveler

Wie gefährlich ist das *Real Life*?

Die Berichterstattung über Gefahren bei der Nutzung des Internets ist oft von Übertreibungen, unbelegten Behauptungen und Hysterie geprägt. Leider beschränkt sich dies nicht auf den Boulevardjournalismus: Auch respektable Tageszeitungen und öffentlich-rechtliche Medien lassen beim Thema Internet journalistische Sorgfalt vermissen. Die neuen Medien scheinen in jeder Hinsicht gefährlich zu sein, während das reale Leben bei der Gefahrenanalyse oft ausgeblendet wird – ausgerechnet von denen, die davor warnen, dass sich zu viele Menschen in virtuelle Welten flüchten. Der Beitrag führt einige aktuelle Beispiele aus dem Jahr 2010 auf und vergleicht tatsächliche Gefahren des Netzes mit dem *Real Life*, d. h. dem Teil des Lebens der Internetnutzer, der sich außerhalb des Netzes abspielt.

1 Technikskepsis und das gefährliche Internet

Soziale Netzwerke, allwissende Suchmaschinen, ortsbezogene Dienste, virtuelle Welten, gläserner Bürger: Die Bevölkerung, insbesondere die Jugend ist in Gefahr! Dieser Eindruck drängt sich auf, wenn wir die Berichterstattung über Internet-Phänomene verfolgen.

Eine gewisse Skepsis gegenüber neuen Technologien und den Veränderungen menschlicher Verhaltensweisen, die diese Technologien bewirken, ist kein neues Phänomen. Henry David Thoreau bezweifelte bereits 1854 die Nützlichkeit des Telegrafen: „Maine und Texas haben sich vielleicht gar nichts mitzuteilen“ (Thoreau, 1966). Auch die Einführung der Eisenbahn und des Telefons löste Ängste und Proteste aus. „Die Vertrautheit der Nachbarschaft ist zerstört worden durch das Wachstum eines komplizierten Netzes weit entfernter Kontakte“, wird der US-Soziologe Charles Horton Cooley zitiert – er bezog sich nicht etwa auf Facebook, sondern (im Jahre 1912) auf das neuartige Telefonnetz.

Ältere Mathematiklehrer und Ingenieure schwärmen noch heute vom Rechenschieber, der seinem Benutzer ein Mitdenken und den Umgang mit Proportionen abverlangte, während der

einfach zu bedienende Taschenrechner das Kopfrechnen abschaffe und damit offensichtlich zur Verdummung des Nachwuchses beitrage. Mancher würde wohl gerne den beklagten Fachkräftemangel allein auf die Erfindung des Taschenrechners zurückführen, ist aber dann doch dankbar, wenn der Enkel, der die Quadratwurzel aus 1000 nicht im Kopf abschätzen kann, beim Einrichten des DSL-Routers hilft.

Viele Hochschullehrer bekämpfen das E-Learning und führen dabei das Argument an, dass mit der Verlagerung des Lehrens und Lernens auf Internetserver lediglich Personal eingespart werde und die individuelle Betreuung leide. Das Argument ist nach langjährigen Erfahrungen mit Kürzungsplänen nicht abwegig. Wenn dieselben Hochschullehrer dann aber zugestehen, dass sie ihr Skriptum – soweit überhaupt vorhanden – nicht elektronisch, sondern über eine Papierkopie verteilen („Ich weiß nicht, was pdf bedeutet“), stellt sich die Frage, welche Einblicke in technische Möglichkeiten diese Hochschullehrer bisher gewinnen konnten.

In der Schule macht sich bei Lehrern Unmut über das Onlinelexikon Wikipedia breit, das die Schüler dazu verleite, Abschnitte ungeprüft in die Ausarbeitung zu kopieren, die dann auch noch inhaltlich falsch seien, weil nun mal jeder Internetnutzer an Wikipedia mitwirken könne. Dabei gerät schnell in Vergessenheit, dass sich Schüler bereits vor der Verbreitung des Internets unter Zeitdruck auch mal ohne Quellenangabe aus Büchern und Zeitschriften bedient haben („Der Lehrer überprüfte nur, ob wir aus dem Brockhaus abgeschrieben haben“) und dass gerade die Erfahrung mit einer frei editierbaren, umfangreichen Enzyklopädie wie Wikipedia einen Schüler befähigen kann, verschiedene, voneinander unabhängige Quellen einer eigenen Darstellung zugrunde zu legen. Denn der Schüler weiß aus eigener Erfahrung, dass Wikipedia ungenaue oder falsche Informationen enthält. Solch ein natürlich erlernter kritischer Umgang mit Fundstellen war der Schülergeneration vor Wikipedia noch unbekannt.

Wenn die Gefahren des Internet beschworen werden, scheinen alle Dämme zu brechen. Selbst für Journalisten außerhalb des Boulevards scheint kein Zusammenhang zu weit hergeholt, um schwerste Verbrechen mit den neuen Medien in Verbindung zu bringen: Eine 14-jährige internetsüchtige Wienerin habe im April 2010 ihre eigene Mutter erstochen, weil die ihr das Internet verbieten wollte (Meldung von stern.de vom 14.04.2010). Dasselbe angebliche Motiv brachte kurz zuvor einen 19-Jährigen dazu, seine Schwester zu töten (Meldung von hr-online vom 26.03.2010). Berichterstattungen dieser Art sind keine Ausnahmen. Wenn bei einem schweren Verbrechen „das Internet“ eine (vermeintliche) Rolle spielt, wird auf diesen Umstand bereits in der Überschrift verwiesen. Unmittelbar nach dem Amoklauf von Winnenden im März 2009 wurde vom noch nicht umfassend informierten Innenminister Heribert Rech bekannt gegeben, dass der Täter sich vor der Tat in Internetforen aufhielt und dort seinen Amoklauf ankündigte. Ein gefundenes Fressen für die Berichterstattung, die nun wochenlang Amoklauf und Internet in einem Atemzug nennen konnte und Forderungen nach neuen Kontrollen für die offenbar gefährlichen Foren diskutierte. Erst ein Jahr nach dem Amoklauf korrigierte die Polizei die Darstellung: Ein Unbekannter hatte nach (!) der Tat die gefälschte Ankündigung ins Netz gestellt (dpa-Meldung, veröffentlicht am 05.03.2010).

Robert Schurz (17.10.2010) beschreibt in einem Essay für den Deutschlandfunk¹, wie Menschen eine zweite Identität in virtuellen Welten wie *Second Life* annehmen und dort (seiner Auffassung nach) ihrem unbefriedigenden realen Leben entfliehen. Er berichtet über eine Episode in einer Arbeitsagentur, nach der ein Arbeitssuchender seine Fähigkeiten als Druide, die er in der Rollenspielwelt *World of Warcraft* erworben hat, als Qualifikation nannte. Inwieweit diese Angabe zentraler Inhalt des Lebenslaufs war oder nur im Gespräch genannt wurde, ist dem Essay nicht zu entnehmen, aber die Episode eignete sich in idealer Weise, die gefährliche Flucht aus der Realität zu illustrieren. Dass es Menschen gibt, die Schwierigkeiten haben, zwischen Realität und Fiktion zu unterscheiden, wird niemand bestreiten. Dass aber Online-Rollenspieler davon stärker betroffen sind, wäre zumindest zu belegen. Der geübte Umgang mit der Onlinewelt und die Beherrschung des *Social Media Marketing* (Onlinemarketing über soziale Netzwerke) gehört zu den gesuchten Qualifikationen, die die Chancen auf dem Arbeitsmarkt deutlich verbessern. Wie ein junger Bewerber, der mit virtuellen Welten und sozialen Netzwerken keine Erfahrung hat, vom Berater der Arbeitsagentur im Vergleich zum genannten WoW-Druiden eingeschätzt würde, ist dem Essay nicht zu entnehmen. Der Autor verliert das gängige Ziel, vor dem virtuellen Leben zu warnen, ohnehin nicht aus den Augen: Obwohl seit 2007 die aktive Teilnehmerzahl bei *Second Life* trotz ständiger technischer Verbesserungen der Simulation rückläufig ist und sich Befürchtungen von massenhafter Flucht in das zweite Leben im Internet nicht bestätigten, erfolgte im Jahre 2010 Schurz' Warnung: „Das Suchtpotenzial der Cyber-Welt steigt mit dem Grad der Perfektion, mit dem sie die Realität simulieren kann.“ Einen Beleg für diese Behauptung bleibt der Autor schuldig. Auch der kulturpessimistische Schlussakkord fehlt beim Deutschlandfunk-Beitrag nicht: „[Ein Strang zieht] sich durch die abendländische Zivilisation: über Sekten, Geheimbünde über die modernen Freizeit-Rollenspiel-Gruppen bis zu den Gemeinschaften im Internet. (...) Bedenkt man, dass heute Kinder schon im Grundschulalter darin geübt werden, solche zweiten Identitäten am Computer zu inszenieren, so stellt sich letztlich die Frage, ob es das Leben selber sein wird, das ins Netz auswandert.“

Die Angst der Eltern, ihre Kinder könnten sich oder die Familie mit ihren Aktivitäten in sozialen Netzwerken in Gefahr bringen, wurde auch im September 2010 geschürt. Eine Meldung² ging um die Welt und wurde von vielen Tageszeitungen auf der ersten Seite aufgegriffen: Eine 14-jährige lud über Facebook zu ihrer Geburtstagsparty ein und versäumte dabei, die Einstellung vorzunehmen, dass nur ihre Facebook-Freunde zusagen können. Viele Nutzer machten sich anschließend einen Spaß daraus, die Bestätigung anzuklicken und forderten weitere auf, dabei mitzumachen, was einen Lawineneffekt auslöste. Die Webseite verzeichnete schließlich über 21.000 Party-„Teilnehmer“, als der Irrtum bemerkt und die Einladung entfernt wurde. Passiert ist nicht viel: Es gab nur eine Facebookseite; eine Geburtstagsfeier mit unangemeldeten Besuchern hat es nie gegeben. Trotz der überschaubaren Fakten wurde das Ereignis

¹ Robert Schurz. Das Bedürfnis nach einer zweiten Identität. Deutschlandfunk: Beitrag vom 17.10.2010

² Girl's horror as 21,000 RSVP Facebook invite, BBC-Meldung vom 20.09.2010

nis über einen langen Zeitraum in den Medien diskutiert; vermeintliche Experten wurden befragt, die Eltern aufforderten, ihre Kinder vor Facebook zu schützen. Zum Vergleich: Als im Februar 2010 eine Polizeimeldung¹ herausgegeben wurde, dass bei einer Party in Wiesbaden-Dotzheim tatsächlich 200 ungebetene Gäste erschienen, die das Haus stark beschmutzten und erhebliche Sachschäden hinterließen, gab es keine internationale Berichterstattung. Nur wenige regionale Zeitungen griffen die Meldung auf: Nicht überraschend, denn das Internet spielte keine Rolle! Auslöser war laut Polizei nur Mundpropaganda gewesen, was den Nachrichtenwert stark senkte, auch wenn es hier eine echte Party und keine frühzeitig abgesagte Party wie in England war.

Dieser Beitrag soll nicht darüber hinwegtäuschen, dass es reale Gefahren für Internetnutzer gibt. Der unvorsichtige Umgang mit einem Medium, das weltweit lesbare Daten aufbereitet, kann dazu führen, dass Teilnehmer falsche Entscheidungen treffen, die sie nicht mehr korrigieren können. Die Veröffentlichung personenbezogener Daten über soziale Netzwerke, Foren und Webapplikationen stellt eine neue Herausforderung dar, die vor der Verbreitung des Internet nicht existierte. Zudem gibt es technische Angriffsmöglichkeiten: Computerviren und gefälschte Webseiten, die Zugangsdaten abfragen, können zu erheblichen finanziellen Schäden führen. Es ist die legitime und ureigene Aufgabe von Journalisten, solche Gefahren aufzuzeigen und dabei Experten zu Wort kommen zu lassen, die Hinweise an die Nutzer bzw. die politisch Handelnden geben, wie eine Gefahrenabwehr funktionieren könnte. Leider spielt diese mit technischem Sachverstand aufbereitete Berichterstattung nur eine untergeordnete Rolle. Das Thema ist bei Betrachtung der technischen Fakten oft sehr komplex, und die Technologien überfordern schnell Leser und Berichtersteller. Da sind plakative Warnungen vor Tausenden unangemeldeter Besucher viel griffiger und einfacher zu transportieren, auch wenn die Furcht erregende, zerstörerische Party nie stattfand.

2 Bedrohungen und das *Real Life*

Neben den gefährlichen Inhalten des Internets wird die zeitintensive Nutzung des Mediums an sich problematisiert. Hierbei ergibt sich ein neues Betätigungsfeld für Suchtbekämpfer, die ein Zeitlimit der Nutzung festlegen. Wird das Limit überschritten, wird der User zum Süchtigen, dem allerdings die Suchtbekämpfer helfen können.

Die Fachstelle für Suchtprävention im Land Berlin hat die Präventionskampagne *update* entwickelt und im Februar 2010 gestartet. Die Kampagne richtet sich an Jugendliche und beinhaltet einen Webauftritt², der es ermöglicht, elektronische Postkarten zu versenden, die den

¹ Presseportal Polizei Westhessen vom 21.02.2010, 11:30 Uhr

² <http://www.berlin-update-your-life.de>

Empfänger dazu aufrufen, weniger Zeit im Internet zu verbringen und stattdessen alternative Freizeitangebote zu nutzen.

Die Fachstelle, um Differenzierung leidlich bemüht, räumt im Begleitmaterial zur Kampagne ein, dass nur ein Teil der nicht näher spezifizierten Experten „propagier[t], dass unkontrollierter Medienkonsum dumm, dick und gewalttätig macht“ (Fachstelle für Suchtprävention im Land Berlin, 2010), stellt aber mit der Auswahl der Bildmotive (siehe Abb. 1) deutlich klar, welches Verhalten dem so genannten Internetkonsum vorzuziehen ist. Überraschenderweise wird dabei der Jugendlichen Tina, die suchtgefährdet im Internet surft, empfohlen, an einer Party im Zelt teilzunehmen. Das Partybild zeigt Jugendliche, die All-Inclusive-Armbänder tragen, d. h. (so werden diese Armbänder regelmäßig¹ verwendet) für einen festen Betrag in beliebiger Menge essen und (Alkohol) trinken zu können. Ähnlich erstaunlich ist das für männliche Jugendliche entworfene zweite Motiv, das zeigt, was Benni anstatt Websurfen tun sollte: Mit dem Slogan *Wirklichen Spaß gibt es draußen*. wird er aufgefordert, ins Kino zu gehen. Die obligatorische Kombination Cola und Popcorn wird dabei deutlich abgebildet: Warum der Kinokonsum den gefährdeten Benni aber nicht „dumm und dick“ werden lässt, während das Internet dies bewirken soll, bleibt das Geheimnis der Fachstelle, die hier den Begriff „draußen“ ohnehin recht eigenwillig interpretiert. Die Gefahren, die Benni draußen auf sich nimmt, blendet die Kampagne aus. Fährt er beispielsweise mit der U-Bahn vom Kino nach Hause, nutzt er ein Verkehrsmittel, in dem jährlich (allein in Berlin) über 20.000 Straftaten statistisch erfasst werden. Ein Abend im Internet mag mit spezifischen Gefahren verbunden sein, Taschendiebstahl oder Körperverletzung (wie sie nicht selten in der U-Bahn stattfinden) fallen jedoch nicht darunter.

3 Soziale Netzwerke und Karriere

Junge Leute veröffentlichen Partyfotos in sozialen Netzwerken und finden später keinen Job, weil Arbeitgeber diese bei einer Netzrecherche finden. Diese viel zitierte Warnung von Medienpsychologen und (angeblichen) Internetexperten, die von Zeitungen und Fernsehen befragt werden, dürfte mittlerweile ähnlichen Bekanntheitsgrad haben wie der hilflose Politiker-Ausspruch, dass das Internet kein rechtsfreier Raum sei. Viele der zitierenden Journalisten scheinen sich nicht vor Augen zu führen, welchen Grad an Normalität die Existenz von Profilen in sozialen Netzwerken schon heute aufweist. Selbstverständlich sollten Nutzer dieser Netzwerke darauf achten, dass sie nichts veröffentlichen, was nicht jeder lesen können soll.

¹ Eher selten, aber denkbar ist auch eine Nutzung der Armbänder zur Altersverifikation, was hier eine wohlwollende Interpretation des Motivs wäre.



Abb. 1: Update-your-life-Kampagne des Landes Berlin

Dass Jugendliche Partys besuchen und dabei möglicherweise einmal in bedauernswertem Zustand fotografiert wurden, ist aber wohl kaum ein Alleinstellungsmerkmal. Es wäre zu beleugen, dass solche Bilder tatsächlich Antipathien bei potentiellen späteren Arbeitgebern bewirken, denn es könnte auch genau umgekehrt sein: Wer sich beispielsweise in der Kreativbranche bewirbt und kein Partyfoto im sozialen Netzwerk vorweisen kann, wird vielleicht im Bewerbungsgespräch provokant gefragt werden, warum er so ein langweiliges Leben im Netz vorzeigt. Dann ist der Verweis auf die Medienpsychologin, die ihm das geraten hat, nicht die schlagfertigste Antwort.

Viele Nutzer haben eine ausgeprägte Angst vor Suchmaschinen und der Vorstellung, dass man ihnen hinterher spionieren könnte. Sie entscheiden sich dann dafür, gar keine Spuren im Netz zu hinterlassen. Dies spricht grundsätzlich für einen reflektierten Umgang mit dem Medium, allerdings sind bei dieser Strategie wichtige Details zu beachten. Wer beispielsweise einen häufigen Namen (z. B. Vera Schmidt oder Michael Meyer) besitzt, wird angesichts der vielen Suchmaschinentreffer zu dieser Zeichenfolge ohnehin Schwierigkeiten haben, innerhalb der Suchmaschinentreffer sichtbar zu werden. Eine beiläufige Erwähnung der Person auf einer schlecht gerankten (d. h. von der Suchmaschine als weniger interessant beurteilten) Webseite führt hier zu keinem messbaren Effekt. Umgekehrt verhält es sich bei Personen mit weltweit eindeutigen Namen: Hier führt eine Suchanfrage tatsächlich alle Treffer auf. Es wäre aber voreilig zu behaupten, dass diese Personen gut daran täten, nichts im Internet namentlich zu veröffentlichen. Denn wenn einmal eine Information oder Behauptung über sie im Netz steht – und das kann ein Versehen oder auch eine Onlinemobbingattacke sein –, wird diese (nicht gesicherte) Information als einzige von der Suchmaschine ausgeworfen, unabhängig davon, wie unbedeutend die zitierende Webseite sonst ist. Hier wäre es im Einzelfall für die Person mit dem seltenen Namen eher angebracht, selbst für eine gewisse Treffermenge zu sorgen, die neutral bis positiv (in der Rezeption potentieller Arbeitgeber) über die Person berichtet oder die Identität vernebelt (indem fiktive Personen mit demselben Namen geschaffen werden). Bei dauerhafter Existenz dieser Treffermenge läuft eine zusätzliche ungewollt oder böswillig veröffentlichte Information ins Leere, da sie im Rauschen der Suchmaschinenergebnisse untergeht.

Eine zeitintensive Nutzung sozialer Netzwerke sollte auch nicht voreilig mit Suchtverhalten oder sozialer Isolation in Verbindung gebracht werden. Das Gegenteil erscheint hier plausibler. So ergab eine qualitative Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Log on kids!* der Freien Universität Berlin, dass die Medienkompetenz mit der Nutzungshäufigkeit eher ansteigt: „Je häufiger die Jugendlichen das Internet nutzen, desto intensiver setzen sie sich mit dem Medium auseinander und sind somit kompetenter, indem sie beispielsweise ein höheres Konsum- und Risikobewusstsein zeigen“ (Raufelder et al., 2009).

Dabei sorgen soziale Netzwerke (so wie der Begriff es ohnehin nahe legt) tatsächlich für eine Vernetzung des Teilnehmers und für mehr Kommunikation gerade mit den Kontakten, die man sonst (im *Real Life*) mit zeitlichem Abstand aus den Augen verliert. Der *New York Times*-

Kolumnist Damon Darlin beschreibt die sogenannten *weak ties*, die in früheren Zeiten mit Weihnachtskarten bedacht wurden, mit denen aber darüber hinaus in der Regel keine Kommunikation stattfand (Darlin, 09.10.2010). Die jährliche Botschaft ermöglichte es, den Kontakt rudimentär zu halten und wichtigste Informationen (z. B. über Sterbefälle) auszutauschen. Facebook und andere Dienste ermöglichen ein vergleichbares Netzwerk, jedoch um viele Funktionen bereichert. So erfahren wir ganz unaufdringlich, welche unserer alten Bekannten (die Facebook-Freunde geblieben sind) sich privat und beruflich verändern, wir können den Kontakt leicht wieder intensivieren, wenn wir beispielsweise feststellen, dass jemand in die räumliche Nähe gezogen ist oder sich beruflich in eine ähnliche Richtung entwickelt hat. In diesen Netzwerken wird in erster Linie kommuniziert, nicht konsumiert. Gleichgesinnte organisieren sich in Gruppen, auch neue Kontakte werden dort geknüpft. Oft ist der Inhalt der Kommunikation trivial, es wäre aber ein unbelegtes Vorurteil, wenn wir davon ausgingen, dass die Nutzer der sozialen Netzwerke vereinsamte Menschen sind: Diese pflegen an einem Abend online regelmäßig mehr Kontakte, als es der Kinobesucher (den die Berliner Suchtforscher nach „draußen“ geschickt haben) in der gleichen Zeit könnte. Der internetferne Mensch verliert den Anschluss an die Personen, die ihre Kontakte fast ausschließlich über soziale Netzwerke pflegen; er bekommt Veränderungen und Einladungen nicht mehr mit. Das Festhalten am *Real Life* hat hier ein hohes Potenzial, der Vereinsamung Vorschub zu leisten.

4 Geheime Fassaden

Der Beginn des Jahres 2010 war geprägt von der Diskussion um Googles Dienst *Street View*, der Ende 2010 in Deutschland startete und Bilder von Straßen und Fassaden als Geoinformation zur Verfügung stellt. So sehr eine kritische Auseinandersetzung mit dem Thema Datenschutz zu begrüßen ist, wuchs diese Diskussion doch weit über den Sachverhalt hinaus: Politiker, Datenschützer und Hauseigentümer forderten ein Verbot des *Street View*-Projektes, um die Bevölkerung zu schützen. Gesetzesänderungen wurden gefordert und in Aussicht gestellt. Nachvollziehbar ist die Debatte insoweit, als viele internetferne Bürger das Angebot schlicht nicht kennen bzw. seine Nützlichkeit nicht zu erkennen vermögen. Die Vorstellung, ein US-Konzern filme durch Fenster, über Hecken, in Gärten und beobachte live, wann jemand das Haus verlässt (natürlich ein Missverständnis), schockiert. Eine Versachlichung der Diskussion erschien wochenlang unmöglich: „Die Google-Debatte ist hysterisch und uninformiert“, schrieb Lars Winckler (09.02.2010) in der WELT und hebt sich damit wohltuend von der überhitzten Diskussion ab, indem er feststellt: „Google und Co. fotografieren grundsätzlich nur das, was jeder Fußgänger auf einer öffentlich zugänglichen Straße sieht. Diese Bilder sind Momentaufnahmen, in der Regel Monate oder gar Jahre alt. Es gibt kein 'Live-Bild', keine

Überwachung.“ Die Furcht vor dem Orwellschen Großen Bruder dominierte dennoch die Diskussion.



Abbildung 2: Protestierende Bürger in der Rheinischen Post und Suchergebnisse

Welche absurden Folgen die Unkenntnis der Funktionsweise des Internets haben kann, illustriert ein Vorfall in Düsseldorf. Vier Nachbarn aus Düsseldorf-Wersten wollten ein Zeichen setzen und (den von Google ermöglichten) Widerspruch gegen die Veröffentlichung ihrer Fassaden einlegen. Dass ihre KFZ-freie Privatstraße absehbar ohnehin nicht von Street-View erfasst würde, sei an dieser Stelle nur am Rande erwähnt. Die vier machten jedoch einen folgenschweren Fehler. Da sie ihre Aktion bekannt machen wollten, um weitere Düsseldorfer für den Widerspruch zu gewinnen, meldeten sie sich bei der *Rheinischen Post* und gaben der Reporterin ein Interview über ihre Absichten. Diese veröffentlichte nun einen Zeitungsartikel (Koch, 12.08.2010), der neben dem Sachverhalt auch ein Bild zeigt, das Fassade, Personen und Namen der vier Bürger (als Bildunterschrift) aufführt. Leider war es diesen Bürgern nicht bewusst, dass die Zeitung auch eine Webseite *rp-online.de* betreibt, die diesen Artikel im Internet veröffentlichte (siehe Abb. 2). Die Folge ist nun, dass nicht nur die angeblich schützenswerte Fassade im Internet über beliebige Suchmaschinen bildlich auffindbar ist, sondern dass nun tatsächlich personenbezogene Daten mit dem Bild verknüpft wurden (abgebildete Personen und volle Namen). Das Bild kann daher über eine Suche nach Personennamen oder Stadtteil gefunden werden. Es war aber nicht die oft als Datenkrake dämonisierte amerikanische Suchmaschine Google, die den Bürgern hier einen bösen Streich spielte, sondern die aus dem *Real Life* bekannte *Rheinische Post*, der diese Leser vertrauten. Eine gesetzliche Sonderregelung für *Street View* erscheint abwegig, wenn wir feststellen, dass Gebäudefotos, die privat ins Internet gestellt werden, schon heute oft einen Geo-Tag tragen. Die Ortsinformation ist in der Bilddatei als Metadatum einkodiert. Nach diesen Geo-Informationen kann man auch ohne Googles Stadtplandienst online suchen. Wenn diese Fotos ohnehin nur öffentlich sichtbare Fassaden abbilden, wäre eine Kriminalisierung der Veröffentlichung wohl weder politisch durchsetzbar, noch hätte sie vor höchstichterlichen Entscheidungen Bestand. Zu dieser Einschätzung kam nach dem Zenit der Debatte auch Bundesinnenminister de Maizière, der eine Lex Google diplomatisch als „unzureichend“ bezeichnete (Interview der *Welt am Sonntag*, 15.08.2010). Wür-

de es denn eine Tageszeitung akzeptieren, wenn ihr verboten würde, Artikel, die Fassaden abbilden, im Internet zu veröffentlichen? Eine solche Forderung erschiene aber abwegig, denn Tageszeitungen werden mit dem *Real Life* in Verbindung gebracht.

5 Fazit

Die Hysterie um das angeblich gefährliche Internet ist – so zeigen es die im Beitrag genannten Beispiele – ungebrochen. Tatsächliche Gefahren (seien sie im *Real Life* oder online vorhanden) werden oft ausgeblendet. Anekdoten über groteske Auswüchse dominieren die Berichterstattung. Oft sind aber selbst diese anekdotischen Belege unzureichend recherchiert und in einen sachlichen Zusammenhang zu neuen Medien gezerrt worden, der bei genauem Hinsehen kaum aufrecht zu erhalten ist. Unbelegte Behauptungen sollten von seriöser Berichterstattung nicht transportiert werden. Leider bleibt festzustellen, dass diese Qualitätsanforderung bei der Betrachtung von Netzgefahren nicht erfüllt wird.

Wir wissen schlicht nicht, welche Auswirkungen die Verbreitung von Webinhalten, Suchmaschinen und sozialen Netzwerken auf die zukünftige Gesellschaft haben wird. Vieles muss noch erforscht werden, politisch Handelnde werden einige Entwicklungen korrigieren müssen. Kulturpessimismus allein mag als Grundhaltung beim Schreiben einer Feuilleton-Glosse akzeptabel sein, er sollte die Berichterstattung aber nicht dominieren: Medienkompetenz muss gestärkt werden! Das gilt gleichermaßen für die jugendlichen Internetnutzer wie für Journalisten, die über das Netz berichten und sich als Mahner und Warner verstehen.

Literatur

- Darlin, D.: Keeping Our Distance, the Facebook Way. <http://www.nytimes.com/2010/10/10/technology/10every.html> (09.10.2010; zuletzt aufgerufen am 11.08.2011).
- Fachstelle zur Suchtprävention im Land Berlin: UPDATE – Berliner Präventionskampagne gegen Computer- und Internetsucht [Projektinformation]. http://www.berlin-suchtpraevention.de/upload/paeventionsfelder/Information_Kampagne_UPDATE.pdf (zuletzt aufgerufen am 11.08.2011).
- Koch, J.: Bürgerproteste gegen Google. <http://www.rp-online.de/region-duesseldorf/duesseldorf/nachrichten/buergerprotest-gegen-google-1.1144920> (12.08.2010; zuletzt aufgerufen am 11.08.2011).
- Schurz, R.: Das Bedürfnis nach einer zweiten Identität. <http://www.dradio.de/dlf/sendungen/essayunddiskurs/1297576/> (17.10.2010; zuletzt aufgerufen am 11.08.2011).
- Thoreau, H. D., Walden, Kap. 1, S. 67 (1966).
- Raufelder et al.: Kompetenzstrukturen im frühen Jugendalter: Wie reflektieren Jugendliche ihre Internetnutzung und welche Rolle spielen dabei Familie und Peers? Diskurs Kindheits- und Jugendforschung, Bd. 4–1 (2009).
- Winckler, L.: Die Google-Debatte ist hysterisch und uninformiert. <http://www.welt.de/debatte/article6321668/Die-Google-Debatte-ist-hysterisch-und-uninformiert.html> (09.02.2010; zuletzt aufgerufen am 11.08.2011).

Stefan Wehner

Oberflächenreaktionen – Transformationen auf atomarer Ebene

Ein kurzer Abriss der historischen Entwicklung und ein kleiner Einblick in die aktuelle Forschung

1 Einleitung

Katalytische Reaktionen sind von großer technischer Bedeutung, beispielsweise für die Ressourcen schonende Produktion chemischer Produkte (Sheldon, Arends & van Randvijk, 2007), sowie die Schadstoffreduzierung, z. B. durch den Drei-Wege-Katalysator für Automobile. Etwa 90% aller industriellen chemischen Prozesse laufen katalytisch ab (Chorkendorff & Niemantsverdriet, 2003). Viele wirtschaftlich wichtige großtechnische Anwendungen wären ohne Katalyse gar nicht durchführbar (Gates, 1992; Hagen, 1996). Die unterschiedlichen Methoden reichen je nach Anwendungsgebiet von der Biokatalyse, bei der Enzyme zum Einsatz kommen, über die homogene Katalyse, bei der die Reaktionspartner und der Katalysator in derselben Phase vorliegen, bis hin zur heterogenen Katalyse, bei der beispielsweise Gase auf einer Festkörperoberfläche miteinander reagieren (Chorkendorff & Niemantsverdriet, 2003). Bei jeder solchen katalytischen Reaktion werden ganz spezifisch vorhandene Bindungen gelöst und völlig neue geschlossen, kurzum, die Moleküle einer Transformation auf atomarer Ebene unterworfen.

Einige Aspekte aus dem Bereich der heterogenen Katalyse, genauer gesagt, von Oberflächenreaktionen (Reaktionen von Gasen auf einem Festkörper), werden in diesem Artikel behandelt. Die Wissenschaft der Vorgänge an Oberflächen arbeitet interdisziplinär zwischen der Physik und der Chemie, im englischsprachigen Raum ist hierfür der treffendere Begriff *surface science* gebräuchlich.

Das Besondere an Oberflächen (allgemeiner Grenzflächen) ist, dass sie meist wenig beachtet, aber überall um uns sind. Jeder Körper hat ein „Innen“ (*bulk*), das vor allem seine

makroskopischen Eigenschaften bestimmt. Dementsprechend gibt es auch für jeden Körper ein „Außen“. Zwischen jedem „Innen“ und jedem „Außen“ liegt eine Grenzfläche, die Oberfläche des Körpers. Diese Oberfläche ist der Ort der Wechselwirkung des Körpers („Innen“) mit seiner Umgebung („Außen“).

Das Schwierige an der experimentellen Untersuchung dieses so wichtigen Teils ist der geringe Anteil der Oberfläche am Gesamtkörper – etwa nur jedes 100.000.000-ste Atom ist ein Oberflächenatom. Dennoch bestimmen die Eigenschaften dieser Grenzfläche vieles, was wir gemeinhin dem Körper als eine seiner Eigenschaften zuschreiben, z. B. Korrosion und Reibung. Von globaler Bedeutung sind beispielsweise die Oberflächen von Eiskristallen (sie sind entscheidend am Abbau der Ozonschicht beteiligt) oder die Oberfläche industrieller Katalysatoren für die Produktion von Kunstdünger.

Zur Veranschaulichung dieser experimentellen Schwierigkeiten stellen wir uns vor, wir müssten immer alle Menschen der Welt (derzeit ca. sieben Milliarden) befragen, um etwas über die Zuhörer in einem Vortrag bzw. einer Vorlesung (rund 70 Personen) zu erfahren; auch diese beiden Zahlen stehen zueinander im Verhältnis $1 : 10^8$. Dies erscheint ein ziemlich kompliziertes Unterfangen zu sein, aber die moderne Physik hat dies bewältigt und ist inzwischen sogar noch viel besser: Heute sind mit den vorhandenen spektroskopischen Verfahren noch 1000-mal genauere Messungen möglich, also besser als etwa $1 : 10^{11}$ (Haegel, Zecho & Wehner, 2010). Mit mikroskopischen Techniken wie AFM (*atomic force microscopy*) und STM (*scanning tunneling microscopy*) kann man heute einzelne Atome und Moleküle auf Oberflächen abbilden und diese auch manipulieren, also sogar ein Verhältnis $1 : 10^{15}$ meistern.

Ein gebräuchliches Modellsystem für die experimentelle Untersuchung heterogen katalysierter Reaktionen ist eine Einkristalloberfläche unter kontrollierten Bedingungen eines Ultrahochvakuums (Ertl, Knözinger & Weitkamp, 1997). Die auf der katalytischen Oberfläche ablaufenden nanoskaligen Vorgänge (Reaktionen zwischen einzelnen Atomen und Molekülen) führen zu makroskopisch messbaren Veränderungen in der Produktrate und in einigen Systemen zur Strukturbildung auf mesoskopischer Skala in Form von spatio-temporalen Adsorbatmustern. Von einem Adsorbatmuster spricht man, wenn die an einer Oberfläche adsorbierten Atome und Moleküle nicht zufällig vermischt vorkommen, sondern sich von alleine nach Sorte in räumlich getrennte Gebiete aufteilen, die sich zeitlich in Größe und Form verändern können. Dies ist unter anderem bei der katalytischen CO-Oxidation auf den Oberflächen einiger Edelmetalle aus der Platingruppe der Fall.

