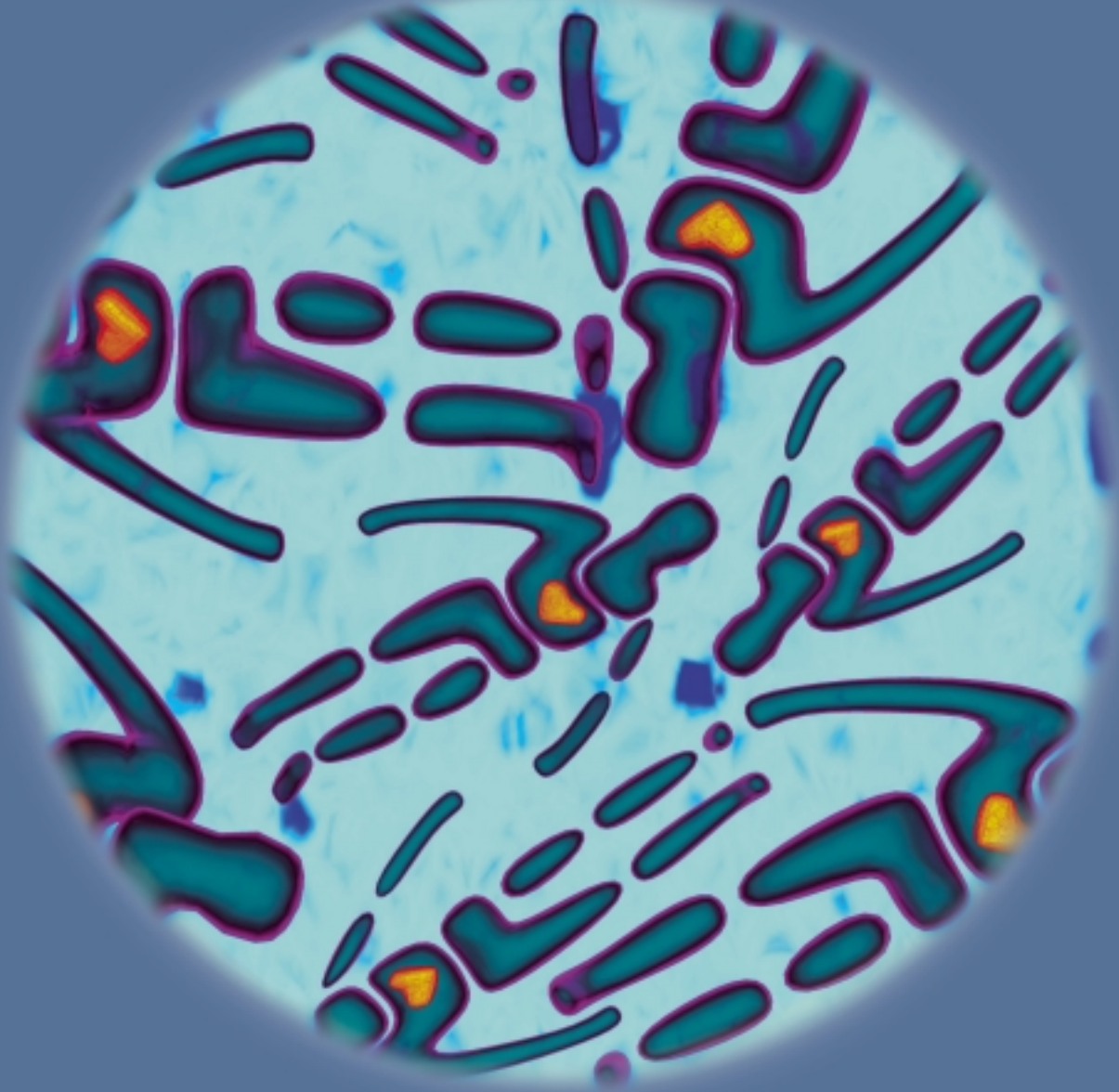


unimagazin

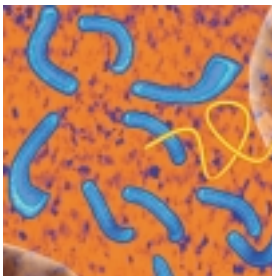


Das Genom.
Vom Labor ins Leben

Vom Menschen und seinen Genen

Alle Menschen sind verschieden, keiner gleicht dem anderen ganz. Anders im Wesen, im Aussehen, im Verhalten und in der gesundheitlichen Konstitution. Alle Menschen haben die gleichen Erbinformationen – bis auf winzige Abweichungen. Diese Unterschiede machen unsere «molekulare Individualität» aus. Die Gene sind die Moleküle dieser gestalthaften Einzigartigkeit, für deren Gesamtheit der Begriff Genom steht.

Wie man weiss, sind die Entdecker der Gene äusserst erfolgreich. So steht das menschliche Genom kurz vor der Aufklärung. Das ist zweifellos ein



Meilenstein, der Fragen aufwerfen lässt, nicht nur wissenschaftliche, auch soziale, ethische, politische und nicht zuletzt persönliche. Denn das genetische Wissen gibt uns die Möglichkeit, die menschliche Natur nicht nur zu erkennen, sondern auch zu verändern – sozusagen in den Bauplan des Lebens einzugreifen.

Zentral sind also Fragen zu den Möglichkeiten, Anwendungen und Auswirkungen dieses genetischen Wissens.

Bisher gibt es weit mehr Fragen als Antworten. Was weiss man, wenn man die menschlichen Gene kennt? Was bedeutet dieses Wissen für unser Leben? Wie geht man mit diesem Wissen um? Und: Wer entscheidet über dessen Verwendung und Verwertung? Das ist erst der Fragen Anfang. Die Komplexität der Fragen wird deutlich, wenn man die Entwicklung der Genetik zur Genomik und zur Proteomik ins Blickfeld rückt.

Kaum 50 Jahre sind es her, seit Watson und Crick das Konzept der Struktur des Erbträgers Desoxyribonukleinsäure, DNS, in die Welt setzten. Danach wird die genetische Information in einem Vier-Buchstaben-System gespeichert. Vor jeder Zellteilung ermöglicht die DNS-Doppelhelix die Herstellung identischer Kopien.

Wenige Jahre später gelang es den genetischen Code, das heisst die Programmsprache der Gene, zu entschlüsseln: Je drei genetische Buchstaben bilden ein Codon und dirigieren den Einbau einer der zwanzig Aminosäuren in die Proteinkette. Dieses Programmiersystem funktioniert universell in der belebten Natur – vom Grippevirus bis zum Menschen. Dabei bildet die DNS die Bauanleitung für die Proteine als biologische Agenzien eines Organismus.

Vor knapp 30 Jahren dann der nächste Sprung. Cohen gelang es, DNS-Segmente aus unterschiedlichen Lebewesen zusammenzufügen. Das Cohen-Experiment gilt als Geburtsstunde der Gentechnik. Seither ist es möglich, Lebewesen über die Artsschranken hinaus neu zu programmieren.

Vor gut 20 Jahren begannen die Genetiker einzelne Gene und Gensequenzen zu ermitteln. Erst bei Viren, Bakterien und der Hefe, dann bei den vielzelligen Organismen wie der Taufliege *Drosophila* und schliesslich beim Menschen. Bis heute ist das Genom von über 30 Organismen sequenziert. Die Geschwindigkeit, mit der dies vor allem in den letzten zwei Jahren geschah, hat selbst Experten erstaunt. Hinter diesem Unternehmen steht ein Name, Craig Venter mit seiner Firma Celera, die raffinierte Hochleistungsgeräte einsetzt.

Vor kurzem hat Venter auch die fast vollständige Entschlüsselung des menschlichen Genoms verkündet. Manche Forscher sind skeptisch, was die Genauigkeit anbelangt. Sie sprechen bei Venter eher von einer Rohfassung des Genoms. Als präzise Genkarten liegen dagegen die Chromosomen 21 und 22 von insgesamt 23 Chromosomen vor. Diese sind im Rahmen des Human Genom Projects von internationalen Forscherteams entziffert worden.

Welches Wissen birgt und bringt ein entziffertes Genom? Zum einen erwarten Forscher erkenntnistheoretische Einsichten hinsichtlich der biologischen Evolution; zum andern Fortschritte in der medizinischen Forschung – mit neuen Diagnosemethoden und Therapien für Krankheiten. Zur Gentherapie, bei der Fremdgene in die Chromosomen eingeschleust werden, kommt hier die Proteomik ins Spiel. Wie das Genom die Gesamtheit aller Gene umfasst, enthält das Proteom die Gesamtheit aller Proteine. Allerdings verändert sich das Proteom – vor allem umweltbedingt – laufend und ist nicht wie das Genom mehr oder weniger konstant. Bereits gibt es aber Proteomkarten, bei denen Tausende von Proteinen den entsprechenden Genen zugeordnet werden konnten.

Und was kommt danach? Die Entwicklung ist atemberaubend und folgenreich. Ein gründliches Verstehen aller Konsequenzen ist kaum möglich. Zum Verständnis beitragen können der Wissensaustausch und der Dialog innerhalb der Wissenschaften wie zwischen der Wissenschaft und der Wirtschaft sowie der Öffentlichkeit. Dies hat sich das «Forum für Gesellschaftsfragen beider Zürcher Hochschulen» zur Aufgabe gemacht, institutionell getragen vom Prorektorat Forschung der Universität. Eine interdisziplinäre Gruppe hat die Genomanalyse mit möglichen Auswirkungen auf die Gesellschaft thematisiert. Das vorliegende Magazin ist ein erstes publizistisches Ergebnis, ein Beitrag zum Dialog mit der Öffentlichkeit.

Wie es ein Wechselspiel zwischen Genom und Proteom gibt, das die biologische Natur des Menschen bestimmt, bestimmt sich die menschliche Natur im Wechselspiel mit Kultur, Religion und Gesellschaft – immer mehr auch mit der Wissenschaft.

Heini Ringger

6

Vom Labor in die Lebenswelt

Die Methoden zur Gewinnung von Erbinformationen werden immer effizienter. Die Universität stellt sich den Fragen der Gesellschaft.
Bruno Staffelbach

9

Das Genomprojekt

Die Entschlüsselung des menschlichen Genoms: Was ist der Nutzen? Wo steht die Forschung heute?
Martin Hergersberg

13

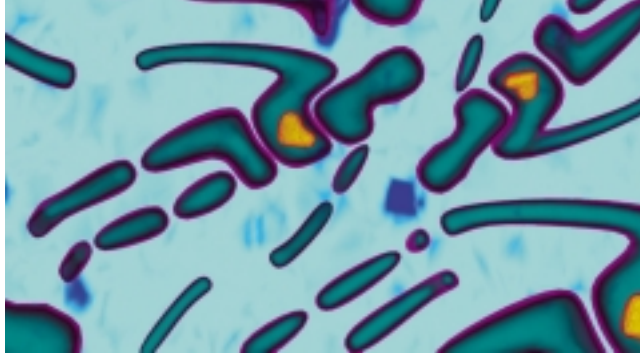
Gene beim Wort genommen

Die Genetik auf dem Weg zum Menschen: Die Geschichte eines wissenschaftlichen Begriffes.
Ernst Peter Fischer

16

Sprengkraft der Genomanalyse

Nicht mehr der Mensch gestaltet seine soziale Umwelt, sondern die Umwelt ihn – die Genetik sprengt den Alltag.
Stefan Beck



19

Zur Lesbarkeit der Genetik

Die Gentechnologie kommt der literarischen Fiktion immer näher.
Sigrid Weigel

24

Genetische Untersuchungen vor der Geburt

Genetische Fehlbildungen sind bereits beim Ungeborenen feststellbar – mit Einfluss auf das Menschenbild?
Ruth Baumann-Hölzle

28

Wegbereiter der Medizin

Viele Krankheiten beginnen im Kindesalter. Ihre genetische Untersuchung gibt Aufschluss über schwere Krankheiten des Erwachsenen.
Beat Steinmann

31

Genetik in der Arzneimitteltherapie

Die genetische Veranlagung beeinflusst die Wirkung von Medikamenten.
Peter Meier-Abt und Bruno Stieger

35

Was das Volk über Genetik weiss

Welche Bedeutung haben Gene in populären Vorstellungen und in den Medien?
Peter C. Meyer

37

Risikobericht – Risikoperzeption

Mehr Arbeitsstellen, Innovationen in der Landwirtschaft, Fortschritte in der Medizin – Was erwartet die Gesellschaft von der Gentechnologie?
Heinz Bonfadelli

41

Die Katalysatorwirkung

Die Reaktion der Öffentlichkeit auf die Gentechnologie stellt die Frage: Wie kommuniziert die Wissenschaft?
Suzanne Braga

44

Die «Prognosemaschine»

Gentechnische Daten werden unter anderem als Informationsträger für medizinische Prognosen verwendet. Doch wieviel wollen wir über uns wissen?
Urs Dahinden

46

Gentests in der Arbeitswelt – ein Dilemma

Was in der Medizin als Fortschritt gilt, schafft in der Arbeitswelt Probleme: Genomanalysen verändern die Kaderselektion.
Christof Baitsch

49

Identifizierung von Tatverdächtigen

Ein Straftäter kann heute mittels DNA-Fingerprinting eindeutig identifiziert werden. Der Datenschutz hinkt der Praxis jedoch hinterher.
Andreas Donatsch

52

Gefahrgemeinschaft

Versicherungen würden einen Gentest ihrer Kunden zur Abschätzung der Risiken befürworten.
Jan von Overbeck und Beatrice Baldinger-Pirotta

55

Gene und Gesundheit

Standpunkt der Pharmaindustrie: Der Chemiekonzern Hoffmann-LaRoche setzt hohe Erwartungen in eine genetische Medizin.
Klaus Lindpaintner

RUBRIKEN**58 Das Buch** Migration in die Städte**59 Porträt** Der Physiker Claude Amsler forscht am Cern**60 Bau und Kunst** Denkmalpflege an der Universität**63 Zeichen** Eine Fussnote zu Machiavelli**IMPRESSUM****unimagazin**

Die Zeitschrift der Universität Zürich
Nr. 2, Juni 2000

Das Magazin der Universität Zürich ist auf dem WWW:
<http://www.unicom.unizh.ch/magazin/>

Herausgegeben von der Universitätsleitung der Universität Zürich durch **unicommunication**, Schönberggasse 15a, CH-8001 Zürich, Telefon 01/634 44 30, Fax 01/634 23 46, **Internet:** <http://www.unicom.unizh.ch/magazin/> **Leitung:** Dr. Heini Ringger (E-Mail heini.ringger@unicom.unizh.ch). **Redaktion:** Evelyn Frisch (E-Mail evelyn.frisch@unicom.unizh.ch). **Gestaltung und DTP-Produktion:** Atelier Peter Schuppisser, Zürich. **Sekretariat:** Romana Semadeni. **Druck:** gdz AG Zürich. Erscheint viermal jährlich. **Auflage:** 20 000 Exemplare. **Illustrationen Heft:** Max Grüter, Zürich. Die Redaktion behält sich die sinnwährende Kürzung von Artikeln, das Einsetzen von Titeln und Hervorhebungen vor. Beiträge von Dritten müssen nicht unbedingt die Meinung der Universitätsleitung der Universität Zürich entsprechen. Alle nicht entsprechend gekennzeichneten Artikel wurden exklusiv für dieses Magazin geschrieben. Artikel und Fakten können auch ohne ausdrückliche Genehmigung der Redaktion abgedruckt werden, sind aber mit dem Hinweis «unimagazin. Die Zeitschrift der Universität, Nr. 2/00» zu kennzeichnen. Davon ausgenommen sind Beiträge und Illustrationen, die mit einem Hinweis auf ein bestehendes Copyright versehen sind. Belegexemplare sind erwünscht. Die nächste Ausgabe des unimagazins erscheint im Oktober 2000. Thema: «**Risiko und Sicherheit**».

Das poetische Auge der Wissenschaft

VON EVELYN FRISCH

Max Grüter hat das aktuelle Magazin illustriert. Seine Bilder sind Grossaufnahmen des Verhältnisses von Wissenschaft und Mensch, von Analyse und Gefühl. Gefasst im Rahmen des sterilen Blickes durch ein Mikroskop erwecken sie Assoziationen zum Alltäglichen, Banalen, vielleicht Menschlichen der hochtechnisierten medizinischen Forschung. Was den Künstler an seiner Arbeit fasziniert ist das Ergünden der menschlichen Züge in der hochzivilisierten Gesellschaft und das Paradox der Wiederholbarkeit.

«Giesserei Oerlikon» steht in Lettern der Nachkriegszeit an dem vom Metallruss geschwärzten Gebäude hinter dem Bahntracé – «Triebwerk Oerlikon» an einem kleinen Schild an der schwarzen Mauer. Eine enge Treppe führt in das Atelier, wo Max Grüter seine künstlerischen Experimente am Menschen und seinem Dasein durchführt. Es riecht nach Metall, nach Farbe, nach Werkstatt. An der einen Wand steht ein raumhoher «Setzkasten», in jedem Fach prangt eine menschliche Kuriosität. Es sind Arbeitsproben, in langwierigen Prozessen ausgefeilt oder auf Flohmärkten gesammelt. An den übrigen Wänden hängen ebenso vielfältige Bilder von menschlichen Gestalten in absurden Positionen oder zerlegt in ihre Einzelteile. Auffällig häufig tauchen Astronauten auf – eine unstillbare Faszination des Künstlers, die sich bis in seine Kindheit zurückverfolgen lässt.

Baukasten Erde

Jeder Mensch ist etwas Einmaliges. Trotzdem sind sich die Menschen im Empfinden, in ihrer Verletzlichkeit und Fehlerhaftigkeit ähnlich. Max Grüter lenkt seinen Blick auf das Paradox der Eigenheiten des Einzelnen und der Schablonisierung des Menschen in der Masse. Viele seiner Experimente sind Versuche zur Herstellung menschlicher Prototypen. So hat er beispielsweise eine Familie als Baukasten in Kunststoff gegossen. Die Einzelteile, das heisst Vater, Mutter, Kind und Hund sind in Idealmassen in einem starren Rahmen arrangiert. Solche Baukastensysteme gibt es zum Basteln von Flugzeugmodellen oder als Kinderüberraschung im Schokoladenei. Bricht man die Einzelteile aus dem Rahmen, kann man sie nach einem

Bausystem wieder zusammensetzen – übrig bleibt der Rahmen. Die Familie aus dem Baukastensystem ist mustergültig für die serielle Produktion, und das Spielzeug wird im realen Massstab und der unendlichen Wiederholung zur einer beängstigenden Fiktion.

Damit weist Max Grüter auch auf den Umgang der zivilisierten Gesellschaft mit der Natur. Der «Baukasten Erde» dient als Basis für eine neue Zusammensetzung des Lebensraumes, der idealen Gesellschaft, der «Baukasten Mensch» zur Zusammensetzung des idealen Menschen.

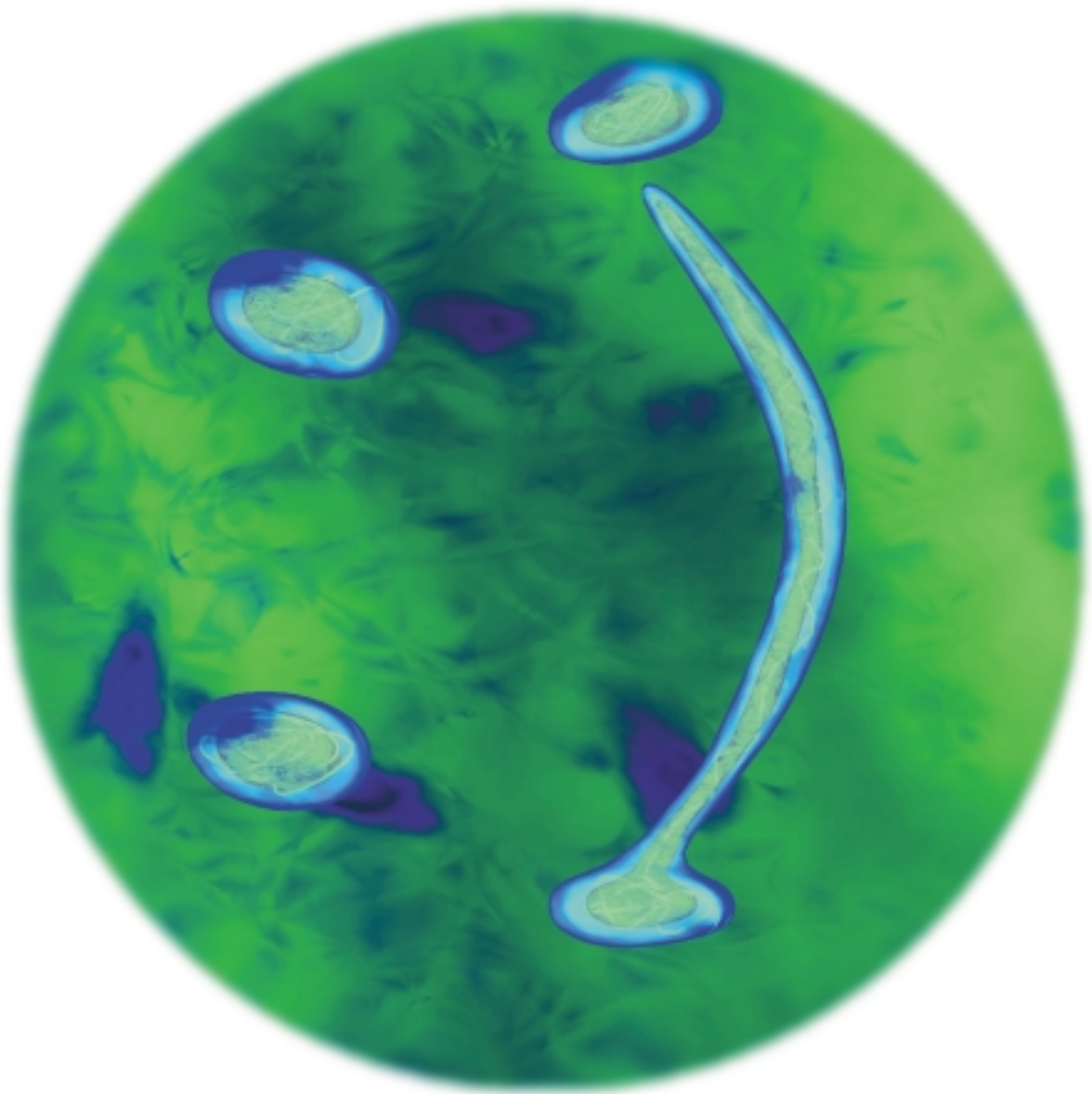
Wolkenbilder der Wissenschaft

Als neues Medium dient Max Grüter auch der Computer, der die Wiederholbarkeit der Form geradezu impliziert. Die Gestalten, die sich in den virtuellen Räumen bewegen sind dreidimensional aufgebaut: Gerüst, Muskel, Haut, Hautbeschaffenheit, Bekleidung, Bewegung. Doch es sind nicht nur Menschen, die sich in dieser Welt bewegen, es sind auch die Dinge, die den Menschen umgeben oder ihn innerlich bewegen.

Wie vielschichtig und trügerisch der Blick auf die Welt sein kann, zeigen auch die Bilder, die Max Grüter für das vorliegende «unimagazin» geschaffen hat. Es ist der Blick durch das Mikroskop auf den menschlichen Lebensraum. Der Bildausschnitt ist rund und am Rande leicht verschwommen. Was der Wissenschaftler sieht, sind Formen die er als Zellen, als Amöben erkennt und erforscht. Wie bei Wolkenbildern, die sich am Himmel zeichnen, kann der Wissenschaftler durch sein Mikroskop aber auch Zeichen sehen, die von der wissenschaftlichen Information entkoppelt sind. Er erkennt Landschaften, Gestalten, Gesichter, die Gefühle und Erinnerungen wecken – der Wissenschaftler träumt.

Obwohl auf den ersten Blick als mikroskopische Welt erkennbar, scheint der Massstabsprung oder der verschobene Blickwinkel den Bildern einen anderen Sinngehalt zu geben. Die Zelle wird zum Buchstaben, zum Menschen, zum Planeten. Max Grüters Sicht durch das Auge der Wissenschaft ist eine sinnliche, eine humorvolle auch und eine, die Freiräume für Interpretationen lässt.

Evelyn Frisch ist Journalistin und Redaktorin des «unimagazins».



Genanalyse – vom Labor in die Lebenswelt

Die Techniken und Methoden zur Gewinnung von Erbinformationen werden immer effizienter. Damit wird nicht mehr die Erlangung solcher Informationen, sondern deren Gebrauch kritisch. Diese Entwicklung nimmt auf die Art, wie sich die Wissenschaft in Disziplinen organisiert, keine Rücksicht – betrifft uns aber alle.

VON BRUNO STAFFELBACH

Die Fortschritte im zellbiologischen Wissen, in der Medizin und in der Informationstechnologie werden uns in den nächsten Jahren entscheidend prägen. Eine besondere Errungenschaft stellt die Möglichkeit dar, durch eine Analyse des Erbgutes auf die Anfälligkeit für bestimmte Krankheiten zu schliessen. Die Reaktionen der Menschen darauf sind ganz unterschiedlich. Vor einiger Zeit erkannten die Vertreter von vier europäischen Grosskonzernen mit gesamthaft mehr als einer Million Beschäftigten im Rahmen eines Seminars die besonderen diagnostischen Möglichkeiten sich abzeichnender Gentests für die Personalauswahl. Sie reagierten mit spontaner Begeisterung, stillem Studium oder resoluter Abneigung. Die ersten betonten, dass bei ihnen sogar jeder Lastwagenchauffeur einem jährlichen «Medical check» unterzogen werde und dass man nun mit den neuen Methoden viel rascher und günstiger präzisere und validere Informationen erhalte, was für alle nur von Vorteil sei. Andere blätterten

still in ihren führungs- und personalpolitischen Leitbildern und Handbüchern auf der Suche nach Normen und Richtlinien. Die letzten äusserten Angst, sei es aus persönlichen Vorbehalten (lieber nicht wissen wollen, als vorsorglich wissen können), sei es aus Furcht vor «genetischen Fallen», beispielsweise wenn Erbinformationen für die Gestaltung von Arbeits- und Versicherungsverträgen (aus-)genutzt würden.

Möglichkeiten der Genanalyse

Die Analyse genetischer Informationen zeigt sich in verschiedenen Formen, beispielsweise in der Entschlüsselung des menschlichen Genoms, bei der zurzeit mehrere Organisationen im Wettbewerb stehen; in der Genträgerdiagnostik geht es um das Erkennen von Erbfehlern bei Individuen; beim Screening ganzer Bevölkerungsgruppen, beispielsweise dem DeCode Project Iceland, bei dem die Firma DeCode Genetics von der Regierung die Lizenz erhalten hat, die gesamte isländische Bevölkerung genetisch auf bestimmte Krankheitsmerkmale zu testen; in der Identifikation von Tatverdächtigen durch die Analyse ihrer DNA.

Obwohl es in allen Fällen um Analysen geht und scheinbar einfach darum, mehr zu wissen (zellbiologisch wird nichts verändert), so entspringen diese Analysen nicht allein der menschlichen Neugier nach mehr Wissen, sondern gründen in konkreten, handfesten Absichten. So will man zum Beispiel Krankheiten frühzeitig erkennen, pharmazeutische Therapien besser abstimmen, eine unbeabsichtigte Weitergabe von Erbfehlern vermeiden oder Täter und Unschuldige rascher und sicherer identifizieren können.

Damit verbindet sich aber eine Fülle von praktischen Folgefragen. Wie geht man zum Beispiel aus psychologischer Sicht mit dem neuen Wissen um, das Auskunft über die eigenen (medizinischen) Veranlagungen für die Zukunft gibt, ohne gleichzeitig auch über die erforderlichen Interventionsmöglichkeiten zu verfügen? Und – wenn Wissen auch Macht ist – was bedeutet dies politisch, rechtlich? Angesichts möglicher Missbräuche: Wie nachhaltig ist der Einfluss des Gesetzgebers eines Landes auf Probleme, die keine Landesgrenzen kennen? Und wenn die in den neuen Techniken angelegten Entwicklungen kaum zu verhindern sind, wie wären sie dann zu steuern? Bezogen auf uns persönlich: Unseren Genpool haben wir ohne unser Zutun geerbt – was bedeutet dies für unser Gerechtigkeitsempfinden? Zurzeit scheint der Schleier des Nichtwissens über den eigenen Genpool noch einigermaßen gleich verteilt, das heisst, wer urteilt und entscheidet, urteilt und entscheidet auch über sich selbst. Und wenn dies nicht mehr so sein wird? Was bedeuten diese Fragen für die Institution Wissenschaft, welche ein neues Wissen generiert, das sich ihrer Kontrolle entzieht?

Forum für Gesellschaftsfragen

Die Genanalyse entfaltet ein Spektrum komplexer Fragen, die das Antwortvermögen einer wissenschaftlichen Disziplin übersteigt. Die Gesamtheit des Wissens einer Universität reicht zur Beantwortung nicht aus, weil Fragen gestellt werden, die die Gesellschaft in ihrem Grundverständnis von Gesundheit, Wertigkeit des Lebens, von Gleichheit und Solidarität tangieren.

Dr. Bruno Staffelbach ist Ordinarius für Betriebswirtschaftslehre und Direktor der Management Weiterbildung der Universität Zürich, Institut für betriebswirtschaftliche Forschung Universität Zürich.

Im Frühjahr 1999 bildete sich im Rahmen des «Forum für Gesellschaftsfragen beider Zürcher Hochschulen» eine Gruppe heraus, die es sich zur Aufgabe machte, mögliche Auswirkungen der Humangenomanalyse auf die Gesellschaft zu erkennen, zu klären und zu reflektieren. Eine öffentliche Präsentation des isländischen DeCode-Projektes Ende März 2000, welches das genetische Screening einer ganzen Bevölkerung umfasst, war ein erstes Resultat dieser Zusammenarbeit. Die Publikation der Thematik im «unimagazin» ist nun ein weiterer Schritt.

Die individuellen Motive zur Teilnahme am Forum waren sehr unterschiedlich. Den naturwissenschaftlichen Forscherinnen und Forschern, geprägt durch ihre Erfahrungen mit den jüngsten sie betreffenden Volksabstimmungen, ging es unter anderem darum, durch entsprechende Aufklärung und Diskurse die gesellschaftliche «Bodenhaftung» zu wahren. Für die Juristen standen die «legal implications» im Vordergrund, wobei sie sich vor allem für Szenarien interessierten, die auf Missbräuche verwiesen. Die Vertreterinnen und Vertreter der Geistes- und Sozialwissenschaften konnten sich vor allem für Fragen der Wahrnehmung und für soziale Prozesse begeistern, welche sich aus der Verfügung über Erbinformationen ergeben. Alle teilten die Ansicht, dass es sich um ein Projekt (allenfalls ein Praktikum) transdisziplinären Arbeitens handelte, worin es darum ging, das in der Universität verteilte Wissen thematisch zusammenzuführen und in Prozessen gemeinsam lernenden Erkennens wichtige Fragen und Antworten zu den gesellschaftlichen Auswirkungen der Genomanalyse zu entdecken und zu kommunizieren.

War zu Beginn des Projektes die gemeinsame Mobilisierung



Foto: Keystone

Etwa ein Kind von 650 weist das Down-Syndrom auf, eine Störung des Chromosoms 21, die bereits vor der Geburt feststellbar ist.

recht hoch, so zeigten sich im Verlaufe des Prozesses doch einige Konflikte. Ein erster betraf das Spannungsfeld zwischen der Profilierung im Garten der eigenen Spezialisierung und den fehlenden Anreizen zum transdisziplinären Arbeiten. Je kompetitiver das Forschungsumfeld wird und je reicher befrachtet der Forschungsalltag ist, desto ungünstiger sind die Voraussetzungen für die Transdisziplinarität. Ein zweiter Konflikt, der nicht nur die Genomanalyse betrifft, zeigte sich im drohenden Auseinanderfallen der Universitas in machbarkeitsfreudige und anwendungsorientierte Natur- und Technikwissenschaften einerseits und in reflexiv und damit kritisch orientierte Geistes- und Sozialwissenschaften andererseits. Ein drittes Span-

nungsfeld lag zwischen den für Beschränkungen der persönlichen Autonomie sehr sensiblen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und den vereinnehmenden Ansprüchen einer koordinierenden Projektorganisation.

Die verschiedenen Diskussionen im Forum zum Thema «Genanalyse und mögliche gesellschaftliche Auswirkungen» lassen sich in vier Themenbereiche bündeln.

Wahrnehmen und Urteilen

Der Umgang mit genanalytisch gewonnenen Erbinformationen ist je nach (persönlicher) Betrof-

fenheit sehr unterschiedlich. Forscherinnen und Forscher wollen mit neuen Erkenntnissen den Informationsstand über das «Funktionieren» des Menschen generell erweitern. Bei der Genträgerdiagnostik geht es darum, fallweise und individuell Veranlagungen für bestimmte Krankheiten und mögliche Erbleiden zu erkennen. Entsprechende Befunde können für die Betroffenen zu gravierenden Folgen führen, was die Fehlermöglichkeit von Gentests zu einem besonderen Problem werden lässt. Zwischen dem generellen Wissen der Forschung und dem konkreten Wissen für den lebensweltlichen Einzelfall liegen Welten. Deshalb braucht es entsprechende «Brückenbauer». Diese Transfer- und Integrationsfunktion kann Gegenstand einer spezifischen Beratung sein, wobei je nach Betroffenheit verschiedene Beratungskonzepte zu unterscheiden sind: die Beratung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die Beratung als Begleitung der von einer individuellen Gendiagnostik direkt Betroffenen (im Kontext deren Familien und des unmittelbaren Umfeldes) und die Beratung für mittelbar von der Thematik betroffene Institutionen, wie beispielsweise Versicherungen oder Personalabteilungen.

Angesichts der Problematik der Stigmatisierung und der Diskriminierung gilt es auch die «Wahr-Nehmung» im sozialen Zusammenhang und die sozialen Folgen des Gewinnens, Verfügens und Interpretierens von Erbinformationen zu analysieren, zu antizipieren und in Rechnung zu stellen.

Gesellschaftlicher Diskurs

Die Breitenwirkung der durch die Genanalyse provozierten Fragen macht diese zu einem gesellschaftlichen Anliegen. Die Kommunikation in diesem Gebiet

entspricht aber keinem gesellschaftlichen Diskurs: Die Kommunikation ist eine Einwegkommunikation, sie konzentriert sich auf «Aufhänger», die der dem Thema innewohnenden Komplexität nicht gerecht werden, oder aber die Teilnehmenden in der Kommunikationsarena reden in verschiedenen Sprachen: Der Wissenschaft geht es um Wissen, der Öffentlichkeit um Leitbilder. Und der forschenden Industrie?

Der Diskurs findet selbst an der Universität, in welcher er als Gespräch zwischen Fachspezialisten und Vertretern anderer Disziplinen in Form interdisziplinären Arbeitens eingeübt werden könnte, infolge starker Fragmentierung in unterschiedliche Wissenskulturen und mangels entsprechender Anreize kaum statt oder wird allenfalls im Kontext von Bedrohungen und damit mit Abwehrhaltungen wahrgenommen. Erschwerend tritt hinzu, dass die Medien und zentrale gesellschaftliche Akteure die Wissenschaft zu funktionalisieren und sie selektiv zu nutzen versuchen.

Regulierung versus Freiheit

Im Markt für genetische Informationen bestehen verschiedene Interessenten, zum Beispiel die Träger von Erbinformationen, private Labors und Unternehmen, Versicherungen und die in globalen Netzwerken verbundenen Hochschulen.

Regulierungen werden überwiegend dem Schutz der Interessen des Trägers von Erbinformationen dienen. Diese dürften vor allem durch das Interesse von Versicherern an Informationen über die genetische Konstitution von zu Versichernden sowie durch das Interesse der Wissenschaft an der freien Erforschung von Genom und Vererbung gefährdet sein. Tangiert sind dabei insbesondere das Recht des Individuums auf

Selbstbestimmung und auf Freiheit vor Diskriminierung, aber auch sein Recht auf Nichtwissen. Speziell zu prüfen sind die Interessen im Umgang und in der Mitteilung von Ergebnissen individueller gendiagnostischer Untersuchungen.

Wissenschaft und Industrie

Das Wissen der Industrie und von Universitäten über genetische Informationen ist ungleich verteilt. Im Vergleich zu den Universitäten verfügt die Industrie über einen beträchtlichen Vorsprung, den sie über entsprechende Datenbanken ausbaut und durch Patente festigt. Die Prozesse der Wissensgewinnung (Forschung) unterstehen anderen Anreizen und Motiven. Steht im universitären Kontext eher die Befriedigung der individuellen wissenschaftlichen Neugier im Vordergrund, die zu persönlicher Reputation und zu einer besseren Ausstattung mit Ressourcen führt, so konzentriert sich die kommerzielle Forschung hauptsächlich auf die wirtschaftlichen Interessen des Unternehmens. Für die Industrie sind Patente Voraussetzung, für Universitäten Nebeneffekte. Die Gewinnung und Verteilung von Erbinformationen unterliegt in Industrie und Universität anderen Steuerprinzipien.

Die Entzifferung des menschlichen Genoms

Die Zellen, aus denen Lebewesen zusammengesetzt sind, entwickeln sich durch die Umsetzung einer detaillierten Bauanleitung. Diese wird von den Eltern auf die nächste Generation weitergegeben, das heisst vererbt. Die Bauanleitung entspricht der gesamten Erbinformation des betreffenden Organismus, dem Genom.

VON MARTIN HERGERSBERG

Das Genom ist fast vollständig im Kern jeder einzelnen Zelle enthalten, und zwar in zwei Kopien, einer mütterlichen und einer väterlichen. Bei jeder Zellteilung werden die Kopien des Genoms verdoppelt und an die Tochterzellen weitergegeben. Die Schrift, in der die Erbinformation im Genom niedergelegt ist, heisst DNS (DesoxyriboNukleinsäure). Diese Schrift besteht aus vier Buchstaben, vier kleinen Molekülen, den Basen Adenin, Guanin, Cytosin und Thymin. Da die DNS als Doppelstrang – Doppelhelix – vorliegt, sind Basen der DNS in der Regel Basenpaare. Die Aufeinanderfolge der Basen in der DNS heisst Sequenz und die Reihenfolge der vier verschiedenen Basen in der DNS enthält die Erbinformation.