2 Historisches

Zwar geht die erste gezielte Ausnutzung eines Oberflächenvorganges in einem wirtschaftlich erfolgreichen Produkt schon auf das Jahr 1823 zurück, allerdings dauerte es bis in die 1970er Jahre, bis erste gesicherte (experimentell überprüfte) wissenschaftliche Erkenntnisse über Oberflächenreaktionen erzielt werden konnten. Diese Leistung wurde mit dem Nobelpreis für Chemie an Gerhard Ertl im Jahr 2007 gewürdigt.¹ Seine Experimente zur Aufklärung von Oberflächenreaktionen auf Festkörperoberflächen stehen damit auf der gleichen Stufe wie andere wichtige Beiträge auf den Gebieten Reaktionskinetik, Katalyse und deren industrielle Umsetzung (alternativ dem Gebiet *surface science*), die ebenfalls mit Nobelpreisen gewürdigt wurden, insbesondere Irving Langmuir (1932), Sir Cyril Hinshelwood (1956), Wilhelm Ostwald (1909), Fritz Haber (1918), Carl Bosch (1931). Einige hiervon werden in diesem Abschnitt 2.2 und dem folgenden Abschnitt 3 beschrieben.

2.1 Döbereiners Feuerzeug

Döbereiner hat entdeckt, dass Wasserstoff, wenn er an Luft über einen Platinschwamm strömt, diesen bis zur Rotglut erhitzt (Döbereiner, 1823). Diese „Zähmung“ der als Knallgasexplosion bekannten Reaktion, also der schlagartigen Umsetzung eines Gemisches aus Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) zu Wasser (H_2O), ist Kernstück von Döbereiners Feuerzeug.

Der Erfinder, Johann Wolfgang Döbereiner, wurde am 13.12.1780 in Bug (bei Hof) im nordöstlichen Oberfranken geboren und machte eine Ausbildung zum Apotheker in Münchberg, bevor er 1810 Professor in Jena wurde. Dort erforschte er u. a. die katalytische Wirkung des Platins. Nach seinem Tod am 24.03.1849 fand er seine letzte Ruhestätte auf dem Friedhof in Jena. Bereits seinen Zeitgenossen war die Bedeutung seiner Leistung bewusst. Auf seinem Grabstein steht zu lesen: „Entdecker der Platinkatalyse“.

Diese Art der Feuererzeugung war damals im bürgerlichen Haushalten weit verbreitet, wurde aber bald durch die fast zeitgleich auf den Markt gekommenen ersten Streichhölzer verdrängt.

¹ Scientific Background on the Nobel Prize in Chemistry 2007 „Chemical Processes on Solid Surfaces“, The Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm (2007)

2.2 Ammoniaksynthese

Eine andere katalytische Oberflächenreaktion hat ihre Bedeutung hingegen bis heute behalten: die Ammoniak-Synthese. Darunter versteht man die Gewinnung von Ammoniak aus den Stickstoffmolekülen der Luft.

Justus von Liebig beschrieb Mitte des 19. Jahrhunderts das „Gesetz vom Minimum“. Dieses besagt, dass eine Pflanze nur so gut wachsen kann, wie der am wenigsten vorhandene Wachstumsfaktor es erlaubt. Er veranschaulichte dies durch ein Fass mit verschiedenen hohen Hölzern. Das Fass kann nur soviel Wasser halten wie die niedrigste Planke – unabhängig von der Höhe der anderen. Bei Pflanzen ist dieser am wenigsten vorhandene Wachstumsfaktor häufig Stickstoff in wasserlöslicher Form, obwohl etwa 78 % der Luft aus Stickstoff bestehen, aber eben in molekularer Form. Nur wenige Pflanzen wie Schmetterlingsblütler (z. B. Lupinen, Klee) können mit Hilfe der Knöllchenbakterien an ihren Wurzeln den molekularen Stickstoff der Luft in eine wasserlösliche (den Pflanzen zugängliche) Form umwandeln.

Daher werden diese Schmetterlingsblütler bis heute als Gründüngung auf Äckern verwendet, um diese mit Stickstoff anzureichern. Ein weiterer natürlich vorkommender Stickstofflieferant für Pflanzen ist Guano. Im 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts war dies ein wichtiger Dünger für die Landwirtschaft. Südamerika exportierte um 1900 etwa eine halbe Million Tonnen jährlich. Diese Bedeutung zeigen nicht nur besondere Gesetze, wie der *Guano Island Act* der USA von 1856, sondern auch Kriege. Der „War of the Pacific“ von 1879 bis 1883 zwischen Chile, Bolivien und Peru wird im Deutschen treffender „Salpeterkrieg“ genannt. Als Salpeter bezeichnet man diverse Nitrate, also wasserlösliche Stickstoffverbindungen, und um den Zugang zu den Vorkommen im Norden des heutigen Chile ging es damals.

Zwischen 1905 und 1909 gelang es Fritz Haber (Nobelpreis 1918), unter hohem Druck und bei hohen Temperaturen auf einem Katalysator (einem schwedischen Magnetit) direkt aus molekularem Wasserstoff (H_2) und molekularem Stickstoff (N_2) Ammoniak (NH_3) zu synthetisieren. 1913 gelang es Carl Bosch (Nobelpreis 1931), bei BASF in Ludwigshafen eine entsprechende Produktion im industriellen Maßstab aufzubauen. Diesen Vorgang bezeichnet man als Haber-Bosch-Verfahren. Der gewonnene Ammoniak (NH_3) kann zusammen mit Sauerstoff (O_2) und Wasser (H_2O) im Ostwaldverfahren zu Salpetersäure (HNO_3) umgesetzt werden. Aus Ammoniak (NH_3) und Salpetersäure (HNO_3) wird Ammoniumnitrat (NH_4NO_3). Ein Gemisch aus etwa drei Vierteln Ammoniumnitrat (NH_4NO_3) und einem Viertel Calciumcarbonat ($CaCO_3$, Kalk) wird als Kalkammonsalpeter bezeichnet und als Kunstdünger verkauft. Im Jahr 1995 stellte BASF ungefähr 140 Millionen Tonnen dieses Kunstdüngers her.

Das globale Bevölkerungswachstum des 20. Jahrhunderts folgt der weltweiten Kunstdüngerproduktion (Ulrich, 2001). So gehen Schätzungen davon aus, dass bis zu 80 % der Welternährung auf Kunstdünger beruhen und somit in letzter Konsequenz auf einer

katalytischen Oberflächenreaktion. Schon 1934 sagte Max Planck hierüber, man mache „Brot aus Luft“.

Die Aufklärung der Elementarschritte, also der tatsächliche Ablauf der Transformation von Wasserstoffmolekülen (H_2) und Stickstoffmolekülen (N_2) zu adsorbierten Wasserstoffatomen (H_{ad}) und Stickstoffatomen (N_{ad}) und die anschließende Bildung von Ammoniak (NH_3) über die Zwischenstufen NH und NH_2 war lange unklar. Diese klärten erst in den 1980er Jahren Experimente auf Eisenoberflächen der Forschergruppe um Gerhard Ertl auf.¹

3 Reaktionsmechanismus

Der Reaktionsmechanismus einer Oberflächenreaktion beschreibt, in welchen Teilschritten die Transformationen auf atomarer Ebene ablaufen.

Bereits um die Wende zum 20. Jahrhundert hat Wilhelm Ostwald (Nobelpreis 1909) die Grundlagen für das Verständnis der Katalyse gelegt. Die *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) legte 1981 die heute gültige Definition eines Katalysators fest: Als *Katalysator* wird eine Substanz bezeichnet, die die Reaktionsrate erhöht, ohne die freie Reaktionsenthalpie (das thermodynamische Potenzial, d. h. den nutzbaren Anteil der Gesamtenergie) zu verändern. Ein solcher Prozess heißt *Katalyse*, eine Reaktion, an der ein Katalysator beteiligt ist, heißt *katalytische Reaktion*.

Der Teil der heterogenen Katalyse, der die Reaktionen zwischen Gasen auf einer Festkörperoberfläche umfasst, beschreibt gerade die Oberflächenreaktionen, die in den vorangegangenen Abschnitten bereits erwähnt wurden. Das Reaktionsschema, das diese Oberflächenreaktionen der heterogenen Katalyse beschreibt, heißt *Langmuir-Hinshelwood-Mechanismus*. Benannt ist dieser nach Irving Langmuir (Nobelpreis 1932) und Sir Cyril Hinshelwood (Nobelpreis 1956).

Der experimentelle Nachweis der darin beschriebenen Reaktionsabfolge gelang Engel und Ertl aber erst 1978 am Beispiel der Oxidation von Kohlenstoffmonoxid (CO) auf einer Palladium-Oberfläche (Engel & Ertl, 1978, 1979). Die CO -Oxidation ist die wahrscheinlich am häufigsten untersuchte Reaktion an Festkörper-, insbesondere Edelmetalloberflächen.

Heute gilt der Langmuir-Hinshelwood-Mechanismus als das Schema, nach dem die katalytischen Oberflächenreaktionen ablaufen. Er setzt sich aus drei Schritten zusammen:

- *Erstens* adsorbieren beide Ausgangsstoffe auf der Oberfläche. Die adsorbierte Menge pro Zeit und Fläche hängt von verschiedenen Parametern ab: zum einen vom Fluss (Anzahl der

¹ Scientific Background on the Nobel Prize in Chemistry 2007 „Chemical Processes on Solid Surfaces“, The Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm (2007)

Teilchen, die pro Zeit auf die Oberfläche treffen), zum anderen vom Haftkoeffizienten, also der Bereitschaft der Teilchen, auf der Oberfläche haften zu bleiben, und letztendlich von der Zahl der freien Adsorptionsplätze auf der Oberfläche. Der Fluss wird üblicherweise in Monolagen pro Sekunde (ML/s) angegeben; dies bedeutet, in jeder Sekunde stößt zu jedem Oberflächenatom im Mittel genau ein Teilchen aus der Gasphase. Der Adsorption entgegen wirkt die Desorption, die adsorbierte Teilchen zurück in die Gasphase bringt. Hierfür sind die Stärke der Bindung zur Oberfläche, die Temperatur der Oberfläche (Substrattemperatur) und die Häufigkeit des Versuches, die Oberfläche zu verlassen, wichtig (Frequenzfaktor).

- *Zweitens* die Diffusion, d. h. die zufällige Bewegung der Teilchen auf der Oberfläche. Diese wird insbesondere von der Verteilung der Teilchen auf der Oberfläche bestimmt und führt langfristig zu einer relativen Gleichverteilung der adsorbierten Teilchen, also einer möglichst zufälligen Verteilung dieser auf der Fläche. Es ist gerade diese statistische Bewegung, die letztendlich dazu führt, dass sich beide Reaktionspartner auf der Oberfläche treffen.
- *Drittens* die Reaktion: Sobald eines der adsorbierten Teilchen auf seinem zufälligen Weg mit einem der anderen Sorte zusammenkommt, können diese reagieren und ein Produkt bilden. Auch die Wahrscheinlichkeit der Reaktion hängt wie die Desorption von einer charakteristischen Energie, einem Frequenzfaktor und der Substrattemperatur ab. Um aus einer solchen Oberflächenreaktion auch eine katalytische Reaktion zu machen, muss das Produkt noch an die Gasphase abgegeben werden (desorbieren).

Man hat prinzipiell zwei Möglichkeiten, *wo* man derartige Oberflächenvorgänge vermessen kann: entweder man betrachtet die Gasphase, also die Teilchen, bevor sie adsorbieren, und die Produkte, nachdem sie desorbiert sind, oder man konzentriert sich auf die Adsorbatschicht auf der Oberfläche.

Ebenso hat man prinzipiell zwei Möglichkeiten, *wann* man derartige Oberflächenvorgänge vermisst: entweder man präpariert zuerst und analysiert anschließend, oder man zeichnet die Veränderungen während der Reaktion auf (in-situ).

Alle Atome und die meisten an derartigen Oberflächenreaktionen beteiligten Moleküle sind unter einem Nanometer (10^{-9} m) groß. Typische Frequenzfaktoren liegen in der Größenordnung von 10^{13} pro Sekunde. Dennoch gibt es für jede Kombination von „wann“ und „wo“ entsprechende Messverfahren in der Oberflächenphysik. Aus diesen verschiedenen Methoden gewinnt man in der Regel ergänzende Informationen und kann daraus wichtige Rückschlüsse über den Ablauf dieser Transformation auf atomarer Ebene ziehen.

4 Langsame Vorgänge

Aufgrund dieser Kleinheit – in Zeit und Raum – verwendet man in der Oberflächenphysik normalerweise Messzeiten im Bereich von wenigen Minuten. Allerdings zeigen einige Oberflächenreaktionen ihr interessantes Verhalten erst, wenn man sie sehr lange betrachtet, ihre Parameter nur langsam verändert oder den Einfluss statistischer Schwankungen (Rauschen) in den Reaktionsgrößen untersucht. Ein solches Beispiel ist die CO-Oxidation auf Iridium(111). Kohlenmonoxid (CO) wird mit Sauerstoff (O₂) bei Temperaturen um 500 K katalytisch zu Kohlendioxid (CO₂) umgesetzt. Eine detaillierte Beschreibung solcher langsamer Vorgänge für dieses System findet sich in einem Übersichtsartikel des Autors (2009).

4.1 Einfluss von externem Rauschen

In den letzten Jahren habe ich mich intensiv mit dem Einfluss von Rauschen auf diese Oberflächenreaktion beschäftigt. Warum Rauschen? Rauschen ist ein allgegenwärtiges Phänomen. Man kann keinen experimentellen Parameter absolut präzise einstellen und absolut konstant halten – kleine Schwankungen sind immer vorhanden. Trägt man diese Schwankungen um einen Mittelwert grafisch auf, so sehen diese in der Regel so ähnlich aus wie eine Gauß'sche Glockenkurve. Man spricht von *gaußförmigem* oder *weißem Rauschen*, obwohl dies in den meisten Fällen prinzipiell gar nicht möglich ist. Die Gauß'sche Glockenkurve (Normalverteilung) geht auf beiden Seiten bis ins Unendliche. Die meisten experimentellen Parameter sind aber begrenzt: Beispielsweise kann die verwendete Gasmischung niemals mehr als 100 % des einen bzw. weniger als 0 % des anderen Gases enthalten. Dennoch ist in erster Näherung die Annahme von weißem Rauschen möglich und beschreibt zumindest für kleine Rauschstärken das beobachtete Verhalten sehr gut. Rauschen ist, wie gesagt, ein allgegenwärtiges Phänomen, allerdings ist es bei linearen Zusammenhängen ohne größere Bedeutung für das Verhalten eines Systems. Das Rauschen des Inputs wird im Output reproduziert.

Anders verhält es sich bei nichtlinearen Zusammenhängen, wie sie im Physikunterricht der Schule viel zu selten, in der Natur dafür umso häufiger vorkommen. Dort ändert sich dieses Verhalten. Nehmen wir das Beispiel einer Hysterese. Von dieser spricht man, wenn das Ergebnis nicht nur vom jeweiligen Parameter, sondern auch der Richtung der Veränderung dieses Parameters abhängt und daher in der graphischen Auftragung nicht nur eine Linie, sondern in einem Bereich zwei Linien (Äste genannt) zur Darstellung nötig sind. Es entsteht eine „Schleife“ (loop). Dann wird man außerhalb dieser ein ähnliches Verhalten wie im linearen Fall sehen. Innerhalb beobachtet man aber zwei Anteile, von jedem Ast einen. Dies

führt auch dazu, dass Übergänge zwischen den beiden Ästen ermöglicht werden, welche mit zunehmender Rauschstärke schneller werden. Umgekehrt, bei sehr geringem Rauschen, werden diese Übergänge (Transienten) äußerst selten. Wenn man aber nur lange genug wartet, treten diese Übergänge eben doch einmal ein.

Die CO-Oxidation auf der Iridium(111)-Oberfläche zeigt in einem bestimmten Temperatur- und Gasmischungsbereich ein solch hysteretisches Verhalten, d. h. die beobachtete Rate ist von der Vorgeschichte abhängig. Insbesondere gibt es dort bei fester Temperatur (T) der Oberfläche zu einer bestimmten Gasmischung (charakterisiert durch den molaren Anteil von CO, der üblicherweise mit Y abgekürzt wird) zwei mögliche Messergebnisse – eine hohe Rate der Produktbildung (*upper rate*, UR) und eine geringe Rate der Produktbildung (*lower rate*, LR). Diese beiden Äste (UR, LR) bilden die CO_2 -Ratenhysterese. Man sagt dazu, in diesem Bereich ist die Reaktion bistabil, außerhalb der Hysterese ist sie monostabil.

Es wird wenig Produkt (CO_2) gebildet (LR), wenn an der Oberfläche überwiegend Kohlenmonoxid-Moleküle (CO) adsorbiert sind, und viel (UR), wenn die Oberfläche überwiegend mit Sauerstoffatomen (O) besetzt ist. Es gibt nur eine Gasmischung, bei der beide Raten gleich stabil sind; bei allen anderen ist immer die eine oder die andere bevorzugt (kleines Y , UR bzw. großes Y , LR).

Ein entsprechendes Experiment ist in Abbildung 1 dargestellt. Gefüllte Kreise entsprechen der Y -aufwärts-Richtung (von sauerstoffreich zu sauerstoffarm), die offenen Kreise der Y -abwärts-Richtung (von kohlenmonoxidreich zu kohlenmonoxidarm).

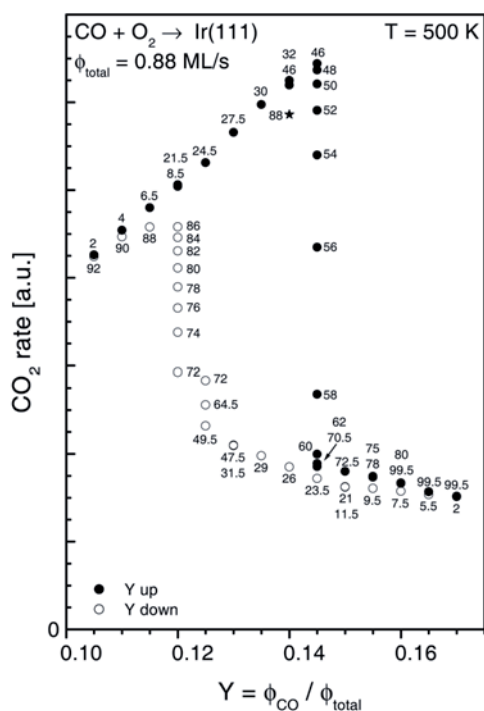
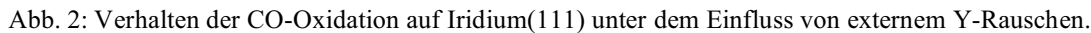


Abb. 1: Ratenhysterese, gemessen bei 500 K und einem Gesamtfluss von $1,37 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ während eines Langzeit-Experiments. Gefüllte und offene Kreise zeigen die CO_2 -Raten, die in Y -aufwärts- und Y -abwärts-Richtung gemessen wurden. Die Zahl an den Datenpunkten gibt die Zeitspanne in Stunden an, die seit Beginn des Experiments vergangen sind. Der Stern zeigt eine CO_2 -Rate, die in einem getrennten Experiment nach 88 Stunden gemessen wurde (Wehner et al., 2003).

(Reprinted from Chemical Physics Letters 370, S. Wehner, F. Baumann, J. Küppers „Kinetic hysteresis in the CO oxidation reaction on Ir(111) surfaces“, 126–131, Copyright (2003), with permission from Elsevier.)

In Abbildung 2 sind die Auswirkungen eines so eingebrachten externen Rauschens dargestellt. Man beobachtet für kleine Y Transienten, die in der UR enden, und für große Y solche, die in der LR enden. Dazwischen liegt der bistabile Bereich; in diesem ist das Verhalten von der Rauschstärke abhängig. Bei geringem ΔY zeigt sich bei anfänglich CO-dominierten Oberfläche das Verhalten einer verrauschten LR, bei anfänglich sauerstoffdominierter Oberfläche das einer verrauschten UR (Bistabilität); d. h. jede anfängliche Oberflächenbedeckung bleibt auch während der Reaktion erhalten. Mit wachsendem Y -Rauschen kommt es zunächst zu seltenen Wechseln in den instabileren Ast und einer Rückkehr in den stabileren der beiden Äste (*bursts*). Erhöht man die Rauschstärke ΔY weiter, so springt die Reaktion ständig zwischen beiden Ästen hin und her (*switching*).



Während dieser Oberflächenreaktion (CO-Oxidation auf Iridium(111)) treten also in ganz bestimmten Bereichen Transienten auf, d. h. während der Reaktion werden Übergänge zwischen

den beiden Ästen beobachtet, bei denen die dominierende Bedeckung der Oberfläche wechselt. Diese Transienten dauern teilweise sehr lange – bis zu 10^5 Sekunden (gut ein Tag) wurden beobachtet – und sind mit der Bildung von Adsorbatmustern verbunden. Ein Transient von LR (CO-dominierte Oberfläche) zur UR (sauerstoffdominierte Oberfläche) ist entsprechend mit der Bildung von Sauerstoff-Inseln in einem Kohlenmonoxid-Hintergrund verbunden. Im Photoelektronenemissionsmikroskop (PEEM) heben sich auf Iridium(111) sauerstoffbedeckte Bereiche schwarz gegen CO-bedeckte ab, die grau erscheinen. In Abbildung 3 sind für drei verschiedene Rauschstärken die zeitliche Entwicklung der Adsorbatmuster *in situ* dargestellt. Mit steigender Rauschstärke erfolgt der Übergang schneller, und die Zahl der Inseln während des Transienten steigt.

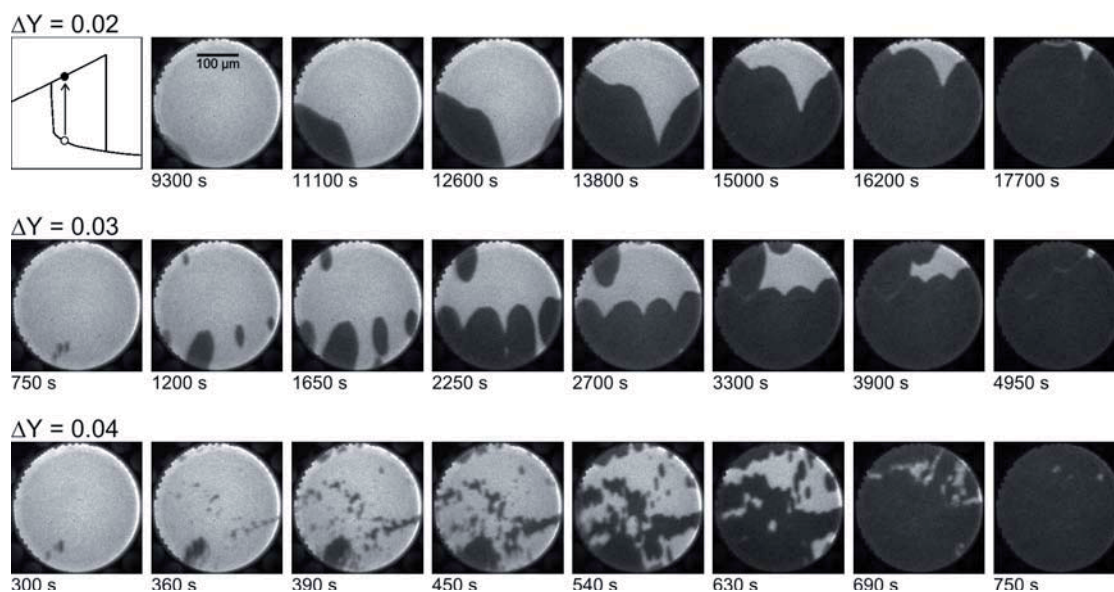


Abb. 3: Serien von PEEM-Aufnahmen (310 μm Durchmesser) während der CO-Oxidation auf Iridium(111) bei Substrattemperatur von 500 K, CO/O₂-Gesamtfluss von 1 ML/s, mittlerem CO-Anteil von $Y_0 = 0,11$ und überlagertem gaußförmigen Rauschen mit $\Delta Y = 0,02$ (oben), $\Delta Y = 0,03$ (Mitte) und $\Delta Y = 0,04$ (unten). Die Lage von $Y_0 = 0,11$ relativ zur CO₂-Ratenhysterese ist schematisch links oben dargestellt. Auf der anfangs ($t = 0$ s) mit CO-bedeckten Oberfläche (LR, grau) wachsen einige elliptische Sauerstoff-Inseln (dunkel). Unter jeder Aufnahme ist die seit Start des Experimentes verstrichene Zeit angegeben. Am Ende ist die Iridium(111)-Oberfläche völlig mit Sauerstoff bedeckt (UR, dunkel). Dies ändert sich auch unter fortwährender Reaktion und andauerndem Rauschen nicht. Mit zunehmendem Y-Rauschen nimmt die Anzahl der Inseln zu und die Dauer des Transienten ab. Auf einer idealen fcc(111)-Oberfläche gibt es keine Vorzugsrichtung. Allerdings gibt es unvermeidliche Abweichungen während der Kristallproduktion vom Idealfall (einer (111)-Terrasse). Die reale Einkristalloberfläche besteht aus mehreren Terrassen und Stufen dazwischen. Die Abweichung der Inseln von der Kreisform (Achsenverhältnis etwa 2:1) ist ein Maß für die Stufendichte auf der Kristalloberfläche (Wehner et al., 2007). (Reprinted with permission from AIP Conference Proceedings 913, 121–126, Copyright 2007, American Institute of Physics.)

4.3 Anisotrope Diffusion

Die in den beschriebenen Experimenten verwendete Oberfläche ist eine Iridium(111)-Oberfläche. Iridium kristallisiert im fcc-Gitter (fcc = *face centered cubic*), einer speziellen räumlichen Anordnung der Atome. Die (111)-Oberfläche eines fcc-Einkristalls entspricht der thermodynamisch stabilsten Oberfläche und zeigt eine hohe Symmetrie. Die Oberflächenatome sind hexagonal dichtest angeordnet. Eine ideale fcc(111)-Oberfläche hat keine Vorzugsrichtung, daher sollten alle Oberflächenreaktionen in allen Richtungen gleich ablaufen, d. h. entstehende Inseln müssten kreisförmig sein. In Abbildung 3 ist aber klar zu erkennen, dass die schwarzen Sauerstoff-Inseln nicht kreisförmig, sondern elliptisch sind.

Wie in Abschnitt 3 ausgeführt, ist die Diffusion ein wichtiger Schritt im Langmuir-Hinshelwood-Mechanismus. Auch dies kann in dieser Oberflächenreaktion veranschaulicht werden. Durch geeignete Modifikation der Oberfläche kann die Diffusion in eine Richtung erschwert werden. Dies geschieht, indem die (111)-Oberfläche bewusst schlechter hergestellt wird, als dies technisch möglich wäre. Eine ideale (111)-Oberfläche besteht aus einer einzigen unendlich ausgedehnten Terrasse. Die besten kommerziellen (111)-Einkristalle erreichen Terrassenbreiten von über 100 Atomen, bevor eine einatomare Stufe diese voneinander trennt. Eine (977)-Oberfläche hat zwar auch Terrassen in (111)-Anordnung, diese sind aber nur noch etwa acht Atome breit. In Abbildung 4 sind drei beschriebenen Oberflächen schematisch dargestellt. Man kann sich gut vorstellen, dass die Diffusion auf Terrassen schneller ist als die über Stufen.

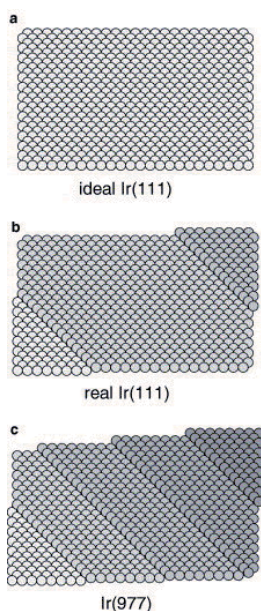


Abbildung 4: Grafische Darstellung der drei hier diskutierten Oberflächen: (a) ideale Ir(111)-Oberfläche; (b) reale Ir(111)-Oberfläche; (c) Ir(977)-Oberfläche (Wehner et al., 2006).

(Reprinted from Chemical Physics Letters 423, S. Wehner, P. Hoffmann, D. Schmeißer, H. R. Brand, J. Küppers „The consequences of anisotropic diffusion and noise: PEEM at the CO oxidation reaction on stepped Ir(977) surfaces“, 39–44, Copyright (2006), with permission from Elsevier.)

Das Experiment aus Abschnitt 4.2 wurde auf einer realen Iridium(111)-Oberfläche durchgeführt. In Abbildung 3 sind geringfügig elliptische Inseln zu erkennen. Diese haben ein

Aspektverhältnis (Verhältnis von großer zu kleiner Halbachse) von etwa 2:1. Ein analoges Experiment wurde auf einer Iridium(977)-Oberfläche durchgeführt (Abbildung 5). Hier sieht man betont elliptische Inseln (Aspektverhältnis 4:1). Eine steigende Anzahl an Stufen hat die Diffusion in eine Raumrichtung und damit das Inselwachstum erschwert, während sich die andere Achse senkrecht dazu ungestört auf der Terrasse ausbreiten konnte.

Abschließend sei noch erwähnt, dass man die experimentellen Beobachtungen, wie die Bildung von Adsorbatinseln während der Übergänge, den Einfluss von Rauschen und den Einfluss der anisotropen Diffusion, auch durch die numerische Lösung des dem Langmuir-Hinshelwood-Prozess zugrunde liegenden Reaktions-Diffusions-Systems (System gekoppelter partieller Differentialgleichungen) berechnen kann (Hayase et al., 2004; Hoffmann et al., 2006; Wehner, 2009; Wehner et al., 2007).

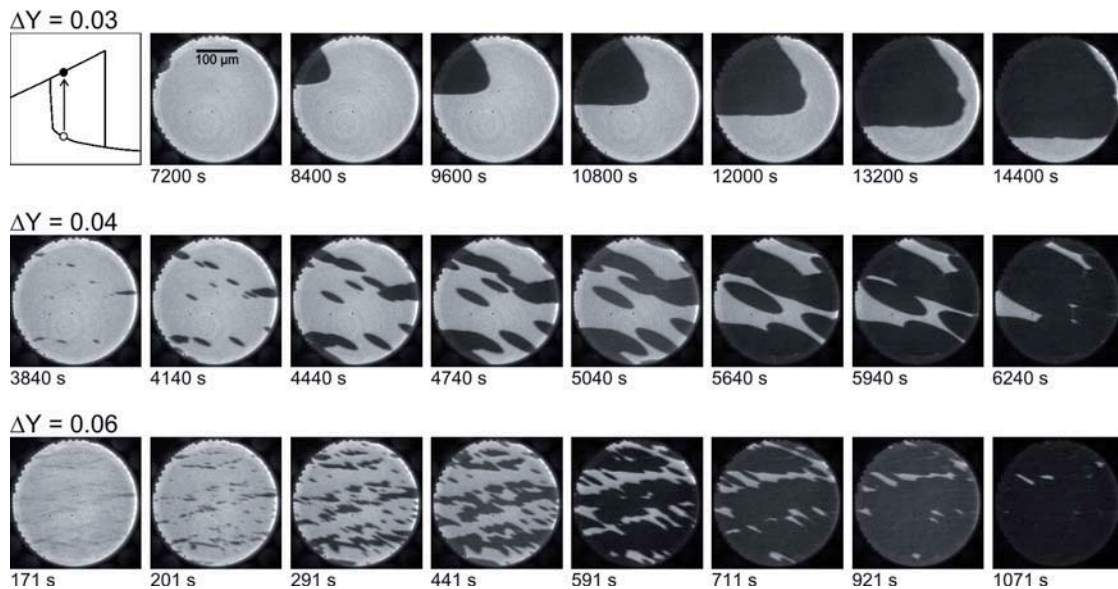


Abb. 5: Serien von PEEM-Aufnahmen (300 µm Durchmesser) während der CO-Oxidation auf Iridium(977) bei Substrattemperatur von 500 K, CO/O₂-Gesamtfluss von 1 ML/s, mittlerem CO-Anteil von $Y_0 = 0,11$ und überlagertem gaußförmigen Rauschen mit $\Delta Y = 0,03$ (oben), $\Delta Y = 0,04$ (Mitte) und $\Delta Y = 0,06$ (unten). Die Lage von $Y_0 = 0,11$ relativ zur CO₂-Ratenhysterese ist schematisch links oben dargestellt. Auf der anfangs ($t = 0$ s) mit CO-bedeckten Oberfläche (LR, grau) wachsen einige elliptische Sauerstoff-Inseln (dunkel). Unter jeder Aufnahme ist die seit Start des Experimentes verstrichene Zeit angegeben. Am Ende ist die Iridium(977)-Oberfläche völlig mit Sauerstoff bedeckt (UR, dunkel). Dies ändert sich auch unter fortwährender Reaktion und andauerndem Rauschen nicht. Mit zunehmendem Y-Rauschen nimmt die Anzahl der Inseln zu und die Dauer des Transienten ab. Das Achsenverhältnis der Inseln ist im Unterschied zur Iridium(111)-Oberfläche hier etwa 4:1. Gegenüber Ir(111) ist die Stufendichte auf Ir(977) erhöht. Da die Diffusion der Adsorbate über Stufen erschwert ist, wachsen die Inseln senkrecht zu den Stufen langsamer. Es bilden sich parallel zu den (111)-Terrassen in die Länge gezogene Inseln aus (Wehner et al., 2007). – (Reprinted with permission from AIP Conference Proceedings 913, 121–126, Copyright 2007, American Institute of Physics.)

5 Schlussbemerkungen

Auch eine so häufig untersuchte Oberflächenreaktion wie die CO-Oxidation zeigt immer wieder neue, interessante und überraschende Aspekte, wenn man sie nur aus einem neuen Blickwinkel betrachtet, also (sich) die richtigen Fragen stellt. In meinem Fall waren dies das Langzeitverhalten und der Einfluss von externem Rauschen.

Oberflächenreaktionen – Transformationen auf atomarer Ebene – sind ein elementares Forschungsgebiet (*surface science*), nicht zuletzt, da sie von erheblicher wirtschaftlicher und globaler Bedeutung sind.

Literatur

- Chorkendorff, I. & Niemantsverdriet, J. W.: Concepts of Modern Catalysis and Kinetics. Weinheim: Wiley-VCH (2003).
- Döbereiner, J. W.: Ueber denselben Gegenstand [Döbereiner's neue Feuererregung]. Journal für Chemie und Physik 39 (hg. J. S. C. Schweigger), 159–162 (1823).
- Engel, T. & Ertl, G.: A molecular beam investigation of the catalytic oxidation of CO on Pd(111). Journal of Chemical Physics 69, 1267–1281 (1978).
- Engel, T. & Ertl, G.: Elementary steps in the catalytic oxidation of CO on platinum metals. In D. D. Eley, H. Pine & P. B. Weisz (Eds.), Advances in Catalysis (Vol. 28), 2–73. New York: Academic Press (1979).
- Ertl, G., Knözinger, H. & Weitkamp, J. (Hrsg.): Handbook of Heterogeneous Catalysis. Weinheim: Wiley-VCH (1997).
- Gates, B. C.: Catalytic Chemistry. New York: John Wiley & Sons (1992).
- Haegel, S., Zecho, T. & Wehner, S.: A technique for extending the precision and the range of temperature programmed desorption towards extremely low coverages. Review of Scientific Instruments 81, 033904 (2010).
- Hagen, J.: Technische Katalyse. Weinheim: Wiley-VCH (1996).
- Hayase, Y., Wehner, S., Küppers, J. & Brand, H. R.: External noise imposed on the reaction–diffusion system $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ on Ir(111) surfaces: Experiment and theory. Physical Review E 69, 021069 (2004).
- Hoffmann, P., Wehner, S., Schmeißer, D., Brand, H. R. & Küppers, J.: Noise-induced spatio-temporal patterns in a bistable reaction–diffusion system: Photoelectron emission microscopy experiments and modeling of the CO oxidation reaction on Ir(111). Physical Review E 73, 056123 (2006).
- Sheldon, R. A., Arends, I. & van Rantwijk, F.: Green Chemistry and Catalysis. Weinheim: Wiley-VCH (2007).
- Ulrich, R. E.: Globale Bevölkerungsdynamik. In P. J. Opitz: Weltprobleme. München: Bayerische Landeszentrale für politische Bildungsarbeit (2001).
- Wehner, S.: The CO oxidation reaction on Ir(111) surfaces: Bistability, noise and spatiotemporal patterns in experiment and modeling (Review). International Journal of Bifurcation and Chaos 19, 2637–2675 (2009).
- Wehner, S., Baumann, F., & Küppers, J.: Kinetic hysteresis in the CO oxidation reaction on Ir(111) surfaces. Chemical Physics Letters 370, 126–131 (2003).
- Wehner, S., Hoffmann, P., Schmeißer, D., Brand, H. R. & Küppers, J.: The consequences of anisotropic diffusion and noise: PEEM at the CO oxidation reaction on stepped Ir(977) surfaces. Chemical Physics Letters 423, 39–44 (2006).
- Wehner, S., Hoffmann, P., Schmeißer, D., Brand, H. R. & Küppers, J.: Influence of the substrate on the pattern formation of a surface reaction. AIP Conference Proceedings 913, 121–126 (2007).

Sara Köser und Elisa Merkel

Von der Forschungsidee zu ihrer Realisierung

Eine Einführung in die psychologische Forschung

Alle Menschen kennen psychologische Gesetzmäßigkeiten und bedienen sich dieses Wissens im Alltag. Beispielsweise lernt ein kleines Kind sehr schnell, wenn Schreien zu Aufmerksamkeit führt, und wird fortan schreien, wenn es Aufmerksamkeit möchte. Psychologische Forschung stellt diese intuitiven Gesetzmäßigkeiten der menschlichen Interaktion, des Fühlens, Denkens und Handelns auf den Prüfstand und geht ihren Ursachen und Zusammenhängen auf den Grund.

Dieser Beitrag bietet eine Einführung in die Prozesse der psychologischen Forschung. Der Königsweg der psychologischen Forschung, das theoriebasierte *Experiment*, wird in einzelnen Schritten vorgestellt. Experimente dienen dazu, den Einfluss einer interessierenden Variablen zu untersuchen, indem diese Variable in einer Studie isoliert wird. Nach der Eingrenzung und theoretischen Einbettung der Fragestellung (Kapitel 1 und 2) werden genaue Erwartungen (Hypothesen; Kapitel 3) und der konkrete Versuchsplan der Studie (Design; Kapitel 4) formuliert. Anschließend werden Materialien erarbeitet, die sich nur in genau der interessanten Variablen unterscheiden (Kapitel 5). Während des Experiments erhalten Versuchspersonen zufällig eine Version des Materials zugewiesen und ihre Reaktion auf das Material wird beispielsweise durch Fragen gemessen (Kapitel 6). Die statistische Auswertung zeigt, ob der Unterschied im Material zu unterschiedlichen Reaktionen der Versuchspersonen führt (Kapitel 7). Diese Ergebnisse werden in Bezug zur bisherigen Forschung gesetzt und Implikationen für Forschung und Praxis erläutert (Kapitel 8).

Neben der *quantitativen Forschung* – der statistischen Untersuchung von Unterschieden zwischen Gruppen – gibt es auch die *qualitative Forschung*, die sich dadurch auszeichnet, dass hier Einzelfälle im Zentrum der Analyse stehen. Beide Ansätze bieten dabei eine große Vielfalt von Erklärungsansätzen und Verfahren, wie Fragestellungen mit vorhandenem oder neuem Material untersucht werden können. Auch innerhalb der quantitativen Forschung bieten

sich neben dem Experiment viele weitere Möglichkeiten, beispielsweise Feldforschung mit vorhandenen Daten und Strukturen. Dieser Beitrag dient dazu, einen allgemeinen Einblick in die experimentelle Forschung zu geben.

1 Fragestellung und theoretische Einbettung

Am Anfang jeder Forschung steht die Frage, was untersucht werden soll. Üblicherweise geht man von einer groben Frage aus, die sehr stark zugespitzt und in den passenden theoretischen Kontext eingebettet wird. Hierbei ist eine ausführliche Literaturrecherche ebenso hilfreich wie Gedanken darüber, wie diese neue Idee experimentell erfasst werden kann. Aus einer globalen interessengetriebenen Frage wird somit eine fokussierte *Fragestellung*, die meist abstrakt klingt, aber fundiert untersucht werden kann.

Das Präzisieren der Fragestellung gelingt mit einer *theoretischen Einbettung*. Theorien bieten Erklärungen, wie verschiedene Variablen zusammenhängen und unter welchen Umständen welche Auswirkungen auftreten. Diese übergeordneten Erklärungsansätze vereinen zumeist bisherige Forschung mit bisherigen und neuen theoretischen Ideen. Für Forschende bedeutet das viel Recherchearbeit zu Beginn eines Projekts. Eine gute Literaturgrundlage bieten Artikel aus Fachzeitschriften über psychologische Forschung und angrenzende Fachgebiete. Bücher rücken in der psychologischen Forschung zunehmend in den Hintergrund, bieten aber gute Zusammenfassungen und Einbettungen der bisherigen Befunde. Zur guten theoretischen Arbeit gehören exakte Definitionen der verwendeten Begriffe und Zusammenfassungen der bisherigen Arbeiten und Erklärungsansätze.

Neue Forschungsideen müssen zwei sehr unterschiedlichen Anforderungen standhalten: Sie sollen einerseits auf bisheriger Forschung aufbauen und andererseits etwas Neues beinhalten, was weiter geht als die bisherigen Untersuchungen. Ob die Fragestellung direkte Relevanz für das Alltagsleben und die Praxis hat, ist hierbei zweitrangig. Die Forschungsfrage kann auch darin bestehen, eine Theorie um bislang unbeachtete Einflussfaktoren zu erweitern oder eine neue Theorie aufzustellen. Dies muss auf Basis der vorhandenen Literatur gut begründet werden.

Die Theorie spannt ein großes, weites Netz, in das die Forschungsfrage eingebettet wird. Alle weiteren Schritte fokussieren sich auf die eine interessierende Studie, bis letztendlich in der Interpretation wieder in die Breite gedacht wird.

2 Hypothesen

Bereits im Vorfeld der Untersuchung müssen nicht nur die Fragestellung, sondern auch Annahmen über die Ergebnisse konkretisiert werden. In diesen *Hypothesen* werden ganz konkrete Annahmen formuliert, z. B.: Gruppe A ist im Merkmal X besser als Gruppe B. Üblicherweise werden für ein Experiment mehrere Hypothesen aufgestellt, die auf den zitierten Theorien basieren.

Wenn auch mit gründlicher Recherche unklar bleibt, welche Ergebnisse zu erwarten sind, kann man *explorativ* vorgehen, d. h., ohne Hypothesen aufzustellen. In diesem Fall werden auch kleinere Unterschiede als bedeutsam angenommen (vgl. Kapitel 6), aber die Resultate sollten auf jeden Fall in Folgestudien verifiziert werden. Es ist sinnvoller und allgemein gängig, Hypothesen aufzustellen, wenn dies möglich ist.

3 Design

Als nächster Schritt der Studienplanung wird das *Design* erstellt. Hier wird zusammengestellt, welche Variablen die Grundlage des Experiments bilden. Dabei wird zwischen *unabhängigen Variablen* und *abhängigen Variablen* unterschieden. Generell interessiert der Einfluss der unabhängigen Variablen auf die abhängigen Variablen. Die unabhängigen Variablen werden experimentell variiert, indem die Versuchspersonen unterschiedliches Material erhalten oder unterschiedlich behandelt werden (so genanntes *treatment*). Durch die abhängigen Variablen wird der Effekt der unabhängigen Variablen beobachtet. Die Ausprägung der abhängigen Variablen ist also das Ereignis, das durch die Hypothesen vorhergesagt wird.

Bei einer Studie über die Therapie von Zwangsstörungen könnte folgendes Design zugrunde liegen:

<i>Unabhängige Variable: Therapieform</i>	<i>Abhängige Variablen</i>
Stufe: Psychopharmaka	} Intensität und Dauer der Zwangsgedanken und -handlungen
Stufe: Verhaltenstherapie	
Stufe: Verhaltenstherapie & Psychopharmaka	
Stufe: Kontrollgruppe (keine Behandlung)	

Die zentrale Frage dieser Studie ist, ob medikamentöse und/oder verhaltenstherapeutische Maßnahmen die zentralen Symptome der Zwangsstörung verändern. Die unabhängige Variablen „Therapieform“ variiert über vier Stufen. Die *Kontrollgruppe* ohne Behandlung wird als *Basisrate (baseline)* verwendet; es soll also auch untersucht werden, ob die Therapieformen besser wirken als keine Behandlung. Gruppen, die absichtlich nicht behandelt werden, sind aus

ethischer Sicht natürlich bedenklich; dieses Beispiel dient lediglich der Verdeutlichung. Andere therapeutische Möglichkeiten wurden aus theoretischen oder ökonomischen Gründen (Anzahl der Versuchspersonen, s. u.) ausgeschlossen. Als abhängige Variablen werden die Intensität und Dauer der Zwangsgedanken und Zwangshandlungen gemessen.

Die Stufen der unabhängigen Variablen können *innerhalb der Versuchspersonen* (*within subjects*) oder *zwischen den Versuchspersonen* (*between subjects*) variiert werden. Nehmen wir dazu zwei unabhängige Variablen an: Es soll verglichen werden, wie gut Bewerber und Bewerberinnen zu einer Stelle mit typisch männlichen Anforderungen und zu einer mit typisch weiblichen Anforderungen passen. Wenn jede Versuchsperson beide Bewerbungen und eine Stellenausschreibung liest, so wird die unabhängige Variable „Geschlecht der sich bewerbenden Person“ innerhalb der Versuchsperson variiert (jede Versuchsperson sieht Bewerber *und* Bewerberinnen) und die Geschlechtstypikalität der Stelle wird zwischen den Versuchspersonen variiert (jede Versuchsperson sieht nur eine der beiden Stellen). Umgekehrt kann auch jede Versuchsperson die Passung einer Person auf beide Stellen einschätzen (oder auch eine Person bezüglich einer Stelle oder beide Personen bezüglich beider Stellen). Diese Entscheidung erfolgt in erster Linie inhaltsgeleitet: Soll eingeschätzt werden, welche Stelle zu einer Person am besten passt, oder soll der Prozess der Personalauswahl mit mehreren Bewerbungen pro Stelle simuliert werden?

Bei aufwändigeren Verfahren spielen hier auch ökonomische Gründe eine Rolle. Denn je mehr unabhängige Variablen und je mehr Ausprägungen dieser unabhängigen Variablen zwischen den Versuchspersonen untersucht werden, desto mehr Versuchspersonen werden benötigt. Für jede einzelne Bedingung, also jede mögliche Kombination der Stufen aller unabhängiger Variablen, müssen genug Versuchspersonen untersucht werden, da nur so eine sinnvolle statistische Hochrechnung möglich ist. Die notwendige Anzahl der Versuchspersonen kann mit Hilfe von Analysetools berechnet werden.

4 Material

Unter *Material* versteht man alles, was den Versuchspersonen in einer Studie vorgelegt wird, beispielsweise Fragebogen, Textauszüge, Fotos und Anweisungen. Maßgeblich für die Auswahl des Materials ist die Frage, mit welchen Methoden welche Fragestellung untersucht werden soll. Sollen Fragebögen eingesetzt werden; soll Verhalten direkt gemessen werden; sollen Hirnaktivität, Therapieerfolg oder Persönlichkeitsmerkmale im Mittelpunkt stehen?

Jedes Material muss sehr sorgfältig ausgesucht sein. Gründliche Vortests verhindern, dass unerwünschte Verzerrungen der Messungen auftreten. Denn das Material soll nur in der Ausprägung der unabhängigen Variablen variieren, alles andere soll über alle Bedingungen gleich

sein. Um den Einfluss von Stimmung zu untersuchen, kann man beispielsweise der einen Hälfte der Versuchspersonen eine lustige und der anderen Hälfte eine vergleichbare traurige Filmszene vorspielen. Alle anderen Anweisungen, Fragebogen und Messungen sind für alle Versuchspersonen gleich. Somit ist sichergestellt, dass ein Unterschied zwischen den beiden Versuchspersonengruppen ausschließlich auf die Filmszene zurückzuführen ist. Allerdings ist dieser Effekt empirisch zunächst nur auf das vorgegebene Material zurückzuführen. Um einen generellen Effekt zu bestätigen, sollten mehrere Studien mit unterschiedlichen Materialien durchgeführt werden.

Die Erwartungshaltung der Versuchspersonen und Versuchsleitenden sollte ausgeschlossen werden, ganz besonders bei klinischen Studien, die die Wirksamkeit von Medikamenten oder anderen therapeutischen Behandlungen untersuchen. Dazu empfiehlt es sich, nicht nur *einfach blinde* Studien zu machen (die Versuchsperson weiß nicht, ob sie z. B. Tabletten mit Wirkstoff oder Placebo einnimmt), sondern *doppelt blinde* (Versuchsperson und Behandelnde sind ahnungslos) oder *dreifach blinde* (auch die auswertende Person weiß nicht, zu welcher Gruppe der Datensatz gehört).

5 Ablauf und Erhebung

Der Aufbau verschiedener Studien variiert ebenso stark wie das Material und die Fragestellungen. Am weitesten verbreitet sind *Experimente unter Laborbedingungen zu einem Messzeitpunkt*. Als prototypisches Beispiel kann folgendes gelten: Die Versuchspersonen werden begrüßt und erhalten eine einführende Erklärung mit Hinweisen zur Bearbeitung. Anschließend werden gegebenenfalls erste Messungen durch Geräte oder Fragebogen vorgenommen, um grundlegende Ausprägungen zu bestimmen. Auch hier spricht man von der *Basisrate*, in diesem Falle nicht als grundlegende Bedingung (vgl. Kontrollgruppe in Kapitel 3), sondern als „Normalzustand“ der einzelnen Versuchsperson. Dann folgt die experimentelle Variation der unabhängigen Variablen: Probandinnen und Probanden werden unwissentlich einer Gruppe zugeordnet und lesen, hören, sehen oder bearbeiten Materialien, die für diese Gruppe generiert wurden. So sehen beispielsweise manche Personen eine traurige Filmszene, andere hingegen lustige Szenen. Anschließend werden die interessierenden abhängigen Variablen mithilfe von Fragen oder anderen Messinstrumenten erhoben. Es folgt ein Block mit demografischen Variablen (Alter, Geschlecht, Beruf etc.) und Fragen, was in der Studie wohl untersucht wurde. Abschließend wird die Versuchsperson darüber informiert, welches Ziel die Studie tatsächlich verfolgte; gegebenenfalls mit Erläuterungen und richtig stellenden Erklärungen, wenn Materialien mit falschen Inhalten verwendet wurden.

Es gilt besonders zu beachten, wann welche Materialien vorgelegt werden. Bereits erledigte Aufgaben können die Bearbeitung später folgender Aufgabenblöcke beeinflussen. Wenn eine Versuchsperson beispielsweise zu Beginn der Untersuchung ihr Alter oder Geschlecht angibt, verhält sie sich eher so, wie es dem Stereotyp ihres Alters oder Geschlechts entspricht. Dieses so genannte *Priming* wird häufig auch beabsichtigt eingesetzt, um beispielsweise den Einfluss von guter und schlechter Stimmung zu untersuchen. Auch Anweisungen und Hinweise müssen sorgfältig ausgewählt sein. Beispielsweise schneiden Mädchen schlechter als Jungen in einem Mathematiktest ab, wenn sie vorher darüber informiert werden, dass Geschlechtsunterschiede untersucht werden sollen. Ohne diese vorherige Information erzielten Schülerinnen und Schüler in demselben Test gleich gute Ergebnisse (*stereotype threat* – das Verhalten wird dem Stereotyp angepasst; Spencer, Steele & Quinn, 1999).

Neben den Einflüssen des Materials, wie beispielsweise Reihenfolgeeffekten, gibt es viele andere Faktoren, die die Datenerhebung beeinflussen. Da in der Psychologie der Mensch im Fokus steht, menschelt es auch in der Datenerhebung. Antworten, Entscheidungen, Reaktionen und das Verhalten während der Erhebung unterliegen vielen Einflussfaktoren. Hierzu zählen generelle Eigenschaften und Einstellungen, die aktuelle Stimmung und viele situativ bedingte Umstände. Je diffiziler das Verfahren, desto stärker schlagen schon Kleinigkeiten zu Buche: Die Messeinstellung einer Blickbewegungsanlage wird ungenau, wenn die Person den Kopf nur minimal bewegt; bei fMRT-Messungen (funktionelle Magnetresonanztomographie = Hirnaktivitätsmessung, meist mittels des Sauerstoffgehalts des Blutes) fühlen sich manche Teilnehmenden durch die Lautstärke des Geräts gestört; im abgedunkelten EEG-Labor (Elektroenzephalographie = Hirnstrommessung) werden viele Leute schläfrig.

Was kann man gegen solche Störvariablen tun? Eine generelle Prävention gegen ungewollte Einflüsse von Störvariablen bietet die *Randomisierung*: Jede Versuchsperson wird rein zufällig einer Experimentalbedingung zugeordnet. Damit ist auch der Einfluss von Merkmalen der Versuchspersonen rein zufällig verteilt. Der Wahrscheinlichkeit zufolge treten also gute Stimmung, Müdigkeit, hohe Intelligenz oder schlechtes Sehvermögen gleichmäßig in den Gruppen auf, die miteinander verglichen werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Einflüsse *konstant zu halten*, also bei jeder Testung dieselbe Versuchsleitung, denselben (ruhigen) Raum und dieselbe Tageszeit zu wählen. Die recht aufwändige Möglichkeit des *Kontrollierens* bietet sich bei der Datenauswertung. Wenn man einzelne Kontrollvariablen, wie zum Beispiel Attraktivität, in der Untersuchungsphase erhebt, kann man ihren Einfluss aus einer anderen Variable, zum Beispiel Einstellungschancen für einen Arbeitsplatz, mit statistischen Verfahren extrahieren.

6 Datenaufbereitung und statistische Auswertung

Da die Vielfalt an Methoden, Auswertungsmöglichkeiten und statistischen Verfahren beinahe unbegrenzt ist, seien an dieser Stelle nur exemplarisch einige der wichtigsten Aspekte genannt, die es bei der Datenaufbereitung und Auswertung zu beachten gilt.

Auch die Aufbereitung der Daten sollte bereits vor der Erhebung wohlüberlegt sein. Zum einen sollten die Daten automatisiert in ein Programm zur statistischen Auswertung übertragen werden können. Gerade bei technisch orientierten Verfahren sind die Datenmengen nicht von Hand zu verwalten. Bei Blickbewegungsstudien wird nicht selten alle 4 Millisekunden die Position des Auges bestimmt – bei einer Studie mit nur 15 Minuten Länge und 40 Versuchspersonen sind das 9 Millionen Positionsangaben.

Zum anderen limitieren die Erhebungsmethoden die Auswertungsmöglichkeiten. Beispielsweise sind die Reaktionen und Urteile „innerhalb“ einer Person nicht unabhängig. Daher sind Daten voneinander abhängig, wenn unabhängige Variablen innerhalb der Versuchspersonen erhoben werden oder dieselben Versuchspersonen zu unterschiedlichen Messzeitpunkten befragt werden (*Messwiederholung*). Damit ergeben sich andere Restriktionen in der Auswertung als bei unabhängigen Daten. Weiterhin zielen die gängigen *parametrischen* Verfahren auf *kontinuierliche* abhängige Variablen, d.h. Variablen dürfen nicht nur *dichotom* (mit ja/nein) oder *kategorial* (mit wenigen Abstufungen) gemessen werden, sondern müssen eine bestimmte Anzahl an Ausprägungen haben, zum Beispiel eine gängige 7-stufige *Likert-Skala* von „sehr“ bis „gar nicht“ oder das Alter in Jahren (derzeit 123 Stufen). Ansonsten dürfen nur die ungebräuchlicheren *non-parametrischen Tests* verwendet werden. Zur Auswahl des passenden Verfahrens ist auch wichtig, wird aber leider häufig vernachlässigt, dass die meisten gängigen Methoden eine *Normalverteilung* der Daten voraussetzen.

Die interessante Frage, die die Statistik klären soll, ist, ab welcher Größe ein gefundener Unterschied signifikant wird, d. h. ab wann er als *überzufällig* und als *bedeutsam* angenommen wird. Dabei muss ein Restrisiko in Kauf genommen werden, dass ein Unterschied als bedeutsam angenommen wird, obwohl er es in Wirklichkeit nicht ist. Dieses *Signifikanzniveau* (*Alphafehler*) wurde in der Psychologie per Konvention auf 5 Prozent festgelegt, das heißt, dass jedes 20. Ergebnis (5 Prozent) signifikant wird, obwohl in der Realität gar kein Unterschied da ist. Spätestens hier werden die vorher formulierten Hypothesen wichtig: Sobald diese formuliert sind, wird der Datensatz auf genau diese vorhergesagten Unterschiede hin untersucht und nicht auf alle Unterschiede, die im Datensatz sein könnten. Je mehr Unterschiede analysiert werden, desto mehr „20. Ereignisse“ treten auf. Daher werden zunächst nur die vorhergesagten Vergleiche betrachtet. Sollten weitere Analysen nötig werden, muss das Restrisiko angepasst werden. Das ist natürlich besonders wichtig bei Messungen mit vielen Daten. Beim *explorativen* Vorgehen (vgl. Abschnitt 2) wird zwar generell ein größeres Restrisiko (10 %) angenommen, aber die gefundenen Unterschiede sollten auf jeden Fall in einer anderen Studie als konkrete Annahme bestätigt werden.

7 Interpretation der Resultate

Während der Studienvorbereitung (Hypothesen, Design und Material) wurde die Theorie in statistisch messbare Parameter übertragen. Bei der Interpretation wird der Fokus wieder auf den Inhalt gelenkt. Wenn statistisch bedeutsame Unterschiede ausschließlich dort auftreten, wo sie durch die Hypothesen formuliert wurden, bestätigen die Resultate die Theorie vollständig. Wenn Unterschiede ausbleiben oder sich andere Unterschiede deutlich abzeichnen, sollten zunächst methodische Schwachstellen kritisch überprüft werden. Dann ist zu überlegen, ob die Theorie haltbar ist und welche Teile angepasst, überdacht und neu geprüft werden sollten. Und letzten Endes ergibt sich daraus hoffentlich eine Publikation, in der die Forschungsgemeinde und das interessierte Publikum die Ergebnisse dieses Experiments lesen und nachvollziehen kann.

Literatur

- Bortz, J.: Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler (6. Aufl.). Heidelberg: Springer (2005).
Field, A.: Discovering Statistics Using SPSS (3. Aufl.). London: Sage (2009).
Geider, F. J. & Rogge, K.-E.: Methodenatlas für Sozialwissenschaftler. Heidelberg: Springer (1995).
Huber, O.: Das psychologische Experiment: Eine Einführung (9. Aufl.). Bern: Huber (2009).
Leonhart, R.: Psychologische Methodenlehre / Statistik. München: Reinhardt (2008).
Spencer, S. J., Steele, C. M., & Quinn, D. M.: Stereotype Threat and Women's Math Performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 35(1), 4–28 (1999).

Peter Horn

Reprogrammierung von Stammzellen

Eine neue Quelle universal verträglicher Transplantate?

Allein in Deutschland warten etwa 12.000 Menschen auf ein passendes Transplantat. Täglich sterben drei von ihnen, weil nicht rechtzeitig ein passendes Spenderorgan zur Verfügung steht. Neben dem Mangel an Spenderorganen stellt insbesondere die Abstoßung des Transplantates durch das Immunsystem des Empfängers ein großes Problem dar. Die Herstellung von Transplantaten, die nicht als körperfremd erkannt werden können, stellt daher einen viel versprechenden Ansatz dar.

Seit kurzem steht eine Technik zur Verfügung, die es erlaubt, unterschiedliche Zelltypen eines jeden Menschen in echte „Alleskönner“-Stammzellen, sogenannte *pluripotente* Stammzellen, zurück zu verwandeln. Man spricht dabei vom Reprogrammieren von Zellen zu *induzierten pluripotenten Stammzellen* (iPS). Diese Zellen besitzen die Eigenschaft, in alle unterschiedlichen Zelltypen differenzieren, d. h. alle unterschiedlichen Zelltypen hervorbringen zu können. Dies bietet den Vorteil, dass aus demselben Ausgangsmaterial unterschiedliche Transplantate und Zelltherapeutika hergestellt werden könnten, die nicht als körperfremd abgestoßen werden, indem auf der Zelloberfläche dieser Zellen die für die Abstoßung hauptsächlich verantwortlichen Strukturen, die so genannten *humanen Leukozyten-Antigene* (HLA) mittels genetischer Manipulation der Zellen reduziert werden.

1 Einleitung

In Deutschland werden jährlich über 4.000 Transplantationen durchgeführt. Allerdings warten alleine hierzulande etwa 12.000 Menschen auf ein passendes Transplantat. Insgesamt warteten im Oktober 2010 laut der Deutschen Stiftung Organtransplantation 873 Deutsche auf ein neues Herz, 8.003 Kranke benötigen eine neue Niere und 1.948 eine Spenderleber. Täglich sterben

drei Patienten, weil nicht rechtzeitig ein passendes Spenderorgan zur Verfügung steht. Die Verwendung von Zelltherapien und Transplantaten, die aus Stammzellen künstlich hergestellt werden, steht deshalb im Fokus der Forschung.

Ein weiteres Problem bei Transplantationen stellt die Abstoßung des Transplantates dar. Das Risiko, dass das Transplantat vom eigenen Immunsystem als körperfremd erkannt und abgestoßen wird, ist bei jedem Eingriff hoch. Eine Möglichkeit, dieses Problem zu umgehen, ist die Behandlung des Empfängers mit Immunsuppressiva. Nachteilig sind dabei die erheblichen Nebenwirkungen, wie eine erhöhte Anfälligkeit für Infektionen, eine erhöhtes Tumorrisiko und Herz-Kreislauf-Erkrankungen.

Der Bedarf an alternativen Methoden ist daher groß. Die Modulierung der Transplantate, so dass diese nicht als körperfremd erkannt werden können, stellt einen viel versprechenden Ansatz dar. Der innovative Teil dieses Projektes war es nun, eine Grundlage zu schaffen, die Moleküle, die für die Abstoßung verantwortlich sind, auf den Zellen zu eliminieren. Damit ist die Möglichkeit geschaffen, universell einsetzbare Transplantate herzustellen.

Die Verwendung von Zelltherapien und der Einsatz von Transplantaten, die künstlich außerhalb des Körpers aus Zellen hergestellt werden, ist eine viel versprechende Möglichkeit, den Mangel an Transplantaten, der weltweit herrscht, auszugleichen. Als Zellmaterial kommen unterschiedliche Zelltypen, wie hämatopoetische (blutbildende) Stammzellen oder Zellen, die aus der Nabelschnur gewonnen werden können, aber auch Hautzellen in Frage. Um Transplantate *in vitro*, also außerhalb des Körpers in der Kulturschale im Labor, züchten zu können, ist es allerdings von Vorteil, wenn das verwendete Zellmaterial die Eigenschaft besitzt, in unterschiedliche Zelltypen differenzieren zu können, d. h. unterschiedliche Zelltypen hervorzubringen. Dies bietet den Vorteil, dass aus demselben Ausgangsmaterial unterschiedliche Transplantate und Zelltherapeutika hergestellt werden können.

2 Stammzellen

2.1 Was sind Stammzellen?

Diese oben geforderten Kriterien treffen auf Stammzellen zu. Sie können aufgrund ihres Differenzierungspotentials in vier Gruppen unterschieden werden: totipotent, pluripotent, multipotent und unipotent. Als *totipotent* werden Stammzellen bezeichnet, die in der Lage sind, wieder einen vollständigen Organismus auszubilden. Dies ist jedoch nur im frühen Embryonalstadium, beim Menschen bis zum 8-Zell-Stadium, möglich. Beim Durchlaufen des Morulastadiums (vgl. Abb. 1) verlieren die Zellen ihre Totipotenz und gehen in das Stadium der *Pluripotenz*

über. Pluripotente Stammzellen sind in der Lage, in über 200 verschiedene Zelltypen zu differenzieren, sind jedoch nicht fähig, einen vollständigen Organismus auszubilden. Sie können aus der Blastozyste in den Tagen 5 bis 14 entnommen werden (siehe Abb. 1a). Weiter differenzierte Zellen werden als *multipotent* bezeichnet. Dazu gehören Zellen, die in der Lage sind, in zwei bis drei Zelltypen zu differenzieren, wie z. B. hämatopoetische Stammzellen. Die letzte Gruppe bilden die *unipotenten* Zellen, die lediglich in der Lage sind, gleiche Zellen hervorzu- bringen und nicht weiter zu differenzieren, wie z. B. Fibroblasten.

Die besondere Eigenschaft der Pluripotenz, in fast jede Zelle des Körpers differenzieren zu können, besitzen ausschließlich embryonale Stammzellen (ESC). Sie werden aus der inneren Zellmasse (ICM) der Blastozyste gewonnen, sind in der Lage, in alle drei Keimblätter (Ento- derm, Mesoderm, Ektoderm) zu differenzieren und können somit alle verschiedenen Zelltypen eines Organismus bilden.

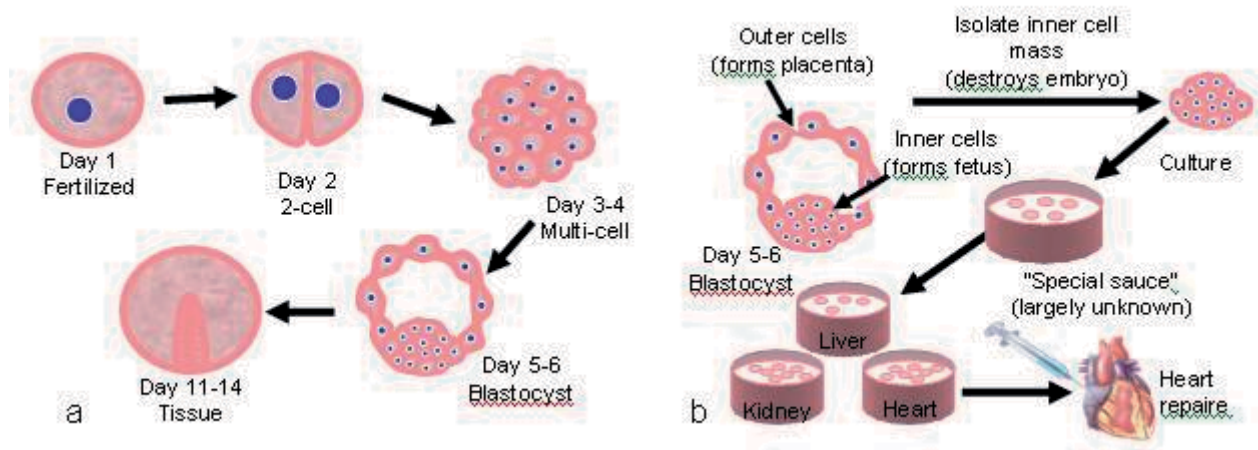


Abb. 1: a) Entwicklung der befruchteten Oozyte bis Tag 14. Tag 2 zeigt das Zwei-Zell-Stadium, an den Tagen 3 und 4 ist bereits ein Vielzellstadium zu sehen, das sogenannte Morulastadium. Einen Tag später an den Tagen 5 und 6 ist die Blastozyste mit der inneren Zellmasse (ICM) zu sehen, aus der die embryonalen Stammzellen (ESC) entnommen werden. b) Aus der Blastozyste wird die ICM isoliert. Unter speziellen Kulturbedingungen lassen sich undifferenzierte ESC kultivieren, die in verschiedene Zelltypen wie Herz, Leber oder Niere differenziert werden können. Diese Zellen können für die regenerative Medizin genutzt werden.

Embryonale Stammzellen wurden erstmals 1981 aus der Blastozyste einer Maus isoliert. Im Folgenden wurden ES-Zellen von verschiedenen weiteren Spezies gewonnen, so dass heute ES-Zelllinien von Nagern, Kaninchen und Primaten etabliert sind. 1998 wurden die ersten humanen ESC isoliert und es gelang, sie als Zelllinie zu etablieren.

Durch ihre Fähigkeit, in alle Zelltypen differenzieren zu können, bieten ESC ein enormes Potenzial für die regenerative Medizin und für eine therapeutische Nutzung. Die Fähigkeit der Pluripotenz ist nicht nur *in vivo*, im Organismus, sondern auch *in vitro*, in der Kulturschale, gegeben, sofern die Kulturbedingungen optimal und konstant gehalten werden. Die Differen-

zierung in verschiedene Zelltypen lässt sich durch unterschiedliche Kulturbedingungen induzieren.

Auch wenn dies derzeit noch nicht möglich und eine klinische Anwendung noch weit entfernt ist, ist es vorstellbar, dass auf lange Sicht aus ESC differenzierte Zellen in großer Menge für therapeutische Zwecke hergestellt werden können. Dies ist ein großer Vorteil gegenüber adulten Stammzellen, da deren Vermehrung in der Zellkultur sich in der Regel als deutlich schwieriger darstellt. Mit embryonalen Stammzellen wäre es denkbar, diese unbegrenzt zu expandieren und gezielt zu differenzieren, was ein enormes Potential für die Stammzelltherapien und die Problemlösung bezüglich des Mangels an Transplantaten bietet.