Ein «Wort» aus drei Basen kann aus 64 verschiedenen Dreierkombinationen der vier verschiedenen Basen bestehen. Eine Kopie des menschlichen Genoms ist etwa 3 Milliarden Basen lang, was ungefähr einem Meter entspricht. Ein «Wort» von 16 Basen

Länge kann bereits einzigartig sein, was die Informationsmöglichkeiten eines Alphabets mit vier Buchstaben veranschaulicht. Der DNS-Faden liegt in den Zellkernen in Form der 46 Chromosomen vor, die im Mikroskop sichtbar gemacht werden können. 23 Chromosomen sind von der Mutter, 23 Chromosomen vom Vater ererbt. Die Chromosomen können mikroskopisch nach Form und Grösse unterschieden werden und enthalten unterschiedlich lange DNS-Moleküle.

Gen und Mutation

Ebenso wenig wie ein Haus aus Bauanleitungen gebaut werden kann, kann eine Zelle nur aus DNS bestehen. Die Bauanleitung aus DNS enthält die Information für die Zellbestandteile, die Proteine oder Eiweisse. Ein DNS-Abschnitt, der die Information für ein Protein enthält, wird Gen genannt. Proteine sind ähnlich wie die DNS aus kleinen Molekülen zusammengesetzt, allerdings aus 20 verschiedenen Molekülen, den Aminosäuren. Da es 64 verschiedene «DNS-Wörter» aus drei Basen gibt, entsprechen bei der Übersetzung aus der DNS in Proteine je ein oder mehrere verschiedene 3-Basen-Wörter einer Aminosäure. Der Einbau einer unterschiedlichen Base in der DNS kann daher den Einbau einer unterschiedlichen Aminosäure an der korrespondierenden Position des von diesem Gen kodierten Proteins zur Folge haben. Eine Veränderung eines Proteins kann sich dramatisch auf eine Zelle oder einen Organismus auswirken.

Veränderungen der DNS-Sequenz heissen Mutationen, wenn sie das Erscheinungsbild des Organismus stark beeinflussen, und Polymorphismen, wenn sie die

Zusammensetzung der Genprodukte wenig oder überhaupt nicht verändern. Da die Bausteine der Proteine vielfältiger sind als die der DNS, sind auch die Strukturen der Proteine unglaublich vielfältig. Darüber hinaus wird in jeder Zelle nur ein Teil aller möglichen Genprodukte – das sind Proteine – gebildet. Im Gegensatz zum Genom, welches in allen Zellen eines Organismus vollständig und identisch vorliegt, hat die Gesamtmenge der Genprodukte, das Proteom, in unterschiedlichen Zellen eine unterschiedliche Zusammensetzung, die sehr stark von der Spezialisierung der Zelle abhängt.

Mensch und Modellorganismen

Ende der achtziger Jahre wurde das Human-Genom-Projekt (HGP) begonnen. Es hat zum Ziel, die Reihenfolge der vier Basen in der Genomsequenz des Menschen zu bestimmen. Dies wird in einigen Monaten im Wesentlichen erreicht sein. Methoden zur Bestimmung von DNS-Sequenzen wurden in den siebziger Jahren entwickelt (Abbildung 1). Sequenzautomaten der letzten Generation können pro Tag 500 000 Basen DNS-Sequenz «lesen». Da dies in kleinen Abschnitten von 500 bis 1000 Basen geschieht, besteht ein grosser Teil der Sequenzarbeit daraus, die kleinen Sequenzabschnitte zu grösseren Sequenzen zusammenzufügen, um schliesslich die Sequenz ganzer Chromosomen zu erhalten.

Im HGP wird an der Sequenz von Chromosomenteilen gearbeitet, die etwa 100 000 Basen lang sind. Die Position dieser DNS-Sequenzen auf dem Chromosom wird vorher bestimmt. Mit dieser Strategie der kleinen Schritte wurden die Genome der einzelligen

Dr.rer.nat. Martin Hergersberg ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Leiter des molekularbiologischen Diagnostik-Labors am Institut für Medizinische Genetik der Universität Zürich.

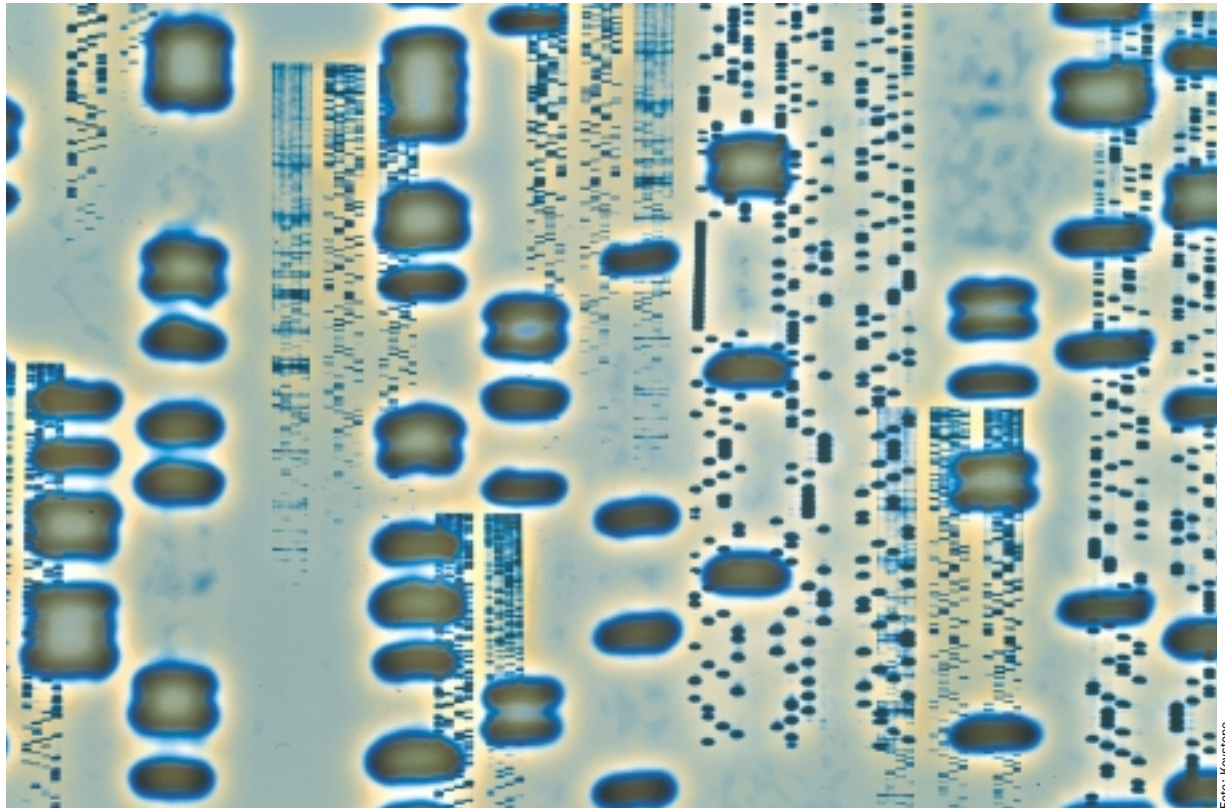


Foto: Keystone

Die Abbildung zeigt die Trennung verschiedener Fragmente einer DNS-Sequenz. Jede schwarze Bande entspricht einer Base der gleichen untersuchten Sequenz. Da die Banden sich jeweils genau um eine Base in der Grösse unterscheiden, kann die Sequenz aus der Abfolge der Banden abgelesen werden. Moderne Sequenzierautomaten funktionieren nach dem gleichen Prinzip.

Bierhefe und des etwa 1000-zelligen Fadenwurms sequenziert. Das Genom der Bierhefe ist etwa 12 Millionen Basenpaare lang und enthält etwa 6000 Gene auf 16 Chromosomen, das Genom des Fadenwurms ist etwa 80 Millionen Basenpaare lang mit etwa 19 000 Genen auf 6 Chromosomen.

In einem vor zwei Jahren begonnenen, privatwirtschaftlich finanzierten Projekt, versucht man, das gesamte menschliche Genom auf einen Streich zu sequenzieren, indem die Basenabfolge vieler Millionen kurzer DNS-Bruchstücke gleichzeitig bestimmt und anschliessend in einer Analyse zu-

sammengefügt wird. Gemäss einer Verlautbarung des Projektleiters Craig Venter liegen die Sequenzfragmente bereits vor. Dieser Ansatz war bereits erfolgreich bei der Sequenzierung des Genoms der Taufliege – allerdings nur dank umfangreicher Vorarbeit zahlreicher öffentlich finanzierter Arbeitsgruppen. Bei der Auswertung der vorliegenden Fragmente der menschlichen DNS werden die Resultate der akademischen Genomzentren eine noch wichtigere Rolle spielen.

Obwohl bereits ein Auge der Taufliege etwa 15-mal so viele Zellen hat wie ein kompletter Fadenwurm, kommt die Taufliege mit einem Genom von etwa 14 000 Genen aus. Das menschliche Genom umfasst wahrscheinlich etwa die 10fache Zahl von Genen wie das Genom der Bierhefe. Die Kenntnis der Genome sehr gut untersuchter Organismen wie Fadenwurm, Bierhefe und Taufliege bietet enorme Möglichkeiten, die Funktion unbekannter menschlicher Gene zu verstehen.

Da die Organismen während der Evolution aus gemeinsamen Vorfahren entstanden sind, ähneln sich viele Gene gleicher Funktion (vergleichbar den Worten mit gleicher Bedeutung, die sich in allen indogermanischen Sprachen ähneln). So wurden bei einem Vergleich von 289 menschlichen Krankheitsgenen im Genom der Taufliege 177 Gene gefunden, die diesen menschlichen Genen in Struktur und möglicherweise in der Funktion ähneln.

Die fast vollständigen Sequenzen der Chromosomen 21 und 22 sind bekannt und umfassen jeweils etwa 33,5 Millionen Basen. Auf dem Chromosom 22 liegen fast dreimal so viele Gene wie auf Chromosom 21 (545 bzw. 225). Diese relative Genarmut des Chromosoms 21 ist eine mögliche Erklärung dafür, dass Personen mit drei statt zwei Kopien dieses Chromosoms zwar behindert, aber lebensfähig sind (Trisomie 21 bzw. Down-Syndrom), während Trisomien fast aller anderen Chromosomen bereits in der Schwangerschaft zum Tod füh-

ren. Darüber hinaus liegen im öffentlich finanzierten HGP etwa 80 Prozent des menschlichen Genoms in Sequenzen unterschiedlicher Qualität vor. (www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/seq/). Nur ein kleiner Teil, etwa 5 Prozent des Genoms, wird in Proteine übersetzt, ein grosser Teil des Genoms hat vielleicht überhaupt keine Funktion.

Genetische Diagnostik

Viele menschliche Eigenschaften entstehen durch ein Zusammenwirken von Umweltfaktoren und zahlreichen verschiedenen Genprodukten. Die genetischen Unterschiede, die bei der Entstehung der meisten Eigenschaften und häufigen Erkrankungen beteiligt sind, entziehen sich bisher der genetischen Analyse, so genannte komplexe Vererbung.

Bekannte Teile des Genoms können in wenigen Stunden angereichert und auf Unterschiede in der Basensequenz, besonders auf Mutationen, untersucht werden. Diese Techniken stellen die Grundlage der genetischen Diagnostik dar. Die Kenntnis eines Grossteils der menschlichen Gene erlaubt es, die Aktivität vieler tausend Gene in einer Gruppe von Zellen gleichzeitig zu messen. Dies ist möglich mit Hilfe der Gen-Chip-Technologie, die zurzeit entwickelt wird.

Die Alzheimer-Erkrankung

Etwa ein Drittel der über 85-Jährigen erkranken an der Alzheimer-Krankheit. Bei dieser Demenzerkrankung treten Ablagerungen von krankhaften Eiweissklumpen – dem Amyloid – zwischen den Nervenzellen des Gehirns auf. 1987 wurde das APP-Gen identifiziert, das die Information für den Hauptbestandteil der Proteinablagerungen trägt. 1991 wurden in diesem Gen, das auf dem soeben vollständig sequenzierten Chromosom 21 liegt, Mutationen gefunden. Diese führen zu einer Form der erblichen Alzheimer-Krankheit, die

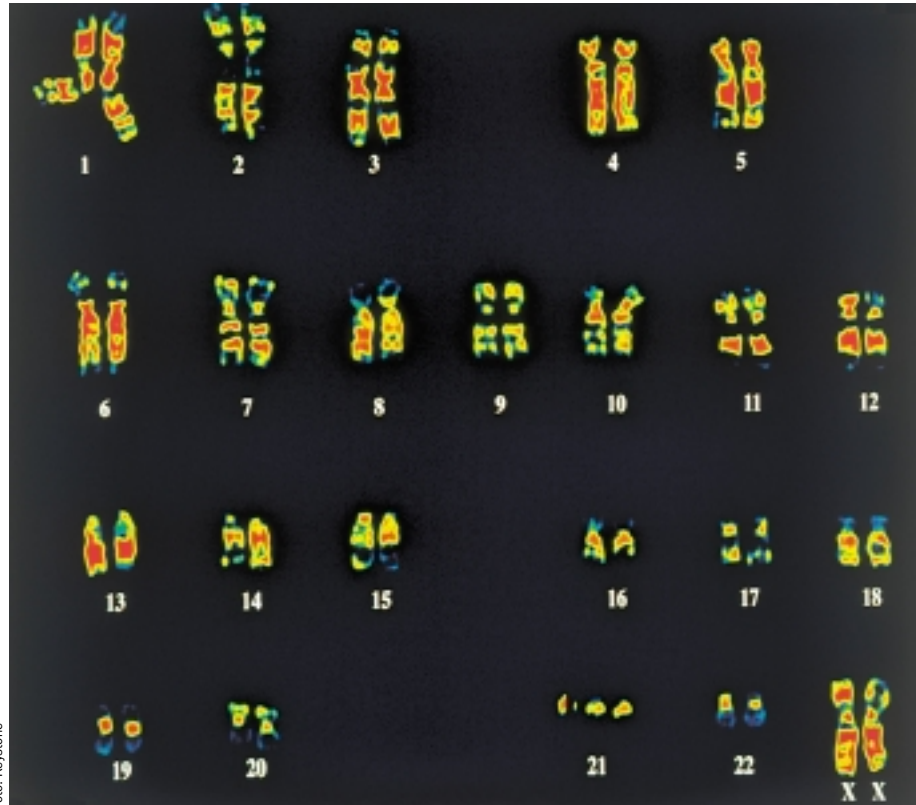


Foto: Keystone

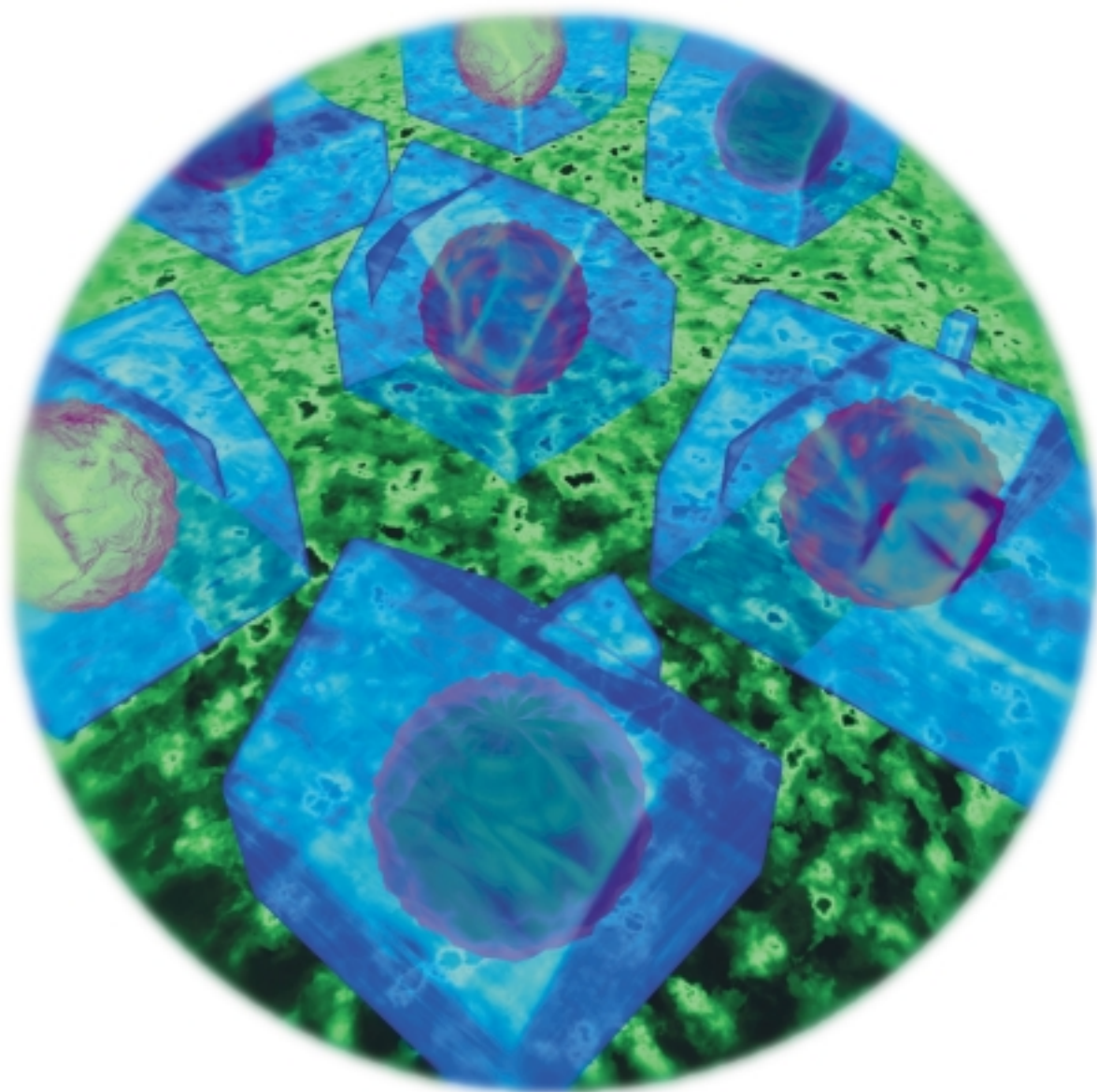
allerdings sehr selten ist und meist vor dem 60. Lebensjahr beginnt. 1993 wurde gezeigt, dass eine Variante des ApoE-Gens auf Chromosom 19 zu einem erhöhten Risiko führt, an Alzheimer zu erkranken, das aber im Gegensatz zu den APP-Mutationen nicht krankheitsverursachend ist. Seit 1995 kann man mit transgenen Mäusen die menschliche Alzheimer-Erkrankung untersuchen und so die Entstehung der Amyloid-Ablagerungen besser verstehen.

Als Resultat dieser Arbeiten werden zurzeit mehrere Medikamente klinisch getestet, die zur Reduktion der Amyloid-Ablagerungen führen können, auch an der Universität Zürich in der Gruppe von PD Dr. Hock und Prof. Dr. Nitsch in der Abteilung für Psychiatrische Forschung. Damit können in absehbarer Zeit Therapien zur Verfügung stehen für Patienten mit ererbten genetischen Faktoren, aber auch für Patienten mit so genannten «sporadischen» Formen der Alzheimer-Krankheit.