2.2 Zellkultur von Stammzellen

Je nach Spezies unterscheiden sich die Kultivierungsbedingungen für embryonale Stammzellen. Um die Pluripotenz der Zelllinien erhalten zu können, müssen spezifische Kulturbedingungen für jede Zelllinie eingehalten werden. So werden die meisten ES-Zelllinien in gemeinsamer Zellkultur mit Mausfibroblasten als Feeder-Zellen gehalten. Ohne diese Kokultur differenzieren die ESC spontan in unterschiedliche Zelltypen und lassen sich nicht mehr gezielt in eine vorgegebene Richtung steuern. Allerdings ist für humane und murine (= Maus-)ESC auch eine Feeder-freie Kultivierung beschrieben, für ESC nicht-humaner Primaten ist dies bislang nicht in Langzeitkultur gelungen.

Die für die Kokulturen eingesetzten Fibroblasten werden üblicherweise aus 13,5 Tage alten Maus-Embryonen gewonnen (MEF, *mouse embryonic fibroblasts*). Diese müssen in ihrer Proliferation gestoppt werden, um ein Überwachsen der Stammzellkolonien zu verhindern. Zur Inaktivierung der MEF wird üblicherweise eine der folgenden zwei Methoden angewendet: entweder eine chemische Inaktivierung mittels Mitomycin C oder Bestrahlung mit einer γ -Strahlenquelle. Dass die MEF einen Einfluss auf die ESC ausüben, ist zu erwarten, wenn man bedenkt, dass die Feeder-Zellen verschiedene Faktoren absondern und die ESC direkten Kontakt zu ihnen haben. Der genaue Einfluss, den die MEF auf die ESC ausüben, scheint bisher jedoch unklar.

Ein Problem embryonaler Stammzellen zeigt sich in der Generierung maligner Tumore bei der Injektion in den Organismus, wenn die Zellen als Transplantat eingesetzt werden sollen. Diese so genannte *Teratogenität* verliert sich mit der Differenzierung der Zellen, so dass eine Transplantation von Zellen, die aus embryonalen Stammzellen differenziert worden sind, kein Problem mehr darstellt.

2.3 Charakterisierung von Stammzellen

Das Vorhandensein der sogenannten Pluripotenzmarker wird durch immunhistochemische Färbungen sowie durch Polymerase-Kettenreaktion (*polymerase chain reaction*, PCR) nachgewiesen. Des Weiteren können die Zellen in der Zellkultur differenziert und verschiedene Zelltypen dann detektiert werden.

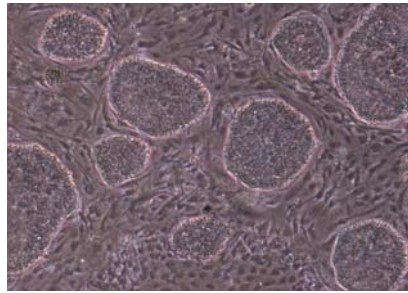


Abb. 2: Embryonale Stammzellen des Neuweltaffen *Callithrix jacchus* auf MEF

Aufgrund der ethischen und rechtlichen Einschränkungen der Arbeit mit humanen embryonalen Stammzellen wurden die im Folgenden beschriebenen Experimente mit embryonalen Stammzellen von Affen, genauer von Marmosets (*Callithrix jacchus*), durchgeführt.

Die über 100 Passagen kultivierter embryonaler Stammzellen von Marmosets weisen die für ESC typische Morphologie auf. Sie zeigen klare Abgrenzungen der aus vielen hundert Zellen bestehenden Kolonien, die in sich homogen erscheinen (s. Abb. 2). Die Gesamtheit dieser Ergebnisse spricht für den Stammzellcharakter und die Pluripotenz der Marmoset-ESC.

Spezifische Stammzellmarker für Pluripotenz, wie z. B. Oct4, konnten ebenfalls nachgewiesen werden. Diese Marker spielen eine große Rolle in der Embryonalentwicklung und sind hoch exprimiert. Für diese Marker wurde zusätzlich die mRNA nachgewiesen. Als Positivkontrolle, dass die Methode einwandfrei funktionierte, wurde das *house-keeping-gene* β -actin gewählt, das in allen Zellen zu jedem Zeitpunkt exprimiert wird. Außerdem konnten die für embryonale Stammzellen typischen Oberflächenmarker immunhistochemisch nachgewiesen werden (s. Abb. 3).

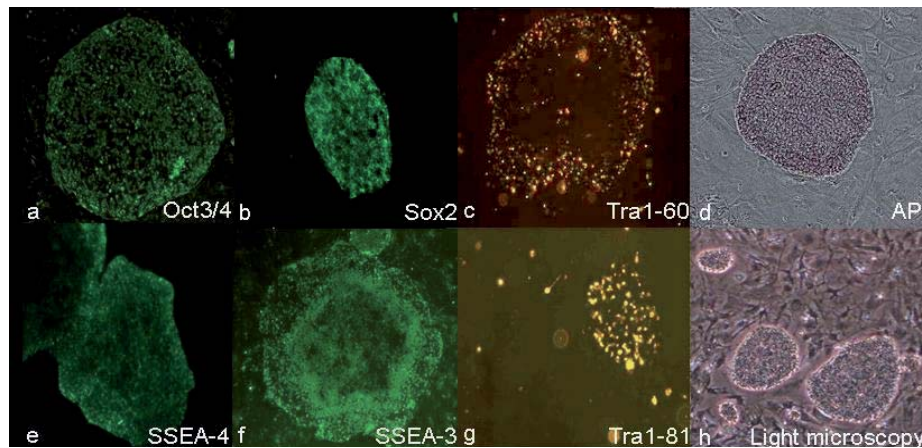


Abb. 3: Immunfluoreszenz der Stammzellmarker Oct4 (a), Sox 2 (b), Tra-1-60 (c), AP (d), SSEA-4 (e), SSEA-4 (f) und Tra-1-81(g)

Die Expression des Enzyms „reverse Transkriptase“ ist in undifferenzierten Zellen deutlich höher als in weiter differenzierten. Mittels quantitativer PCR wurde eine fünffach stärkere Expression an mRNA (Messenger-RNA) der reversen Transkriptase nachgewiesen, als es in Maus-Fibroblasten, die ausdifferenziert sind, der Fall ist. Dieses Ergebnis spricht ebenfalls für den undifferenzierten Status der Zellen.

Embryonale Stammzellen lassen sich in andere Zellen differenzieren. Ihre Fähigkeit, sich in alle drei Keimblätter (Mesoderm, Entoderm, Ektoderm) auszubilden, dient als Nachweis ihrer Pluripotenz. Die verwendeten Zellen differenzierten spontan unter gegebenen Kulturbedingungen ungerichtet in *Embryoid bodies* (EB; s. Abb. 4). *Embryoid bodies* entstehen, sobald die optimalen Kulturbedingungen für die jeweilige embryonale Stammzelllinie nicht mehr exakt eingehalten werden. Die ESC differenzieren dann spontan und bilden kleine Aggregate aus unterschiedlichen Zelltypen. Dies dient ebenfalls als Nachweis des Differenzierungspotentials und gelang auch in diesem Projekt, was für ein hohes Differenzierungspotential der Zellen spricht. Es konnten verschiedene Zelltypen in den EB nachgewiesen werden.

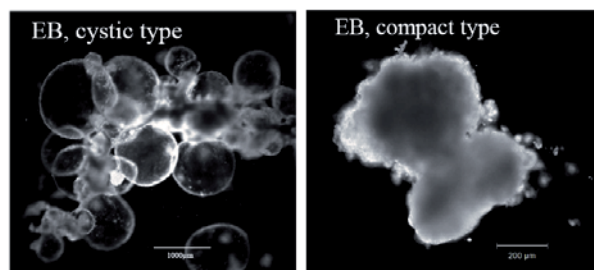


Abb. 4: Embryoid bodies aus cjes001

Außerdem konnten Zelltypen, hervorgegangen aus allen drei Keimblättern, in den in immundefizienten Mäusen induzierten Teratomen nachgewiesen werden (s. Abb. 5).

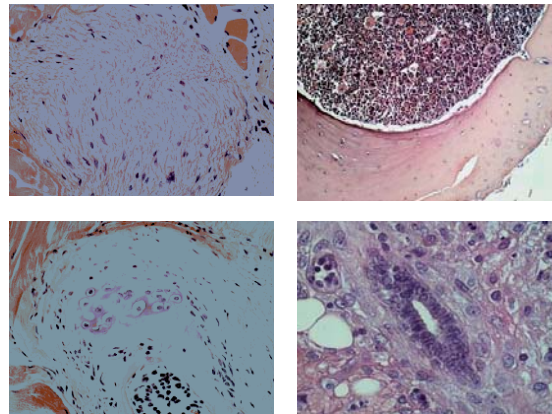


Abb. 5: Schnitte eines Teratomes induziert von cjes001 in immundefiziente Mäuse

2.4 Immunogenität von Stammzellen

Auch die Immunogenität der ESC, also ihre Eigenschaft, im menschlichen Körper eine Immunantwort auszulösen, stellt ein Problem dar, wenn dieses auch weitaus geringer scheint als bisher angenommen. Der Vorteil embryonaler Stammzellen gegenüber adulten Stammzellen liegt dabei in der verhältnismäßig geringen Expression von MHC-Klasse I-Molekülen sowie in der Abwesenheit von MHC-Klasse II-Molekülen. Der MHC ist der sogenannte Hauptkompatibilitätskomplex (Abk. MHC von engl. *Major Histocompatibility Complex*) und umfasst eine Gruppe von Genen, die Proteine für die Immunerkennung kodieren. Im humanen Genom finden sich diese Gene auf Chromosom 6. Die Proteinkomplexe des MHC sind Antigene, die auf der Oberfläche jeder Körperzelle zu finden sind. Die Zellen sind somit als eigen gekennzeichnet und können von den Leukozyten als körpereigen erkannt werden. Werden körperfremde Zellen transplantiert, werden über den MHC diese Zellen als solche erkannt und eliminiert. Eine Möglichkeit, diesen Mechanismus zu umgehen, bietet die Behandlung des Patienten mit Immunsuppressiva. Eine andere Möglichkeit mit einem geringeren Risiko stellt die Manipulation embryonaler Stammzellen dar, d. h. die Eliminierung der für die Abstoßung verantwortlichen Moleküle auf den Zellen, also dem MHC. Denkbar wäre eine Herunterregulierung des MHC in embryonalen Stammzellen, die dann gezielt in die benötigte Richtung differenziert werden können. Dieser Ansatz bietet gute Möglichkeiten, die therapeutische Behandlung mit ESC zu vereinfachen. Die Herunterregulierung des MHC ist mittels siRNA (small interfering RNA) durch RNA-Interferenz durchführbar.

3 RNA-Interferenz

Die RNA-Interferenz (RNAi) ist ein natürliches Phänomen einer Hemmung der Genexpression. Sie wurde ursprünglich in Pflanzen als *post transcriptional gene silencing* beschrieben. Ausgelöst wird dieser Vorgang durch doppelsträngige RNA-Moleküle (dsRNA), die über *small hairpin RNA* (shRNA) zur so genannten *small interfering RNA* (siRNA) abgebaut werden. Die Fragmente sind etwa 20 Basenpaare lang. Die dsRNA wird durch den Proteinkomplex Dicer in siRNA geteilt. RISC (*RNA induced silencing complex*) ist ein weiterer Proteinkomplex, der eine wichtige Rolle in der RNAi spielt. RISC enthält ein 20–23 Basenpaare langes Nukleomer. Er wirkt als Einzelstrang-RNase und bindet spezifisch an die Ziel-mRNA. Die Spezifität ist bedingt durch die sequenzidentische siRNA. Der komplementäre Antisense-Strang liegt an der Außenseite des RISC, so dass dieser an die Ziel-mRNA binden und diese zerstören kann (s. Abb. 6).

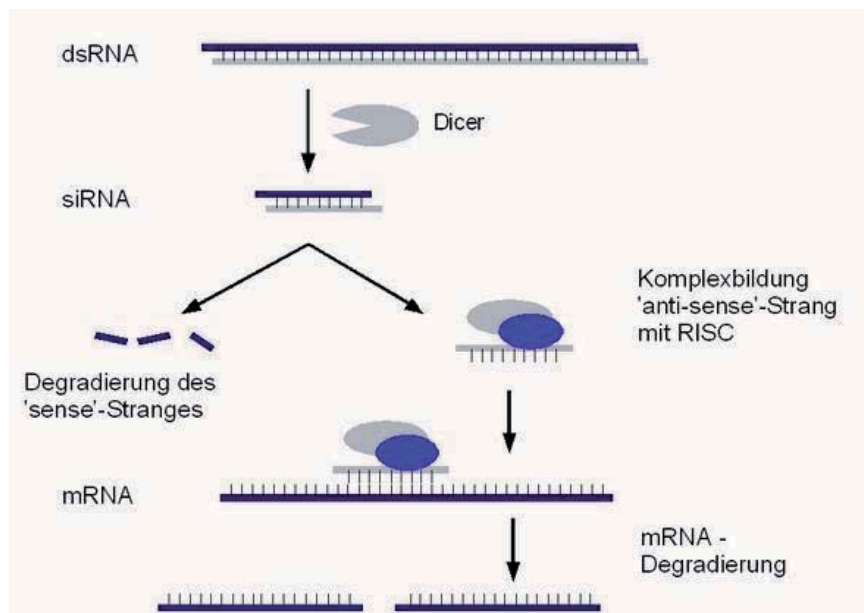


Abb. 6: Die dsRNA wird durch den Proteinkomplex Dicer in siRNA geschnitten. Es kommt zur Degradierung des Sense-Stranges und zur Bildung des RISC-Komplexes mit einem Antisense-Strand, so dass der RISC-Komplex an die mRNA komplementär binden kann, was zur Degradierung der mRNA führt.

Experimentell gelang dieser so genannte *Knock-Down* erstmals in *C.elegans*, einem Fadenwurm. Die RNAi zur Hemmung von Genen in Zellen wird mittels eines Lentivirus, der eine zu dem Gen komplementäre siRNA in die Zellen eingeschleust, durchgeführt. Diese siRNA bindet spezifisch an die DNA und hemmt so die Ablesung des Genes.

Die Inhibition der Gene kann durch quantitative Messung der mRNA mittels quantitativer PCR nachgewiesen werden. Außerdem wird das Einbringen der siRNA durchflusszytometrisch bestimmt, da die verwendeten Vektoren GFP (*green fluorescent protein*)-markiert sind. Die Quantifizierung des MHC auf Proteinebene erfolgt ebenfalls durchflusszytometrisch durch die Anfärbung mit einem spezifischen Antikörper, der den MHC nachweist.

Experimentell wurde bereits mittels RNAi die Immunogenität der ESC manipuliert. Der MHC konnte herunterreguliert und das Silencing durchflusszytometrisch sowie mittels quantitativer PCR nachgewiesen werden. Es wurde eine Herunterregulierung um bis zu 85% erreicht.

4 Ausblick

Die Manipulation der Immunogenität verschiedener embryonalen Stammzelllinien konnte im Labor also bereits demonstriert werden. Dieser Ansatz bietet gute Möglichkeiten, die therapeutische Behandlung mit ESC zu vereinfachen.

Das weiterführende Ziel des beschriebenen Projektes ist es also, auf dieser Grundlage klinisch anwendbare zelluläre Therapeutika zu schaffen, auf denen die Moleküle, die für die Abstoßung körperfremder Zellen verantwortlich sind, eliminiert sind, und damit die Möglichkeit zu schaffen, universell einsetzbare Transplantate herzustellen und so den derzeitigen Mangel an Transplantaten auszugleichen.

Da es für eine therapeutische Anwendung unabdingbar ist, dass die zu transplantierenden Zellen keine MHC-Expression mehr aufweisen, müsste aus einzelnen herunterregulierten Zellen eine Zelllinie kultiviert werden. Bei dieser ist die Sicherheit gegeben, dass alle Zellen (da sie alle aus einer einzelnen Zelle hervorgegangen sind) keinerlei MHC-Expression aufweisen. Der nächste Schritt wäre dann die Transplantation der MHC-defizienten differenzierten Zellen in einem präklinischen Tiermodell. Es wäre da zu erwarten, dass die transplantierten Zellen nicht vom Empfänger abgestoßen werden. Erst wenn das gezeigt wurde und auch die Sicherheit der genetisch veränderten Zellen demonstriert wurde, wird man diesen Ansatz für eine klinische Weiterentwicklung nutzen können.

Bevor eine Anwendung am Menschen dann eines Tages möglich werden kann, werden noch zahlreiche Herausforderungen zu lösen sein.

Literaturhinweise und Danksagung

Die hier dargestellten Untersuchungen wurden dankenswerterweise unter anderem durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft finanziert (Projektförderung: Reduktion der Immunogenität von Vorläuferzellen durch Regulation der MHC-Expression). Die Ergebnisse sowie die grundlegenden experimentellen Details wurden veröffentlicht in den folgenden drei Artikeln, in denen sich auch zahlreiche weiterführende Literaturhinweise finden:

Fleischmann G, Figueiredo C, Seltsam A, Blasczyk R, Horn PA. (2009) Embryonic Stem Cells: MHC Expression and Immunogenicity of Stem Cell-Derived Cellular Therapeutics. In: *Advances in Medicine and Biology*. Volume 1, ISBN: 978-1-60876-863-9: 165-198

Fleischmann G, Müller T, Blasczyk R, Sasaki E, Horn PA (2009) Growth characteristics of the nonhuman primate embryonic stem cell line cjes001 depending on feeder cell treatment. *Cloning and Stem Cells*. 11(2): 225-33.

Müller T, Fleischmann G, Eildermann K, Mätz-Rensing K, Horn PA, Sasaki E, Behr R. (2009) A novel embryonic stem cell line derived from the common marmoset monkey (*Callithrix jacchus*) exhibiting germ cell-like characteristics. *Human Reproduction* 24(6): 1359-72.

Abschnitte dieses Artikels wurden mit freundlicher Genehmigung übernommen aus der Dissertationsarbeit von Gesine Fleischmann, der mein besonderer Dank für ihre engagierte experimentelle Arbeit an diesem Projekt gilt. Desweiteren möchte ich Rüdiger Behr, Rainer Blasczyk, Constanca Figueiredo, Thomas Müller, Erika Sasaki sowie Axel Seltsam für ihre mannigfaltige Unterstützung dieses Projektes danken.

Christine Bauer und Johanna Ziemes

Transsexualität

Zwischen Mann und Frau

1 Was ist Transsexualität?

Laut den international gebräuchlichen Klassifikationssystemen der Krankheiten, ICD 10¹ und DSM-IV², bezeichnet Transsexualität eine besondere und klinisch relevante Form der Geschlechtsidentitätsstörungen. Deshalb ist Transsexualität in der ICD-10 auch unter „F64 Störungen der Geschlechtsidentität“ kodiert. 1979 wurde dieses Krankheitsbild zum ersten Mal als eigenständige Diagnose in der ICD-9 aufgeführt. Dabei besteht bei den Patienten der konstante und persistierende „Wunsch, als Angehöriger des anderen anatomischen Geschlechts zu leben und anerkannt zu werden“ (ICD-10), wobei eine hormonelle oder chirurgische Behandlung angestrebt wird, „um den eigenen Körper dem bevorzugten Geschlecht soweit wie möglich anzugleichen“ (ICD-10). Zusätzlich löst das eigene Geschlecht starkes Unbehagen und ein Gefühl der Nichtzugehörigkeit aus, wobei neben Verstecken von Brust (Frau) oder Penis (Mann) auch Kastrationen beschrieben worden sind (Berger, 2004).

¹ Die Internationale Klassifikation der Krankheiten (ICD-10) wurde von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) erstellt. Die Abkürzung ICD steht für *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems*, die Ziffer 10 bezeichnet die 10. Revision der Klassifikation, die im Januar 1998 die ICD-9 abgelöst hat (<http://www.dimdi.de/static/de/klassi/diagnosen/index.html>).

² DSM-IV ist die Abkürzung für *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (Diagnostisches und Statistisches Manual Psychischer Störungen). Dieses Klassifikationssystem wurde von der *American Psychiatric Association* (Amerikanische Psychiatrische Vereinigung) erstmals 1952 in den USA herausgegeben. Aktuell liegt die Version DSM-IV-TR (TR = Textrevision) vor.

1.1 Prävalenz

Obwohl die Spannbreite der Angaben zur Prävalenz der Transsexualität sehr groß ist (1:2.900 bis 1:100.000 bei M-F-Transsexuellen und 1:8.300 bis 1:400.000 bei F-M-Transsexuellen), fällt als Gemeinsamkeit aller Studien auf, dass Männer mehr als zweimal so häufig betroffen sind wie Frauen (Michel et al., 2001; van Trotsenburg et al., 2004).

1.2 Entstehung der Transsexualität

Eine genaue Ursache der Transsexualität ist nicht bekannt. Es werden aktuell verschiedene Faktoren diskutiert, die im Zusammenhang mit der Transsexualität stehen könnten. Außerdem wird angenommen, dass nicht nur ein bestimmter Faktor, sondern das Zusammenspiel von psychologischen und biologischen Faktoren die Geschlechtsidentitätsstörung (GIS) im Sinne einer Transsexualität bewirkt (Cohen-Kettenis et al., 2007).

Weder familiäre Häufungen noch somatische oder endokrine Abweichungen sind bis heute bei transsexuellen Patienten beobachtet worden (Möller et al., 2003). Abgesehen von somatischen Unauffälligkeiten gibt es einige Untersuchungen, die morphologische Besonderheiten bestimmter Gehirnstrukturen bei transsexuellen Patienten identifiziert haben. Es gibt einen bestimmten Kern (*bed nucleus der stria terminalis*¹), der bei Männern 44 % größer ist als bei Frauen. Bei M-F-Transsexuellen beträgt seine Größe 52 % weniger als bei Männern, was eher der Größe dieses Kerns bei Frauen entspricht (Zhou et al., 1995). Analog dazu ist die Anzahl bestimmter Neurone dieses Kerns von M-F-Transsexuellen ähnlich der von Frauen, während F-M-Transsexuelle eine Neuronenzahl aufweisen, die in der Spannweite derer von Männern liegt (Kruijver et al., 2000).

Pränatale Hormonschwankungen in einer kritischen Entwicklungsphase stehen im Verdacht, sowohl Auswirkungen auf die geschlechtliche Differenzierung des Gehirns als auch auf die spätere Geschlechtsidentität zu haben (Cohen-Kettenis et al., 2007).

Ein weiterer Erklärungsversuch ist, dass Transsexualität der Endpunkt verschiedener psychopathologischer Verläufe ist, die durch verschiedene frühkindliche Traumatisierungen entstehen (Berger, 2004; Möller et al., 2003). Hierbei soll das physische Erscheinungsbild oder die Ängstlichkeit als Temperamentmerkmal ebenfalls eine Rolle spielen (Cohen-Kettenis et al., 2007), d. h. zur Entstehung der Transsexualität prädisponieren.

Eine andere Theorie beinhaltet die Hypothese, dass „Medizin und Recht mit ihrer Definitionsmacht und Technik Geschlechtsidentitätsstörungen und Transsexualität erst hervorgebracht haben“ (Möller et al., 2003). Des Weiteren soll das Geschlechterverhältnis der Geschwister

¹ Die *Stria terminalis* ist eine Faserverbindung des Großhirn, die den Mandelkern mit dem Hypothalamus verbindet. Dieser Hirnbereich soll in die Verarbeitung von Angst, Stress sowie die Geschlechtsidentität involviert sein.

ebenfalls im Zusammenhang mit der Entstehung einer Transsexualität stehen (Cohen-Kettenis et al., 2007). Hierbei besteht die Hypothese, dass ein „später Platz in der Geburtsreihenfolge wie eine große Zahl an Brüdern“ (Cohen-Kettenis et al., 2007) für die Entwicklung von Geschlechtsproblemen von Bedeutung sind.

1.3 Diagnostik

Für die Diagnose müssen folgende Kriterien erfüllt sein (DSM IV):

- starke und tief greifende gegengeschlechtliche Identifikation, die dauerhaft besteht (nach ICD 10 muss die Symptomatik mindestens zwei Jahre bestehen);
- andauerndes Unbehagen bezüglich des eigenen biologischen Geschlechts sowie das Gefühl der Inadäquatheit der zugehörigen Geschlechtsrolle;
- Ausschluss eines Intersex-Syndroms (z.B. Androgen-Insensitivitäts-Syndrom, kongenitales adrenogenitales Syndrom);
- klinisch relevanter Leidensdruck oder Beeinträchtigung in sozialen, beruflichen oder anderen wichtigen Funktionsbereichen.

Im Rahmen der Diagnostik muss eine biographische Anamnese (Schwerpunkt: Geschlechtsidentitätsentwicklung), eine körperliche Untersuchung (gynäkologisch, andrologisch/urologisch, endokrinologisch) sowie eine gründliche psychiatrische bzw. psychologische Beurteilung erfolgen (Becker et al., 1998).

1.4 Differentialdiagnostik

Die Symptomatik einer Transsexualität kann auch im Rahmen anderer Erkrankungen auftreten und nur zeitweise bestehen. In diesen Fällen darf eine Transsexualität nicht diagnostiziert werden, da die damit verbundenen möglichen Therapieformen tief greifende körperliche Veränderungen bewirken. Folgende Differentialdiagnosen sind laut den „Standards der Behandlung und Begutachtung von Transsexuellen“ zu beachten (Becker et al., 1998):

- Schwierigkeiten mit der eigenen Geschlechtsrollenerwartung ohne eigentliche Störung der geschlechtlichen Identität;
- Adoleszenzkrisen mit kurzzeitiger Störung der Geschlechtsidentität;
- Kurzzeitiger Wunsch zur Geschlechtsumwandlung im Rahmen des Transvestitismus;
- Probleme mit dem eigenen Geschlecht aufgrund von Ablehnung einer homosexuellen Orientierung;
- Psychotisch bedingte Geschlechtsidentitätsstörung;
- Geschlechtsidentitätsstörung im Rahmen schwerer Persönlichkeitsstörungen.

1.5 Symptomatik

Neben den oben aufgeführten Symptomen, die schon in der Pubertät oder frühen Kindheit beginnen, fallen transsexuelle Patienten durch weitere psychische Belastungen auf, die von Suizidgedanken und Suizidversuchen¹ begleitet werden (Möller et al., 2003).

Bei M-F-Transsexuellen bestehen zusätzlich erhöhte Depressionsniveaus, vermehrte Angstzustände, Minderung des eigenen Wertegefühls und agoraphobische Verhaltensweisen. Dabei ist eine Reduktion des positiven Affektes zu beobachten, der durch eine Vermehrung negativer Gefühle begleitet wird. Dementsprechend ist das gesamte Verhalten durch eine generalisierte Anhedonie geprägt (Derogatis et al., 1978).

1.6 Verlauf und Prognose

Die Symptomatik wird gewöhnlich erst nach der Pubertät manifest, wobei F-M-Transsexuelle den Arzt durchschnittlich fünf bis sieben Jahre eher aufsuchen als M-F-Transsexuelle. Dabei wird der drängende Operationswunsch von etwa einem Drittel der Patienten dauerhaft aufgegeben. Die Prognose ist größtenteils abhängig von der Reaktion des Umfeldes. Ergänzend dazu können psychotherapeutische, hormonelle und chirurgische Therapie den Leidensdruck mindern. Einige Patienten sehen sich danach sogar als geheilt (Möller et al., 2003).

1.7 Therapie²

Die Stufentherapie besteht aus Psychotherapie, hormoneller und chirurgischer Therapie:

Psychotherapie und Alltagstest. Die Psychotherapie soll die Diagnose der Transsexualität sichern und dem transsexuellen Wunsch neutral gegenüber stehen. Sie soll helfen, mit Schwierigkeiten, die im Rahmen des Alltagstests (*full-time real-life experience*) auftreten, welche durch die Reaktion des Umfelds bedingt sind, umzugehen und diese zu verarbeiten. Während des Alltagstests lebt der Patient in der gewünschten Geschlechtsrolle, wobei Kleidung, Verhalten und Mimik darauf abgestimmt werden. Dies soll dem/r Betroffenen zeigen, wie die soziale Ausgestaltung der angestrebten Geschlechtsrolle aussehen kann. Da hier der Grundstein für eine somatische Behandlung gelegt wird, haben die Psychotherapie und der Alltagstest eine zentrale Bedeutung.

¹ Etwa 30% der Patienten begehen mindestens einen Suizidversuch (Meads et al., 2009).

² vgl. „Standards der Behandlung und Begutachtung von Transsexuellen“

Somatische Therapie. Wenn eine innere Stimmigkeit und Konstanz des Identitätsgeschlechts besteht, eine Lebbarkeit der gewünschten Geschlechtsrolle möglich ist und die Einschätzungen der Möglichkeiten und Grenzen somatischer Behandlungen realistisch sind, kann eine organmedizinische Behandlung, die aus gegengeschlechtlicher hormoneller Therapie und geschlechtsangleichender Operation besteht, eingeleitet werden. Um die Indikation für eine hormonelle Therapie stellen zu können, muss der Therapeut, zusätzlich zu den oben genannten Kriterien, den Patienten seit mindestens einem Jahr psychotherapeutisch behandeln, wobei auch der Alltagstest seit mindestens einem Jahr durchgeführt worden sein muss. Das Ziel einer Hormontherapie (HRT) ist die möglichst weitgehende Eliminierung der eigenen sekundären Geschlechtsmerkmale und die Induktion der Geschlechtsmerkmale des gewünschten anderen Geschlechts. Die HRT wird nicht unterbrochen, um die Veränderung der sekundären Geschlechtsmerkmale zu erhalten. Diese gegengeschlechtliche Therapie setzt sich bei M-F-Transsexuellen aus der Einnahme von Östrogenen, in der Regel Ethinylestradiol, einem künstlichen Östrogen, und Antiandrogenen, in der Regel Cyproteronacetat, zusammen (van Trotsenburg et al., 2004).

Als Voraussetzung für eine geschlechtskorrigierende Operation, die in der Regel nicht vor dem 18. Lebensjahr durchgeführt wird, muss der Patient seit mindestens eineinhalb Jahren in psychotherapeutischer Behandlung sein, sowie seit mindestens eineinhalb Jahren im Rahmen des Alltagstests in der gewünschten Geschlechtsrolle leben. Die Einnahme gegengeschlechtlicher Hormone sollte seit mindestens sechs Monaten erfolgen. Es ist in jedem Fall darauf zu achten, dass hormonelle und chirurgische Maßnahmen mit irreversiblen Veränderungen einhergehen.

Nachbehandlung. Eine psychotherapeutische Betreuung sollte auch nach der Operation weiter bestehen. Da eine hormonelle Substitution lebenslang durchgeführt wird, muss auch eine endokrinologische Überwachung erfolgen.

1.8 Vornamensänderung und Personenstandsänderung

Das am 01.01.1981 in Kraft getretene Transsexuellengesetz, „Gesetz über die Änderung der Vornamen und die Feststellung der Geschlechtszugehörigkeit in besonderen Fällen“, ermöglicht den Betroffenen eine Vornamensänderung sowie eine Personenstandsänderung zu realisieren. In beiden Fällen müssen zwei Gutachter bestätigen, dass der Betroffene transsexuell ist und seit mindestens drei Jahren unter dem Zwang steht, dem anderen Geschlecht entsprechend zu leben, wobei eine Änderung dieses Wunsches mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht zu erwarten ist. Für eine Personenstandsänderung muss sich der Patient zusätzlich einer geschlechtsangleichenden Operation unterzogen haben und dauerhaft zeugungsunfähig sein („Standards der Behandlung und Begutachtung von Transsexuellen“).

Etwa 6/7 der Personen, die eine offizielle Vornamensänderung vollziehen, beantragen auch eine Personenstandsänderung. Dies deutet darauf hin, dass 1/7 sich mit der so genannten „kleinen Lösung“ zufrieden geben und eine gewisse Lebenszufriedenheit erreichen, ohne eine geschlechtsangleichende Operation zu vollziehen; dies wäre die „große Lösung“ (Weitze & Osburg, 1996).

2 Transsexualität, Geschlechterunterschiede und Kognition

2.1 Kognitive Unterschiede zwischen Männern und Frauen

Trotz gleicher Intelligenz (Colom et al., 2002) wurden kognitive Leistungsdifferenzen zwischen Männern und Frauen schon früh beobachtet (Maccoby & Jacklin, 1974; Hyde & Linn, 1988; Voyer et al., 1995). Es wurde postuliert, dass Männer in räumlich-visuellen Aufgaben bessere Leistungen erzielen als Frauen (Linn & Petersen, 1986; Voyer et al., 1995), wohingegen Frauen Männern in verbalen Fähigkeiten überlegen sein sollten.

In einer Metaanalyse fanden Hyde und Lynn (1988) bei den verbalen Fähigkeiten nur geringe Geschlechtsunterschiede, während andere Studien diese nachweisen konnten (Gordon & Lee, 1986; Halari et al., 2005; Halari et al., 2006). Diese Beobachtungen machen deutlich, dass nicht alle Testaufgaben, die verbale Fähigkeiten testen sollen, gleiche Ergebnisse liefern. So präsentieren vor allem Aufgaben, die sich mit verbaler Flüssigkeit (Generieren von Wörtern zu einer bestimmten Kategorie oder zu einem vorgegebenen Anfangsbuchstaben) befassen, eine weibliche Dominanz (Gordon & Lee, 1986; Halari et al., 2005; Weiss et al., 2005; Halari et al., 2006). Dennoch gibt es auch hier Studien, die keine Geschlechtsunterschiede in der verbalen Flüssigkeit finden konnten (Harrison et al., 2000; Konrad et al., 2008).

Im Rahmen der räumlich-visuellen Leistungen zeigen einige Tests ebenfalls größere Differenzen zwischen den Geschlechtern als andere (Voyer et al., 1995). Neben einer männlichen Dominanz in Piagets *water level test* (Bestimmung des Flüssigkeitspegels in unterschiedlichen Gefäßen; vgl. Robert & Morin, 1993) oder bei der Beurteilung der Orientierung gezeigter Linien (*judgment of line orientation*; Halari et al., 2005) ist vor allem in der mentalen Rotation dreidimensionaler Objekte eine bessere Leistung von Männern bekannt (Gordon & Lee, 1986; Voyer et al., 1995; Halpern & Tan, 2001; Halari et al., 2005; Falter et al., 2006).

Eine detaillierte Betrachtung der Studienergebnisse macht deutlich, dass die Leistungsunterschiede von den Charakteristika der Testaufgaben abhängen. Denn die als verbal oder räumlich-visuell eingestuften Aufgaben sind nicht identisch. Aus diesem Grund liefern unterschied-

liche Tests auch unterschiedliche Geschlechtsdifferenzen. Unter Berücksichtigung der verschiedenen Fähigkeiten, die die einzelnen Aufgaben fordern, lieferten Kimura (2002) und Weiss et al. (2005) einen detaillierten Überblick über geschlechtsspezifische Leistungsdomänen. Demnach sind Frauen vor allem in der Wahrnehmungsgeschwindigkeit, im verbalen Kurzzeitgedächtnis und in feinmotorischen Aufgaben den Männern überlegen, wohingegen eine Männerdominanz auf den Gebieten der räumlichen Orientierung, Wurfgenauigkeit und in der Lösung mathematischer Aufgaben besteht (Kimura, 2002).

Obwohl die beobachteten Unterschiede insgesamt noch umstritten sind, gibt es dennoch eine Testmethode, die im Hinblick auf Geschlechtsdifferenzen regelmäßig robuste Ergebnisse liefert. Hierbei handelt es sich um das mentale Rotieren dreidimensionaler Figuren, wobei Männer Frauen überlegen sind (Linn & Petersen, 1986; Voyer et al., 1995). Vor allem die von Shepard und Metzler (1971) entworfenen dreidimensionalen Figuren lieferten nach Überarbeitung (Vandenberg & Kuse, 1979; Peters et al., 1995) regelmäßig replizierbare Ergebnisse (Gordon & Lee, 1986; Halpern & Tan, 2001; Halari et al., 2005; Falter et al., 2006) und stellen damit ein gutes Hilfsmittel für die Erforschung sexuell dimorpher Fähigkeiten dar.

2.2 Cerebrale Aktivierungsunterschiede während der mentalen Rotation

Die Anwendung bildgebender Verfahren ermöglicht die Identifikation der Hirnareale, die in das mentale Rotieren involviert sind. Führend ist hier die funktionelle Magnetresonanztomographie, die eine genaue Identifizierung der Hirnareale während der Durchführung bestimmter Testaufgaben ermöglicht.

Trotz der Variabilität der Aktivierungsunterschiede während der mentalen Rotation werden bei Frauen im Vergleich zu Männern vor allem stärkere Aktivierung in den frontalen und okzipito-temporalen Hirnarealen gesehen, während sich diese Aktivierungen bei Männern eher im parietalen Kortex wieder finden (Thomsen et al., 2001; Jordan et al., 2002; Weiss et al., 2003; Butler et al., 2006; Gizewski et al., 2006; Schöning et al., 2007).

2.3 Mögliche Ursachen kognitiver Differenzen zwischen Männern und Frauen

Für die Begründung der Leistungsdiskrepanz zwischen den Geschlechtern werden diverse Faktoren diskutiert. Hierunter fallen unter anderem strategische Differenzen beim Lösen der Aufgaben. Frauen sollen sich zum Beispiel im Rahmen der mentalen Rotation von dreidimensionalen Figuren eher nacheinander auf einzelne Teile des zu drehenden Objektes konzentrieren,

während Männer die Figuren als Ganzes betrachten und drehen (Jordan et al., 2002). Thomsen et al. (2001) sprechen hier bei Frauen von einer seriellen („serial“) und bei Männern von einer „Gestalt“-Strategie (Jordan et al., 2001).

Der Einfluss von Umweltfaktoren wird daran erkennbar, dass der akademische Hintergrund positiv mit der Höhe der erzielten Ergebnisse im mentalen Rotationstest korreliert. Zusätzlich sind die räumlich-visuellen Leistungen von Studenten in Studiengängen, die mathematische Fertigkeiten verlangen, besser als die anderer Studenten (Peters et al., 2006). Weiterhin zeigten Voyer et al. (2000), dass bestimmte Spielgewohnheiten in der Kindheit, wie beispielsweise Bauen mit Klötzchen oder Puzzeln, die räumlich-visuelle Fertigkeiten fördern, einen positiven Einfluss auf die mentale Rotationsleistung haben. Es lässt sich demzufolge festhalten, dass ein Zusammenhang zwischen der Fähigkeit, Objekte gedanklich zu drehen, und dem Ausmaß der täglichen Konfrontation mit räumlich-visuellen Aktivitäten bzw. Aufgaben besteht (Baenninger & Newcombe, 1989; Voyer et al., 2000; Peters et al., 2006). Diese Beobachtungen sind eine mögliche Erklärung für die bessere männliche Leistung in der mentalen Rotation, denn Jungen sind häufiger als Mädchen Spielen ausgesetzt, die räumlich-visuelle Fähigkeiten fordern (Voyer et al., 2000). Weiterhin würde diese Hypothese auch erklären, warum die Leistungsdifferenz zwischen Männern und Frauen in den letzten Jahren kleiner geworden ist (Voyer et al., 1995), denn geschlechtstypische Spielgewohnheiten wurden in der Vergangenheit häufiger gesehen als heute (Baenninger & Newcombe, 1989). Auch Training hat einen positiven Einfluss auf kognitive Leistungen.

Ein weiterer Einfluss auf kognitive Leistungen ist biologischer Natur. Beispielsweise läuft die Gehirnentwicklung bei Männern und Frauen aufgrund verschiedener Gene (XX- oder XY-Zellen) nicht identisch ab und könnte dadurch unterschiedliche kognitive Leistungen bedingen (Arnold, 2004). Die Größe des weiblichen Gehirns beträgt nur 90% der des männlichen Gehirns, wobei dieser Unterschied zu 84% vom Geschlecht und nicht vom Körpergewicht abhängig ist (Falk et al., 1999). Falk et al. (1999) vermuteten, dass die Dominanz der Männer auf dem Gebiet der räumlich-visuellen Fähigkeiten in einem größeren Gehirn begründet sein könnte.

Die Wirkung der Geschlechtshormone auf kognitive Leistungen ist ein breit diskutiertes Thema (Gordon & Lee, 1986; Hampson, 1990; Silverman et al., 1999; Hausmann et al., 2001; Weiss et al., 2005; Cherrier et al., 2007; Schöning et al., 2007). Hormone können über organisierende¹ und aktivierende (zirkulierende Hormone) das menschliche Gehirn beeinflussen.

Der essentielle Einfluss von Östrogenen² auf frühe Organisation bzw. Ausbildung von Hirnstrukturen konnte beispielsweise an den sich entwickelnden Hippocampi von Ratten ge-

¹ Hier sind Hormoneinflüsse gemeint, die während der Schwangerschaft/Geburt auftreten und eine prägende Wirkung auf das Gehirn haben. Das Gehirn wird so zu einem sexuell dimorphen Organ.

² Unter dem Begriff Östrogene werden die hauptsächlich im Ovar gebildeten weiblichen Sexualhormone Östradiol (das potenteste Östrogen), Östron und Östriol zusammengefasst, die eine feminisierende Wirkung haben. Sie werden durch das Enzym Aromatase aus Androgenen gebildet. Östrogene bewirken vor allem die Ausbildung der

zeigt werden (Solum & Handa, 2001). Aber auch die späteren Konzentrationsschwankungen von zirkulierenden Östrogenen sollen Auswirkungen auf die Konzentration der Östrogenrezeptoren in bestimmten Hirnarealen haben (Kruijver et al., 2003).

Im Rahmen der aktivierenden Hormoneinflüsse sollen hohe Serumspiegel von Östrogenen einen negativen Einfluss auf kognitive Fähigkeiten haben, in denen Männer Frauen überlegen sind. Verbale Fähigkeiten, die in der Regel eine Dominanz der Frauen zeigen, werden hingegen bei hohen Östrogenkonzentrationen verbessert (Hampson, 1990; Hausmann et al., 2001; Maki & Resnick, 2001; Maki et al., 2001). Auch auf Gedächtnisfunktionen haben zirkulierende Östrogene einen positiven Einfluss (Kimura, 1995; Maki & Resnick, 2001; Maki et al., 2001; Kimura, 2002). Im Prinzip bewirken sie vor allem bei postmenopausalen Frauen eine allgemeine kognitive Leistungsverbesserung und bieten eine Art „Alterungsschutz“ für Hirnfunktionen (Kimura, 1996; Greene & Dixon, 2002; Kimura, 2002).

Auch Testosteron, welches zu den Androgenen¹ gehört, hat einen Einfluss auf kognitive Funktionen. Im Rahmen der frühen Organisation der Gehirnstrukturen ist die Anwesenheit von Testosteron für die Ausbildung typischer männlicher Verhaltensmuster notwendig (Jones & Watson, 2005). Testosteron hat jedoch nicht nur pränatal einen Einfluss auf die Ausbildung bestimmter Hirnstrukturen, denn zirkulierende Androgene können beispielsweise auch die Dichte der Androgenrezeptoren in bestimmten Hirnarealen beeinflussen (Kruijver et al., 2001).

Zirkulierendes Testosteron ist dafür bekannt, dass es die räumlich-visuellen Fähigkeiten verbessert (Silverman et al., 1999; Hausmann et al., 2001). Dabei werden unter Testosteron weniger Fehler während der mentalen Rotation gemacht und die Antworten schneller gegeben. Diese Beobachtung wurde von Hooven et al. (2004) jedoch nicht direkt mit einer Verbesserung der mentalen Rotationsleistung selbst, sondern einer Steigerung rotationsunabhängiger Leistungen, wie die Diskriminierung unterschiedlicher Objekte, die ebenfalls bei dieser Aufgabe gefordert wird, verknüpft (Hooven et al., 2004). Zusätzlich nahmen sie aufgrund ihrer Ergebnisse an, dass ein Testosteroneinfluss primär bei Stimuli auftritt, die den Probanden vorher noch nicht bekannt waren. Es gibt jedoch auch Studien, die keine Zusammenhänge zwischen Testosteron und der mentalen Rotation fanden (Gordon & Lee, 1993; Halari et al., 2005) und sogar postulierten, dass die Leistungen in der mentalen Rotation nicht primär von zirkulierenden Androgenen abhängen (Falter et al., 2006). Es scheint demnach entweder keinen klaren linearen Zusammenhang zwischen räumlich-visuellen Leistungen und der Höhe des Testosteronspiegels zu geben (Kimura, 2002) oder die Wirkung des Testosterons ist an weitere Faktoren,

typischen sekundären weiblichen Geschlechtsmerkmale (Brüste, weibliches Behaarungs- und Fettverteilungsmuster). Außerdem haben sie im Verlauf des Menstruationszyklus eine wichtige Funktion (Löffler & Petrides, 2003).

¹ Androgene sind männliche Geschlechtshormone (Steroide) mit virilisierender Wirkung. Das bekannteste Androgen ist das Testosteron, wobei das 5 α -Dihydrotestosteron das potenteste Androgen ist. Es entsteht durch das Enzym 5 α -Reduktase aus Testosteron (Löffler & Petrides, 2003). Hauptproduktionsort der Androgene sind die Gonaden. Daneben werden geringe Mengen auch in der Nebennierenrinde gebildet. Bei der Frau produzieren die Ovarien und die Nebennierenrinde ebenfalls geringe Mengen an Testosteron. Testosteron fördert vor allem die Entwicklung der männlichen Geschlechtsorgane (Hoden, Prostata und Penis), die Samenproduktion sowie die Ausbildung der sekundären männlichen Geschlechtsmerkmale wie Behaarung, tiefe Stimme und spezifische Fettverteilung.

wie Geschlecht (unterschiedliches hormonelles Milieu) oder/und die Strategie gebunden, die während der mentalen Rotation angewendet wird (Bauer, 2010). Daneben scheint Testosteron auch einen positiven Einfluss auch auf das Gedächtnis zu haben (Cherrier et al., 2007; Postma et al. 2000).

Untersuchungen an gesunden jungen Frauen konnten nachweisen, dass die räumlich-visuellen Leistungen von Frauen während des Menstruationszyklus variieren. So erzielen Frauen während der Lutealphase (hohe Spiegel von Östrogen und Progesteron (ebenfalls ein Geschlechtshormon)) schlechtere Ergebnisse in der mentalen Rotation als perimenstruell (niedrige Hormonspiegel) (Hausmann et al., 2001). Diese Beobachtungen haben den Verdacht, dass Geschlechtshormone einen Einfluss auf kognitive Fähigkeiten haben, bestätigt.

2.4 Einflüsse der gegengeschlechtlichen Hormontherapie auf die Kognition transsexueller Patienten

Untersuchungen mit transsexuellen Patienten bieten die Möglichkeit der Erforschung hormoneller Einflüsse auf kognitive Funktionen, da in dieser Gruppe eine ethisch vertretbare Substitution von Hormonen möglich ist. Weiterhin können solche Untersuchungen zum Verständnis der Entstehung der Transsexualität beitragen.

Ein Vergleich kognitiver Leistungen zwischen transsexuellen Patienten und ihrem jeweiligen biologischen Geschlecht könnte, vorausgesetzt es werden kognitive Differenzen schon vor einer gegengeschlechtlichen Hormontherapie (HRT) gefunden, Indizien für die Existenz organisatorischer Hormoneinflüsse auf kortikale Strukturen liefern. Analog dieser Überlegung fanden Cohen-Kettenis et al. (1998) bei M-F-Transsexuellen vor einer gegengeschlechtlichen Hormontherapie eine bessere Leistung im verbalen Gedächtnis als in der Vergleichsgruppe, die aus biologischen Männern ohne GIS bestand. F-M-Transsexuelle erzielten in derselben Aufgabe schlechtere Ergebnisse als biologische Frauen ohne GIS. Diese Beobachtungen entsprechen einer eher weiblicheren Leistung bei M-F-Transsexuellen, während diese bei F-M-Transsexuellen geschlechtsuntypisch waren. Van Goozen et al. (2002) untersuchten M-F-Transsexuelle, F-M-Transsexuelle und Frauen und Männer ohne GIS. Sie fanden einen linearen Anstieg der mentalen Rotationsleistung, wobei die Kontrollgruppe der Frauen die schlechtesten Ergebnisse erzielte, gefolgt von F-M-Transsexuellen und anschließend von M-F-Transsexuellen. Die beste Leistung zeigte die Kontrollgruppe der Männer (van Goozen et al., 2002). Sie schlossen daraus, dass pränatale Hormonschwankungen kognitive Funktionen, die mit Geschlechtidentitätsstörungen einhergehen, beeinflussen (van Goozen et al., 2002). Unterschiede in der mentalen Rotationsleistung vor einer gegengeschlechtlichen Hormontherapie konnten bisher jedoch nicht immer nachgewiesen werden (Cohen-Kettenis et al., 1998; Schöning et al., 2009; Bauer, 2010).

Aktivierende Hormoneinflüsse können im Rahmen einer gegengeschlechtlichen Therapie von transsexuellen Patienten erforscht werden. Die Hypothese, dass eine Behandlung von F-M-Transsexuellen mit Testosteron (Testosteronestern) eine Leistungsverbesserung auf dem Gebiet räumlich-visueller Aufgaben, einer Männerdomäne, ermöglicht, während eine Therapie mit Östrogenen (Ethinylestradiol) und Antiandrogenen (Cyproteronacetat) von M-F-Transsexuellen verbale Fähigkeiten, in denen Frauen dominieren, verbessert, konnte bis jetzt nur in wenigen Studien bestätigt werden (van Goozen et al., 1994; van Goozen et al., 1995; Miles et al., 1999; Slabbekoorn et al., 1999). Dabei ist zu beachten, dass der Hormoneffekt oft klein war und nicht in allen Aufgabengebieten signifikant wurde. Während van Goozen et al. (1995) bei F-M-Transsexuellen eine Leistungsverbesserung räumlich-visueller Fähigkeiten und eine Leistungsreduktion verbaler Fähigkeiten nach einer HRT fanden, beobachteten Miles et al. (1999) nur in einer verbalen Aufgabe („Paired Associate Learning“) eine bessere Leistung von M-F-Transsexuellen, die sich einer Östrogensubstitution unterzogen hatten, im Vergleich zu denen, die noch keine Hormonpräparate einnahmen. Slabbekoorn et al. (1999) gelang der Nachweis eines positiven Effektes einer Testosterontherapie auf das mentale Rotieren dreidimensionaler Objekte bei F-M-Transsexuellen, jedoch nicht der Nachweis einer Reduktion räumlichvisueller Leistungen bei M-F-Transsexuellen nach zwölfmonatiger HRT.

Spätere Studien konnten keine Effekte gegengeschlechtlicher Hormontherapien auf kognitive Leistungen bei transsexuellen Patienten nachweisen (van Goozen et al., 2002; Wisniewski et al., 2005; Miles et al., 2006, Bauer, 2010). Auffällig ist hierbei, dass bei den letztgenannten Studien vor allem M-F-Transsexuelle untersucht wurden (Wisniewski et al., 2005; Miles et al., 2006).

Im Grunde ist der Effekt, den zirkulierende Hormone auf kognitive Verarbeitung bei transsexuellen Patienten ausüben, umstritten. Dennoch ist die Tendenz zu erkennen, dass eine HRT bei F-M-Transsexuellen (mit Androgenen) eine Verbesserung räumlich-visueller Fähigkeiten und eine Reduktion verbaler Fähigkeiten bewirkt. Demgegenüber scheint eine HRT bei M-F-Transsexuellen (mit Östrogenen) eher eine sehr geringe Verbesserung verbaler Leistungen zu bewirken, wobei keine Verschlechterung räumlich-visueller Leistungen daraus resultiert (Miles et al., 1999; Slabbekoorn et al., 1999; van Goozen et al., 2002; Wisniewski et al., 2005; Miles et al., 2006; Bauer, 2010).

2.5 Cerebrale Aktivierung bei transsexuellen Patienten

Mittels funktioneller Bildgebung können Differenzen cerebraler Aktivierung zwischen Patienten mit einer Transsexualität und Angehörigen desselben biologischen Geschlechts untersucht werden. Gizewski et al. (2008) zeigten, dass M-F-Transsexuelle schon vor einer gegengeschlechtlichen Hormontherapie bei der Betrachtung erotischer Filmauszüge beim Vergleich mit Männern ähnliche Aktivierungen hatten wie Frauen im Vergleich mit Männern. Cerebrale

Aktivierungsunterschiede zwischen Männern ohne GIS und M-F-Transsexuellen konnten auch während der mentalen Rotation nachgewiesen werden (Bauer, 2010). Auch hier fanden sich Parallelen zwischen den Aktivierungsunterschieden zwischen biologischen Männern und Frauen und Männern und M-F-Transsexuellen, wobei transsexuelle Patienten und Frauen eher frontale Hirnabschnitte aktivieren, während man bei Männern im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen eher eine Mehraktivierung in parietalen Hirnabschnitten findet.

Die beiden oben genannten Studien liefern Hinweise dafür, dass schon vor einer gegengeschlechtlichen Hormontherapie Unterschiede in kortikalen Aktivierungen zwischen transsexuellen Patienten und Probanden ohne GIS bestehen.

Ein Einfluss der HRT auf die kortikalen Aktivierungen ist umstritten und scheint im Vergleich zu den schon vor einer HRT vorliegenden Aktivierungsunterschieden nur einen geringen Effekt zu haben (Sommer et al., 2008; Bauer, 2010).

Literatur

- Arnold A. P.: Sex chromosomes and brain gender. *Nature reviews Neuroscience* 5(9), 701–708 (2004).
- Baenninger M. & Newcombe N.: The role of experience in spatial test performance: A meta-analysis. *Sex Roles*, 20 (5–6), 327–344 (1989).
- Bauer, C.: Mentale Rotation bei Mann-zu-Frau-Transsexuellen und Männern ohne Geschlechtsidentitätsstörung. Dissertation. Universitätsklinikum Münster, Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie (2010).
- Becker, S., Bosinski, H. A. G., Clement, U., Eicher, W., Goerlich, T. M., Hartmann, U., Kockott, G., Langer, D., Preuss, W. F., Schmidt, G., Springer, A. & Wille, R.: Standards der Behandlung und Begutachtung von Transsexuellen der Deutschen Gesellschaft für Sexualforschung, der Akademie für Sexualmedizin und der Gesellschaft für Sexualwissenschaft. *Fortschr Neurol Psychiatr*, 66, 164–169 (1998).
- Berger, M.: *Psychische Erkrankungen Klinik und Therapie* (2. Aufl.). München: Urban und Fischer (2004).
- Butler, T., Imperato-McGinley, J., Pan, H., Voyer, D., Cordero, J., Zhu, Y. S., Stern, E. & Silbersweig, D.: Sex differences in mental rotation: top-down vs. bottomup processing. *NeuroImage*, 32(1), 445–456 (2006).
- Cherrier, M. M., Matsumoto, A. M., Amory, J. K., Johnson, M., Craft, S., Peskind, E. R. & Raskind, M. A.: Characterization of verbal and spatial memory changes from moderate to supraphysiological increases in serum testosterone in healthy older men. *Psychoneuroendocrinology*, 32(1), 72–79 (2007).
- Cohen-Kettenis, P. T., van Goozen, S. H., Doorn, C. D. & Gooren, L. J. G.: Cognitive ability and cerebral lateralisation in transsexuals. *Psychoneuroendocrinology*, 23(6), 631–641 (1998).
- Cohen-Kettenis, P. T., van Goozen, S. H. & van Trotsenburg: Das transsexuelle Gehirn, Bd. 2. In S. Lautenbacher, O. Güntürkün & M. Hausmann (Hrsg.): *Gehirn und Geschlecht*. Heidelberg: Springer, 125–141 (2007).
- Colom, R., Garcia, L. F., Juan-Espinosa, M. & Abad, F. J.: Null sex differences in general intelligence: Evidence from the WAIS-III. *The Spanish Journal of Psychology*, 5(1), 29–35 (2002).
- Derogatis, L. R., Meyer, J. K. & Vazquez, N.: A psychological profile of the transsexual. I. The male. *The Journal of nervous and mental disease*, 166(4), 234–254 (1978).
- Falk, D., Froese, N., Sade, D. S., & Dudek, B. C.: Sex differences in brain/body relationships of Rhesus monkeys and humans. *Journal of human evolution*, 36(2), 233–238 (1999).
- Falter, C. M., Arroyo, M. & Davis, G. J.: Testosterone: Activation or organization of spatial cognition. *Biological Psychology*, 73(2), 132–140 (2006).
- Gizewski, E. R., Krause, E., Wanke, I., Forsting, M. & Senf W.: Gender-specific cerebral activation during cognitive tasks using functional MRI. *Neuroradiology*, 48(1), 14–20 (2006).
- Gizewski, E. R., Krause, E., Schlamann, M., Happich, F., Ladd, M.E., Forsting, M. & Senf, W.: Specific Cerebral Activation due to Visual Erotic Stimuli in Male-to-Female Transsexuals Compared with Male and Female Controls: An fMRI Study. *J Sex Med*, 6(2), 440–448 (2008).
- Gordon, H. W. & Lee, P. A.: A relationship between gonadotropins and visuospatial function. *Neuropsychologia*, 24(4), 563–576 (1986).

- Gordon, H. W. & Lee, P. A.: No difference in cognitive performance between phases of the menstrual cycle. *Psychoneuroendocrinology*, 18(7), 521–531 (1993).
- Greene, R. A. & Dixon, W.: The role of reproductive hormones in maintaining cognition. *Obstetrics and gynecology clinics of North America*, 29(3), 437–453 (2002).
- Halari, R., Hines, M., Kumari, V., Mehrotra, R., Wheeler, M., Ng, V. & Sharma, T.: Sex Differences and Individual Differences in Cognitive Performance and Their Relationship to Endogenous Gonadal Hormones and Gonadotropins. *Behavioral Neuroscience*, 119(1), 104–117 (2005).
- Halari, R., Sharma, T., Hines, M., Andrew, C., Simmons, A. & Kumari, V.: Comparable fMRI activity with differential behavioural performance on mental rotation and overt verbal fluency tasks in healthy men and women. *Experimental Brain Research*, 169(1), 1–14 (2006).
- Halpern, D. F. & Tan, U.: Stereotypes and steroids: using a psychobiosocial model to understand cognitive sex differences. *Brain and cognition*, 45(3), 392–414 (2001).
- Halpern, D. F.: Sex differences in cognitive abilities (3. Aufl.). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates (2000).
- Hampson, E.: Variations in sex-related cognitive abilities across the menstrual cycle. *Brain and cognition*, 14(1), 26–43 (1990).
- Hausmann, M., Slabbekoorn, D., van Goozen, S. H., Cohen-Kettenis, P. T. & Güntürkün, O.: Sex hormones affect spatial abilities during the menstrual cycle. *Behavioral neuroscience*, 114(6), 1245–1250 (2001).
- Hooven, C. K., Chabris, C. F., Ellison, P. T. & Kosslyn, S. M.: The relationship of male testosterone to components of mental rotation. *Neuropsychologia*, 42(6), 782–790 (2004).
- Hyde, J. S. & Linn, M. C.: Gender differences in verbal ability. *Psychological Bulletin*, 104(1), 53–69 (1988).
- Jones, B. A. & Watson, N. V.: Spatial memory performance in androgen insensitive male rats. *Physiology & Behavior*, 85(2), 135–141 (2005).
- Jordan, K., Heinze, H. J., Lutz, K., Kanowski, M. & Jäncke, L.: Cortical activations during the mental rotation of different visual objects. *NeuroImage*, 13(1), 143–152 (2001).
- Jordan, K., Wustenberg, T., Heinze, H. J., Peters, M. & Jäncke, L.: Women and men exhibit different cortical activation patterns during mental rotation tasks. *Neuropsychologia*, 40(13), 2397–2408 (2002).
- Kimura, D.: Estrogen replacement therapy may protect against intellectual decline in postmenopausal women. *Hormones and Behavior*, 29(3), 312–321 (1995).
- Kimura, D.: Estrogen replacement therapy may protect against intellectual decline in postmenopausal women. *Hormones and behaviour*, 29(3), 312–321 (1996).
- Kimura, D.: Sex and cognition. Cambridge, MA: MIT Press (2000).
- Kimura, D.: Sex hormones influence human cognitive pattern. *Neuro endocrinology letters*, 23(4), 67–77 (2002).
- Kruijver, F. P., Fernández-Guasti, A., Fodor, M., Kraan, E. M. & Swaab, D. F.: Sex differences in androgen receptors of the human mamillary bodies are related to endocrine status rather than to sexual orientation or transsexuality. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 86(2), 818–827 (2001).
- Kruijver, F. P., Zhou, J. N., Pool, C. W., Hofman, M. A., Gooren, L. J. & Swaab, D. F.: Male-to-female transsexuals have female neuron numbers in a limbic nucleus. *J clin endocri metab*, 85(5), 2034–2041 (2000).
- Linn, M. C. & Petersen, A. C.: Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: a meta-analysis. *Child development*, 56(6), 1479–1498 (1986).
- Maccoby, E. E. & Jacklin, C. N.: The psychology of sex differences. (1974).
- Maki, P. M. & Resnick, S. M.: Effects of estrogen on patterns of brain activity at rest and during cognitive activity: a review of neuroimaging studies. *NeuroImage*, 14(4), 789–801 (2001).
- Maki, P. M., Rich, J. B. & Rosenbaum, R. S.: Implicit memory varies across the menstrual cycle: estrogen effects in young women. *Neuropsychologia*, 40(5), 518–529 (2001).
- Meads, C., Pennant, M., McManus, J. & Bayliss, S.: A systematic review of lesbian, gay, bisexual and transgender health in the West Midlands region of the UK compared to published UK research. Report number 71 WMHTAC. Department of Public Health and Epidemiology, University of Birmingham (2009).
- Michel, A., Mormont, C. & Legros, J. J.: A psycho-endocrinological overview of transsexualism. *European journal of endocrinology/European Federation of Endocrine Societies*, 145(4), 365–376 (2001).
- Miles, C., Green, R., Sanders, G. & Hines, M.: Estrogen and memory in a transsexual population. *Hormones and behaviour*, 34(2), 199–208 (1999).
- Miles, C., Green, R. & Hines, M.: Estrogen treatment effects on cognition, memory and mood in male-to-female transsexuals. *Hormones and behavior*, 50(5), 708–717 (2006).
- Möller, H. J., Laux, G. & Kapfhammer, H. P.: Psychiatrie und Psychotherapie (2. Aufl.). Heidelberg: Springer (2003).
- Pease, A. & Pease, B.: Warum Männer nicht zuhören und Frauen schlecht einparken. Berlin: Ullstein (2007).
- Peters, M., Laeng, B., Latham, K., Jackson, M., Zaiyouna, R. & Richardson, C.: A redrawn Vandenberg and Kuse mental rotations test: different versions and factors that affect performance. *Brain and cognition*, 28(1), 39–58 (1995).

- Peters, M., Lehmann, W., Takahira, S., Takeuchi, Y. & Jordan, K.: Mental rotation test performance in four cross-cultural samples (n = 3367). *Cortex*, 42(7), 1005–1014 (2006).
- Postma, A., Meyer, G., Tuiten, A., van Honk, J., Kessels, R. P. & Thijssen, J.: Effects of testosterone administration on selective aspects of object-location memory in healthy young women. *Psychoneuroendocrinology*, 25(6), 563–575 (2000).
- Schöning, S., Engelen, A., Kugel, H., Schäfer, S., Schiffbauer, H., Zwitterlood, P., Pletziger, E., Beizai, P., Kersting, A., Ohrmann, P., Greb, R. R., Lehmann, W., Heindel, W., Arolt, V. & Konrad, C.: Functional anatomy of visuo-spatial working memory during mental rotation is influenced by sex, menstrual cycle, and sex steroid hormones. *Neuropsychologia*, 45(14), 3203–3214 (2007).
- Schöning, S., Engelen, A., Bauer, C., Kugel, H., Kersting, A., Roestel, C., Zwitterlood, P., Pyka, M., Dannowski, U., Lehmann, W., Heindel, W., Arolt, V. & Konrad, C.: Differences in spatial cognition between men and male-to-female transsexuals before and during hormone therapy. *Journal of Sex Medicine* (2009).
- Shepard, R. N. & Metzler, J.: Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171(972), 701–703 (1971).
- Silverman, I., Kastuk, D., Choi, J. & Phillips, K.: Testosterone levels and spatial ability in men. *Psychoneuroendocrinology*, 24(8), 813–822 (1999).
- Slabbekoorn, D., van Goozen, S. H., Megens, J., Gooren, L. J. & Cohen-Kettenis, P. T.: Activating effects of cross-sex hormones on cognitive functioning. *Psychoneuroendocrinology*, 24(4), 423–447 (1999).
- Solum, D. T. & Handa, R. J.: Localization of estrogen receptor alpha (ER alpha) in pyramidal neurons of the developing rat hippocampus. *Brain research. Developmental brain research*, 128(2), 165–175 (2001).
- Sommer, I. E., Cohen-Kettenis, P. T., van Raalten, T., v. d. Veer, A. J., Ramsey, L. E., Gooren, L. J., Kahn, R. S. & Ramsey, N. F.: Effects of cross-sex hormones on cerebral activation during language and mental rotation: An fMRI study in transsexuals. *European Neuropsychopharmacology*, 18(3), 215–221 (2008).
- Thomsen, T., Hugdahl, K., Ersland, L., Barndon, R., Lundervold, A., Smievoll, A. I., Roscher, B. E. & Sundberg, H.: Functional magnetic resonance imaging (fMRI) study of sex differences in a mental rotation task. *Medical science monitor: Intern. med. J of experimental and clinical research*, 6(6), 1186–1196 (2001).
- van Goozen, S. H., Slabbekoorn, D., Gooren, L. J., Sanders, G. & Cohen-Kettenis, P. T.: Organizing and activating effects of sex hormones in homosexual transsexuals. *Behavioral Neuroscience*, 116(6), 982–988 (2002).
- van Goozen S. H., Cohen-Kettenis, P. T., Gooren, L. J. & Frijda, N. H.: Activating effects of androgens on cognitive performance: Causal evidence in a group of female-to-male transsexuals. *Neuropsychologia*, 32(10), 1153–1157 (1994).
- van Goozen, S. H., Cohen-Kettenis, P. T., Gooren, L. J. & Frijda, N. H.: Gender differences in behaviour: Activating effects of cross-sex hormones *Psychoneuroendocrinology*, 20(4), 343–363 (1995).
- van Trotsenburg, M. A., Cohen, E. M. & Noe, M.: Die hormonelle Behandlung transsexueller Personen. *Journal für Reproduktionsmedizin und Endokrinologie*, 1, 3, 171–183 (2004).
- Voyer, D., Nolan, C. & Voyer, S.: The relation between experience and spatial performance in men and women. *Sex Roles*, 43, 891–915 (2000).
- Voyer, D., Voyer, S. & Bryden, M. P.: Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, 117(2), 250–270 (1995).
- Weiss, E. M., Deisenhammer, E. A., Hinterhuber, H. & Marksteiner, J.: [Gender differences in cognitive functions]. *Fortschritte der Neurologie-Psychiatrie*, 73(10), 587–595 (2005).
- Weitze, C. & Osburg, S.: Transsexualism in Germany: Empirical Data on Epidemiology and Application of the German Transsexuals' Act During Its First Ten Years. *Archives of Sexual Behavior*, 25(4), 409–425 (1996).
- Wisniewski, A. B., Prendeville, M. T. & Dobs, A. S.: Handedness, Functional Cerebral Hemispheric Lateralization, and Cognition in Male-to-Female Transsexuals Receiving Cross-Sex Hormone Treatment. *Archives of Sexual Behavior*, 34(2), 167–172 (2005).
- Zhou, J. N., Hofman, M. A., Gooren, L. J. & Swaab, D. F.: A sex difference in the human brain and its relation to transsexuality. *Nature*, 378(6552), 68–70 (1995).

Claus Grupen

Kunst und Kosmologie

Wie Wissenschaft und Kunst sich gegenseitig befruchten

1 Einleitung

Der Einfluss der Sonne, des Mondes und der Kometen auf den Menschen wurde in vielen Kulturen in göttlichem oder kultischem Zusammenhang gesehen. Die künstlerischen Darstellungen dieser Himmelskörper wurden vor dem 19. Jahrhundert aber kaum von der Wissenschaft inspiriert. Heutzutage dagegen sind die Errungenschaften der Wissenschaft in aller Munde. Sie werden durch die Medien schnell und wirkungsvoll verbreitet. Das dramatische Anwachsen der Popularisierung von wissenschaftlichen Ergebnissen hat die Kunst stark beeinflusst.

Hier sind insbesondere die Astronomie und Kosmologie, aber auch die Quanten- und Elementarteilchenphysik die Ideengeber für die bildende Kunst, aber auch für die Dichtung und Musik. So hat die im viel beachteten Buch *The Elegant Universe* von Brian Greene dargestellte *Harmonia Mundi* viele Künstler zu bildnerischen Darstellungen der Vorgänge im Universum angeregt.

Den Zusammenhang zwischen Kosmologie und Musik hat schon Pythagoras thematisiert. Er meinte, dass die Geschwindigkeiten der Planeten eine bestimmte musikalische Frequenz bestimmen. Zusammengenommen würden die Planeten im Sonnensystem einen Akkord erzeugen – eben die Harmonie der Sphären. Ptolemäus hat diesen Standpunkt in seinem Buch *Harmonien* bekräftigt und auf die Verbindung zwischen dem Mikrokosmos und dem Makrokosmos hingewiesen, die der Relation zwischen der menschlichen Seele und dem Universum entspricht. Johannes Kepler sah diese Musik durch sein drittes Keplersches Gesetz bestätigt, das ein festes Verhältnis zwischen den Umlaufzeiten der Planeten und ihren Abständen zur Sonne beschreibt. Darin sah er, genau wie Pythagoras, eine musikalische Harmonie. Auch in modernen Kompositionen werden etwa der Urknall, die vier griechischen Elemente und kosmische Strahlung aus dem Weltall musikalisch verarbeitet. Ähnliche Ansätze finden sich auch in der Literatur, der Dichtkunst und in Schauspielen.