Eine Person mit drei statt zwei Kopien des Chromosoms 21 mit dem Down-Syndrom.

Ausblick

Eine mit genetischen Methoden abgesicherte Diagnose ist immer häufiger die Voraussetzung für eine erfolgreiche Therapie. Eine genetische Untersuchung muss dabei immer von einer eingehenden genetischen Beratung begleitet sein. Dies gilt insbesondere für pränatale genetische Abklärungen bei ungeborenen Kindern. Zudem werden Analysen des Erbmaterials nur durchgeführt, wenn das schriftliche Einverständnis der untersuchten Person oder der Erziehungsberechtigten vorliegt, und auch dann nicht in allen Fällen. Zusätzlich können die Angaben zur Person durch Anonymisierung verschlüsselt werden. In den kommenden Jahren wird die genetische und klinische Untersuchung zahlreicher Menschen entscheidend beitragen zu einem besseren Verständnis der Beziehung zwischen genetischen Unterschieden und menschlichen Eigenschaften.



Gene beim Wort genommen

Dass die Individualität eines Menschen in seinen Genen steckt, weiss die Wissenschaft erst, nachdem ein englischer Arzt am Anfang dieses Jahrhunderts merkte, dass es Krankheiten mit Familiengeschichte gibt. Doch noch war der Begriff der Genetik nicht geboren. Und die Wissenschaft konzentrierte sich auf die Beobachtung von Erbsen, Fliegen und Viren. Doch allem zu Grunde lag die Frage nach dem wissenschaftlichen Verständnis für die Einzigartigkeit des Menschen.

VON ERNST PETER FISCHER

«Das eigentliche Studium des Menschen ist der Mensch», wie jeder Wissenschaftler weiss und wie Goethe den Lesern seiner «Wahlverwandtschaften» verdeutlicht, wenn er eine junge Dame namens Ottilie diesen Satz in ihr Tagebuch eintragen lässt. Das eigentliche Objekt der Genetik ist ebenfalls der Mensch, auch wenn man beim Lesen vieler Bücher den Anschein gewinnen kann, dass es mehr um Erbsen, Fliegen, Mäuse, Bakterien, Viren und Würmer geht.

Es stimmt natürlich, dass die Wissenschaft der Vererbung erste grundlegende Einsichten in ihre Gesetze durch die Beobachtung von Erbsen im Garten des Augustinermönchs Gregor Mendel bekommen hat. Es trifft weiter zu, dass die klassische Form der Genetik vor allem durch die Analyse von Fliegen im Laboratorium des amerikanischen Biologen Thomas Hunt Morgan möglich geworden ist. Und es ist ebenfalls richtig, dass der Weg in die moderne Molekularbiologie erst durch das Studium von Viren und Bakterien freigelegt worden ist.

Bei alledem sollte man aber nicht übersehen, dass bereits ganz zu Beginn des 20. Jahrhunderts in Verbindung mit der genetischen Forschung die Frage aufgetaucht ist, um die es bis heute geht, und zwar die Frage nach einem wissenschaftlichen Verständnis für die Einzigartigkeit – die chemische Individualität – des Menschen.

Eine Wissenschaft formiert sich

In den Schulbüchern steht dies nicht. Hier wird nur beschrieben, wie einige Botaniker kurz nach 1900 erneut die Vererbungsregeln aufdecken konnten, die Mendel bereits mehr als eine Generation vorher zusammengestellt hatte. Untersuchungen dieser Art wurde von nun an systematisch betrieben und auf andere – auch tierische – Lebensformen ausgeweitet. Damit tauchte die Notwendigkeit auf, der aufstrebenden Wissenschaft von der Vererbung einen angemessenen Namen zu geben, und man einigte sich auf «Genetik». Vorgeschlagen wurde der Begriff im Jahre 1906 von dem englischen Biologen William Bateson, dem allein deshalb ein Platz in der Geschichte der Genforschung sicher ist, weil er Mendels Arbeit übersetzt und so anderen britischen Wissenschaftlern zugänglich gemacht hat.

In London gab es nämlich einen, der sie gut gebrauchen konnte. Er hiess Archibald Garrod, und ihm war bei seiner Tätigkeit als Arzt schon länger aufgefallen, dass es Krankheiten mit Familiengeschichte gibt. Farbenblindheit etwa konnte bei Vater und Sohn zugleich festgestellt werden und Stoffwechselstörungen der Grosseltern tauchten oft bei den Enkeln wieder auf. Nach der Durchsicht der Mendelschen Arbeit wurde Garrod klar, dass er Erbgänge vor Augen hatte. Die englische Sprache kennt seitdem

«Mendelian diseases», wobei schon Garrod bemerkte, dass sich nicht eine Krankheit selbst vererbt, sondern nur die dazugehörige Anlage, zum Beispiel die Anfälligkeit für Infektionskrankheiten. Er wusste (nicht nur als Arzt), dass Menschen dabei höchst individuelle Unterschiede zeigen, und er fragte sich, ob auch diese Einzigartigkeit den Mendelschen Regeln unterliegt und somit vererbt wird. Als die Antwort «Ja!» lautete, sah Garrod eine Chance und eine Aufgabe für die Erforschung der Vererbung: Sie sollte versuchen, die «chemische Individualität» des Menschen zu erfassen, um mit dieser Kenntnis vorherzusagen zu können, wer zum Beispiel von einer Infektion betroffen wird oder wer unter Nebenwirkungen von Arzneimitteln zu leiden hat, die bekanntlich ebenfalls von Mensch zu Mensch verschieden in Erscheinung treten. Die organische Individualität eines Menschen musste in seinen Genen stecken, so vermutete Garrod, wobei anzumerken ist, dass er das Wort noch nicht kannte. Es kam erst 1909 durch den Dänen Wilhelm Johannsen in Umlauf. Er wählte «Gen», weil er ein kurzes Wort haben wollte, und zwar aus zwei Gründen. Es sollte zum einen leicht kombinierbar sein, und es sollte zum zweiten erlauben, in einfacher Weise von einem «Gen für Aggressivität» oder einer anderen Eigenschaft zu sprechen.

Was nun die erste Eigenschaft angeht, so kann unsere Zeit ein immer länger werdendes Lied davon singen, das von Gentechnik, Genterapie, Gengesetze, Genfamilien, Gensequenzen und vielen anderen Zusammensetzungen handelt, zu deren Erkundung längst viele Firmen beitragen, die ebenfalls die Kürze und Würze des «Gens» benutzen, um sich einen Namen zu geben (wie Amgen, Biogen oder andere). Doch so nützlich sich diese Qualität auch

Dr. Ernst Peter Fischer ist Professor für Wissenschaftsgeschichte an der Universität Konstanz.

erwiesen hat, mit der zweiten sind inzwischen mehr Sorgen aufgetaucht, als uns lieb sein kann. Sie macht es nämlich viel zu leicht, Genen etwas in die Schuhe zu schieben, mit dem sie direkt wenig zu tun haben. Ein inflationärer Gebrauch des alten Wortes hat sich eingebürgert, der von «Genen für Krebs» bis zu «Genen für Untreue» reicht, keinesfalls die «Gene für Intelligenz» auslöst und sogar uns allen manchmal sogar «Gene für das Böse» unterschiebt. So können wir die Gene nicht beim Wort nehmen. Wir laufen vielmehr Gefahr, sie bedeutungslos zu machen.

Gedankenlosigkeit mit Genen

Schon länger bedeutungslos ist der Begriff «genetisch». Was meint jemand, der behauptet, eine Eigenschaft sei genetisch? Meint er angeboren, erblich, biologisch oder noch etwas anderes? Wer dieser Frage nachgeht, wird feststellen, dass «genetisch» vor den Genen da war und nicht von ihnen abgeleitet ist. Das Wort findet sich schon bei Goethe, der bei seinen Versuchen, die Metamorphose der Pflanzen zu verstehen, die Wissenschaft der Morphologie als «die Lehre von der Gestalt, der Bildung und Umbildung der organischen Körper» einführte. Goethe war überzeugt, dass sich die Bildung aller Gestalten und Formen der Natur aus einem Grundplan heraus verstehen lässt. Und diese Vorgabe begründete für ihn «die Notwendigkeit der genetischen Methode für alle Naturwissenschaften».

Wer «genetisch» auf das eingeschränkt, was von Genen abgeleitet oder bedingt wird, verschenkt also einen grossen Teil der ursprünglichen Bedeutung. Sie wird wichtig, wenn sich die biologischen Wissenschaften dem grundlegenden Thema zuwenden, das sie seit Jahrtausenden fasziniert und trotzdem rätselhaft bleibt. Gemeint ist die Frage, wie aus einem mehr oder weniger gestaltlosen Ei ein hochgradig strukturiertes und morphologisch dif-

ferenziertes Lebewesen hervorgehen kann – zuletzt eben ein Mensch mit seiner Individualität.

Die erwähnte Notwendigkeit der genetischen Methode hat damit zu tun, dass «die gesamte Natur als ein unendliches, in ewiger Bildung und Umbildung begriffenes Ganzes zu denken» ist, wie es bei Goethe heisst. Er legte dabei besonderen Wert auf den doppelten Aspekt des Wortes «Bildung», das nicht nur das Hervorbringen einer Form bezeichnet, sondern auch das meint, was hervorgebracht worden ist. Für Goethe war es unsinnig, das Gemachte vom Machen zu trennen, wenn die lebendige Form sich entwickelt, und er würde sich im Grabe umdrehen, wenn ihm das Konzept des genetischen Programms zu Ohren käme, mit dem viele moderne Biologen operieren, wenn sie erklären wollen, was passiert, wenn ein Organismus entsteht – zum Beispiel eine Pflanze oder eine Fliege. Es gehört zu den leider zahlreichen Gedankenlosigkeiten im wissenschaftlichen Diskurs, von einem befruchteten Ei anzunehmen, es sei mit einem genetischen Programm ausgestattet, das im Laufe der Zeit abläuft und dabei einen Organismus in die Lage versetzt, sich selbst hervorzubringen. Da entlehnt man einen Begriff aus der Computerwelt, ohne zu merken, dass diese wunderbaren Maschinen zwar alles Mögliche können, aber eben nicht das eine, um das es geht. Kein Computer kann sich selbst zusammensetzen und seine Chips geeignet zusammenstecken!

So wichtig die Software für die PCs ist, die wir alle gerne und zu unserem Vorteil bedienen, so wenig lässt sich mit dieser technisch nützlichen Vorstellung beschreiben, was passiert, wenn sich lebendige Zellen teilen und Platz und Funktion im Körperganzen ein- und übernehmen. Um diesen Vorgang der Entwicklung zu verstehen, scheint es unangemessen, einen Bauplan unabhängig von seiner Ausführung zu betrachten. Beide gehören vielmehr untrenn-

bar zusammen, und nur auf diese kreative Weise kann die Einmaligkeit entstehen, die uns auszeichnet und fasziniert. Wir sollten Gene im genetischen Sinne beim Wort nehmen und als Bildungselemente des Lebens verstehen, denen die doppelte Rolle zufällt, schaffende und erschaffene Natur zu sein.

Der Anschluss an Garrods Frage

Die Computersprache hielt ihren Einzug in den wissenschaftlichen Diskurs in den sechziger Jahren. Damals lernten die Biologen, dass Gene für den Bau von Proteinen sorgen, und man verstand, was passiert, wenn ein Gen nicht funktioniert. Dann fehlt der Zelle bzw. dem sie tragenden Körper einfach das entsprechende Protein. Mit dieser Einsicht rückte Garrods Frage wieder in Erinnerung, da die von ihm beobachteten Stoffwechselstörungen ihren Ursprung in unzulänglich funktionierenden Proteinen haben, die ihrerseits durch ungeeignete Gene bedingt werden. Es war zudem verstanden worden, dass auch die Frage, ob jemand anfällig für Infektionen oder empfindlich für Nebenwirkungen von Medikamenten ist, mit Hilfe dieser molekularen Wunderwerke der Natur zu beantworten sind.

Garrods Problem war jetzt zwar wissenschaftlich genau gefasst worden, es blieb aber nach wie vor unlösbar. Denn so viel man damals auch über die Funktionen der Gene sagen konnte, so wenig wusste man über ihren speziellen Aufbau. Natürlich kannten die Genetiker ihre allgemeine Form – nämlich die Doppelhelix –, und sie hatten dabei zugleich herausgefunden, dass sich im Inneren dieser Struktur vier chemische Bausteine abwechselten. Aber die Fragen, welche der vier in einem konkreten Abschnitt vorlagen und in welcher Reihenfolge sie angeordnet waren, konnte in den sechziger Jahren nicht einmal im Ansatz geklärt werden. Dabei wäre es

gerade diese Kenntnis gewesen, die für die Forscher den grössten Reiz hatte. Schliesslich wussten sie längst, dass die Reihenfolge («Sequenz») der vier Bausteine die biologische Information enthielt, mit der sich die Zelle an den Bau der Proteine machte.

So verstand man, dass das Geheimnis der Gene – und die Antwort auf Garrods Frage – in der Sequenz ihrer Bausteine steckte. Leider hatte man nicht die geringste Ahnung, wie einer Zelle diese Kenntnis zu entlocken war. Diese Lage änderte sich durch die Gentechnik, die zudem erlaubte, einzelne Genstücke (Fragmente) aus einem Genom erst herauszuschneiden und dann der Grösse nach aufzutrennen. Dabei entstand für jeden Menschen ein individuelles Muster. Die Fragmente erwiesen sich zur allgemeinen Überraschung als ausreichend vielgestaltig («polymorph») und ihr Polymorphismus als vererbbar. Damit waren in der Mitte der achtziger Jahre die technischen Voraussetzungen für das human Genom-Projekt zusammen, das sich die Sequenzierung des humanen Genoms zum Ziel gesetzt hat und am Ende Garrods Frage beantwortet. Die Natur sorgt nämlich für unsere chemische Individualität, indem sie uns genetisch polymorph macht. Die Moleküle, die uns einzigartig machen, sind die Gene. Sie sind so verschieden wie wir selbst.

Der Mangel an Theorie

Viele Sequenzierfabriken produzieren inzwischen Tag für Tag eine riesige Datenfülle. Sie entziffern ein Gen nach dem anderen und liefern immer mehr Buchstaben. Noch fehlen uns die Worte, die wir lesen wollen. Denn noch gibt es keine Technik, sie zu finden, und der Grund liegt darin, dass wir keine Theorie haben, die all die Daten zusammenfassend verständlich macht. Welche Auswirkungen sie hätte, zeigt ein Blick zurück: Die Genetik befindet sich nämlich in der Situa-

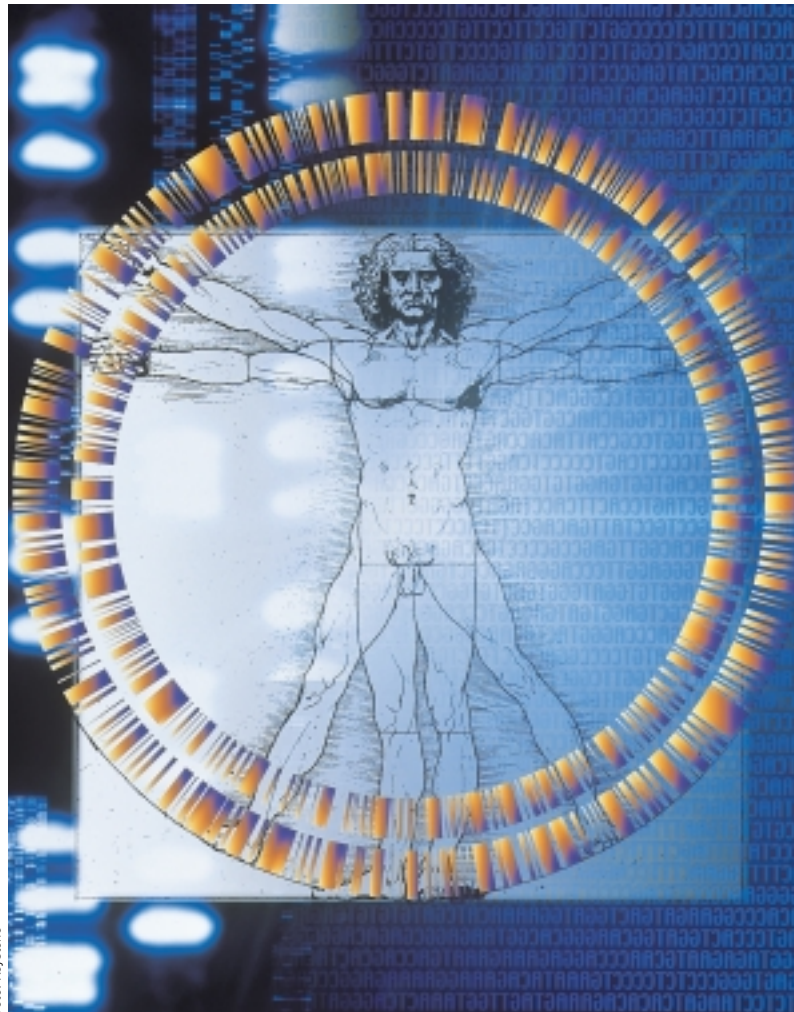


Foto: Keystone

tion, in der die Kosmologie vor 100 Jahren war. Damals sass überall in den Instituten Wissenschaftler, die den Himmel zu durchmustern hatten und all die Daten sammelten, die ihnen die Fernrohre lieferten. Sinn machten alle diese Bemühungen erst in dem Augenblick, in dem Albert Einstein eine physikalische Theorie des Universums vorlegte. Er tat dies 1915 mit seiner Allgemeinen Relativitätstheorie, und seitdem können wir etwas zur Geschichte des Weltalls sagen und seine Dynamik verstehen.

Genau dies wollen die Biologen auch verstehen, und gleich zweifach – nämlich die Geschichte des Lebens im Allgemeinen, die wir als Evolution bezeichnen («Phylogenese»), und die Geschichte des Lebens im Besonderen, die wir als Entwicklung bezeichnen («Ontogenese»). Die genetische Durchmusterung ist

Der komplette genetische Code jeder Person, das Genom, ist als einmalige Sequenz von vier Nukleinsäuren geschrieben: Adenin (A), Thymin (T), Cytosin (C) und Guanin (G). (Computer-Illustration mit einer Zeichnung des Menschen von Leonardo da Vinci).

zwar in vollem Gange, aber niemand kann sagen, ob demnächst ein Einstein der Gene auftaucht und eine «Genomologie» in Art der Kosmologie zustande bringt. Was die genetisch ausgerichtete Biologie in Zukunft erwarten lässt, hängt weniger von der fortschreitenden Durchmusterung als mehr von der noch ausbleibenden theoretischen Durchdringung ab. Nur wenn sich die Gene beim Wort nehmen lassen, können wir mit dem eigentlichen Studium beginnen, nämlich dem des Menschen. Nirgendwo ist die genetische Methode lohnender.

Zur alltagskulturellen Sprengkraft der Genomanalyse

Mit der Genomanalyse ist eine Entwicklung verknüpft, die der amerikanische Kulturanthropologe Paul Rabinow als Übergang von der Soziobiologie zur Biosozialität charakterisiert: Das Soziale wird nicht mehr länger nach dem Modell der Natur gestaltet, sondern die menschliche Biologie selbst gemäss kultureller Vorgaben gestaltbar.

VON STEFAN BECK

Molekularbiologische Verfahren setzen, indem sie auf Erkenntnisse der Genomanalyse zurückgreifen können, unsichtbar im Körper an, bedienen sich natürlicher Prozesse, manipulieren körpereigene Substanzen oder erzeugen neue Lebensformen. Aber nicht nur die hergebrachte Demarkationslinie zwischen Natur und Kultur wird damit irritiert, sondern diese Technologien ermöglichen auch neue Wahrnehmungsformen des Körpers, bieten – etwa durch die Verfeinerung der Pränataldiagnostik – die Chance für eine Diagnose künftiger Krankheiten und konstruieren damit neuartige Risikolagen.

Genomanalyse in der Wissenschaftsgesellschaft

Eine wesentliche Problemkonstellation, die mit der Genomanalyse verknüpft ist, kann mit dem Begriff der «Wissensgesellschaft» thematisiert werden. Die Ausgangsthese lautet hier unter anderem, dass ein immer grösser werdender Anteil des Lebens in der Moderne durch wissenschaftlich-technologische Innovationen beeinflusst wird und eine zuneh-

mende Abhängigkeit von Expertenwissen im Alltag zu konstatieren ist. Die These der zunehmenden «Wissenschaftsabhängigkeit des modernen Lebensstils» wird pointiert zusammengefasst unter dem Stichwort der «Risikogesellschaft», der Diagnose, dass aus der fundamentalen «Enttraditionalisierung» des Lebensstils in entwickelten Industriegesellschaften die Anforderung an unterschiedliche Wissenschaften erwachse, für komplexe und oft existentielle Entscheidungen das entsprechende Orientierungs- und Entscheidungswissen zur Verfügung zu stellen. Andererseits müssen Akteure im Alltag moderner Gesellschaften über bedeutende Fähigkeiten und Kompetenzen verfügen, abstraktes Wissen – etwa humangenetisches Wissen – auf konkrete Lebensprobleme beziehen zu können. Aus den Fortschritten der Genomanalyse ergibt sich damit in besonderem Masse die Forderung nach einer intensiven Unterrichtung der Betroffenen. Anders jedoch als bei den bisherigen Initiativen im Bereich des «Public Understanding of Science», die überwiegend von dem Ziel einer Akzeptanzsteigerung geleitet zu sein scheinen, besteht dringender Bedarf für eine Bildungsoffensive, die wegen der globalen Verfügbarkeit der Biotechniken nicht auf westliche Industriegesellschaften beschränkt bleiben darf.

Genetische Beratung

Dass solche Wissenstransfers zwischen Alltag und Expertensystemen durchaus problematische Individualisierungstendenzen westlicher Gesellschaften noch verschärfen können, wird beispielhaft in Studien herausgearbeitet, die die Folgen moderner Pränataldiagnostik analysieren.

Immer stärker, so die sozialwissenschaftliche Kritik, werde in modernen Industriegesellschaften eine aktive und selbstgesteuerte Lebensführung gefordert, zu der auch eine vorausschauende Lebensplanung zähle, die Chancen nutze und Risiken frühzeitig erkenne. Gentechnisch-diagnostische Verfahren ermöglichen, rationale Planung in Bezug auf den Kinderwunsch zu erhöhen und so zu einer Steigerung des «Self-managements» beizutragen.

Allerdings stellt sich die Frage, in welchem Masse sich genetisches Risikowissen tatsächlich durchsetzt und welche Folgerungen daraus gezogen werden. Denn in einschlägigen Studien wird ein – aus Sicht der Wissenschaft – durchaus geringer «Erfolgsgrad» genetischer Beratungen festgestellt: So sei etwa die Risikowahrnehmung der Beratenen vor der Beratung und nicht das in der Beratung mitgeteilte Risiko für die getroffenen Entscheidungen entscheidend. Ähnlich hängen Entscheidungen nach genetischen Beratungen oder Pränataldiagnosen stark davon ab, wie das soziale Umfeld der Beratenen wahrscheinlich auf die jeweilige Entscheidung reagieren wird, welche Bedeutung es in diesem Umfeld etwa hat, ein behindertes Kind zur Welt zu bringen, oder ob die finanziellen und personellen Ressourcen vorhanden sind, ein behindertes Kind grosszuziehen. Es sind also eher lebensweltliche Rationalitätsstandards als wissenschaftliche Risikokalküle, die als Kriterien von den Betroffenen bei Entscheidungen angelegt werden.

In diesem Zusammenhang kommt öffentlichen Diskursen und der Popularisierung wissenschaftlichen Wissens eine entscheidende Bedeutung zu, die

Dr. Stefan Beck arbeitet am Institut für Europäische Ethnologie der Humboldt-Universität zu Berlin.

Krankheiten, Schwächen und abweichendes Verhalten zunehmend durch ein «Prisma der Vererbung» (Troy Duster) wahrnehmen. Vor allem die zahlreichen Meldungen über die angebliche Entdeckung eines Gens für Alkoholismus, Homosexualität, Intelligenz und so weiter, die Reduktion genetischer Komplexität auf eine simple Determinismusannahme sowie die wachsende Akzeptanz der «präventiven Logik» der Humangenetik – etwa die Einstellung, dass die Geburt behinderter Kinder heutzutage doch vermeidbar sei – führt nicht zuletzt zu einer bedeutenden Verlagerung der Verantwortung: Was früher Schicksal war, kann nun als vermeidbar und damit als persönliches Versagen interpretiert werden. Bereits gegenwärtig wird die Ausdehnung einer «measure-and-manage»-Kultur auf Fortpflanzungsentscheidungen konstatiert und ein in westlichen Industriegesellschaften entstehendes «actuarial mind-set» beschrieben, die Tendenz, anstehende Entscheidungen nach Wahrscheinlichkeiten abzuwägen.

Dieser Hinweis auf die Wechselwirkung wissenschaftlicher und alltagsweltlicher Rationalitäten legt auch eine Revision gängiger Konzepte der «Wissengesellschaft» nahe, die den Schwerpunkt oft einseitig auf die zunehmende Verfügbarkeit wissenschaftlicher Fakten legen. Stattdessen muss stärker beachtet werden, dass in unterschiedlichen sozialen und kulturellen Kontexten Wissen gemäss spezifischer Logiken interpretiert und angewandt wird. Die Aufmerksamkeit sollte daher nicht separaten, dekontextierbaren Wissensinhalten, sondern spezifischen Wissenspraxen in unterschiedlichen sozialen und kulturellen Milieus gelten.

Redefinition von Krankheit

Wichtige Hinweise zur Relevanz solcher kultureller Deutungs- und Wahrnehmungsmuster hat etwa die amerikanische Kulturanthro-



Foto: Keystone

pologin Emily Martin am Wandel von Körperbildern und Selbstkonzepten amerikanischer Mittelschichtangehöriger herausgearbeitet. In einer gross angelegten Studie konnte belegt werden, wie wissenschaftliche Konzepte des Immunsystems, wie sie im Zusammenhang der AIDS-Krise Ende der 80er Jahre popularisiert wurden, im Alltag aufgegriffen, metaphorisch erweitert und zur Grundlage veränderter Körpervorstellungen wurden: Dem überwiegenden Teil der befragten Personen erschien ihr Körper als flexibles, offenes, dynamisches und anpassungsfähiges System, das durch Training beeinflusst werden kann.

Die wenigen bislang durchgeführten kulturanthropologischen Studien zu Auswirkungen der Humangenetik auf Alltagskonzepte von Körper, Krankheit und Gesundheit deuten auf einen vergleichbaren Zusammenhang: Das im Alltag dominante, deterministische Verständnis der DNA als «Super-Code» führt in Kombination mit der Ausdehnung der Kategorie der «genetischen Krankheit» zu einer tief greifenden

Die Genomanalyse sprengt den Alltag der Wissenschaftsgesellschaft. Gruppenzugehörigkeiten lassen sich anhand genetischer Informationen definieren.

Redefinition des Krankheitsbegriffes. Verkürzt gesagt sinkt die Aufmerksamkeit gegenüber Umwelt und Verhalten als Krankheitsursachen zugunsten vererbter genetischer Anlagen. Es erscheint daher nicht unwahrscheinlich, dass mit der Durchsetzung genetischer Deutungsmuster von Krankheit sowie abweichendem Verhalten das von Martin für die ausgehenden 80er-Jahre beschriebene «flexible» Körperverständnis abgelöst und in sein Gegenteil verkehrt wird: Statt «flexibler Körper» nun «programmierte Körper».

Gruppenzugehörigkeiten

Die Sprengkraft der Genomanalyse auf Alltagskonzepte lässt sich auch daran verdeutlichen, dass genetische Informationen zur Irritation bisheriger und zur Schaffung neuer Gruppenzugehörigkeiten führen können. Denn in vielen Kulturen wird die

familiale wie auch die kulturelle Intimität durch Rückgriff auf eine Blutsmetaphorik hergestellt: Der Verweis auf gemeinsames Blut und die angebliche Natürlichkeit und Dauerhaftigkeit der Blutsbande dient dazu, Personen in einem Netz von Relationen zu definieren, denen ihr sozialer Charakter abgesprochen wird. Blut ist jedoch auch deshalb ein besonderer Saft, weil er im Rahmen vieler Kulturen nicht nur die familiäre Intimität, sondern in einem übertragenen Sinne auch die kulturelle Intimität eines «Volkes» zu sichern scheint: Analog zu Familien interpretieren sich Populationen oft als Abstammungsgemeinschaften.

Sowohl die familiäre wie auch die kulturelle Intimität, die durch Rückgriff auf die Blutsmetaphorik hergestellt wird, können durch genetische Informationen jedoch zutiefst irritiert werden. Viele der Personen, die etwa als Träger eines krankheitsauslösenden, rezessiven Gens diagnostiziert werden, empfinden es als sehr irritierend, wenn ihre unmittelbar blutsverwandten Geschwister nicht betroffen sind, während entfernte Verwandte ebenfalls als Träger identifiziert werden. Hinzu kommt, dass die Humangenetik darauf ausgerichtet ist, Risikopopulationen zu identifizieren, die mit den sozial und kulturell konstruierten, «imaginierten Abstammungsgemeinschaften» oft nicht deckungsgleich sind. Einzelne Personen können damit nicht nur gemäss ihrer «genetischen Ausstattung» als Angehörige sehr unterschiedlicher Risikogruppen klassifiziert werden, sondern laufen auch Gefahr, sozial stigmatisiert und diskriminiert zu werden. Die sozialpolitische Sprengkraft der Differenzierung von Populationen auf Grundlage genetischer Daten reicht hierbei vom möglichen Ausschluss von Versicherungsleistungen über die Benachteiligung am Arbeitsplatz bis hin zur Gefahr einer Funktionalisierung im Rahmen ethnisierender oder rassistischer Politik.

Vor allem bei der Funktionalisierung genetischer Differenzierungen für politische Zwecke ist deutlich, dass Analysen der «Auswirkungen der Genomanalyse» sich nicht auf einen innerwissenschaftlichen Bereich beschränken dürfen. Vielmehr ist der potentielle Missbrauch wissenschaftlicher Erkenntnisse wie deren unkontrollierbare Aneignung im Alltag eher als Normal- denn als Ausnahmefall anzusehen.

Wissenspolitik

Gefordert wäre demnach eine Wissensfolgenabschätzung, die versucht, soziale und kulturelle Folgen der durch Wissenschaft erweiterten gesellschaftlich verfügbaren Wissensbasis in ihrer Komplexität abzuschätzen. Denn bei der Genomanalyse handelt es sich um eine kaum zu überschätzende Kulturtechnik, deren alltagskulturelle Auswirkungen dringend empirisch untersucht werden müssen. Neben einer solchen Wissensfolgenabschätzung jedoch scheint mir auch die Entwicklung einer – um einen Ausdruck der Wissenssoziologen Nico Stehr und Reiner Grundmann aufzugreifen – Wissenspolitik gefordert zu sein, die es als ihre Aufgabe ansieht, auf übernationaler Ebene die Produktion, Distribution und Anwendung wissenschaftlichen Wissens zu koordinieren. Natürlich ginge es hierbei nicht darum, ein «Phantasma der Regulation» zu schaffen, das am Einfallsreichtum der Regulierten stets scheitert; mit einer solchen Wissenspolitik wäre jedoch erstmals ein zusammenhängender Handlungsbereich definiert, der bislang in sehr unterschiedliche Regulationsfelder und Zuständigkeiten zersplittert ist. Gerade die traditionelle Ausdifferenzierung in eine Forschungs-, Industrie-, Gesundheits- und Bildungspolitik trägt fatalerweise dazu bei, dass die Alltagswirkungen der Genomanalyse in ihrer Komplexität nicht zum Thema werden und alltägliche Wissenspraxen unerkannt bleiben.

LITERATUR

- Beck, Stefan: Umgang mit Technik. Kulturelle Praxen und kulturwissenschaftliche Forschungskonzepte. Berlin 1997, Akademie Verlag.
- Die Denaturierung des Labors. Anmerkungen zur Erforschung der Arbeitskultur in den Naturwissenschaften. In: Irene Götz, Andreas Wittel (Hg.): Arbeitskulturen im Umbruch. Zur Ethnographie von Arbeit und Organisation. Münchner Beiträge zur Volkskunde. München 2000.
- Beck-Gernsheim, Elisabeth: Die soziale Konstruktion des Risikos – das Beispiel Pränataldiagnostik. In: Soziale Welt, 47. Jg., 3/1996, S. 284–294.
- Duster, Troy: The Prism of Heritability and the Sociology of Knowledge. In: Laura Nader (ed.): Naked Science. Anthropological Inquiry into Boundaries, Power and Knowledge. London 1996, Routledge, S. 119–130.
- Davison, Charlie: Predictive genetics: the cultural implications of supplying probable futures. In: Theresa Marteau, Martin Richards (eds.): The Troubled Helix: social and psychological implications of the new human genetics. New York 1996, Cambridge University Press, S. 317–330.
- Nelkin, Dorothy, Laurence Tancredi: Dangerous Diagnostics. The Social Power of Biological Information. New York 1989, Basic Books.
- Martin, Emily: Flexible Bodies. Tracking Immunity in American Culture – From the Days of Polio to the Age of AIDS. Boston 1994, Beacon Press.
- Rabinow, Paul: Artificiality and Enlightenment: From Sociobiology to Biosociality. In: Jonathan Crary, Sanford Kwinter (eds.): Incorporations (= Zone 6). New York 1992, S. 234–252.
- Stehr, Nico: Arbeit, Eigentum und Wissen. Zur Theorie von Wissensgesellschaften. Frankfurt/M. 1994, Suhrkamp.

Zur Lesbarkeit der Genetik

Der im letzten Jahr erschienene Erfolgsroman «Elementarteilchen» des französischen Autors Michel Houellebecq präsentiert eine düstere Diagnose des ausgehenden 20. Jahrhunderts: Der Verfall tradierter Werte und die Vereinsamung des Individuums. Die zukünftige Gesellschaft wird in Houellebecqs Roman als «Welt eineiiger Zwillinge» dargestellt. Die literarische Fiktion hinkt dem wissenschaftlichen Diskurs nurmehr hinterher: Die Gentechnologie als Ende der Science fiction?

VON SIGRID WEIGEL

Nicht nur in den Geisteswissenschaften, auch in der Wissenschaftsgeschichte und -theorie des letzten Jahrzehnts lassen sich deutliche Zeichen eines «cultural turn» beobachten, der in jüngster Zeit auch die Geschichte des naturwissenschaftlichen Denkens einschliesst: Sei es durch die Untersuchung der bildlichen und textuellen Konstruktionen oder der metaphorischen Genese wissenschaftlicher Konzepte und Paradigmen¹, sei es in der Analyse der Wechselwirkungen zwischen ästhetischen Praktiken und wissenschaftlichen Verfahrensweisen².

In diesem Zusammenhang ist auch die Literaturwissenschaft gefragt. So berührte sich die Geschichte der Ästhetik als Theorie der sinnlichen Wahrnehmung immer schon mit den wissenschaftlichen und technischen Experimenten, die der Beschreibung und «Verbesserung» der physiologischen Voraussetzungen menschlicher Sinneswahrnehmung gewidmet sind. Zudem hält die Literatur als Archiv des kulturel-

len Gedächtnisses hervorragende Zeugnisse bereit, an denen die imaginäre und intellektuelle Bearbeitung wissenschaftlicher Entwicklungen, an denen die vielfältigen Antworten der Einbildungskraft, des Begehrens und der Ängste auf den «Fortschritt» der Naturwissenschaften studiert werden können.

Darüber hinaus verfügt die Literaturforschung mit ihren erprobten Methoden wie Philologie, Textkritik, Rhetorik und Metaphorologie über Möglichkeiten der Deutung und Lektüre, die auch jene Momente von Texten einschliessen, die der Bildung von Begriffen und Paradigmen vorausgehen oder über diese hinauschiessen, die die Sphäre der intendierten Bedeutung überschreiten oder ihr entgegenlaufen. Der Einsatz dieser Methoden meint etwas anderes als Ideologiekritik, wie sie in der üblichen Fixierung von Geisteswissenschaften auf eine zumeist kulturpessimistische Evaluierung möglicher Folgeschäden wissenschaftlicher Innovationen zumeist zum Ausdruck kommt. Es geht dabei vielmehr um eine Archäologie und Genealogie wissenschaftlicher Theorien und ihrer Leitmetaphern und -begriffe. Das schliesst die Untersuchung solcher Konstellationen ein, denen ein exemplarischer Status für die Geschichte der Trennung von Geistes- und Naturwissenschaften oder auch für Momente der Überschneidung und Berührung zukommt, beispielsweise durch die Analyse hybrider Paradigmen, die zwischen den zwei (oder mehr) Kulturen zirkulieren oder die der Trennung vorausgehen und insofern verborgene Konnotationen betreffen, die auch nach einer spezialwissenschaftlichen Eingrenzung bestimmter Theoreme nach- und mitwirken.

Von besonderem Interesse ist dabei das Verhältnis von Leitwis-

senschaften und Leitmetaphern, durch die das Bewusstsein einer Kultur oder Epoche geprägt werden.

Wissenschaft und Poesie

In der hier gebotenen Kürze lassen sich die Wissenskulturen um 1800, 1900 und 2000 schematisch folgendermassen skizzieren: Während die Mentalität der Jahrhundertwende um 1900, die heute gerne als «nervöses Zeitalter» bezeichnet wird, damit korrespondierte, dass Neurologie beziehungsweise Physio- und Psychologie als führende Wissenschaften verstanden wurden, so scheinen um 2000 Leitwissenschaft und Leitmetapher auseinandergetreten. Die Biowissenschaften, denen die erstgenannte Rolle zugesprochen wird, bedient sich heute selbst einer allgegenwärtigen und dominanten Metaphorik aus Informatik und Elektronik, wenn in der Genetik von Code, Information und Programm die Rede ist. Um 1800 dagegen, als sich die Etablierung der Chemie als Wissenschaft vollzog, formulierte Goethe für diese, dass ihr Selbstverständnis aus der «Unvereinbarkeit von Wissenschaft und Poesie» erwachse, während die zeitgenössische Poesie gleichzeitig von «Chemismen» durchzogen war.