In diesem Beitrag sollen aber hauptsächlich die Manifestationen der Astronomie und Kosmologie in der bildenden Kunst mit den Bildern von Albrecht Dürer, Vincent van Gogh, Paul Klee, Joan Miró, Piet Mondrian und vielen anderen, insbesondere modernen Malern, beispielhaft aufgezeigt werden.

2 Historische Ansätze

Schon in der Antike sagte Platon: „Astronomie zwingt die Seele, nach oben zu schauen, und führt uns von dieser Welt zu einer anderen.“ Der Blick in den Himmel lehrt uns einerseits, dass der Mensch nur ein kleines Rad im Weltgeschehen ist. Er bewohnt einen eher kleinen Gesteinsbrocken, der einen Dutzendstern umkreist, von dem es allein in unserer Milchstraße 100 Milliarden gibt. Wenn man bedenkt, dass es noch weitere Hundert Milliarden Galaxien in unserem Universum gibt, muss man sich der geringen Bedeutung des Menschen für das All als Ganzes nur zu klar bewusst werden. Trotzdem, es ist unsere Erde, auf der wir leben, und ob es noch andere intelligente Lebewesen gibt, die den Himmel betrachten, ist eine offene Frage. Ralph Waldo Emerson brachte es auf den Punkt: „Der Himmel ist die ultimative Kunstaussstellung über unseren Köpfen.“



Abb. 1: *Der neugierige Blick über den Himmelshorizont hinaus* (Kolorierter Holzschnitt im Stil des 16. Jahrhunderts).

Aus der Sicht des Kosmologen muss man allerdings hinzufügen: „Falls wir ein Beispiel für irgendetwas im Kosmos sind, dann wahrscheinlich für wunderbare Mittelmäßigkeit“ (Eric Chaisson). Und was unseren Entwicklungsstatus in der Gesamtschau des Kosmos anbelangt,

kann man sicher Ilya Prigogine zustimmen, wenn er sagt: „Ich bin ganz sicher, dass wir nur in der Vorgeschichte des Verständnisses unseres Universums leben.“

Im alten Griechenland stand *techne* für wissenschaftliche und künstlerische Tätigkeiten: Wissenschaft und Kunst sind beide eine Theorie über den Kosmos, beide arbeiten mit Theorien und Hypothesen. Sie transformieren Information in Theorien und Bilder. Allerdings sind Wissenschaft und Kunst einzigartig ‚menschlich‘, nämlich: durch den Drang, über Grenzen hinweg zu sehen. Insgesamt kann man sagen, dass Wissenschaft und Kunst auf einer sorgfältigen Beobachtung der Natur basieren.

3 Frühe Darstellungen

In frühen Darstellungen haben sich die Astronomen und Kosmologen mit unserem Sonnensystem beschäftigt. Die Hauptrolle spielte dabei natürlich die Sonne mit den bis dahin bekannten Planeten. Der gestirnte Himmel über uns wurde als eine externe Sphäre aufgefasst. Vorstellungen über die Entfernungen zu den Himmelsobjekten gab es praktisch nicht. Selbst bis in das vorige Jahrhundert war man sich über die Größe des Weltalls nicht im Klaren. Erst die Entdeckungen von Edwin Hubble leiteten ein besseres Verständnis über die Entfernungen zu den Sternen und Galaxien ein.



Abb. 2: *Der Astronom* (Dürer, 1504, Titelseite von Messahallah, *De scientia motus orbis*)

In Ägypten und dem antiken Griechenland spielte der Sonnengott (Ra bzw. Helios) eine ganz besondere Rolle. Die Sonne, das wussten schon die Griechen und Ägypter (und natürlich auch die Chinesen und andere), war von sehr großer Bedeutung für die Menschheit durch ihre Versorgung mit schier unerschöpflicher Energie. Daraus resultierte auch die Anbetung der Sonne als lebensspendende Gottheit.



Abb. 3: Griechischer Sonnengott Helios

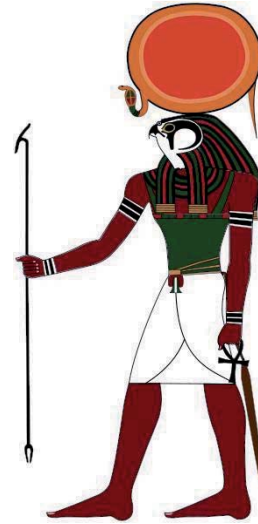


Abb. 4: Ägyptischer Sonnengott Ra

Auch wenn es im alten Griechenland neben dem ptolemäischen Weltbild mit der Erde als Zentrum schon abweichende Meinungen gab, so hatte das geozentrische Weltbild doch bis zu Kopernikus und Kepler Bestand. Im Mittelalter wurde die Welt aber noch nach alter griechischer Weise dargestellt. Das änderte sich allerdings nach der kopernikanischen Revolution.



Abb. 5: Kosmologie in der Zerbster Prunkbibel (Cranach-Bibel, 1541)

4 Die Neuzeit

Vincent van Gogh stellte zum Teil den Himmel mit realistischen und korrekten Sternbildern dar. Er war von dem nächtlichen Schauspiel der Sterne sehr beeindruckt. Er schrieb: „Ich denke oft, dass die Nacht lebendiger und farbenfroher ist als der Tag. Was mich betrifft, so weiß ich nichts mit Gewissheit, aber der Anblick der Sterne lässt mich träumen. Wenn ich ein großes Verlangen nach Gott habe, dann gehe ich nach draußen und male die Sterne.“ So z. B. „(...) die mysteriöse Helligkeit des Polarsterns in seiner Unendlichkeit“.

Dass der Himmel nicht ewig ein gleiches, konstantes Bild bot, wusste man schon immer aus dem gelegentlichen Auftreten von verschiedenen Himmelserscheinungen wie Kometen und Meteoriten oder auch Verfinsterungen von Sonne und Mond. Auch die Polarlichter in höheren geographischen Breiten waren als Himmelsfeuer bekannt. Eine solche Bewegung kann man auch in den Bildern von van Gogh erahnen. Sein Bild *Über der Rhone* zeigt realistisch den großen Wagen oder Bären (*Ursa Major*).



Abb. 6: *Sternennacht* (Vincent van Gogh, 1889, Museum of Modern Art, New York)



Abb. 7: *Über der Rhone* (Vincent van Gogh, 1888, Musée d'Orsay, Paris)



Abb. 8: *Polarlicht mit Meteorit* (Bjørnar G. Hansen, Norwegen)

Im Laufe der Zeit wurden die Darstellungen aber immer abstrakter. Max Ernst hat eine Reihe von Bildern zur Astronomie geschaffen, z. B. sein Bild *Die ganze Stadt* (1936–1937, Kunsthhaus Zürich).

Dieses Bild entstand durch die Technik der *Frottage*, einer graphischen Technik, bei der die Oberflächenstruktur von Objekten mit Hilfe eines weichen Bleistifts auf den Zeichenträger durchgerieben wird. 1925 entdeckte Max Ernst diese Technik als Mittel der Bildfindung und der Intensivierung seiner visuellen Fähigkeiten, und er wendet es bei den 34 Blättern seiner *Naturgeschichte* erstmals an. Auf diese Weise entstehen gewaltige Traumstädte, in denen sich Elemente des Vegetativen und Zivilisatorischen überlappen.

Frottage ist ein technisches Mittel, um die halluzinatorischen Fähigkeiten des Geistes zu steigern, damit Visionen sich automatisch einstellen, ein Mittel, sich seiner Blindheit zu entledigen.

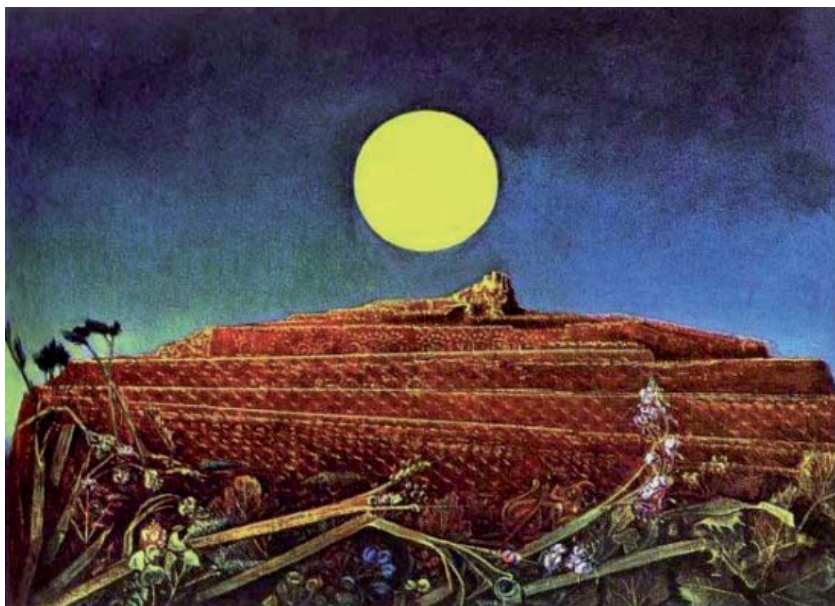


Abb. 9: *Die ganze Stadt* (Max Ernst, 1936/37, Kunsthhaus Zürich)

Die astronomischen Darstellungen von Klee und Miró weichen natürlich schon stark von der Realität ab. Klee argumentiert so: „Die Kunst gibt nicht das Sichtbare wieder, sondern macht sichtbar.“ Das Klee'sche Bild (siehe Abb. 10) ist eine Metapher für die Erschaffung der Sterne: „Licht ist einfach entfaltete Energie.“ (Klee, 1914).

Paul Klee notiert in seinem Bild links unten: Mose 1–14: „Am Himmel sollen Sterne sein. Die sind zum einen dafür da, dass man merkt, ob es Tag oder Nacht ist, und zum anderen soll man durch sie überprüfen können, ob wir gerade Winter oder Sommer haben. Und das Datum soll man an ihnen auch ablesen können.“

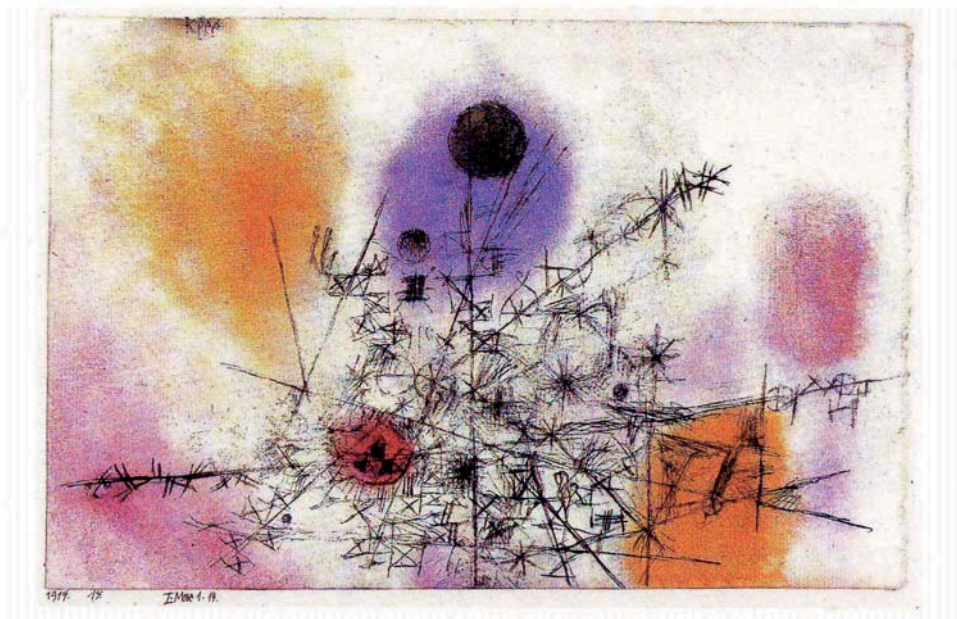


Abb. 10: *Erschaffung der Sterne* (Paul Klee, 1914, Privatsammlung München)

Erst in den 1930er Jahren hatten Carl Friedrich von Weizsäcker und Hans Bethe die Kernfusion als Energiequelle der Sterne verstanden. Dabei wird Masse in Energie nach der berühmten Einstein'schen Beziehung $E = mc^2$ umgewandelt. Die Einstein'sche Formel war seit 1905 bekannt. Ob Klee sie kannte, ist ungewiss.



Abb. 11: *Der blaue Stern* (Joan Miró, Farblithographie 1972, Paris)



Abb. 12: *Burg und Sonne* (Paul Klee, 1928, Privatbesitz London)

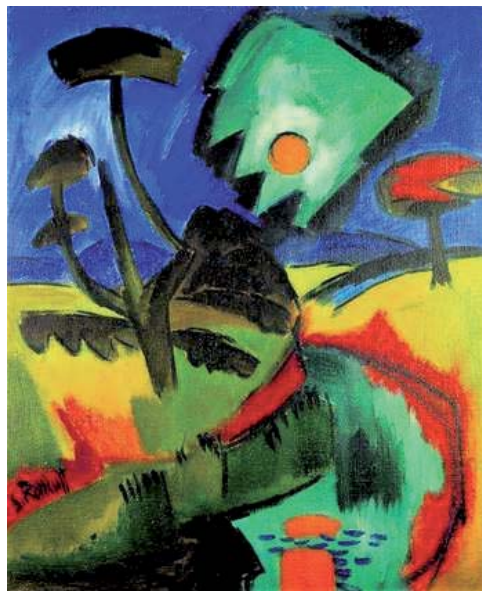


Abb. 13: *Aufgehender Mond* (Karl Schmidt-Rotluff, 1920, Georg-Kolbe-Museum)

Inzwischen war man natürlich auch davon abgekommen, dass Sonne und Mond unveränderliche und unbefleckte von Gott geschaffene Himmelskörper waren. Abraham Janssens Darstellung des Mondes als Allegorie für die Unbeständigkeit wurde schon 1617 geschaffen. Das war gerade einmal acht Jahre nach der Beobachtung der Jupitermonde und unseres Erdmondes von Galilei und der Veröffentlichung von Johannes Keplers *Astronomia Nova*.

Tatsächlich war Adam Elsheimer der erste Maler, der das Firmament mit seinen funkelnden Sternen naturgetreu dargestellt hat. Mit hoher Wahrscheinlichkeit hat er bereits im Sommer 1609 den Himmel über Rom mit einem Fernrohr betrachten können (bevor Galilei seine Be-

obachtungen mit einem Fernrohr anstellte!). Zwar sind die Sternbilder keineswegs mit der Genauigkeit eines Himmelsatlas wiedergegeben, auch entspricht die Oberfläche des Mondes nicht genau der Wirklichkeit. Doch stellte Elsheimer als erster Künstler die Milchstraße als eine Ansammlung unzähliger einzelner Sterne dar und vermittelte eine Vorstellung von der unendlichen Tiefe des Weltraums.



Abb. 14: *Incostanza*, Allegorie für die Unbeständigkeit (Abraham Janssens van Nuyssen, 1617, Statens Museum for Kunst, Kopenhagen) (O, swear not by the moon, th' inconstant moon / That monthly changes in her circle orb / Lest that thy love prove likewise variable. (Shakespeare, *Romeo and Juliet*)

Die mit dem Fernrohr beobachteten Bilder des Mondes hat Galilei noch mit Tusche und Stift auf Papier übertragen. Bei der heutigen Technik der Fotografie ist es schon möglich Einzelheiten der Mondoberfläche mit hoher räumlicher Auflösung darzustellen. Gelegentlich wird sogar versucht, die gestochenen scharfen Aufnahmen mit künstlerischen Mitteln zu verfremden, wie auf dem NASA-Bild des Mondes.



Abb. 15: Kolorierte NASA-Aufnahme des Mondes (1992)

Eine andere Variante der Erschaffung nicht nur der Sterne (wie bei Klee, Abb. 10), sondern der ganzen Milchstraße, liefert uns die griechische Mythologie. In Peter Paul Rubens' Gemälde von der Geburt der Milchstraße (1668; Museo del Prado, Madrid, Spanien) sehen wir den jungen Herkules, der von seiner Mutter Hera gestillt wird. Herkules ist so stark (und gierig), dass er seiner Göttermutter Hera in die Brustwarze beißt, die ihn daraufhin von der Brust nimmt, worauf die Milch ins Leere spritzt und so die Milchstraße entsteht.



Abb. 16: *Geburt der Milchstraße* (Peter Paul Rubens, 1636/37, Museo del Prado, Madrid)

In Mirós Bild (siehe Abb. 17), das aus der *Constellation*-Serie stammt, sehen wir ein anderes Bild des Kosmos. Man erkennt die Sonne, den Mond, die Sterne und Galaxien. Sie schweben schwerelos und ohne Gewicht in der Leere. Linien, die sie verbinden, erzeugen Konstellationen: „Sternbilder“. Sieht man auch Lichtkegel (z. B. rechts oben im Bild)? Als dieses Bild entstand, war die spezielle Relativitätstheorie eine schon längst akzeptierte Theorie. Im Rahmen einer vierdimensionalen Darstellung von Raum und Zeit kann man sich klarmachen, mit welchen Raum-Zeit-Punkten man in kausalem Zusammenhang stehen kann. Minkowski hat dies mit seiner Lichtkegelvorstellung eindrucksvoll und auch anschaulich erläutert. Da die Lichtgeschwindigkeit in jedem Bezugssystem eine Konstante ist und überall den gleichen Wert annimmt, besitzt jeder von uns eine wohldefinierte Korrelation zu seiner Vergangenheit und eine Aussicht auf eine Zukunft, die vor ihm liegt. Dabei ist nur der kausale Zusammenhang von der etablierten Theorie festgelegt, nicht aber die inhaltliche Ausgestaltung. Ob Miró diese Lichtkegel-Vorstellung vor Augen hatte, als er das Bild malte, ist ungewiss, aber es passt sehr gut zu seinen Konstellationsbildern.

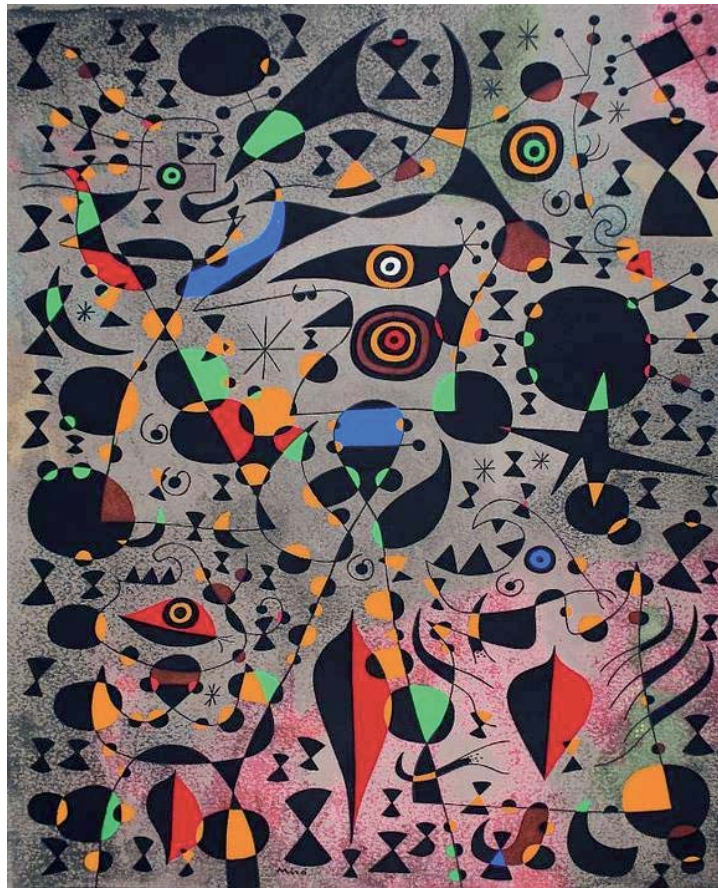


Abb. 17: *Constellations* (Joan Miró, 1940, Fundación Joan Miró, Barcelona)

In der Minkowski-Darstellung befindet sich der Beobachter im Punkt A. Der Raum-Zeit-Punkt B ist für ihn in seinem Zukunftskegel kausal erreichbar. Mit dem Punkt C kann er aber keine Kommunikation aufnehmen. Dazu müsste er Signale mit Überlichtgeschwindigkeit austauschen können, aber das geht nicht (s. Abb. 18).

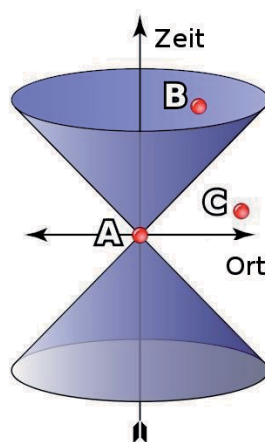


Abb. 18: Minkowskis Lichtkegel

Schon Aurelius Augustinus hat sich vor 1650 Jahren tiefe Gedanken über die Zeit gemacht: „Die Zeit ist eine ganz wichtige Koordinate im Universum! Die Zeit kommt aus der Zukunft, die nicht existiert, in die Gegenwart, die keine Dauer hat, und geht in die Vergangenheit, die aufgehört hat zu bestehen.“ Die Zeit zu erläutern fiel ihm schwer: „Was ist also die Zeit? Wenn mich niemand danach fragt, weiß ich es, wenn ich es aber einem, der mich fragt, erklären sollte, weiß ich es nicht.“

Als Physiker wird man dagegenhalten: Zeit ist das, was man an der Uhr abliest! Wobei man allerdings akzeptieren muss, dass die Zeit in unterschiedlichen Systemen mit verschiedenen Geschwindigkeiten ablaufen kann. Für zwei Menschen kann die Zeit nicht nur subjektiv, sondern ganz objektiv unterschiedlich schnell ablaufen, solange sie sich in verschiedenen Bezugssystemen befinden, die sich relativ zueinander bewegen.



Abb. 19: *Constellation-Serie: Lunarscape* (Alexander Calder, ca. 1953, Farbdruck)

Das Calders'che Bild aus seiner *Constellation*-Serie zeigt deutliche Ähnlichkeiten mit den Darstellungen von Miró. Calder meint: „Das Universum ist real, aber man kann es nicht sehen. Man muss es sich vorstellen.“ Im Vergleich dazu ist die Darstellung des Orion-Nebels schon fast fotografisch realistisch. Der Künstler nennt sein Bild allerdings *Teufel äschlings zur Hölle stürzend*.



Abb. 20: *Orion-Nebel* (Gruppen, 1962, Privatbesitz)

5 Der Ursprung des Universums

Von ganz anderer Qualität ist Brancusis Werk, das den Anfang des Universums beschreibt. Zwar ist auch noch heute der Ursprung des Universums in mehrfacher Hinsicht im Dunklen,



Abb. 21: Brancusis *Anfang des Universums* (1920, Dallas Museum of Modern Art)

wenn auch einige Kosmologen meinen Licht am Horizont zu sehen. Die Schwierigkeit rührt daher, dass die allgemeine Relativitätstheorie Einsteins im Grunde eine klassische Theorie ist. Bei den unvorstellbar hohen Dichten und Energien am Beginn unserer Zeit ist es aber erforderlich, das Geschehen im Rahmen einer Quantentheorie zu beschreiben. Zwar gibt es Ansätze wie in der Superstringtheorie oder Supergravitation, aber diese Theorien erfordern eine große Zahl zusätzlicher Dimensionen. Kosmologische Beobachtungen legen aber nahe, dass das Universum großräumig durch eine flache Geometrie beschrieben werden kann. Das hat Piet Mondrian schon vor langer Zeit so gesehen. Im Gegensatz zu den Bildern von Jackson Pollock („Jack the Dripper“) bevorzugt Mondrian eine einfache geometrische Struktur zur Darstellung des Kosmos.

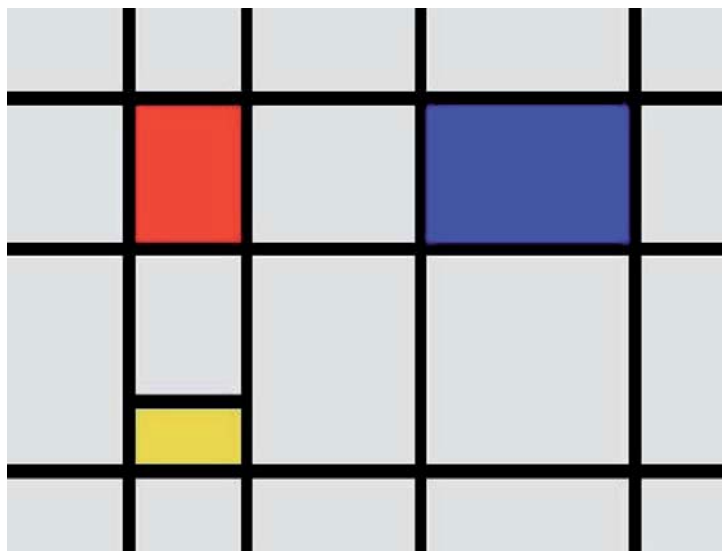


Abb. 22: Mondrians *Cosmos* (Komposition in Rot, Blau und Gelb, 1920–26, Tate Gallery, London)

Peter Frank schreibt in *Elective Cosmologies*: „Jackson Pollock betrachtet die Leinwand nicht allein als zu bemalende Fläche, sondern als Fenster in ein grenzenloses Universum. Genau wie Piet Mondrian, der eine klare geometrische Konzeption des Kosmos hat, füllt Pollock die Struktur mit einer tumulthaften, dynamisch pulsierenden Textur, die dauerhafte, aber auch veränderliche Galaxien zeigt. Pollocks Kosmologie ist aber nicht weniger geordnet als die von Mondrian. Sie bezieht sich mehr auf das physikalisch bestimmte Universum, während Mondrian mehr die geometrisch klare euklidische Struktur erfasst.“

Ein Kritiker meinte einmal zu Pollocks Bildern: „Sie haben keinen Anfang und kein Ende.“ Das war nicht als Kompliment gemeint. Pollock hat es aber als solches aufgefasst, denn auch das Universum hat keinen Anfang und kein Ende, jedenfalls nach dem ganz modernen Standpunkt der Schleifen-Quantengravitation. Als die Bilder von Pollock entstanden, war das Urknall-Modell noch in Konkurrenz zur *Steady-State-Theorie* von Fred Hoyle und Herman Bon-

di. Erst 1965 etablierte sich das *Big-Bang*-Modell nach der Beobachtung des „Echos vom Urknall“ durch Penzias und Wilson.



Abb. 23: Jackson Pollocks *Kosmos, Number One* (Lavender Mist, 1950, National Gallery of Art, Washington D.C., Farbe verfremdet)

Eine ganz moderne Sicht der Dinge brachte schon zu Beginn des vorigen Jahrhunderts Kasimir Malewitsch mit seinem Bild *Das schwarze Quadrat*. Nach dem heutigen Stand der Kenntnisse über die Kosmologie trägt die uns bekannte Form der Materie nur knapp 5 % zur Gesamtmasse des Universums bei. 23 % besteht aus einer Form unsichtbarer Materie, die die Galaxien zusammenhält („Dunkle Materie“). Der Löwenanteil der gravitativen Quintessenz, die die Metrik des Universums bestimmt, sitzt offenbar im Vakuum selbst („Dunkle Energie“). Als experimenteller Physiker würde man aber gerne einmal einen handfesten Beweis – zumindest für die Dunkle Materie – sehen wollen. Hat Malewitsch diese dunkle Seite des Universums schon geahnt?

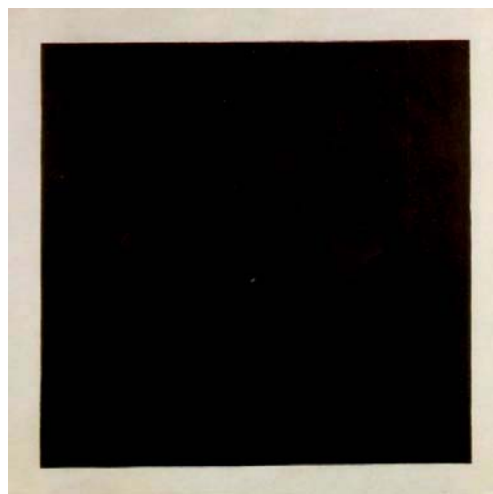


Abb. 24: *Das schwarze Quadrat* (Kasimir Malewitsch, 1913, Russisches Staatsmuseum, St. Petersburg)

Malewitsch selbst hat sich zu diesem Fragenkomplex geäußert: „Der Mikrokosmos ist mit dem Makrokosmos allein durch den menschlichen Geist verbunden. Der menschliche Geist stellt unendlich viele Konzepte bereit, vergleichbar mit der Unendlichkeit des Kosmos. Er hat – wie der Kosmos – keinen Deckel, keinen Boden und bietet dadurch Raum für Projektionen, die u. a. auch das Erscheinen von leuchtenden Punkten, den Sternen im All, gestatten.“ Die Schwierigkeiten, solche Zusammenhänge einem Laien zu kommunizieren drückt der Cartoon aus.



Abb. 25: Über die Schwierigkeit, dem Laien Kosmologie zu erläutern (Claus Grupen)

6 Schlussbemerkung

Früher haben Religion und mythologische Vorstellungen die Kunst nachhaltig beeinflusst. Heute hat die künstlerische Interpretation immer öfter ihren Ursprung in wissenschaftlichen Entdeckungen. Dabei spielen Astronomie und Kosmologie eine ganz bedeutsame Rolle. Viele Künstler sind motiviert, die Komplexität des Kosmos und die noch ungelösten Rätsel des Universums in Bildern, in der Literatur und der Musik darzustellen. Dabei gibt es insbesondere zwischen Kunst und Kosmologie viele Parallelen. Die Kosmologen sind stärker objektiv, während die Künstler stärker subjektiv ausgerichtet sind. Auf jeden Fall kann die Wissenschaft die Kunst befruchten. Das haben wir an vielen Beispielen gesehen. Aber gilt das auch umgekehrt? Eine abschließende Bemerkung dazu kommt von Albert Einstein: „Es gibt nur zwei Arten, sein Leben zu leben. Eine davon ist anzunehmen, dass es keine Wunder gibt. Die andere Art besteht darin, davon auszugehen, dass alles ein Wunder ist“.

Literatur

- Ellwanger, U.: Vom Universum zu den Elementarteilchen: Eine erste Einführung in die Kosmologie und die fundamentalen Wechselwirkungen. Heidelberg: Springer (2009).
- Gamwell, L.: Träume 1900–2000. Kunst und das Unbewusste. London, New York: Prestel (2000).
- Gamwell, L. & N. de Grasse Tyson: Exploring the Invisible: Science & Abstract Art: Art, Science and the Spiritual. Princeton: Princeton University Press (2002).
- Greene, B.: Das elegante Universum: Superstrings – verborgene Dimensionen und die Suche nach der Weltformel. München: Goldmann (2005).
- Greene, B. & Kober, H.: Der Stoff, aus dem der Kosmos ist: Raum, Zeit und die Beschaffenheit der Wirklichkeit. München: Goldmann (2008).
- Gruppen, C.: Astroparticle Physics. Heidelberg: Springer (2005).
- Gruppen, C.: Quotations in Physics, Philosophy and Psychology. Aachen: Shaker Verlag (2010).

Die wörtlichen Zitate stammen überwiegend aus Gamwell und de Grasse Tyson. Dort sind die detaillierten Quellen angegeben. Die Zitate wurden vom Autor dieses Beitrags aus dem Englischen übersetzt. Einige Zitate findet man auch in Gruppen (2010) und den anderen angegebenen Quellen.

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: *Der neugierige Blick über den Himmelshorizont hinaus* (Kolorierter Holzschnitt im Stil des 16. Jahrhunderts)
http://www.salem-news.com/stimg/august032011/medieval_woodcut_reduced.jpg
- Abb. 2: *Der Astronom* (Dürer, 1504, Titelseite von Messahallah, *De scientia motus orbis*)
http://rlv.zcache.com/the_astronomer_card-p137030720055940620tdtq_400.jpg
- Abb. 3: Griechischer Sonnengott Helios
<http://www.kusadasi.tv/de/griechische-gtter-helios.html>
- Abb. 4: Ägyptischer Sonnengott Ra
de.wikibooks.org/wiki/Religionskritik:_Definition
- Abb. 5: Kosmologie in der Zerbster Prunkbibel (Cranach Bibel, 1541)
http://www.edition-libri-illustri.de/bilder/zerbster_bild4.jpg
- Abb. 6: *Sternennacht* (Vincent van Gogh, 1889, Museum of Modern Art, New York)
<http://cache2.allpostersimages.com/p/LRG/22/2206/F8AAD00Z/poster/van-gogh-vincent-sternennacht.jpg>
- Abb. 7: *Über der Rhone* (Vincent van Gogh, 1888, Musée d'Orsay, Paris)
www.starobserver.org/ap100921.html
- Abb. 8: *Polarlicht mit Meteorit* (Bjørnar G. Hansen, Norwegen)
http://silver-rockets.com/wp-content/uploads/2009/12/1218_geminid.jpg
- Abb. 9: *Die ganze Stadt* (Max Ernst, 1936/37, Kunsthaus Zürich)
www.schmitzchen.org/alt/2004/05/mond-und-so.html
- Abb. 10: *Erschaffung der Sterne* (Paul Klee, 1914, Privatsammlung München)
Gamwell, L. & N. de Grasse Tyson.: Exploring the Invisible: Science & Abstract Art: Art, Science and the Spiritual. Princeton: Princeton University Press (2002).
- Abb. 11: *Der blaue Stern* (Joan Miró, Farblithographie 1972, Paris)
www.design-3000.de/hersteller/bn3i+gmbh/?pgN
- Abb. 12: *Burg und Sonne* (Paul Klee, 1928, Privatbesitz London)
http://static.cosmiq.de/data/de/9a9/a6/9a9a6ead873d358a413d2885349bb6eb_1.jpg

-
- Abb. 13: *Aufgehender Mond* (Karl Schmidt-Rottluff, 1920, Georg-Kolbe-Museum)
<http://decourtenay.blogspot.com/2009/08/karl-schmidt-rottloff-10-august-1976.html>
- Abb. 14: *Incostanza*, Allegorie für die Unbeständigkeit (Abraham Janssens van Nuyssen, 1617, Statens Museum for Kunst, Kopenhagen) (O, swear not by the moon, th' inconstant moon/That monthly changes in her circle orb/Lest that thy love prove likewise variable. (Shakespeare, *Romeo and Juliet*)
mashpedia.com/Abraham_Janssens
- Abb. 15: Kolorierte NASA-Aufnahme des Mondes (1992)
<http://photojournal.jpl.nasa.gov/jpeg/PIA00132.jpg>
- Abb. 16: *Geburt der Milchstraße* (Peter Paul Rubens, 1636/37, Museo del Prado, Madrid)
flickrriver.com/photos/28433765@N07/3548714532/
- Abb. 17: *Constellations* (Joan Miró, 1940, Fundación Joan Miró, Barcelona)
<http://www.artvalue.com/photos/auction/0/44/44556/miro-joan-1893-1983-spain-andre-breton-constellations-pi-2078210.jp>
- Abb. 18: Minkowskis Lichtkegel
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/24/Light_cone.png
- Abb. 19: *Constellation-Serie: Lunarscape* (Alexander Calder, ca. 1953, Farbdruck)
http://1.bp.blogspot.com/_4gF6YuGUwVM/Sa10dFdFBQI/AAAAAAAAAIrs/u8A1YdJOhaw/s320/calder-alexander-lunarscape-3500352.jpg
- Abb. 20: *Orion-Nebel* (Gruppen, 1962, Privatbesitz)
C. Gruppen; Privatbesitz
- Abb. 21: Brancusis *Anfang des Universums* (1920, Dallas Museum of Modern Art)
www.guardian.co.uk/culture/2004/jan/27/2
- Abb. 22: Mondrians *Cosmos* (Komposition in Rot, Blau und Gelb, 1920–26, Tate Gallery, London)
<http://www.myfreewallpapers.net/artistic/pages/mondrian.shtml>
- Abb. 23: Jackson Pollocks *Kosmos, Number One* (Lavender Mist, 1950, National Gallery of Art, Washington D.C., Farbe verfremdet)
Gamwell, L. & N. de Grasse Tyson.: Exploring the Invisible: Science & Abstract Art: Art, Science and the Spiritual. Princeton: Princeton University Press (2002).
und <http://martintomlinson.files.wordpress.com/2011/02/jackson-pollock-no-5-1948-small.jpg>
- Abb. 24: *Das schwarze Quadrat* (Kasimir Malewitsch, 1913, Russisches Staatsmuseum, St. Petersburg)
de.wikipedia.org/wiki/Suprematismus
- Abb. 25: *Über die Schwierigkeit, dem Laien Kosmologie zu erläutern*
C. Gruppen (nach einer Idee von Vladimir Rencin); Privatbesitz; unveröffentlichte Cartoonsammlung
-

Max Voigtmann

Wie man den Transformator zum Trafo transformiert

Die Kurzwortbildung im Deutschen am Beispiel der o-Kurzwörter

Die alten Wörter sind die besten und die kurzen Wörter die allerbesten.