Beispielhaft steht dafür Goethes eigener Roman «Die Wahlverwandtschaften» (1809), der jene Gleichnisrede, die als Übertragung von Erkenntnissen der Naturlehre auf die Beziehung zwischen den Personen beziehungsweise Geschlechtern funktioniert, einführt und zugleich reflektiert: Verwandtschaft als Terminus der chemischen Nomenklatur zur Bezeichnung von «Naturen, die sich beim Zusammentreffen einander ergreifen und wechselseitig bestimmen». Im Zentrum des Romans steht eine Lektüreszene, in der die Bedingungen der «Gleich-

Prof. Dr. Sigrid Weigel ist Direktorin des Zentrums für Literaturforschung (Geisteswissenschaftliche Zentren Berlin) und kommissarische Direktorin des Einstein Forums (Potsdam).

nisrede» in einem dreistimmigen Gespräch (zwischen Charlotte, Eduard und dem Hauptmann) erörtert werden. Wo Charlotte sich für den «Wortverstand» interessiert, tritt der Hauptmann als Fachmann auf, der nicht nur auf sein «chemisches Kabinett» und die damit möglichen Versuche verweist, sondern auch über die «schrecklichen Kunstworte» verfügt, die er der geselligen Runde jedoch ersparen möchte, während er von Eduard aufgefordert wird, sich einstweilen mit Buchstaben auszudrücken. Vom Hauptmann als «Zeichensprache» der Chemie titulierte, sind diese Buchstaben das Medium, über das das narrative Spiel eines mehrfachen Tausches in Gang gesetzt wird: Zirkulation der Buchstaben als Formeln und als Initialien, die die Personennamen ersetzen, und Tausch der Partner. Während die Handlung des Romans über eben diesen Tausch vorangetrieben wird, wird in der genannten Lese- und Gesprächsszene die Gleichnisrede durchaus kontrovers diskutiert und hinsichtlich jener Differenzen reflektiert, die im je unterschiedlichen sprachlichen Register zum Ausdruck kommen: Gleichnisrede, Kunstworte, Zeichensprache.

Damit wird die Frage nach dem epistemologischen Status der Fachwissenschaft für das Wissen vom Menschen im Medium eines Romans gestellt, der ein Gleichnis aus der seinerzeit avanciertesten Naturwissenschaft experimentell erprobt und durchspielt.

Die vollkommene Replikation

Szenenwechsel um 2000: Eine deutliche Anspielung auf Goethes *L'Affinités électives* enthält der Titel des europäischen Erfolgsromans «*Les particules élémentaires*» (1998, dt. «*Elementarteilchen*» 1999), den der französische Autor Michel Houellebecq rechtzeitig zum *Fin de siècle* publiziert

hat. Sein Protagonist Michel Djerzinski ist als Molekularbiologe Vertreter einer Disziplin der Biowissenschaften, die heute gern als Leitwissenschaften bezeichnet werden. Obwohl Direktor eines Forschungsinstituts, verlässt er diese Position, da «Molekularbiologen meistens rechtschaffene, nicht sonderliche geniale Techniker sind» und er in deren Kreis seinem akademischen Ehrgeiz, die Biowissenschaft auf die Höhe der theoretischen Physik zu bringen, nicht nachgehen kann. Nach der Phase eines sozial und intellektuell vollständig depravierten Lebens geht er an ein genetisches Forschungsinstitut in Irland, wo er das Leben eines einsamen Wissenschafters führt und nach seinem nie ganz aufgeklärten Tod das Manuskript eines Aufsatzes über die Berechnung des genetischen Codes zum Zwecke der «vollkommenen Replikation» hinterlässt.

Entlang dieses Plots präsentiert der Roman von Houellebecq aber vor allem eine kulturelle Diagnose des ausgehenden 20. Jahrhunderts, die ein düsteres Bild speziell der sexuellen und moralischen Verhältnisse zeichnet: Die «sexuelle Befreiung» habe zum Verlust der Liebesfähigkeit, zu einer Kultur des sexuellen Wettbewerbs, dem Verfall tradierter Werte und zur Vereinsamung der Individuen geführt. Vom Verlag als «Endzeitroman» wie auch als «visionärer Gesellschaftsroman» angekündigt, fügt sich das Buch in das Muster des millennialistischen Zeitgeists. Die Erlösung kommt in diesem Falle von der Genetik. Wird die «Trennung von Zeugung und Sex» und der damit einhergehende Verlust familiärer Beziehungen als zentrales Verfallsphänomen des 20. Jahrhunderts beschrieben, so sucht der Roman einen Ausweg aus dieser Lage gerade nicht in einem Zurück zu traditionellen Kultu-

ren, sondern in einer Überbietung der Befreiungsideen mit Hilfe einer gentechnischen Vision: Abschaffung der sexuellen Unterschiede, der Sexualität als Fortpflanzungsmodus und der «genetischen Individualität»; Schaffung einer neuen intelligenten Spezies, in der alle Individuen denselben genetischen Code haben, auf dem Wege der «vollkommenen Replikation». Diese «Utopie» stellt sich somit als fiktionale Umsetzung geläufiger Phantasmen aus dem Feld jener kollektiven Imaginationen dar, die die öffentliche Debatte über die Gentechnologie regelförmig begleiten, zugleich aber auch als genetisch reformulierte Variante tradierter, altbekannter Gleichheitsmythen, inklusive der Zitate von Versatzstücken trivialfeministischer Utopien («Die Frauen waren einfach besser als die Männer», «Die menschliche Welt ist rund, glatt, homogen und warm wie eine Frauenbrust»).

Das Ende der Science fiction

Vorbereitet wird diese Vision durch die Reflexionen des Protagonisten, die sich in Form von Lesefrüchten aus dem Kanon naturwissenschaftlichen Denkens im 20. Jahrhundert gestalten: Max Planck, Niels Bohr und das Institut für theoretische Physik in Kopenhagen, Heisenberg, Einstein, die Quantenmechanik und die Relativitätstheorie, die Synthese von elektronischen Rechnern und die Molekularbiologie. Auf diese Weise wird die literarische Biographie eines Biowissenschaftlers mit philosophischen Neigungen gleichsam zum Bildungsroman der Naturwissenschaften des 20. Jahrhunderts. Er mündet im Vollzug einer Schöpfungsphantasie, die den medial vermittelten Wunsch- und Angstphantasien über die Gentechnologie entspricht, in Houellebecqs Roman aber sozialutopisch ratio-

nalisiert wird. Damit signalisiert der Roman zweierlei: Die literarische Exekution von Phantasmen, die im öffentlichen Diskurs mit Hilfe ethischer Grundsätze gebannt werden, und das Ende der Gattung Science fiction. Da das Nachwort des Romans die Durchsetzung seiner Vision nämlich in das Jahr 2079 (fünfzig Jahre nach Schaffung des ersten Vertreters der neuen Spezies) verlegt, diese Utopie aber den Medienheros der gegenwärtigen Gendebate, den Klon, ins Zentrum stellt, fügt Houellebecqs Roman dem wissenschaftlich Möglichen keinen Moment der Fiktion mehr hinzu. Indem er die zukünftige Gesellschaft als «Welt eineiiger Zwillinge» imaginiert und damit das Paradigma der gegenwärtigen Biowissenschaften (eineiige Zwillinge als Modell ungeschlechtlicher Fortpflanzung) als Gesellschaftsentwurf in die nahe Zukunft projiziert, hinkt die literarische Fiktion dem wissenschaftlichen Diskurs nurmehr hinterher. Ist das Genre des Science-fiction-Romans dadurch gekennzeichnet, dass die fiktiven Szenarien sich über das in wissenschaftlicher Hinsicht Un-, Nicht- oder Noch-nicht-Mögliche entfalten, so muss in Anbetracht der «Elementarteilchen» konstatiert werden, dass Science fiction am Ende ist, denn die Sciences haben die Fiktionen offensichtlich überholt.

Bemerkenswerter ist vielleicht jener Aspekt des Romans, der den kulturell bedingten Verlust familiärer Strukturen in der bestehenden Gesellschaft auf gentechnischem Wege überbietet und eine zukünftige Welt entwirft, in der es keinerlei genealogische Beziehungen mehr gibt. Dieser Eingriff in die elementaren Strukturen der Verwandtschaft, der in deren vollständiger Abschaffung besteht, erscheint bei Houellebecq als radikalisierte Weiterentwicklung einer bestehenden sozialen

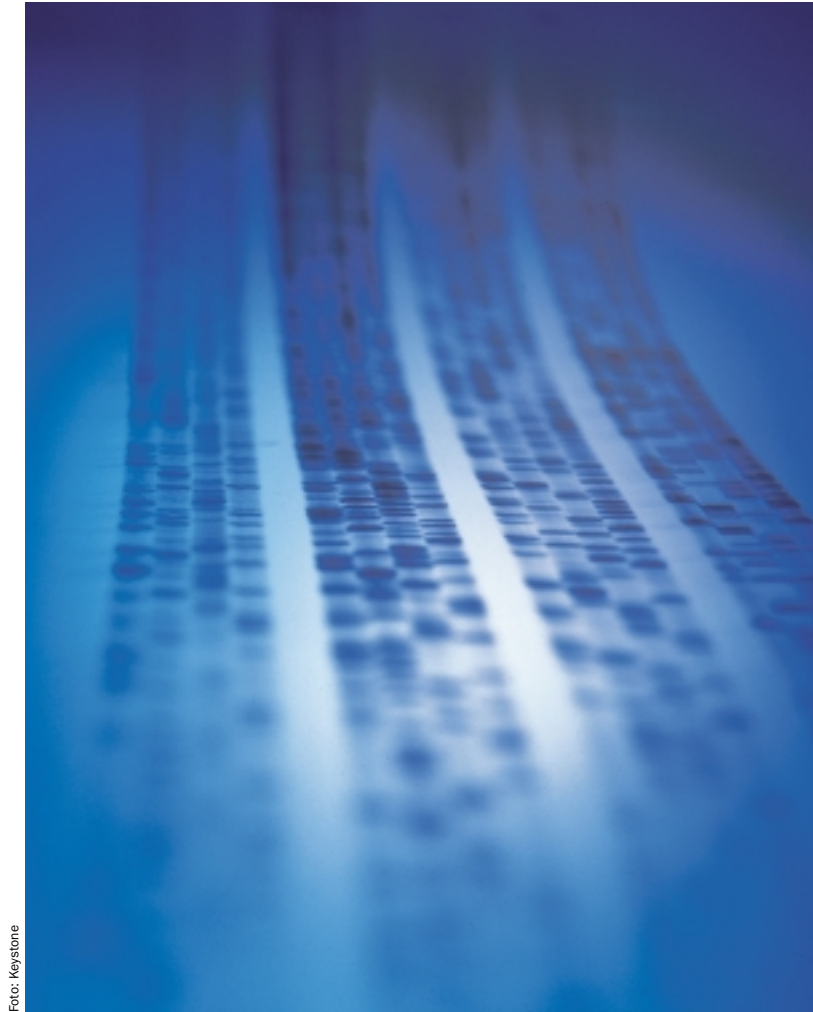


Foto: Keystone

Tendenz, so dass das Bild der «neuen Welt» als eine Synthese aus Zäsur (das gentechnische Verfahren der «Schaffung» einer neuen Spezies) und Kontinuum (Überbietung kultureller Tendenzen) erscheint. Damit stellt der Roman die implizite These auf, dass die entworfene «Vision» in der sexuellen Kultur des 20. Jahrhunderts angelegt ist beziehungsweise eine logische Konsequenz daraus darstellt. Und dieser These kommt insoweit ein diagnostischer Gehalt zu, als die forcierte gentechnische Forschung ihre Akzeptanz gegenwärtig vor allem über die Bedürfnisse der Reproduktionsmedizin und der wachsenden Nachfrage nach deren «Möglichkeiten» findet. Diese mit den modernen Biowissenschaften strukturell verbundene Intervention in das genealogische Denken und die in kultureller

Das DNA-Fingerprinting gibt Aufschluss über das Erbgut des Einzelnen. Seine «genetische Information» liest sich wie ein Text.

Hinsicht folgenreichsten Veränderungen tradierter Generationen- und Geschlechterverhältnisse werden über die Medienthemen Klonen und francofood jedoch weitgehend vergessen.

Die Metaphern der Genetik

Eine Untersuchung der Art und Weise, wie Goethes und Houellebecqs Roman sich auf den etablierten wissenschaftlichen Diskurs ihrer Zeit beziehen, fällt noch in das tradierte Arbeitsfeld der Literaturwissenschaft. Im Sinne des oben skizzierten Beitrags der Literaturforschung zur Wissenschaftsgeschichte steht jedoch eine Umkehr der Perspektive auf dem Plan, mit der die Bilder und Metaphern in naturwissenschaft-

lichen Diskursen in den Blick geraten. Damit geht es erneut um das Problem der Gleichnisrede, nun aber von der anderen Seite her: So beispielsweise um die auffällige Häufung von Metaphern der Lektüre, der technischen Medien und der elektronischen Datenverarbeitung in jüngeren Beiträgen zur Genetik. Solche Metaphern sind nicht nur Bestandteil einer popularisierenden Redeweise, die sich im Interesse allgemeiner Verständlichkeit «anschaulicher» Vergleiche bedient und zum Beispiel die Funktionsweise des Gens mit einem Video vergleicht: Der DNA-Code sei wie die auf eine Videokassette gespeicherte Information, die Wirkung des Gens sei dagegen dem ablaufenden, sichtbaren Film vergleichbar, was sich dazwischen ereigne, sei uns verschlossen. In diesem Vergleich wird die Videometapher zum Bild einer black box, die exakt jenen blinden Fleck im Wissen der Genetik bezeichnet, die den Abstand zwischen dem genetischen Code (einer Formel für die spezifische Sequenz der Nukleotide-Kombinationen) und der manifesten Wirkung einzelner «identifizierter» Gene betrifft. Denn der nahe Abschluss des Human Genom Projects, das die vollständige Entschlüsselung und Kartierung aller Gene der menschlichen Chromosomensequenz zum Ziele hat, bedeutet ja nicht, dass damit die Wirkungsweise der einzelnen Gene bekannt ist.

Die Bedeutung der Metaphern geht aber in der Genetik weit über den Versuch der Veranschaulichung komplizierter Sachverhalte für ein nicht fachwissenschaftlich

geschultes Publikum hinaus. Vielmehr sind die Metaphern für die Entwicklung der Genetik selbst, besonders aber für die Entdeckung des «genetischen Codes» konstitutiv gewesen; und noch jetzt ist ihre Bedeutung für die etablierte Terminologie, vor allem in der Verwendung von Begriffen aus der Sprache der künstlichen Intelligenz (Code, Information und Programm), virulent. So hat Hans Blumenberg im Rahmen seiner Metaphorologie die konstruktive Bedeutung der Metapher der «Lesbarkeit» für die Entdeckung des genetischen Codes analysiert. Seine Untersuchung «Der genetische Code und seine Leser»³ kann dabei beispielhaft die Produktivität von Metaphern für die Innovation solcher neuer Ideen zeigen, die nur auf dem Wege einer Übertragung bekannter Phänomene auf eine unbekannte Sphäre erprobt werden können.

Lexikon der Genetik

Blumenberg rekonstruiert in seinem Beitrag die Spur der Metaphorik von Erwin Schrödingers Einfall, man könne die Chromosomen eines Zellkerns nach Art einer verschlüsselten Schrift begreifen (1943), über Chargaffs «Vorwort zu einer Grammatik der Biologie» (1970), die von der Betrachtung der Nukleinsäure als Text handelt, bis zum Begriff der «genetischen Information» in der etablierten Terminologie der Molekularbiologie als die Geschichte einer Entdeckung, der zugleich das Vergessen ihres metaphorischen Ursprungs eingeschrieben ist. Wenn heute das Human Genom Project etwa als ein vollständiges «Lexikon» des mensch-

lichen Erbguts verstanden wird, bleibt in dieser Vorstellung nicht nur das für einzelne Gene weitgehend ungeklärte Verhältnis von latenter Information oder genetischer Disposition und möglicher Wirkung unberücksichtigt. Vielmehr ist es gerade das Vergessen des metaphorischen Ursprungs der genetischen Terminologie, deren Worte wie Code, Information und Programm meist als eindeutige Begriffe verwendet werden, das die ungelösten erkenntnistheoretischen Probleme beziehungsweise die blinden Flecken des biowissenschaftlichen Wissens verdeckt. Insofern sind metaphorologische Untersuchungen zur Genese wissenschaftlicher Konzepte unter anderem dazu geeignet, die in der Fachsprache eingekapselten Bedeutungsprobleme als Symptome offener theoretischer Fragen zu deuten und den Blick für diese zu schärfen.

LITERATUR

- ¹ Timothy Lenoir (Ed.): *Inscribing Science*. Stanford 1998. Caroline Jones / Peter Galison (Ed.): *Picturing Science, Producing Art*. New York, 1998.
 - ² Hans Jörg Rheinberger (Hg.): *Räume des Wissens. Repräsentation, Codierung, Spur*. Berlin 1995. Michael Hagner (Hg.): *Ecce Cortex. Beiträge zur Geschichte des modernen Gehirns*. Darmstadt, 1999.
 - ³ Hans Blumenberg: *Die Lesbarkeit der Welt*. Frankfurt am Main, 1981. S. 374–409.
- Michel Houellebecq: *Les particules élémentaires*, Petersen Verlag, Hamburg, 1998, dt.: *Elementarteilchen*, Dumont Verlag Köln, 1999.



Genetische Untersuchungen vor der Geburt

Bei der vorgeburtlichen Untersuchung steht die Gesellschaft moralisch vor einer Pattsituation. Das Angebot der verschiedenen Testmöglichkeiten verlangt von der Frau eine wertende Stellungnahme zum werdenden Leben in ihrem Körper. Über die zu erwartende Lebensqualität des Kindes können jedoch nur Mutmassungen angestellt werden.

VON RUTH BAUMANN-HÖLZLE

Die Frau, die gegenüber der Frauenärztin Platz nahm, blickte erwartungsvoll. Seit drei Wochen war ihre Periode ausgeblieben, zwei Schwangerschaftstests hatten ihr bereits bestätigt: Sie war schwanger! Die Frau hatte sich auf diesen Arztbesuch gefreut, zum ersten Mal würde sie ein Bild von ihrem Kind im Ultraschall zu sehen bekommen. Als sie sich für die Untersuchung hingelegt hatte und der Ultraschallkopf über ihren Bauch fuhr, war die Frau emotional sehr bewegt. Sie sah, wie der Embryo in der Amnionhöhle schwebte. Bereits konnte man Herz und Leber als zwei dunkle Punkte auf dem Bild wahrnehmen. Noch während dem Ultraschall fragte die Ärztin die Frau, ob sie sich über vorgeburtliche Untersuchungen schon Gedanken gemacht habe. Etwas verhalten meinte die Frau: «Ja schon, denn ich bin ja nicht mehr die

Jüngste...!» Die freudige Stimmung im Raum war verflogen. Besorgt fragte die Schwangere: «Sehen Sie etwas, das nicht in Ordnung ist?» «Nein, nein, ich bin nur verpflichtet, Sie über die verschiedenen Möglichkeiten der vorgeburtlichen Untersuchungen zu informieren. Zudem wollen wir ja nur das Beste für Ihr Kind!» Nachdem sich die Frau wieder angekleidet hatte und erneut der Ärztin gegenüber sass, erklärte ihr diese die verschiedenen Möglichkeiten der vorgeburtlichen Untersuchungen. Für oder gegen die erste sollte sich die Frau in den nächsten zwei Wochen entscheiden. Mit diesem Erst-Trimester-Test werde ihr individuelles Risiko für ein Down-Syndrom oder eine andere Chromosomenstörung getestet und diene als Entscheidungsgrundlage für die Durchführung weiterer Untersuchungen. Da nicht invasiv, stelle der Test für das Kind keine Gefahr dar. Der Test erfasse zwar rund 90 Prozent der betroffenen Kinder, 10 Prozent blieben jedoch immer noch unentdeckt. Zudem zeige der Test in vielen Fällen ein «erhöhtes» Risiko an, obwohl das Kind gesund sei. Die Frau hielt ihre Handtasche vor ihren Bauch, es schien, als wolle sie ihr Kind schützen. Sie wusste gar nicht, was sie sagen oder denken sollte. Und wie sich in dieser Situation entscheiden? Sie hatte sich ihr Kind doch gewünscht! Die Ärztin bemerkte diese Körperhaltung und dachte bei sich: «Wie viel einfacher war es doch für mich vor zwanzig Jahren, als ich selber schwanger und noch nicht vor diese Entscheidungen gestellt gewesen war!»

Die Beschreibung dieser Situation ist nicht erfunden. Diese erste Begegnung in einer Arztpraxis wurde mit einem Video für eine

Weiterbildung zur Problematik der Beratung von schwangeren Frauen aufgenommen. Das Videoband macht die ethische Problematik der vorgeburtlichen Untersuchungen ganz allgemein deutlich: Die symbiotische Beziehung der Frau mit dem werdenden Leben zerbricht oder kann sich nicht herausbilden, denn das Angebot der verschiedenen vorgeburtlichen Testmöglichkeiten erzwingt von der Frau eine wertende Stellungnahme zum werdenden Leben in ihrem Körper. Damit wird der natürliche Bindungsprozess, welcher sich bei einer erwünschten Schwangerschaft selbstverständlich vollzieht, unterbrochen.

Was ist Lebensqualität?

Heute können beim Fötus schon vor der Geburt mittels Amnionzentese (genetische Untersuchung von abgelösten Zellen des Fötus im Fruchtwasser) und Chorionbiopsie (Untersuchung des Chorionzotengewebes auf chromosomale Abweichungen des Fötus) genetische Eigenschaften, mit welchen Krankheiten oder Behinderungen verbunden sind, festgestellt werden. Keine Auskunft geben die Tests über den genauen Grad einer Krankheit oder Behinderung. Über die tatsächlich zu erwartende Lebensqualität des Kindes, welche meist zusätzlich von vielen anderen Faktoren als nur von seinen Genkonstellationen abhängt, können deshalb nur Mutmassungen angestellt werden. Diese Testresultate sind Eigenschaftsbeschreibungen des Fötus und machen deshalb als solche nur deskriptive empirische und nicht normative Aussagen. Sie stellen also noch keine wertende Stellungnahme dem getesteten menschlichen Leben gegenüber dar. Normativ

Dr. theol. Ruth Baumann-Hölzle leitet das «Interdisziplinäre Institut für Ethik im Gesundheitswesen», DIALOG ETHIK, und ist Präsidentin des «Vereins für ganzheitliche Beratung und kritische Information zu pränataler Diagnostik». Sie ist Dozentin in Medizin- und Pflegeethik an der Universität Zürich.

sind erst die Entscheidungen, welche aufgrund solcher Testresultate gefällt werden.

Schwangerschaftsabbrüche aufgrund eines positiven Testresultates bei vorgeburtlichen Untersuchungen werden in der Schweiz nur mit der so genannt «mütterlichen Indikation» durchgeführt, wonach das Leiden, welches mit dem Leben des Kindes für die Mutter einhergehen würde, ihr nicht zumutbar sei. Nicht erlaubt hingegen ist die «eugenische Indikation», welche eine Lebenswertbewertung des werdenden Lebens darstellt. In der Praxis angeführt wird aber trotzdem oft die Begründung, das zu erwartende Leiden des Kindes sei «mit dem Leben nicht vereinbar». Wie beeinflussen nun Menschenbilder diese im Einzelfall jeweils sehr schwierige Leidensabwägung?

Menschenbilder

Jedes werdende Elternpaar macht sich Bilder des zu erwartenden Kindes. Vor den Möglichkeiten der vorgeburtlichen Untersuchungen lag zwischen den Bildern, die sich die werdenden Eltern von ihrem Kind machten, immer die Ungewissheit, wie das Kind denn nun tatsächlich aussehen und sein werde. So konnten weder die Idealbilder der Eltern und Ärzte noch deren mit Vorurteilen behafteten Bilder von behinderten Menschen zur normativen Stellungnahme dem werdenden Leben gegenüber werden. Das werdende Leben konnte sich so frei nach seinem eigenen Bild entfalten. Die Frau kam nicht umhin, mit diesem werdenden Leben in ihrem Körper in Beziehung zu treten. Das Kind konnte sich bei der Frau gleichsam einen Sympathiebonus erwerben, bis es dann die Mutter und den Vater mit seinem tatsächlichen Bild konfrontierte.

Ist das Kind erst einmal auf der Welt, so setzt sich normalerweise die Beziehungskraft des Kindes gegenüber den gemachten Bildern durch. Dies widerspiegelt sich heute in der unterschiedlichen



Foto: Keystone

Verhaltensweise der Eltern bei den Entscheidungen aufgrund der vorgeburtlichen Untersuchungen und denjenigen auf der neonatalen Intensivstation: Während in 92 Prozent der Fälle beim Vorliegen eines Down-Syndroms die Schwangerschaft abgebrochen wird, wird der Kampf um das Leben dieser Kinder auf der neonatalen Intensivstation von den Eltern mitgetragen.

Über Bilder hinaus

Das Geheimnis dieser Beziehungskraft, welche zwischen den Menschen gegen Idealbilder und Vorurteile wirksam wird, hat überhaupt erst zu einer humanen Kultur geführt, welche sich gerade dadurch auszeichnet, ungewohntes menschliches Leben in die menschliche Gemeinschaft aufzunehmen und ihm besondere Beachtung und Sorge zukommen zu lassen. Mit dieser absolut unnatürlichen Verhaltensweise widerspricht der Mensch dem Naturgesetz des «survival of the fittest». Diese Eigenart zeichnet das Menschsein gegenüber der anderen belebten Natur aus, wo Leben, wenn es nicht dem Bild der eigenen Art entspricht, ausgeschlossen oder gar getötet

Chromosomale Abweichungen des Fötus können mit Krankheiten oder Behinderungen verbunden sein. Der vorgeburtliche Test kann die Frau vor eine schwere Entscheidung stellen.

wird. Der Mensch erkennt seine Zugehörigkeit zur menschlichen Gemeinschaft offensichtlich über innere Beziehungen, also über abgrenzend wirkende Bilder hinaus.

Eugenischer Impetus

Im Kontext dieser Überlegungen wird bewusst, wie tiefgreifend der Einfluss der vorgeburtlichen Untersuchungen auf das Menschsein selber ist: Menschliches Leben kann aufgrund von Idealbildern und von Vorurteilen geprägten Bildern behinderten oder kranken Menschen gegenüber bewertet werden, noch bevor sich seine persönliche Beziehungskraft bei seiner Mutter und seinem Vater entfalten konnte: Je nach dem, ob das Kind dem Idealbild oder dem Vorurteil entspricht oder nicht, wird die Schwangerschaft weitergeführt oder abgebrochen. Vorgeburtliche Untersuchungen haben deshalb immer einen eugenischen Impetus, selbst dann, wenn sie beim Vorliegen eines negativen Testresultates die Beziehungs-

dynamik zwischen werdendem Leben und Eltern beschleunigen. Wie negativ besetzt die Bilder von behindertem Leben sein können, zeigt die spontane Reaktion einer Frau nach einem Schwangerschaftsabbruch aufgrund einer vorgeburtlichen Untersuchung, als ihr das Kind nochmals gezeigt wurde: «Das Kind sah so friedlich aus. Im Nachhinein war ich froh, es nochmals gesehen zu haben, denn ich meinte nach dem positiven Testresultat, ein Monster in mir getragen zu haben. Andererseits verunsicherte mich dieses friedliche Kind darin, auch wirklich richtig entschieden zu haben.»

Leidensabwägungen im medizinischen Alltag

Es darf nicht geleugnet werden, dass genetische Abweichungen unter Umständen äusserst schwierige Leidenssituationen erzeugen können, welche mit der Bildproblematik nichts zu tun haben: Leiden, welche Beziehungen mit einem Menschen überhaupt verunmöglichen und ihn oder sie irreversibel zum Objekt machen oder unerträgliche Schmerzsituationen hervorrufen. Da die Tests meist keine Auskunft über den Grad der Behinderung geben können, ist eine Entscheidungsfindung sehr schwierig. Für eine verantwortliche Güterabwägung bedarf es einer grundsätzlichen Abklärung der mutmasslichen Lebenssituation und Leidenssituation des Kindes. Problematisch bei den Tests ist, dass solche Lebensentscheide in ganz kurzer Zeit gefällt werden müssen. Je früher die Tests, umso grösser die

Als Entscheidungshilfe kann die Broschüre «Das Risiko Leben – Herausforderung vorgeburtlicher Untersuchungen» des «Vereins ganzheitliche Beratung und kritische Information zu pränataler Diagnostik» in Winterthur bestellt werden.

(Telefon 052 202 72 01,
www.praenatal-diagnostik.ch)

Gefahr, dass die Tests eugenische Entscheide sind, da sich noch kaum eine Beziehung zwischen dem Fötus und der Mutter etabliert hat. Für solch schwierige Leidensabwägungen braucht es neben genetischem Sachwissen sowohl ethische als auch psychologische Beratungskompetenz.

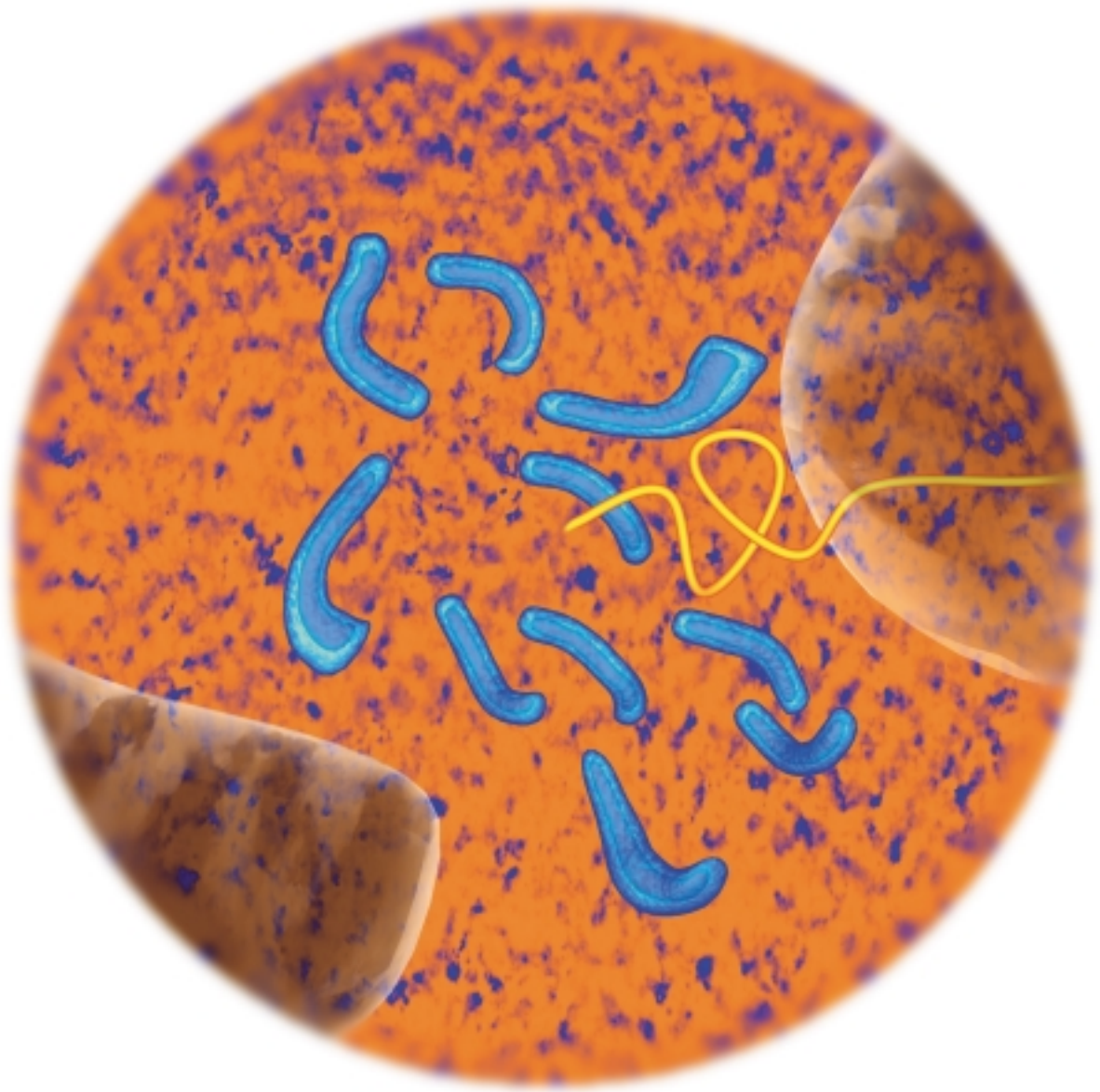
Der Kern der Humanität

Menschenbilder und vorgeburtliche Untersuchungen vermögen nur Aspekte menschlichen Lebens und nicht das Wesen des Menschseins zu erfassen. Der Kern der Humanität ist der Anspruch an jeden Menschen, unabhängig von seinem Erscheinungsbild und seiner Lebensqualität eine Würde zu besitzen, die ihm von niemandem abgesprochen werden kann. Dieser Würdeanspruch macht es unmöglich, das Menschsein qualitativ beschreiben zu können. Damit wird gleichzeitig Einspruch gegen jede normative Anwendung eines Menschenbildes erhoben, denn jedes Bild diskriminiert all diejenigen, welche nicht diesem Bild entsprechen. Bei den schwierigen Leidensabwägungen nach einem positiven Befund der vorgeburtlichen Untersuchungen steht die Gesellschaft moralisch vor einer Pattsituation: Zwingt sie die Frau, das Kind auszutragen, wird die Frau instrumentalisiert; wird die Schwangerschaft abgebrochen, ist es das Kind, das einer Instrumentalisierung zum Opfer fällt. Es ist die existentielle Grundpflicht der menschlichen Gemeinschaft, dafür zu sorgen, dass sich die Beziehungskraft zwischen den Menschen ungehindert entfalten kann. Entsprechend hat die Gesellschaft die Aufgabe, dass sich bei den Entscheiden nach vorgeburtlichen Untersuchungen nicht ideale oder von Vorurteilen geprägte Menschenbilder normativ durchsetzen können. Es haben sorgfältige Leidensabwägungen, welche der konkreten Beziehungssituation eines Paares Rechnung tragen, stattzufinden. Nur kompetente Beratung vor, wäh-

rend und nach einem Test vermag Entscheidungsautomatismen entgegenzuwirken. Das Handeln nach vorgeburtlichen Untersuchungen darf nicht zur eugenischen Praxis werden, die eine innere Tendenz zur Ausweitung besitzt. Diese wirkt sich unter anderem dahingehend aus, dass Leiden und Schmerz dem persönlichen Verantwortungsbereich zugesprochen und erst noch als vermeidbar angesehen werden. So wie dies bei Menschen mit Down-Syndrom bereits heute der Fall ist. Übersehen wird bei diesen Überlegungen, dass nicht die Krankheit, sondern der Krankheitsträger ausgelöscht wird. Damit kann es zu einer Entsolidarisierung mit kranken, leidenden und behinderten Menschen kommen. Der Würdeanspruch an jeden Menschen erhebt den Anspruch an die Gesellschaft, jeden Menschen, welches Bild sein Antlitz auch immer trägt, in ihre Gemeinschaft aufzunehmen und ihm Sorge zu tragen. Um diesen Anspruch erfüllen zu können, bedarf es solidarischer gesellschaftlicher Rahmenbedingungen. Sie sind die Voraussetzung dafür, dass Frauen und ihre Partner die Zuversicht bekommen, sich während der Schwangerschaft bewusst auf Kinder einzulassen, die nicht ihren Idealvorstellungen entsprechen. Jedes Kind sprengt ohnehin den Rahmen der elterlichen Erwartungen.

LITERATUR

- Matthias Kettner (Hg.): Beratung als Zwang – Schwangerschaftsabbruch, genetische Aufklärung und die Grenzen kommunikativer Vernunft, Campus Verlag, Frankfurt, 1998.
- Caroline Stoller: Eine unvollkommene Schwangerschaft, Theologischer Verlag Zürich, 1996.
- Ruth Baumann-Hölzle: Hommage an die Liebe, die ZEITSCHRIFT Reformatio, 49. Jg. Nr. 1, Febr. 2000; hier S. 21–28.



Die Wegbereiter der Medizin

Viele Krankheitsprozesse beginnen im Kindesalter. Das Verständnis der «molekularbiologischen Kinderkrankheiten» führt damit zur Neupositionierung der Kinderheilkunde. Diese wird zur «Mutterdisziplin» für schwerste Krankheiten auch im Erwachsenenalter.

VON BEAT STEINMANN

Die klassischen Kinderkrankheiten werden dank Prophylaxe und wirksamer Behandlung zunehmend seltener. Dafür sind die genetischen Krankheiten, relativ gesehen, im Vormarsch: 1 Prozent aller Neugeborenen sind Träger einer vererbten Störung, 10 Prozent der hospitalisierten Kinder leiden an einer solchen, und bei 60 bis 70 Prozent der Erkrankten aller Altersstufen liegt eine genetische Disposition zugrunde. Häufig beendet erst der Nachweis des molekularen Defektes eine diagnostische Odyssee. Die exakte Diagnose ermöglicht neben einer Prognose zudem Prävention oder zeitgerechte Korrektur von krankheitsspezifischen Komplikationen. Und nicht zuletzt erlaubt sie wertvolle Einsicht in die Pathogenese und beleuchtet damit normale biologische Prozesse, die sonst im Dunkeln geblieben wären und deren Verständnis auch für die Behandlung anderer Krankheiten gebraucht werden können.

Zwergwuchs und Plasmozytom

Neugeborene mit einer speziellen Knochenkrankheit sind nicht überlebensfähig und sterben wegen ihres engen Brustkorbes kurz nach der Geburt an Atemnot. Die Ursache ist eine Neumutation des

Gens für den «Fibroblast Growth Factor Receptor 3» (FGFR3). Verschiedene Mutationen können eine Aktivierung dieses Rezeptors bewirken, die die Teilung von Knorpelzellen hemmt. Ist diese Hemmung sehr schwer, kommt es zur tödlichen Krankheit. Andere Mutationen führen zur häufigeren Achondroplasie – den Laien sind die Betroffenen als «Liliputaner» bekannt –, andere überraschenderweise nur zum vorzeitigen Verschluss der Schädelknochen. Dieses Beispiel zeigt, wie verschiedene Mutationen im gleichen Gen zu einer ganzen Familie unterschiedlicher Krankheitsbilder führen können.