Winston Churchill

„Blut, Schweiß und Tränen“¹ versprach Winston Churchill den Engländern während des Zweiten Weltkriegs: Das waren nicht nur alte, sondern auch kurze Wörter. Der Schweiß hat eine Aussagekraft, die die Transpiration niemals haben wird. Setzt man beste Wörter mit beliebtesten, einprägsamsten gleich, ist es nur noch ein kleiner Schritt bis zu den Kurzwörtern. Sie sind zwar meistens nicht alt, aber einprägsam und beliebt: Wer von A nach B muss, nimmt *Auto* oder *Kfz*; nur Außerirdische fliegen mit dem *Ufo*. Der *Prof* unterrichtet an der *Uni* und wird von den *Studis* mal mehr, mal weniger geschätzt.

1 Definition

Nach der gängigen Definition sind Kurzwörter die gekürzten Formen einer längeren Einheit. Im Unterschied zu den Abkürzungen werden sie als eigenständiges Wort gesprochen: Wer in

¹ zitiert nach: Schneider, Wolf (2000): Deutsch für Kenner. 5. Auflage. Ungekürzte Taschenbuchausgabe. München: Piper. S. 230. Im englischen Originalwortlaut sprach Churchill von *blood, toil, tears and sweat* – *Blut, Mühsal, Tränen, Schweiß*. In der (geläufigen) deutschen Übersetzung fehlt das zweite Glied, zudem ist die Reihenfolge verändert – vermutlich aus metrischen Gründen.

einem Text *Auto* liest, sagt *Auto*; wer dagegen *Mrd.* liest, sagt *Milliarde*. Mit dieser Definition ist es wie mit vielen guten Definitionen: Sie ist nicht ganz falsch. Ihre Mängel werde ich im Laufe des Textes aufzeigen. Vor allem der Übergang zwischen Abkürzung und Kurzwort ist fließend – was bei der einen Sprechergruppe noch als Abkürzung gilt, wird von der anderen bereits gesprochen (z. B. – zum Beispiel). Darüber hinaus lässt sich nicht zu jeder Form, die als Kurzwort behandelt wird, eine Langform feststellen. Dazu später mehr.

Uni ist ein Kurzwort auf -i, ebenso wie *Trabi*¹ oder *Sozi*. Die i-Kurzwörter sind eine der produktivsten Gruppen. Weniger produktiv, aber nach einem ähnlichen Muster gestrickt sind die Kurzwörter auf -o, an deren Beispiel ich die Kurzwortbildung erläutern möchte: *Auto*, *Kino*, *Apo*, *Ufo*, *Kripo*. Nur vereinzelt tauchen dagegen bisher Kurzwörter auf den übrigen Vokalen auf: -a (*Asta*), -u (*Alu*), -e (*Knete*, von *Knetmasse*). Meine Untersuchung der o-Kurzwörtern basiert auf einem Korpus von 138 Wörtern, den ich zunächst mündlich gesammelt habe. Viele der Kurzwörter werden nur von einem stark eingrenzten Sprecherkreis verwendet, beispielsweise in einer Fachsprache wie der der Layouter und Journalisten: *Typo* (*Typometer* / *Typographie*), *Litho* (*Lithographie*), *Volo* (*Volontär*), *Weißpo* (*Weißpositiv*). In einigen Fällen kann sich der Sprecherkreis auf eine einzige Firma, eine einzige Redaktion beschränken, wie das beim *Schmufo* (*Schmuckfoto*) oder dem *Rialo* (*Riesenarschloch*) der Fall ist. Hier ist es schwierig, schriftliche Belege zu finden. In einer Familie wird die *Mama Doreen* von der Tochter *Sabine* zur *Mado* verkürzt, die ihrerseits die Tochter *Tosa* nennt. Sönke, Der feste Freund der Tochter wird von den beiden zum *Nonischwisosö* erklärt, dem *Noch-Nicht-Schwiegersohn Sönke* – Wörter, die größtenteils nur von den drei Betroffenen gegenseitig verwendet werden. Nichtsdestotrotz sind diese Beispiele aussagekräftig, wenn es darum geht, die Gesetzmäßigkeiten zu beschreiben, denen Kurzwörter folgen, weil sich hier dem Forscher die Möglichkeit bietet, Sprachwandel und Sprachentwicklung in einem Mikrokosmos – beinahe unter Laborbedingungen – zu untersuchen.

Gut lässt sich das an einem Kurzwort einer anderen Gruppe zeigen: nämlich dem *Fubig* (*Freund und Bruder im Geiste*, Hörbeleg), der nur von zwei Sprechern verwendet wird. Innerhalb weniger Wochen entwickelte sich die Abkürzung (*F. u. B. i. G.*), die überwiegend in SMS und Mails verwendet wurde, zum voll flektierbaren Substantiv (*des Fubigs*, *die Fubige*) mit bemerkenswerten Nebenformen, *Schwubig* beispielsweise für *Schwester im Geiste*, eine an und für sich sinnlose Form: *Schwubig* wäre die *Schwester und Bruder im Geiste*, was zeigt, wie weit sich der *Fubig* von seiner Langform entfernt hat und zum eigenständigen Wort geworden ist. Selten lässt sich die Entwicklung eines Wortes derart abgeschlossen beobachten, wobei interessant ist, dass bei keinem der beiden Sprecher zu irgendeinem Zeitpunkt der Wille bestand, ein Wort zu schaffen: Alle Formen entstanden spontan im Gespräch.

An *Fubig* und *Schwubig* zeigt sich, wie schwierig der Begriff Kurzwort zu definieren ist. Sieht man das Kurzwort ausschließlich als gekürzte Form einer längeren Einheit, dann ist

¹ Der Duden lässt auch die Schreibweise *Trabbi* zu – ein Zeichen der Verselbständigung des Kurzwortes.

Schwubig kein Kurzwort, denn es gibt, wie gesagt, keine sinnvolle Langform. Wegen seiner engen Verwandtschaft zum *Fubig* möchte man es aber doch gemeinsam mit den Kurzwörtern betrachten. Ähnliche Probleme treten bei der Personenbezeichnung *Öko* auf, für die sich als Langform allenfalls eine Phrase (*ökologisch denkender Mensch*) konstruieren lässt, beim Adjektiv *turbo*, das aus einem Konfix entstanden ist, oder grundsätzlich bei den suffigierten Personenbezeichnungen wie *Brutalo*, *Realo*, *Normalo*. Die strenge Definition schließt Wörter aus, die sinnvollerweise im gleichen Themenkreis behandelt werden sollten, weil sie nach verwandten Mustern entstanden sind.

Wo es mir nötig erschien, habe ich die Wörter anhand von Google überprüft, das heißt, ich habe untersucht, ob und wie das Wort von den Schreibern im Internet verwendet wird, um Aufschluss über Schreibweisen und Flektion zu erhalten. Anders als in Zeitschriften oder Zeitungen, die sonst meistens als Quelle dienen, kann im Internet inzwischen nahezu jeder publizieren. Einen repräsentativen Querschnitt an Texten stellt das Internet sicher nicht dar, aber das tun Zeitungsarchive oder Literatursammlungen noch viel weniger.

1.1 Zusammensetzung des Korpus

Die überwiegende Zahl sind Substantive (95), gefolgt von Eigennamen (21), Adjektiven (14) und Präfixoiden (8). Als Präfixoide bezeichne ich hier Kurzwörter, die nur in Kombination mit einem Basiswort auftreten. Ein Beispiel dafür ist *Schoko* als Kurzform von Schokolade. Für *Schokotaler*, *Schokonikolaus*, *Schokobanane* lassen sich durchaus Belege finden, eine Formulierung wie **Ich kaufe eine Tafel Schoko* habe ich vergeblich gesucht. Eher findet man Sätze wie *Ich esse ein Stück Schoki* oder auch *Schoksti* (Hörbeleg, meiner Meinung nach süddeutsch). Als Einzelwort habe ich *Schoko* nur in zwei Varianten gehört: einmal als Bezeichnung für das Getränk *heiße Schokolade* (selten), einmal als Bezeichnung für die Geschmacksrichtung *Schokolade* (häufig). „Erdbeer, B-B-banane oder Schoko?“, stotterte beispielsweise der Barkeeper in einer alten Fernseh-Werbung für Müller-Milch. Andere Präfixoide sind *Immo-* und *Schuko-*.

Einige Wörter, die durchaus auch einzeln zu finden sind, kommen dennoch erheblich häufiger in Verbindungen vor – stellenweise im Verhältnis von eins zu zehn bis eins zu zwanzig (*Retro*, bei Google überprüft.) Ich vermute, dass in diesen Fällen das Kurzwort aus dem Präfixoid entstanden ist (oder gerade entsteht). Das *Improvisationstheater* wird zum *Improtheater*, aus dem *Improtheater* löst sich die *Impro* als Kurzwort für *Improvisation*. Bei *Retro* möchte ich sogar von einer doppelten Kürzung ausgehen: Aus der *Retrospektive* wird die *Retro*, die sich mit einem beliebigen Begriff *xy*, der Gegenstand der Retrospektive ist, zum *Retro-xy* verbindet. Später verkürzen die Sprecher das *Retro-xy* wiederum zum *Retro*: *Das Retro ist ein geiles Board*. (Gefunden in einem Internetforum zum Thema Surfen.) Weil der Gegenstand *xy*

jedes Geschlecht haben kann, kann auch *Retro* in dieser Bedeutung jedes Geschlecht annehmen.

Werden Adjektive (wie beispielsweise *biologisch*) verkürzt, verlieren sie ihre Flektierbarkeit; zumindest habe ich kein Gegenbeispiel gefunden. Im Satz werden die Kurzwort-Adjektive ausschließlich als Prädikativ (*Die Eier sind bio*) und nie als Apposition zu einem Substantiv (**Das sind bio Eier*) verwendet. An die Stelle der Nominalphrase aus Apposition und Substantiv tritt in der Regel ein zusammengesetztes Substantiv (*Das sind Bio-Eier*). Hier ebenfalls von einem Präfixoid auszugehen, halte ich für überflüssig, da sich die Form *Bio-Eier* ebenso gut als Komposition erklären lässt. In diesem Fall greift Ockhams Rasiermesser: nicht mehr Kategorien einführen als unbedingt nötig. Bei der *Schokolade* liegt der Fall anders: *Bio-Landbau* ist *biologischer Landbau*, ein *Schoko-Nikolaus* aber kein **schokoladiger Nikolaus*, auch kein **nach Schokolade schmeckender Nikolaus* sondern ein *Nikolaus aus Schokolade*. Wie ich schon gesagt habe, wird *Schoko* als Einzelwort nahezu ausschließlich für den Geschmack verwendet.

Die Eigennamen sind die bunteste Gruppe der o-Kurzwörter und auch die, in der die meisten Ausnahmen auftreten, beispielsweise bei der Silbenzahl oder beim Akzent. Der Grund dafür liegt vermutlich im Schöpfungswillen der Leute, die das Wort geschaffen haben: Sei es nun Hans Riegel in Bonn (*Haribo*) oder Wilhelm Baier in Stockdorf (*Webasto*).

Die größte Gruppe stellen die Substantive dar, hier ist die Kurzwortbildung mit -o am produktivsten – oder vielmehr: die Kurzwortbildungen, denn wie ich später zeigen werde, ist es nicht eine, sondern verschiedene Bildungsweisen, die zum gleichen Muster führen. Bis auf wenige Ausnahmen sind die Kurzwort-Substantive aus entsprechenden Substantiv-Langformen entstanden: *Dino* aus *Dinosaurier*, *Deo* aus *Deodorant*.

2 Allgemeines zu den o-Kurzwörtern

2.1 Silbenzahl

Die überwiegende Zahl der Kurzwörter im Korpus ist zweisilbig (109), ein kleiner Teil dreisilbig (15), darunter vor allem Eigennamen (*Webasto*, *Haribo*) und Suffigierungen (*Realo*, *Normalo*). Bei Akronymen wie *ZPO* oder *StPO* (insgesamt acht Wörter) ist der Silbenbegriff schwer anwendbar, deshalb habe ich sie hier nicht berücksichtigt. Drei der Kurzwörter sind einsilbig (*Po*, *Klo* und *Zoo*), drei weitere viersilbig – der schon erwähnte *Nonischwiso* und die in vielerlei Hinsicht interessanten Begriffe *Sadomaso* (Substantiv) und *sadomaso* (Adjektiv).

Exkurs: *Sadomaso* und *sadomaso* sind die Kurzformen von *Sadomasochismus* und *sadomasochistisch*. *Sadomasochismus* entstand als Blend aus *Sadismus* und *Masochismus*, mit einem zusätzlichen -o- als Bindungs- oder Fugenelement, ähnlich wie in vielen Fremdwortbildungen: *Therm-o-meter*, *Psych-o-logie*. Sowohl *Sadomaso* als *sadomaso* zerfallen mittlerweile in die Einzelbegriffe *Sado* / *sado* und *Maso* / *maso*. Belege findet man zuhauf im Internet: *Ein Maso muss Schmerzen ertragen*. Das Substantiv wird (in Genus wie *Sexus*) sowohl männlich als auch weiblich verwendet – *ein(e) Maso*, *ein(e) Sado* –, allerdings ist die männliche Verwendung häufiger als die weibliche. Der Unterschied zwischen Adjektiv und Substantiv verschwimmt im Internet: In einem konsequent kleingeschriebenen Satz wie *der peter, der ist maso* (wie man ihn im Internet häufig findet) kann sowohl das Adjektiv (*Der Peter, der ist maso*) als auch das Substantiv gemeint sein: *Der Peter, der ist Maso* – analog zu: *Der Peter, der ist Lehrer*. Noch schwieriger wird es bei Sätzen wie: *Ich suche eine maso frau für Sado Maso Fesselspiele* (sic!) – Adjektivphrase oder unkonventionell geschriebene Zusammensetzung, das ist hier die Frage, die nicht beantwortet werden kann. Grundsätzlich aber kann man feststellen, dass das Adjektiv häufiger vorkommt als das Substantiv: Eine Formulierung wie *Eine Maso muss ...* ist schwerer zu finden als die Kombination *Ich bin maso*. Als eine Folge der regellosen Rechtschreibung tauchen im Internet außerdem zahlreiche Schreibvarianten auf, wie zum Beispiel *sado-maso*, *sado maso*, *sado/maso*. (Anlag dazu findet man *Sado-Masochismus*, *sado-masochistisch*, sogar *Sado-masochismus*.)

Interessanterweise sind *Sadomaso* und seine Ableger für die Betroffenen selbst negativ konnotiert. *Sadomasochisten* untereinander sprechen von *SM* oder *BDSM* (Initialkurzwort für *Bondage und Disziplin, Dominanz und Submissivität, Sadomasochismus*) und bezeichnen sich selbst als *SMler* (mit den Schreibvarianten *S/Mler* und *S&Mler*) oder *BDSMler*. *Sadomaso* steht für die Sprache der Boulevardzeitungen und der Pornoseiten:

[Der Begriff] Sado-Maso als Nomen und als Adjektiv wird wegen des inzwischen fast ausschließlichen negativen Beigeschmacks und seiner Verbreitung in der Regenbogenpresse abgelehnt. Innerhalb von Teilen der Subkultur gilt er inzwischen als Schimpfwort.¹

2.2 Akzent

Der Akzent der o-Kurzwörter liegt in der Regel auf der vorletzten Silbe. Ausnahmen gibt es nur vereinzelt, bei *Haribo* beispielsweise und bei *Rialo*, die beide auf der ersten Silbe (das heißt, der vorvorletzten) betont werden. In einigen Fällen gilt das auch für *Rollo*, wo beide Akzentuierungen vorkommen. Volksetymologisch wird *Rollo* als Kurzform von *Rollladen*

¹ Datenschatz: Der Papiertiger. Eine Enzyklopädie des Sadomasochismus. Anhang 1: Namenskonventionen und Begriffsdefinitionen. 26.02.2003. http://www.datenschlag.org/papiertiger/lexikon/anhang_1.html. (Abgerufen: 10. August 2011)

erklärt; aber es ist die eingedeutschte Form des französischen Worts *rouleau*. Darauf deutet auch noch die Schreibweise *Rolo* hin, die ebenfalls auftaucht. Der Akzent auf der letzten Silbe ist an das französische Original angelehnt, der Akzent auf der vorletzten Silbe entspricht der deutschen Kurzwort-Praxis. Inwieweit Schreibweise und Akzent bei Sprechern übereinstimmen, habe ich nicht untersucht; es wäre interessant, ob diejenigen, die den Akzent an das Wortende setzen, eher *Rolo* schreiben als *Rollo*. Dabei darf allerdings nicht der Einfluss der Wörterbücher vergessen werden: Nach dem Duden ist *Rollo* die einzig korrekte Schreibweise. Letztendlich muss *Rollo* ohnehin als eine Art Pseudo-Kurzwort angesehen werden, da es (wie gesagt) nur volksetymologisch von *Rollladen* her stammt.

2.3 Genus und Sexus

Im Genus folgen die Kurzwort-Substantive meist ihrer Langversion – sofern es eine Langversion gibt. Keine Langversionen existieren beispielsweise zu den Personenbezeichnungen, die durch Konversion oder Suffigierung entstanden sind: *der Öko*, *der Brutalo*, *der Realo*. Hier ist das Geschlecht (Genus und Sexus) in der Regel männlich, weibliche Formen sind seltener (vgl. *eine Maso*) oder haben sich kaum durchgesetzt: *die Öko*. Diese Gesetzmäßigkeit fällt bei allen Personenbezeichnungen mit -o auf: Das Kurzwort wird erheblich seltener für Frauen als für Männer verwendet. (Dementsprechend ist das Genus in der Regel maskulin.) Geht es beispielsweise um einen männlichen Jungsozialisten, liest man häufig die Bezeichnung *der Juso*, geht es dagegen um eine Jungsozialistin, tauchen eher Bezeichnungen wie *die Juso-Frau* auf. Diesen Unterschied empfehlen sogar feministische Internetseiten¹. Gelegentlich versuchen Sprecher, eigene weibliche Formen zu bilden: *die Jusa*. Der *Homo* dagegen ist immer ein Mann, im Gegensatz zur *Hete*, die sowohl männlich als auch weiblich sein kann. *Hetero* wiederum hat sich überwiegend als Adjektiv, weniger als Substantiv durchgesetzt – zumindest nicht in der Lesben-und-Schwulen-Szene, außer in einer abgeleiteten weiblichen Form: *Hetera*.

Einige Kurzwörter werden nur artikellos und eingeschränkt verwendet; in diesen Fällen ist es häufig schwierig, das grammatikalische Geschlecht festzulegen. Wer *die Biologie* für ein interessantes Fach hält, studiert sicherlich *Bio*; der Satz *Die Bio ist ein interessantes Fach* dürfte ihm jedoch nicht über die Lippen kommen. Für die Kontexte, in denen *Bio* verwendet wird, ist die Frage nach dem Geschlecht nahezu irrelevant. Schwierigkeiten bereitet auch *HNO*, das Kurzwort für die medizinische Fachrichtung *Hals, Nasen, Ohren*: Welches Geschlecht soll man *HNO* in der Formulierung *Facharzt für HNO* zuordnen?

¹ siehe dazu: Frauensprache in der Praxis. Regeln: <http://frauensprache.com/regeln.htm>. (Abgerufen: 10. August 2011)

In einigen Fällen weicht das Geschlecht des Kurzwortes vom Geschlecht der Langform ab, meiner Meinung immer dann, wenn das Kurzwort an die Stelle eines schon gebräuchlichen Wortes mit anderem Geschlecht getreten ist: *die Fotografie* – aber: *das Foto*, analog zu: *das Lichtbild*. Im Fall des Beispiels *Kino* war die Kurzwortbildung (wie schon erwähnt) auch mit einer Bedeutungsänderung verbunden: *Das Kino* umfasst heute eine Vielfalt von Bedeutungen, die *der Kinematograph* niemals hatte. Während *Kinematograph* lediglich die Bezeichnung für das Abspiel- und anfangs auch Aufnahmegerät war, trat *Kino* an die Stelle des *Lichtspielhauses* und übernahm auch dessen Geschlecht: *das Kino* – *das Lichtspielhaus*. Dort, wo der Prozess noch nicht abgeschlossen ist, existieren Doppelformen: *das Memo* (von: *das Memorandum*) – *die Memo* (analog zu: *die Notiz, die Erinnerung*).

2.4 Flexion

Bei den Kurzwort-Substantiven auf -o greift die gleiche Regel wie bei allen anderen Kurzwörtern, die auf einem Vokal enden¹: Genitiv und Plural werden mit der Endung -s gebildet (*das Auto, des Autos, die Autos*). Stellenweise wird der Genitiv endungslos gebildet, vor allem bei Wörtern, die als Eigennamen empfunden werden: *die Entwicklung des Techno, die Einführung des Euro*. Bei *Euro* wird der Plural mit Plural-s häufig verwendet, um zu kennzeichnen, dass einzelne Münzen gemeint sind: *Hast Du mal zwei Euros für die Einkaufswagen?* (Hörbeleg) Die echten Eigennamen wie *Haribo* oder *Eduscho* kommen ohne Plural und Genitiv aus.

Die Adjektive werden, wie bereits gesagt, nur sehr eingeschränkt verwendet. Formulierungen wie *Das ist ein bio Joghurt* kommen kaum vor, und wenn, bleibt die Frage offen, ob es sich nicht einfach nur um eine unkonventionelle Schreibweise für die Zusammensetzung *Bio-Joghurt* handelt. In einer Marketingsprache, die auch die für Suchmaschinen optimierten Schreibweise *Herren Hosen, Damen Schuhe* bevorzugt, ist nichts unmöglich. Für die Adjektive auf -o sind also keine Deklinationsendungen vorhanden, und sie sind auch schwer vorstellbar: **ein großer, bioer Joghurt*.

2.5 Semantik

Nach der üblichen Definition sind Kurzwörter, wenn sie entstehen, bedeutungsgleich mit ihrer Langform (sofern überhaupt vorhanden). Kurzform und Langform können gegeneinander ausgetauscht werden. Wie ich jedoch bereits geschrieben habe, besteht zwischen vielen Kurzwörtern und ihren Langformen ein konnotativer Unterschied. Das Kurzwort ist häufig weniger

¹ Auch Kurzwörter wie *Lkw* und *Pkw* enden, ungeachtet ihrer Schreibweise, in der Aussprache auf einem Vokal. Deswegen setzen sich auch hier immer mehr Genitiv und Plural auf- s durch: *des Pkws, die Lkws*.

förmlich, lockerer, beinahe flapsig, es weist auf vertraute Umgangsformen (zum Beispiel innerhalb einer Sprechergruppe) oder Umgangssprache hin. Aus diesem Grund kann es die Langform in vielen Kontexten (zum Beispiel einer feierlichen Rede) eben nicht problemlos ersetzen. Ob man unter diesen Umständen von Bedeutungsgleichheit sprechen kann, möchte ich anzweifeln. Der konnotative Unterschied zwischen Kurzwort und Langform schwindet, je gebräuchlicher das Kurzwort wird (*Deo* – *Deodorant*). In einigen Fällen ist das Kurzwort inzwischen an die Stelle der Langform getreten (*Auto* – *Automobil*). Der konnotative Unterschied hat sich zur anderen Seite verschoben: Das Kurzwort ist Standardsprache, die Langform wird als altmodisch angesehen.

Es gibt einen weiteren Punkt, weshalb das Kriterium der Austauschbarkeit bei der Definition von Kurzwörtern Schwierigkeiten bereitet: Kurzformen können ihre Bedeutung unabhängig von der Langform verändern. In diesem Punkt verhalten sie sich nicht anders wie andere Wörter auch. Das *Kino* ist eindeutig eine Kurzform des *Kinematographen*, doch es ist unmöglich, das eine Wort durch das andere zu ersetzen. *Kino* deshalb nicht mehr als Kurzwort zu betrachten, hieße, das Forschungsgebiet gerade um die interessantesten Beispiele zu beschneiden.

2.6 Schreibung

Welchen Regeln folgen die Kurzwörter in ihrer Schreibung? Meistens den allgemeinen Regeln der Rechtschreibung: Adjektive werden am Wortanfang kleingeschrieben, Substantive groß, Kompositionen durch Bindestrich oder Zusammenschreibung kenntlich gemacht. Über viele Wörter lässt sich allerdings nichts sagen, weil sie nur als Hörbelege vorliegen. Die Besonderheiten, die ich im Internet gefunden habe, habe ich bereits am Beispiel von *Sadomaso* beschrieben. Als weitere Besonderheit werden einige der Kurzwörter ganz oder teilweise in Großbuchstaben geschrieben: *UNO*, *UNESCO*, *HNO*, *JuSo*. Ich vermute, dass in diesen Fällen die Herkunft der Kurzform von der Abkürzung durch die Schreiber immer noch stark wahrgenommen wird.

3 Bildungsweisen der o-Kurzwörter

3.1 Einfache Kürzung

Die einfachste Form des Kurzwortes: Von einem vielsilbigen Wort werden die hinteren Silben gekürzt (*das Automobil* – *das Auto*). Besonders einfach geht das bei Fremdwörtern, in denen ein -o- enthalten ist, entweder, weil sie aus zwei Konfixen mit Fugenelement -o- gebildet sind

(*Psych-o-loge*, *Typ-o-meter*), oder weil das Konfix bereits selbst ein -o- enthält: *bio*-logisch. Einfache Kürzungen mit einer rein deutschen Basis sind kaum zu finden. Vermutlich ist die einfache Kürzung eine der ursprünglichsten Arten, um Kurzwörter zu bilden.

3.2 Multisegmentale Kürzung

Aus einem zusammengesetzten Wort (oder einer Phrase) werden Silbenbestandteile herausgeschnitten und die Reste neu zusammengefügt. In der Regel besteht das Kurzwort aus dem Anfang der ersten Silbe des ersten Wortes und dem Anfang der ersten des zweiten Wortes: *Kri(minal)po(lizei)* wird zu *Kripo* verkürzt, das *Schmu(ck)fo(to)* in der Zeitung wird in der Sprache der Redakteure zum *Schmufo*. (Auch das ist eines der Wörter, die nur von einem eng begrenzten Sprecherkreis verwendet werden, in diesem Fall meiner Meinung nach nur von den Mitarbeitern einer einzigen Redaktion.) Im *Schmufo* steckt die Assoziation mit dem *Schmu* (leichter Betrug), was dem Stellenwert des *Schmufos* im Journalismus entspricht: Ein *Schmufo* ist ein Bild, das man dann verwendet, wenn man unbedingt ein Bild braucht (für die Seitengestaltung), aber kein interessantes hat. *Schmufos* sind die Krokusse im Frühling, die Kerzen im Advent und der Schnee im Dezember. Ich bin mir sicher, dass keinem der Sprecher, die dieses Wort entwickelt haben und weiterverwenden, diese Assoziation bewusst ist; sie mag aber der Grund dafür sein, warum das Wort in dieser Gruppe so populär wurde.

Nur ausnahmsweise bleibt bei der multisegmentalen Kürzung ein Konsonant des rechten Silbenrandes stehen: *Interpol* statt **Interpo*. Der Grund liegt in diesem Fall auf der Hand: Mit *Interpo* hätte man keinen Staat machen können – dafür stecken zu viele Assoziationen mit *Po* in diesem Wort. Die *Kripo*, die *Vopo* und die *Gestapo* sind dieser Gefahr vermutlich deshalb nicht ausgesetzt, weil ihre erste Silbe kein sinnvolles Wort bildet: ein **Kri-Po* ist nicht denkbar, ein *Inter-Po* schon, was auch immer es heißen mag. (Ein *internationaler Po*? Ein *Po*, der irgendwo dazwischen ist, vergleichbar dem *Internet*?) Seltener sind mutisegmentale Wörter, deren Basis eine Phrase ist: der *Schlado* ist bei den Mitarbeitern einer Bank der *sch(eiß)la(nge) Do(nnerstag)*, an dem bis 18 Uhr geöffnet ist.

3.3 Diskontinuierliche Kürzung

Aus einem Wort wird ein Teil der ersten Silbe mit einem oder mehreren Buchstaben aus einer hinteren Silbe verbunden: *Kin(emat)o(graph)* – *Kino*. Diskontinuierliche Kürzungen sind relativ selten, ich habe für meinem Korpus nur zwei gefunden: *das Kino* und *die Mi(lli)o(n) – die Mio*. Möglicherweise ist diese Art, ein Kurzwort zu bilden, für Sprecher nicht so spontan anwendbar wie die einfache oder die multisegmentale Kürzung; möglicherweise gibt es aber auch nicht so viele Basiswörter, die für eine diskontinuierliche Kürzung geeignet sind. Ver-

mutlich gilt die Regel, dass nur Wörter, die sich weder einfach noch multisegmental kürzen lassen, diskontinuierlich gekürzt werden.

Mio befindet sich gerade im Übergang von der Abkürzung zum Kurzwort. Vor allem in der Buchhalter und Bankersprache wird es als Kurzwort gesprochen: *Ich muss drei Mios umbuchen*. Die Schreibweise schwankt zwischen *Mio.* (mit Abkürzungspunkt) und *Mio* (ohne Abkürzungspunkt); ob ein Zusammenhang besteht zwischen Schreibweise und Aussprache, lässt sich nicht feststellen, das heißt, es ist nicht klar, ob derjenige, der *Mio.* schreibt, *Mio* oder *Million* spricht. Interessant ist in diesem Zusammenhang, was eine Mitarbeiterin der Sparda-Bank in München mir dazu sagte:

Bei *Mio* bin ich mir nie sicher, ob da ein Punkt hingehört oder nicht. Meistens vergesse ich ihn beim schnellen Schreiben und mache ihn dann nachträglich hin, weil ich mir denke: Das ist doch eine Abkürzung, da muss ein Punkt hin. Aber bei *Mrd.*, da bin ich mir immer ganz sicher, da vergesse ich den Punkt nie.

– was wahrscheinlich daran liegt, weil die Abkürzung *Mrd.* von ihr und anderen niemals als Wort gesprochen wird. Interessant ist in diesem Zitat vor allem die Differenzierung zwischen dem spontanen und dem überlegten Schreiben. Man muss davon ausgehen, dass es anderen Schreibern genauso geht, der Punkt also häufig gesetzt wird, obwohl der Schreiber das Wort schon längst als Kurzwort verwendet.

3.4 Initialwörter (Akronyme)

Als Initialwörter bezeichnet man Formen, die gebildet sind aus den Anfangsbuchstaben der einzelnen Bestandteile einer längeren Phrase und / oder eines Kompositums: *HNO* – *H(als)*, *N(asen)*, *O(hren)*; *JPEG/Jpeg* – *J(oint) P(icture) E(xpert) G(group)*, *Ufo* – *U(nbekanntes) F(lug)o(bjekt)*. Unter den Kurzwörtern sind sie diejenigen, die den echten Abkürzungen in ihrer Form wahrscheinlich am ähnlichsten sind. Wie die Beispiele bereits zeigen, lassen sich je nach Aussprache drei verschiedene Formen von Initialwörtern unterscheiden: Initialwörter, die alphabetisch gesprochen werden (*HNO*), Initialwörter, die wie ein Wort gelesen werden (*Ufo*) und Initialwörter mit einer kombinierten Aussprache (*JPEG/Jpeg*). In meinem Korpus finden sich Initialwörter der ersten beiden Kategorien; dass es auch o-Initialwörter der dritten Kategorie gibt oder noch geben wird, ist allerdings nicht ausgeschlossen. Insgesamt muss man sagen, dass die Initialwörter unter den o-Kurzwörtern bei weitem nicht so häufig sind wie die einfachen oder multisegmentalen Kürzungen. *HNO* wird hauptsächlich in Verbindungen verwendet (*HNO-Klinik*, *HNO-Arzt*), taucht aber auch als Einzelwort auf: *Fachklinik für HNO in Gießen* ...

3.5 Konversion

Bei der Konversion handelt es sich genau genommen um keine eigene Kurzwortbildung, sondern um die Übertragung eines Kurzwortes von einer Wortart in die andere. Es gibt zum Beispiel das Adjektiv *öko* als Kurzform von *ökologisch*, aber kein Substantiv *Öko* als Kurzform von *Ökologie*. Wir haben allerdings den *Öko* als Bezeichnung für einen ökologisch denkenden Menschen – hierzu wiederum gibt es keine entsprechende Langform. Der *Öko* könnte sich also durch Konversion aus dem bereits vorher entstandenen *öko* gebildet hat. Denkbar wäre allerdings auch eine Kürzung einer Zusammensetzung des Adjektives *öko* mit einer Personenbezeichnung wie *Mensch*, *Freak*, *Fuzzi* – aus dem *Öko-Fuzzi* wird der *Öko*. Möglicherweise haben die Sprecher sich aber auch an keines dieser Konstrukte gehalten, sondern den *Öko* direkt aus dem *ökologisch denkenden Menschen* und ähnlichen Phrasen gekürzt.

3.6 Import

Hier sind alle Kurzwörter gemeint, die bereits als Kurzwort ins Deutsche importiert wurden, also beispielsweise *k.o.* oder *Techno* (als Bezeichnung für einen Musikstil). Weil sie in ihrer Herkunftssprache nach ähnlichen Mustern gebildet wurden wie die Kurzwörter im Deutschen, macht es Sinn, sie gemeinsam zu behandeln. Zu den Importen gehören auch die Namen der überstaatlichen Organisationen, wie beispielsweise *UNO*, *UNESCO*, *NATO*. Möglicherweise handelt es sich dabei aber auch um Parallelbildungen: Nach der Gründung der Nato¹ wurde vermutlich in vielen Mitgliedstaaten gleichzeitig die Abkürzung schnell zum neuen Kurzwort, ohne dass eine Sprache eine Vorreiterrolle gespielt hat.

3.7 Suffigierung

Es gibt eine Reihe von o-Kurzwörtern, bei denen das o kein originärer Bestandteil der Langform ist, sondern der Kurzform erst nachträglich als Suffix hinzugefügt wird. Um diese Gruppe geht es an dieser Stelle. Es lassen sich zwei Varianten unterscheiden. Bei der einen Variante handelt es sich um Suffigierung an einem Morphem der Langform. Aus *logisch* wird *logo*, aus dem *Proleten* der *Prolo*: An beide Wörter musste das -o erst angefügt werden. Wie kommt es dazu, dass ein o-Suffix entsteht? Vermutlich hatten die Sprecher unbewusst die Absicht, Wörter entstehen zu lassen, die den klassischen o-Kurzwörtern in ihrer Form stark ähneln. Die an-

¹ Die Schreibweise *Nato* ist neben *NATO* inzwischen in den Sprachgebrauch und den Duden eingegangen – ein weiteres gutes Beispiel für den kontinuierlichen Wandel eines Akronyms zum selbständigen Wort. In einigen Ländern, wie zum Beispiel Spanien, Italien und Frankreich, wurde der Name erst in die Landessprache übersetzt und dann verkürzt; man spricht dort von *OTAN*.

dere Variante ist für den Linguisten ungleich interessanter, denn sie überschreitet jede Grenze der klassischen Definitionen für Kurzwörter. Für den *Brutalo* gibt es keine Langform mehr, allenfalls eine umschreibende Form: *brutal denkender Mensch*. Der *Brutalo* ist entstanden aus dem Adjektiv *brutal* in Verbindung mit dem bereits beschriebenen o-Suffix – keine Kurzform, aber die kürzestmögliche Ausdrucksweise für einen brutal denkenden oder handelnden Menschen. Vielleicht ist auch das einer Gründe, warum wir Wörter wie *Realo*, *Brutalo* und *Normalo* beinahe selbstverständlich zu den Kurzwörtern zählen. Aus der Kombination „Adjektiv + Suffix -o“ entsteht immer eine Personenbezeichnung; nicht jedes Adjektiv ist jedoch für die Suffigierung geeignet. Ein Wort wie **Intelligento* oder **Hübscho* mutet uns doch sehr eigenartig an. Der *Genialo*, *Fatalo*, *Schmalo* und *Zivilo* sind ebenso frei erfunden wie der *Intelligento* – trotzdem scheinen sie nicht ganz so eigenartig zu sein. Daraus kann man meiner Meinung nach ableiten: Das o-Suffix lässt sich am besten mit (zweisilbigen) Adjektiven verbinden, die auf -al oder -l enden. Warum das so ist, dafür habe ich keine Erklärung. Als produktives Wortbildungssuffix kann man -o noch nicht ansehen, dafür ist die Verwendung noch zu eingeschränkt. Spontane Bildungen sind kaum möglich.

4 Theorien und Erklärungsversuche

Je länger man sich mit den Kurzwörtern auf -o beschäftigt, um so verwirrender wird das Ganze. Auch wenn die o-Kurzwörter nach außen den Eindruck einer relativ homogenen Klasse machen, haben wir gesehen, dass es eine ganze Reihe von unterschiedlichen Bildungsvarianten mit zahlreichen Ausnahmen und Besonderheiten gibt. Fast möchte man für jedes Wort eine eigene, individuelle Entstehungsgeschichte schreiben und jede Einteilung in Klassen fallen lassen. Wohin soll man beispielsweise den Namen *Webasto* einordnen? Auf den ersten Blick eine mutisegmentale Kürzung, stolpert man schnell über das -e- an zweiter Stelle: Müsste es nicht *Wibasto* heißen, von *Wi(lhelm) Ba(ier)*, *Sto(ckdorf)*? Oder ist es eine Art von diskontinuierlicher Kürzung: *W(ilh)e(lm) Ba(ier)*, *Sto(ckdorf)*? Es lässt sich aber auch eine Verwandtschaft zu den Initialkurzwörtern herstellen: *W. Ba(ier)*, *Stockdorf*, gesprochen *Webasto*.

Wie lässt sich erklären, warum diese vielfältige Gruppe entstanden ist? Ein großer Teil sind Kürzungen von ursprünglich griechischen Fremdwörtern. Sie bieten sich an, weil sie in vielen Fällen ohnehin ein -o- in sich tragen: *Fotografie*, *Diskotheke*, *Typographie*, *Lithographie*. Es wäre denkbar, dass in diesen Wörtern die Keimzelle der o-Kurzwörter steckt: Bei der einfachen Kürzung rückte das -o- an das Wortende, alle übrigen Formen entstanden analog dazu, bis hin zur Suffigierung, bei der das -o bewusst ergänzt wird. Diese Theorie erklärt aber nicht, warum es so verlockend sein soll, Analogiebildungen mit -o zu schaffen. Es bleibt die Frage, warum ausgerechnet die o-Kurzwörter als Vorbild für das o-Suffix gedient haben sollen – und

nicht die zahlreichen anderen Wörter auf -o, die es im Deutschen gibt, wie beispielsweise *Büro*, *Kommando*, *Konto*, *Saldo*, *Libido*, *Echo*, *Trio*, *Duo* und andere mehr, die allesamt keine Kurzwörter sind. (Interessanterweise sind auch die ungekürzten o-Wörter nahezu ausschließlich fremdsprachigen Ursprungs. Man darf vermuten, dass der Endvokal -o erst durch Fremdwörter – vor allem aus den romanischen Sprachen – im Deutschen populär geworden ist. Es gibt zwar Personennamen auf -o wie *Tassilo*, *Otto* oder *Udo*, die aus dem Altdeutschen stammen, ich habe aber bisher kein o-Substantiv mit originär altdeutschem Ursprung gefunden.) Bei den Initialkurzwörtern dürfte das -o häufig ohne besondere Absicht an das Ende des Wortes geraten sein. Wir haben zwar die *StPO* und die *StVO*, kennen genauso gut aber auch *BGB*, *StGB*, *BGH*, *VGH*, *OVG*. Wäre die *Strafprozessordnung* ein *Strafprozessgesetz*, hätten wir das *StPG* statt der *StPO*. Ob o oder nicht o, spielt keine Rolle bei der Frage, ob ein Kurzwort gebildet wird oder nicht.

Personenbezeichnungen auf -o, wie wir sie mit dem Suffix bilden können (*Brutalo*, *Normalo*), sind uns auch aus einigen romanischen Sprachen geläufig: *Macho*, *Amigo*, *Gaucha*, *Gringo*. Das -o ist in den romanischen Sprachen den Männern vorbehalten – ähnlich lässt sich bei den o-Kurzwörtern beobachten, wie ich im Abschnitt „Genus und Sexus“ beschrieben habe. dass die Assoziation mit den romanischen Personenbezeichnungen bei den Sprechern durchaus vorhanden ist, beweisen Nebenformen wie *Hetera* und *Jusa*, die dem romanischen Muster folgen: *Juso* – *Jusa*, analog zu *Amigo* – *Amiga*.

Worin aber besteht der Reiz, ausgerechnet Kurzwörter zu bilden, die auf einem Vokal – in diesem Fall o – enden? Wir könnten genauso gut auch **Transfor* oder **Provok* sagen, wenn wir *Trafo* und *Provo* meinen. Und warum heißt es *Deo* und nicht **Deodo*, wenn schon ein Vokal am Wortende sein muss? Nach der Korrespondenztheorie von McCarthy und Prince werden Bildungsformen (wie zum Beispiel die o-Bildung) durch sogenannte Beschränkungen charakterisiert, gegen die die Produkte möglichst nicht verstoßen sollten (siehe dazu Féry, 1998). Unter allen möglichen Produkten setzt sich das durch, das dieses Ideal am ehesten erfüllt. Die Beschränkungen sind hierarchisch geordnet, die beste Form verletzt nur niedrige Beschränkungen. Caroline Féry führt in ihrem Aufsatz über die i-Kurzwörter die Korrespondenztheorie mit der Optimalitätstheorie von Prince und Smolensky zusammen. Nach der Optimalitätstheorie ähnelt das Kurzwort der Vollform so weit, wie es einem zweisilbigen Trochäus mit finalem Vokal möglich ist. Die Optimalitätstheorie sieht im zweisilbigen Trochäus einen Idealtypus für deutsche Wörter, der unter anderem auch bei vielen Infinitivbildungen (*segeln*, *bauen*), bei der Suffigierung mit -ig (*artig*, *säumig*) sowie bei der Schwa-Tilgung in Suffigierungen (*Münchner*, *zuckrig*) entsteht. Auch bei Binominalen wird der Trochäus bevorzugt (*fix und fertig*, **fertig und fix*). Féry stellt für die i-Kurzwörter folgende Tabelle von Beschränkungen auf, die ich auch für die o-Wörter gelten lassen möchte. Die Beschränkungen stehen in der absteigenden Reihenfolge ihrer Hierarchie. Gleichrangige Beschränkungen sind in Gruppen zusammengefasst (vgl. Féry, 1998: 474–480).

- Das Kurzwort besteht aus dem Wortanfang.
- Die Betonung entspricht dem Trochäus.

- Die Silben haben bevorzugt einen Ansatz.
- Der Ansatz der Silben ist bevorzugt nicht komplex.

- Die Silben haben bevorzugt keine Koda.
- Das Teilstück der Vollform, das vom Kurzwort übernommen wird, bildet eine kontinuierliche Kette.

Einige Beobachtungen lassen sich mit Férys Theorie allerdings nicht erklären. Warum sagen wir *Kino* und nicht **Kine*, wenn doch *Kine* die Beschränkungen viel besser erfüllt als *Kino*? Warum sagen wir *Lok* und nicht *Loko* (wie im englischen: *loco*)? Warum heißt es *Mio* und nicht *Milli*? Vermutlich wegen der Lautähnlichkeit zu *Mille*, dem umgangssprachlichen Wort für *Tausend*, möglicherweise auch wegen des Gleichklanges mit *Milli*, dem bairischen Wort für *Milch*. Solche Aspekte klammert Férys Theorie aus. *Interpo* ist das bessere Wort, warum sich *Interpol* durchgesetzt hat, versteht man nur, wenn man über die Morphologie hinausblickt.

Warum bilden wir überhaupt Kurzwörter? Hier spielen Sprachökonomie und Verständlichkeit eine Rolle. „Da würde ich mir ja die Zunge abbrechen, wenn ich das jedesmal aussprechen müsste“, meinte eine Juristin, auf die *Brago* (*Bundesrechtsanwaltsgebührenordnung*)¹ angesprochen. In der Verständlichkeitsforschung gilt die Faustregel: Je kürzer ein Wort ist, um so leichter und schneller wird es vom Gehirn aufgenommen (vgl. Schneider, 2000: 76–96). Das gilt unabhängig davon, ob die Bedeutung des Wortes bekannt ist oder nicht. Der Unsinnssatz *Der Huto hat einen Pelo in seinem Pumm* wird schneller verarbeitet als die ebenso unsinnige Entsprechung *Der Hutopharopenzometer hat einen Pelopazographen in seinem Pummomobil*. Das hat weniger mit der Länge des Satzes als mit der Länge der Wörter zu tun: Ein Satz mit vierzehn Silben, auf sieben Wörter verteilt, wird leichter aufgenommen als ein Satz, bei dem vierzehn Silben auf drei Wörter verteilt sind.

Bei einem Kurzwort wie *Sofi* (*Sonnenfinsternis*), das dem Journalismus entsprungen ist, haben vermutlich auch gestalterische Gründe eine Rolle gespielt – für eine *Sonnenfinsternis* ist im Titel eines Einspalters kein Platz. Das ist auch der Grund, warum im Journalismus das schon längst verstorbene *Krad* für *Kraftfahrrad* noch überlebt hat.

Probleme gibt es nur dann, wenn die Bedeutung des Kurzwortes im Gegensatz zur Langform unbekannt ist. Was sich hinter dem *Bukasch* verbirgt, muss der Sprecher erst lernen; der Bundeskanzler Schröder erklärt sich dagegen von selbst. Hat ein Sprecher aber erst einmal das Wort gelernt – und kann er sich darauf verlassen, dass es seine Zuhörer auch getan haben –,

¹ Inzwischen wurde die *Brago* allerdings durch das ebenso zungenbrecherische *Rechtsanwaltsvergütungsgesetz* mit der Kurzform *RVG* ersetzt.

dann stellen die Kurzwörter einen Vorteil dar, wenn es darum geht, einen Text knapp und verständlich zu formulieren.

5 Fazit

Reicht denn eine einzige Theorie überhaupt aus, um die Kurzwörter in ihrer Vielfalt zu erklären? Wie ich bereits geschrieben habe, stellen sich einige Kurzwörter bei näherer Betrachtung als sehr eigenwillige Persönlichkeiten heraus. Sie lassen sich nur schwer über einen Kamm scheren – weder bei der Art, wie sie entstanden sind, noch bei der Erklärung, warum. Welche Vorteile bieten sie den Sprechern? Es sind eine ganze Reihe, die mal mehr, mal weniger ausschlaggebend gewesen sein dürften. „Es war eine Kombination aus allem dreien“, sagt Humphrey Bogart in „Casablanca“, als er gefragt wird, warum er nach Nordafrika gekommen ist (Missler-Morell, 1992: 20). Für Kurzwörter mag das gleiche gelten.

Literatur

- Datenschlag: Der Papiertiger. Eine Enzyklopädie des Sadomasochismus. Anhang 1: Namenskonventionen und Begriffsdefinitionen. Ohne Ort, 26.02.2003.
http://www.datenschlag.org/papiertiger/lexikon/anhang_1.html (abgerufen: 10. August 2011).
- Der große Duden: Rechtschreibung. 16., erweiterte Auflage. Mannheim: Dudenverlag (1967).
- Duden: Das Fremdwörterbuch. 6., auf der Grundlage der amtlichen Neuregelung der deutschen Rechtschreibung überarbeitete und erweiterte Auflage. Mannheim: Dudenverlag (1997).
- Duden: Die Grammatik. 6., neu bearbeitete Auflage. Mannheim: Dudenverlag (1998).
- Duden: Die deutsche Rechtschreibung. 21., völlig neu bearbeitete Auflage. Mannheim: Dudenverlag (1996).
- Eisenberg, P.: Grundriß der deutschen Grammatik. Bd. 1 Das Wort. Stuttgart, Weimar: Metzler (1999).
- Féry, C.: Unis und Studis: die besten Wörter des Deutschen. Linguistische Berichte 172, 461–489 (1998).
- Frauensprache in der Praxis. Regeln. Ohne Ort, ohne Datum. <http://frauensprache.com/regeln.html> (abgerufen: 10. August 2011).
- Muthmann, G.: Rückläufiges Wörterbuch des Deutschen. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Tübingen, Niemeyer (2001).
- Schneider, W.: Deutsch für Kenner. 5. Auflage. Ungekürzte Taschenbuchausgabe. München: Piper (2000).
- Missler-Morell, A.: Ich seh' dir in die Augen, Kleines. Casablanca – der Kultfilm. München: Heyne (1992).

Korpus

<i>Nr.</i>	<i>Kurzwort</i>	<i>Wortart</i>	<i>Ursprung/Langform</i>	<i>Wortart</i>
1	Abo	Subst., n	Abonnement	Subst., n
2	Apo / APO	Subst., f	Außerparlamentarische Opposition	Subst., f

3	Auto	Subst., n	Automobil	Subst., n
4	Bepo	Subst., f	Bereitschaftspolizei	Subst., f
5	Bio	Subst., ?	Biologie	Subst., f
6	bio	Adj.	Biologisch	Adj.
7	Brago	Subst., f	Bundesrechtsanwaltsgebührenordnung	Subst., f
8	Brutalo	Subst., m	brutal (brutaler Mensch)	Adj.
9	Deo	Subst., n	Deodorant	Subst., n
10	Dino	Subst., m	Dinosaurier	Subst., m
11	Disko	Subst., f	Diskothek	Subst., f
12	Euro	Subst., m	(Europa-Währung)	(Subst., f)
13	Euro-	Präfixoid	Europa	Subst., n
14	Fibo-	Präfixoid	Fibonacci	Eigenname
15	Foto / Photo	Subst., n	Fotografie / Photographie	Subst., f
16	Geo ¹	Subst., ?	Geometrie	Subst., f
17	Geo ²	Subst., ?	Geographie	Subst., f
18	Gestapo	Subst., f	Geheime Staatspolizei	Phrase
19	Golfpro	Subst., m / f	Golfprofessioneller / Golfprofessionelle	Subst., m / f
20	Graupo	Subst., n	Graupositiv (Druckersprache)	Subst., n
21	HNO	Subst., ?	Hals, Nasen, Ohren	Phrase
22	Hippo	Subst., n	Hippopotamus	Subst., n
23	Homo	Subst., m	Homosexueller	Subst., m
24	homo	Adj.	Homosexuell	Adj.
25	Hetero	Subst., m / f	Heterosexueller / Heterosexuelle	Subst., m / f
–	(Hete)	(Subst., f)	(Heterosexueller / Heterosexuelle)	Subst., m / f
–	(Hetera)	(Subst., f)	(Heterosexuelle)	(Subst., f)
26	hetero	Adj.	Heterosexuell	Adj.
27	Immo-	Präfixoid	Immobilie	Subst., f
28	Impro	Subst., f (n)	Improvisation	Subst., f
29	Info	Subst., f	Information	Subst., f
30	Intro	Subst., f / n	Introduktion	Subst., f
31	InSO	Subst., f	Insolvenzordnung	Subst., f
32	Juso- / JuSo-	Präfixoid	Jungsozialisten (Mehrzahl)	Subst., m
33	Juso / JuSo	Subst., m (f)	Jungsozialist (Jungsozialistin)	Subst., m (f)
–	(Jusa)	(Subst., f)	(Jungsozialistin)	(Subst., f)
34	Kilo	Subst., n	Kilogramm	Subst., n

35	Kino	Subst., n	Kinematograph	Subst., m
36	Klo	Subst., n	Klosett	Subst., n
37	k.o.	Adj.	knock out (englisch)	Phrase
38	Kripo	Subst., f	Kriminalpolizei	Subst., f
39	Kroko ¹	Subst., n	Krokodil	Subst., n
40	Kroko ²	Subst., n	Krokodilleder	Subst., n
41	Leo	Subst., m	Leopard-Panzer	Subst., m
42	Limo	Subst., f	Limonade	Subst., f
43	Limo	Subst., f	Limousine	Subst., f
44	Litho ¹	Subst., f	Lithographie ¹ : Gegenstand	Subst., f
45	Litho ²	Subst., f	Lithographie ² : Vorgang / Verfahren	Subst., f
46	Litho ³	Subst., f	Lithographie ³ : Abteilung / Werkstatt	Subst., f
47	Logo	Subst., n	Logogramm	Subst., n
48	logo	Adj.	Logisch	Adj.
49	Memo	Subst., n (f)	Memorandum	Subst., n
50	Mikro	Subst., n	Mikrofon	Subst., n
51	Mio / Mio.	Subst., f	Million	Subst., f
52	Mono	Subst., n	Monophonie	Subst., f
53	mono	Adj.	Monophon	Adj.
54	Neo	Subst., m	Neoprenanzug	Subst., m
55	Normalo	Subst., m	normal (normaler Mensch)	Adj.
56	Öko	Subst., m	öko (ökologisch denkender Mensch)	Kurzwort-Adj. (Phrase)
57	öko	Adj.	Ökologisch	Adj.
58	Po	Subst., m	Popo, Podex	Subst., M
59	Polio	Subst., f	Poliomyelitis	Subst., f
60	Porno	Subst., m	Pornographie	Subst., f
61	Prolo	Subst., m	Prolet	Subst., m
62	Promo	Subst., f	Promotion (engl., Marketingsprache)	Subst., f
63	Provo	Subst., m (f)	Provokateur (Provokateurin)	Subst., m (f)
64	Pseudo	Subst., m (f)	Pseudo- (Möchtegern, unechter Typ)	Konfix
65	Psycho	Subst., f	Psychologie	Subst., f
66	psycho	Adj.	psychologisch / psychopathisch	Adj.
67	Psycho ¹	Subst., m	Psychologe	Subst., m
68	Psycho ²	Subst., m	Psychopath	Subst., m
69	Realo	Subst., m	real (realistisch denkender Mensch)	Adj.

70	Reko	Subst., f	Rekonstruktion (Eisenbahnersprache)	Subst., f
71	Repro	Subst., f	Reproduktion ¹ : Gegenstand	Subst., f
72	Repro ²	Subst., f	Reproduktion ² : Vorgang / Verfahren	Subst., f
73	Repro ³	Subst., f	Reproduktion ³ : Abteilung / Werkstatt	Subst., f
74	Retro ¹	Subst., f	Retrospektive	Subst., f
75	Retro ²	Subst., n / m / f	(Objekt einer Retro-Bewegung)	–
76	Rialo	Subst., n	Riesenarschloch	Subst., n
77	Rollo	Subst., n	Rollladen (eigentlich Rouleau)	Subst., m (n)
78	Sadomaso	Subst., m	Sadomasochismus	Subst., m
79	sadomaso	Adj.	Sadomasochistisch	Adj.
80	Sado	Subst., m / f	(Sadist / Sadistin)	(Subst., m / f)
81	Maso	Subst., m / f	(Masochist / Masochistin)	(Subst., m / f)
82	sado	Adj.	(sadistisch)	(Adj.)
83	maso	Adj.	(masochistisch)	(Adj.)
84	Schlado	Subst., m	scheiß langer Donnerstag	Phrase
85	Schmufo	Subst., n	Schmuckfoto	Subst., n
86	Schwuso-	Präfixoid	Schwule Sozialdemokraten (eigentlich: Bundesarbeitskreis lesbischer Sozialdemokratinnen und schwuler Sozialdemokraten)	Phrase
87	Schwuso	Subst., m (f)	Schwule(r) Sozialdemokrat(in)	Phrase
–	(Schoki)	(Subst., f)	Schokolade	Subst., f
88	Schoko-	Präfixoid	Schokolade	Subst., f
89	Schoko ¹	Subst., f	(heiße) Schokolade	Subst., f
90	Schoko ²	Subst., ?	Schokoladengeschmack	Subst., (m)
91	Schuko-	Präfixoid	Schutzkontakt	Subst., m
92	Soko	Subst., f	Sonderkommission	Subst., f
93	Steno ¹	Subst., f	Stenographie	Subst., f
94	Steno ²	Subst., n	Stenogramm	Subst., n
95	Stereo	Subst., n	Stereophonie	Subst., f
96	stereo	Adj.	Stereophon	Adj.
97	Stino	Subst., m / f	Stinknormaler / Stinknormale	Subst., m / f
98	stino	Adj.	Stinknormal	Adj.
99	StPO	Subst., f	Strafprozessordnung	Subst., f
100	StVO	Subst., f	Straßenverkehrsordnung	Subst., f
101	StVZO	Subst., f	Straßenverkehrszulassungsordnung	Subst., f
102	Tacho	Subst., m	Tachometer	Subst., m

103	Techno	Subst., f / n	Techno- (technische Musik)	Konfix (Phrase)
104	turbo	Adj.	Turbo-	Konfix
105	Typo ¹	Subst., f	Typographie	Subst., f
106	Typo ²	Subst., n	Typometer	Subst., n
107	Ufo	Subst., n	Unbekanntes Flugobjekt	Subst., n
108	Vario	Subst. n	Variometer	Subst. n
109	Vario-	Präfixoid	Variabel	Adj.
110	Velo	Subst., n	Veloziped (schweiz.)	Subst., n
111	Volo	Subst., m / f	Volontär / Volontärin	Subst., m / f
112	Vopo ¹	Subst., f	Volkspolizei	Subst., f
113	Vopo ²	Subst., m	Volkspolizist	Subst., m
114	VwGO	Subst., f	Verwaltungsgerichtsordnung	Subst., f
115	Wei(ß)po	Subst., n	Weißpositiv	Subst., n
116	Zoo	Subst., m	Zoologischer Garten	Phrase
117	ZPO	Subst., f	Zivilprozessordnung	Subst., f

Eigennamen

1	Webasto	Wilhelm Baier, Stockdorf
2	Eduscho	Eduard Schopf
3	Tchibo	(Carl) Tchilling + Bohnen
4	Oro	Obstverwertung Rohrdorf
5	Haribo	Hans Riegel, Bonn
6	Uno / UNO	United Nations Organization
7	Unesco / UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
8	Goggo	Goggomobil
9	Gogo	Gogolin (Personennamen)
10	Mado	Mama Doreen
11	Nato / NATO	North Atlantic Treaty Organization
12	Nonischwisosö	Noch-Nicht-Schwiegersohn Sönke
13	PLO	Palestine Liberation Organization
14	RVO	Regionalverkehr Oberbayern
15	Roco	(Heinz) Rössler & Co.
16	Expo	Exposition

17	Karo / Caro	Karolina / Karoline / Carolina / Caroline (Vorname)
18	Cleo	Cleopatra
19	Leo ¹	Leopold
20	Leo ²	Leopoldine, Leonore
21	Lollo	(Gina) Lollobridgida

Über die Autorinnen und Autoren

Dr. Tanja Gabriele Baudson studierte Romanistik, Amerikanistik und Psychologie in Bonn, Paris und Gold Coast/Australien. Seit 2007 arbeitet sie am Lehrstuhl für Hochbegabtenforschung und -förderung der Universität Trier, wo sie zum Thema *The (Mis-)Measure of Children's Cognitive Abilities* bei Prof. Dr. Franzis Preckel promovierte. Sie forscht zu Intelligenz, Kreativität, psychologischer Diagnostik und diagnostischen Fähigkeiten von Lehrkräften. Für Mensa in Deutschland e.V. ist sie ehrenamtlich als Beisitzerin Hochbegabtenforschung tätig; gemeinsam mit Anna Seemüller ist sie Herausgeberin der jährlich erscheinenden MinD-Akademie-Tagungsbände.

Dr. med. Christine Bauer, geboren 1983, studierte von 2003–2009 Humanmedizin in Münster und promovierte von 2005–2010 an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie am Universitätsklinikum Münster über Mentale Rotation bei Mann-zu-Frau-Transsexuellen und Männern ohne Geschlechtsidentitätsstörung. Nachdem sie in der Neurochirurgischen Klinik des Ev. Krankenhauses Bielefeld von 2010–2011 tätig war, wechselte sie im April 2011 in die Neurochirurgische Klinik am Universitätsklinikum Heidelberg.

Dr. Henning Christ hat Physik in Marburg und Heidelberg studiert. Seine M.Sc. Arbeit fertigte er in Tucson, Arizona an. Im Rahmen seiner Promotion in theoretischer Physik an der TU München hat er sich mit Quantencomputern in Festkörpersystem beschäftigt. Momentan arbeitet er als Risikomanager in der Finanzbranche.

Michael Fackler, geboren 1967, hat in München und Pisa Mathematik studiert. Er ist freiberuflicher Aktuar (geprüfter Versicherungsmathematiker) mit langjähriger und internationaler Berufserfahrung insbesondere in der Rückversicherung. Für Mensa in Deutschland e. V. und das MinD-Hochschul-Netzwerk ist er vor allem aktiv als Referent und Organisator von Vorträgen sowie als Lektor der Tagungsbände der MinD-Akademien.

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Greveler, Jahrgang 1972, ist Professor für Informatik am Fachbereich Elektrotechnik und Informatik der Fachhochschule Münster und leitet dort das Labor für IT-Sicherheit. Er publiziert zu den Themen Informationssicherheit, technischer Datenschutz, Kryptographie und Durchsetzung digitaler Rechte. Nach dem Studium in Gießen und mehrjähriger Industrietätigkeit forschte und promovierte er an der Ruhr-Universität Bochum.

Prof. Dr. Claus Grupen studierte Mathematik und Physik an der Universität Kiel und promovierte dort 1970 in Physik mit einem Thema aus der kosmischen Strahlung. Nach einem Gastaufenthalt an der University of Durham, England, arbeitete er am Deutschen Elektronensynchrotron DESY in Hamburg, am Europäischen Kernforschungszentrum CERN in Genf und seit 1980 als Professor an der Universität Siegen. 1995 erhielt er als Mitglied der PLUTO-Kollaboration von der Europäischen Physikalischen Gesellschaft *den Special High Energy and Particle Physics Prize* für die Entdeckung des Gluons. Nach seiner Emeritierung im Jahre 2006 hat er angefangen, seine Lehr- und Fachbücher mit Cartoons zu illustrieren.

Erik Händeler, geboren 1969, ist als Buchautor und Zukunftsforscher vor allem Spezialist für die Kondratiefftheorie der langen Strukturzyklen. Nach einem Tageszeitungsvolontariat und Tätigkeit als Stadtreakteur in Ingolstadt studierte er in München Volkswirtschaft und Wirtschaftspolitik. Seit 1997 bringt er die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Konsequenzen eines neuen Strukturzyklus in die öffentliche Debatte. Veröffentlichungen u. a. *Die Geschichte der Zukunft*, 8. Auflage 2011.

Thomas Heichele, M.A., geboren 1982, ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Philosophie mit Schwerpunkt analytische Philosophie und Wissenschaftstheorie an der Universität Augsburg. Seit dem Abschluss des Philosophiestudiums 2008 arbeitet er an seiner Promotion mit einem Thema aus dem Spannungsfeld von Wissenschaftsgeschichte, Naturphilosophie und Technikphilosophie an der Universität Augsburg und der TU München. Nebenbei ist er in der Erwachsenenbildung tätig.

Univ.-Prof. Dr. med. Peter Horn, geboren 1972, studierte Medizin an der Ruhr-Universität Bochum, war Assistenzarzt an der Medizinischen Klinik der Universität Köln und für *Ärzte für die Dritte Welt* in Dhaka, Bangladesch. Anschließend forschte er am Fred Hutchinson Cancer Research Center in Seattle (USA) und arbeitete am Institut für Transplantationsdiagnostik und Zelltherapeutika der Universität Düsseldorf sowie als Oberarzt am Institut für Transfusionsmedizin der Medizinischen Hochschule Hannover. Zurzeit hat er den Lehrstuhl für Transfusionsmedizin an der Universität Duisburg-Essen inne.

Dipl.-Psych. Sara Köser studierte von 2003 bis 2009 Psychologie an der Universität Heidelberg. Seit 2010 arbeitet sie als Marie-Curie-Stipendiatin im europaweiten Netzwerk *Langui-*

age, Cognition, and Gender an der Universität Bern. Dort untersucht sie die Bewertung von geschlechtergerechter Sprache und entwickelt computergestützte Trainings für geschlechtergerechter Sprache. Außerdem ist sie Redakteurin und Autorin des MinD-Magazins.

Dipl.-Psych. Elisa Merkel studierte von 2003 bis 2009 Psychologie an der Universität Freiburg. Seit 2010 arbeitet sie als Marie-Curie-Stipendiatin im Rahmen des europaweiten Netzwerks *Language, Cognition, and Gender* an der Universität Padua in Italien. Dort befasst sie sich mit dem Einfluss geschlechtergerechter Sprache auf die Bildung von Stereotypen.

Dr. Christian Neuhäuser promovierte im Bereich der Wirtschaftsethik mit einer Arbeit zur Unternehmensethik. Zurzeit ist er akademischer Rat am Institut für Philosophie der Ruhr-Universität Bochum. Seine Arbeitsgebiete befinden sich im Bereich politische Philosophie und angewandte Ethik; sie umfassen Themen wie Menschenrechte und Menschenwürde, Wirtschaftsethik und globale Gerechtigkeit, Handlungstheorie und kollektive Verantwortung.

Dr. Anna Seemüller studierte Psychologie an der Philipps-Universität Marburg und promovierte dort in der Experimentellen und Biologischen Psychologie. Von 2008–2010 war sie Mitorganisatorin der MinD-Akademie und der documensa, Ausstellung für bildende Kunst. Gemeinsam mit Tanja Gabriele Baudson ist sie Herausgeberin der jährlich erscheinenden MinD-Akademie-Tagungsbände.

Prof. Dr. Holger Stein studierte Wirtschaftspädagogik an der Goethe-Universität in Frankfurt am Main mit Abschluss als Diplom-Handelslehrer und promovierte dort in Volkswirtschaftslehre über das Thema der Vermögensverteilung in Deutschland. Heute ist er Professor an der FOM Hochschule für Oekonomie & Management (FOM) für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Seit 1998 ist Holger Stein Mitglied von Mensa in Deutschland e.V. und war Mitorganisator der 4. und 5. MinD-Akademie.

Max Voigtmann, M. A., Jahrgang 1976, ist freiberuflicher Journalist und Grafik-Designer. Er ist gelernter Tageszeitungsredakteur und absolvierte seine Ausbildung zum Grafik-Designer bei dem Designer und Fachbuchautor Rudolf Paulus Gorbach. Daneben studierte er Germanistik, Literaturwissenschaft und Psychologie mit Abschluss Magister Artium. Er hatte mehrere Lesungen als Autor in München und ist unter anderem Mitglied in der Allianz Deutscher Designer (AGD), der Typographischen Gesellschaft München, dem Deutschen Journalistenverband und bei Mensa in Deutschland.

Prof. Dr. Stefan Wehner, geboren 1969, studierte Physik an der Universität Bayreuth und promovierte 1999 in der Oberflächenphysik über den Mechanismus der Reaktion von thermischen Wasserstoffatomen und Adsorbaten auf Oberflächen. Nach einem PostDoc-Aufenthalt in

den USA am Department of Chemistry der University of California Riverside habilitierte er 2006 in Experimentalphysik mit Arbeiten zu nicht-linearen Effekten bei Oberflächenreaktionen. Bis 2009 forschte und lehrte er als Privatdozent an der Universität Bayreuth. Seither ist er Abteilungsleiter Physik der Universität Koblenz-Landau am Institut für Integrierte Naturwissenschaften und seit Anfang 2010 ebenfalls dessen geschäftsführender Leiter.

Johanna Ziemes, geboren 1987, machte 2007 Abitur und studiert seit 2008 die Wissenschaft Psychologie und die Kunst der Philosophie an der Universität Trier.