Das Plasmozytom, eine Art Leukämie, ist eine Erkrankung des Erwachsenen. Kürzlich wurde gezeigt, dass bei 25 Prozent aller Plasmozytome eine spezifische Chromosomenveränderung vorliegt. Die Bedeutung dieser Beobachtung war nicht klar, bis nachgewiesen wurde, dass diese Veränderung bei den Plasmozytomzellen eine «unstatthafte» Expression des FGFR3-Gens induziert und dass diese Zellen die gleichen Mutationen wie bei der tödlichen Knochenkrankheit aufweisen und deren Rezeptor deshalb in Daueraktivierung erstarrt.

Bei der Knochenkrankheit entsteht die Mutation in der Keimbahn und wirkt als «Teratogen», beim Plasmozytom erfolgt die Erbänderung in der somatischen Zelle und verhält sich als «Onkogen». Erbkrankheiten und Krebs unterliegen denselben Mechanismen – sie unterscheiden sich nur dadurch, zu welchem Zeitpunkt ähnliche Regulationsmechanismen aktiv werden und molekularbiologische Gleichgewichte ins Wanken geraten.

50 Jahre später

Rachitis, Gedeihstörung, Lebervergrösserung und Zuckerausscheidung im Urin beim zwei-

jährigen Claudio führen zu mehreren Hospitalisationen im Kinderspital Zürich – und vielen Funktionstesten. Zwar wird er ohne Behandlung entlassen, doch publizieren Klinikdirektor Guido Fanconi und sein Assistent Horst Bickel eine Erstbeschreibung – «Glykogenose der Leber mit chronischer Aminoazidurie und Glukosurie» – und stecken das somit heute nach ihnen benannte Syndrom ab. Das war im Jahre 1949. Immer noch ohne Behandlung lebt der mittlerweile 55-jährige kleinwüchsige Senn heute zurückgezogen auf einer Alp im Calancatal.

Obwohl die Autoren die Auflösung des Falles schuldig bleiben mussten, motivierten sie Kliniker zu vielen weiteren Fallbeschreibungen. Klinische Beobachtungen, funktionelle Teste und biochemische Abklärungen rundeten das Fanconi-Bickel-Syndrom ab und führten mit den Jahren zur Hypothese, es liege ein Defekt im Glukosetransporter 2 (GLUT2) vor. Normalerweise erleichtert der in der Zellmembran integrierte GLUT2 die Diffusion von Glukose, je nach Konzentration, in die Zelle hinein oder daraus heraus. Er wird in Leber, Bauchspeicheldrüse, Niere und Dünndarm exprimiert. Ist der GLUT2 defekt, so hat der Betroffene nach einer Mahlzeit eine Hyperglykämie. Dies aus zwei Gründen: Zum einen kann die Leber ohne Transporter die Glukose nur vermindert aufnehmen, zum andern reagieren die β -Zellen auf den verlangsamten Glukoseeinstrom mit einer ungenügenden Insulinfreisetzung. Nach längerem Fasten jedoch kommt es zu Hypoglykämie: Trotz intaktem Glykogenabbau und normaler Glukose Neubildung wird die Leberzelle die freiwerdende Glukose nicht los, und es kommt zu Glykogenspeicherung und Lebervergrösserung. Schlimmer noch, die

Prof. Dr. Beat Steinmann arbeitet an der Abteilung für Stoffwechsellkrankheiten und Molekulare Pädiatrie der Universitäts-Kinderklinik Zürich.

Hypoglykämietendenz wird durch gewaltige Glukoseverluste durch die Niere verstärkt, denn die Glukoserückresorption ist dort ebenfalls GLUT2-abhängig.

Kürzlich gelang bei Claudio endlich der molekularbiologische Nachweis eines Defektes im GLUT2-Gen. Claudio hat zwei abnorme Gene, was zu verstümmelten Transporterproteinen führt – und diese sind natürlich funktionsuntüchtig.

Von Mensch und Maus

Zufällig zur gleichen Zeit berichteten am Diabetes mellitus interessierte Forscher über eine transgene Maus, bei der sie das Gen für den GLUT2 ausgeschaltet hatten. Solche «Knock-out-Mäuse» sind diabetisch und sterben ohne Insulin etwa am 5. Lebenstag. Diesen Forschern war das Syndrom unbekannt. Für einmal wird das unter Forschern verbreitete Diktat «Publish or perish» zur Botschaft «Publish and flourish». Im Vergleich Mensch – Maus sind beide verblüffend ähnlich, aber auch wieder verschieden, und ihr Vergleich wirkt befruchtend. Beim betroffenen Mensch ist die diabetische Stoffwechsellaage zwar vorhanden, aber dank zusätzlichen Transportern der β -Zellen nicht so ausgeprägt wie bei der Maus. Wie immer, wenn das Resultat von der Vorstellung abweicht, wird es spannend – und die Forschung ist um eine biologische Fragestellung reicher. Die Kooperation beider Gruppen beginnt: Es zeigt sich, dass auch die Knock-out-Mäuse den gleichen Nierendefekt aufweisen, der bei Claudio zu Rachitis, Osteoporose und Kleinwuchs führte. Die Pathogenese des Nierenschadens ist noch unklar, doch lässt sich diese Fragestellung jetzt dank dem Tiermodell experimentell angehen. Wie kommt es ferner, dass bei Mensch und Maus die Glukoserückresorption im Darm trotz fehlendem GLUT2 normal erscheint? Ein weiteres Tummelfeld für Physiologen und Gastroenterologen.

Die Erforschung seltener genetischer Modellkrankheiten erlaubt oft Einsicht in häufigere Krankheiten. So können wir nun die Bedeutung des GLUT2 für die Entstehung des Diabetes mellitus Typ 2 bei Claudios Verwandten direkt durch einen Glukosetoleranztest studieren. Es wird sich zeigen, ob Überträger der Krankheit eine diabetische Stoffwechsellaage aufweisen, ob also, wie behauptet wurde, die auf die Hälfte reduzierte Glukosetransportkapazität bedeutsam ist oder ob erst der nächste biochemische Schritt in der β -Zelle den Ausschlag gibt.

Die schädliche Gesundheit

Dass eine kranke Mutter den Fetus schädigen kann, ist sattsam bekannt. Rötelnembryopathie, fetales Alkoholsyndrom, AIDS, maternale Phenylketonurie sind einige Beispiele dafür. Die umgekehrte Situation hingegen, dass die Mutter ihr Kind schädigt, gerade weil sie gesund ist, ist aussergewöhnlich – und irritierend.

Die neugeborene Debora hat einen weichen Kopf, weiche Schädelknochen, krumme, kurze Arme und Beine. Die Röntgenbilder zeigen eine Osteoporose und intrauterin entstandene Frakturen, suggestiv für eine «Glas-knochenkrankheit» (Osteogenesis imperfecta) – einzig die diskreten Ablagerungen auf der Knochenhaut weisen auf eine Überfunktion der Epithelkörperchen hin. Die Abklärung bei Debora bringt eine spezielle Konstellation zu Tage: abnorm hohes Blutkalzium bei hochnormalen Spiegeln an Epithelkörperchen-Hormon und eine viel zu geringe Kalziumausscheidung durch die Nieren. Die richtige Diagnose lautet somit «neonataler Hyperparathyreoidismus», bedingt durch einen abnormen Kalzium-Sensor in Epithelkörperchen und Nieren. Es erfolgt die teilweise Entfernung der Drüsen. Innert Wochen pendeln sich die Hormonspiegel auf normale Werte ein, der Knochen wird innert Monaten dicht, die



Foto: Keystone

Eine kleinwüchsige Frau, bekannt als «Lilliputaner», mit ihren zwei Söhnen.

Beine werden nach 2 Jahren gerade, das Kind gedeiht prächtig, von Zeichen der Kalziumvergiftung keine Spur, obwohl das Blutkalzium unverändert hoch bleibt. Es zeigt sich im Verlauf, dass zwar die gewohnte inverse Beziehung von Blutkalzium zum Hormon besteht, dass diese Regulation jedoch auf einem abnorm hohen Kalziumspiegel stattfindet. Der Thermostat ist gleichsam auf einem höheren Niveau eingestellt.

Dem grösseren Teil der entfernten Drüsen bleibt der Formilintod erspart. Stattdessen werden die Zellen mit Enzymen aus dem Organverband gelöst und in Nährlösung mit verschiedenen Kalziumkonzentrationen kultiviert. Es bestätigt sich in vitro, dass die Epithelkörperchen ihre Hormonsekretion erst bei drastisch erhöhtem Blutkalzium unterdrücken, einer Konzentration, bei der Debora nun seit 4 Jahren gedeiht. Tatsächlich weist das Gen, das für den Kalziumsensor

kodiert, bei Debora eine Punktmutation auf, die die Affinität des Sensors zum Kalzium vermindert. Die Pathogenese lautet somit: das normale mütterliche Blut erzeugt im Fetus einen normalen Kalziumblutspiegel. Dieser reicht jedoch nicht aus, um bei den Epithelkörperchen des Fetus mit der erhöhten Kalziumschwelle die Hormonsekretion zu hemmen. Mit den exzessiven Hormonspiegeln löst der Fetus nun seine eigenen Knochen auf. Ist das Kind von der Mutter abgenabelt, stellt sich sein Kalziumgleichgewicht auf höherem Niveau ein, und es erholt sich allmählich von der intrauterin zugezogenen Schädigung. Hätte die Mutter den gleichen harmlosen genetischen Defekt wie ihr Kind, wäre bei ihr das Kalzium ebenfalls erhöht, Debora wäre in utero adäquat versorgt worden und klinisch gesund zur Welt gekommen.

Die genetische Beratung ist dank den gewonnenen Daten einfach: Die Eltern sind ja gesund, das Wiederholungsrisiko für ein weiteres krankes Kind ist also gering. Wird Debora einmal schwanger, wird sie ihre Mutation mit 50 Prozent Wahrscheinlichkeit weitergeben, und ein solcherart «ausgestatteter» Fetus wird dank dem mütterlichen hohen Blutkalzium in Harmonie heranreifen. Bekommt das Kind von der Mutter aber das gesunde Gen, so entsteht die inverse Situation, wie das die Mutter selbst erlebt hat: Beim Fetus werden die Epithelkörperchen mit der normalen Kalziumschwelle durch die hohen Blutkalziumspiegel lahmgelegt – nach der Geburt ist mit einer mehrwöchigen anhaltenden Unterfunktion, also mit gefährlich niedrigen Blutkalziumspiegeln, zu rechnen, die jedoch bis zur Normalisierung des Regelkreises mittels Kalziuminfusion überbrückt werden kann.

Ist die Punktmutation wirklich pathogen und für die abnorme Homöostase bei Debora verantwortlich, oder handelt es sich um einen banalen Polymorphis-

mus? Die molekulargenetischen Befunde müssen immer auf ihre biologische Relevanz geprüft werden. Kochs Postulat (Isolieren, Kultivieren, Infizieren und Reisolieren des gleichen Keimes) kann auf die Molekulargenetik übertragen werden. Es ist bei Debora lückenlos erfüllt: Nachweis der Mutation im Kalziumsensor-Gen, Nachweis ihrer Auswirkung in den mit dem abnormen Gen ausgerüsteten, transfizierten Zellen, Nachweis der abnormen Kalziumschwelle bei den isolierten Drüsenzellen in Kultur und letztlich der Nachweis der gleichen Reaktionsweise bei Debora.

Es besteht nun kein Anlass, sich jetzt bequem zurückzulehnen. Schon drängen sich neue Fragen auf: Wie kommt es, dass die für das hohe Blutkalzium üblichen Vergiftungserscheinungen wie Verstopfung, vermehrter Urinfluss und Durst, Müdigkeit, Depression, bei Debora fehlen? Ist der gleiche Kalziumsensor, abgesehen von Epithelkörperchen und Nieren, auch in anderen Organen exprimiert, und welche Bedeutung hat er dort? Wenn die relativ zu niedrige Kalziumkonzentration der Mutter die fetalen Epithelkörperchen derart stimuliert, warum konnte bei Debora überhaupt ein ganz passables Skelett entstehen? Ab wann wird in der fetalen Entwicklung der funktionelle Regelkreis Kalzium-Epithelkörperchen-Hormon operativ? Wie übt das mutante Gen eine dominante Wirkung auf das normale Gen aus?

Hinsehen lohnt sich

1876 richtet Johann Friedrich Horner, der erste Zürcher Ordinarius für Ophthalmologie, folgenden Appell an die Ärzte: «Wenn die Hausärzte, die zuweilen ja selbst in aufeinanderfolgenden Generationen Familien aufs genaueste durch viele Decennien kennen lernen, solchen Fragen der Vererbung Aufmerksamkeit schenken wollten, es würde sich manches Steinchen von hohem Werthe finden.» Auch heute

hat die klinische Beobachtung und Beschreibung, selbst einer seltenen Kasuistik wie diejenige aus dem Jahr 1949, des späteren Fanconi-Bickel-Syndroms, an Bedeutung nichts eingebüsst. Gewiss, den beiden Klinikern blieb gar nichts anderes übrig, als «nur» zu beschreiben. Doch legten sie damit die Basis für die klinische Entität, stimulierten die Erforschung des Syndroms und ermöglichten eine 50-jährige Kattamnese. Dies ist nicht unwichtig in einer Zeit, in der die Molekulargenetiker wöchentlich mehrere Gendefekte aufdecken, wobei die Forscher vom weiteren Schicksal der Betroffenen und von der klinischen Signifikanz des Befundes oft keine Ahnung haben.

Mutationsanalyse, quo vadis?

Laut Plan der «Human Genome Organization» (HUGO) soll bis zum 30. September 2005 das ganze menschliche Genom aufgeschlüsselt sein, falls ihr nicht schon vorher private Institutionen dank gigantischer Automatisierung und Datenverarbeitung den Rang ablaufen. Die Molekulargenetiker werden dadurch zwar nicht brotlos werden, doch wird die heute so prestigeträchtige Mutationsanalyse in der Medizin einen angemessenen Platz in der gehobenen Routinediagnostik einnehmen. Dank der raschen molekularen Charakterisierung erlaubt sie der Biologie, der Paradedisziplin der Zukunft, funktionelle Studien an definierten Systemen, an Zellen oder am intakten Organismus, an Patienten oder transgenen Tieren vorzunehmen. Dank der Molekulargenetik wird aber die klinische Beobachtung erneuten Aufschwung erleben, und zwar bei der Erarbeitung von Genotyp-Phänotyp-Korrelationen: Weicht die Beobachtung von der Erwartung ab, wird die Molekulargenetik in der Zukunft wichtige Hinweise auf genetische Heterogenität, digene und multifaktorielle Vererbung, genetische Disposition und Umweltfaktoren liefern können und müssen.

Bedeutung der Genetik für die Arzneimitteltherapie

Auch bei sorgfältiger Dosierung haben manche Medikamente bei gewissen Patienten nur eine ungenügende Wirkung. Bei anderen Patienten wiederum treten schon bei normaler Dosierung unerwünschte und toxische Wirkungen auf. Diese individuellen Unterschiede in der Arzneimittelwirkung sind im Wesentlichen durch Umweltfaktoren und genetische Faktoren bedingt.

VON PETER MEIER-ABT
UND BRUNO STIEGER

Umweltfaktoren sind erworbene und im Laufe des Lebens variable Einflüsse wie Lebensumstände, Ernährung, Rauchen, Alkoholkonsum, Wechselwirkungen von Arzneimitteln und Krankheiten. Genetische Faktoren sind vererbte und lebenslang im Erbgut (im Genom) verankerte konstante Merkmale, die jeden Menschen als persönliches Individuum prägen und ihn von anderen Menschen unterscheiden. Nur eineiige (monozygote) Zwillinge haben genau die gleichen Gene. Umweltfaktoren und genetische Faktoren können die Intensität und Dauer einer Arzneimittelwirkung auf verschiedenen Stufen beeinflussen. Dazu gehören die Aufnahme, Verteilung, Metabolisierung und Ausscheidung von Arzneimitteln im Körper so-

wie die Interaktionen eines Arzneimittels mit seinen Zielstrukturen (Rezeptoren) am Wirkort. Das Fachgebiet, das sich mit den vererbten Unterschieden in der Arzneimittelwirkung befasst, ist die Pharmakogenetik. Der neuere Begriff Pharmakogenomik bezeichnet die Wissenschaft, die sich mit der Identifizierung von Genen und Genvarianten (Mutationen) im menschlichen Genom befasst und die pharmakogenetischen Erkenntnisse in der Entwicklung neuer Medikamente und zur Optimierung der Arzneimitteltherapie berücksichtigt.

Was sind pharmakogenetische Polymorphismen?

Pharmakogenetische Besonderheiten stellen keine Krankheit dar, sondern zeigen sich erst nach Einnahme von bestimmten Medikamenten oder anderen körperfremden Substanzen. Mit dem Fortschritt der Entschlüsselung des menschlichen Genoms sind in den letzten Jahren in rascher Folge Mutationen in einzelnen Genen bekannt geworden, die für interindividuelle Unterschiede in der Arzneimittelwirkung verantwortlich sind. Führt ein Gen in einer Bevölkerungsgruppe durch Mutation(en) zu mindestens zwei klar erkennbaren Phänotypen (Erscheinungsformen), und hat das mutierte Gen eine Häufigkeit von mehr als 1 Prozent in der Bevölkerung, so spricht man von einem Polymorphismus. Pharmakogenetische Polymorphismen sind monogenetisch vererbte Genvarianten, die bei einer relevanten Minderheit der Bevölkerung zu ungewöhnlichen, unerwarteten oder toxischen Reaktionen auf gewisse Arzneimittel führen.

Der erste pharmakogenetische Polymorphismus ist vor etwa 25 Jahren empirisch aufgrund

seines Phänotyps und nicht durch genetische Analyse entdeckt worden. So kollabierte der englische Arzt Smith unerwartet nach der Einnahme einer Tablette des Blutdruckmittels «Debrisoquin». Smith ging dieser unerwünschten Arzneimittelwirkung nach und fand heraus, dass er Debrisoquin nur sehr langsam im Körper abbauen (metabolisieren) kann. Die meisten Arzneimittel und viele andere körperfremde Substanzen werden in der Leber durch das sogenannte Cytochrom-P450-Enzymsystem metabolisiert (Abb. 1). Der Cytochrom-P450-(CYP)-Komplex besteht aus über 30 Proteinen, die durch verschiedene Gene der CYP-Superfamilie kodiert werden. Der von Smith am eigenen Körper erfahrene «Debrisoquin-Polymorphismus» beruht auf autosomal rezessiv vererbten Mutationen des CYP2D6-Gens. Homozygote Mutationsträger haben in der Leber einen Mangel an funktionell aktivem CYP2D6-Enzym und können deshalb etwa 25 Prozent aller Arzneimittel nur sehr langsam abbauen. Solche «langsamen Metabolisierer» finden sich in 5 bis 10 Prozent der Schweizer Bevölkerung. Infolge des CYP2D6-Defektes haben langsame Metabolisierer höhere Arzneimittelkonzentrationen im Blut und im Gewebe als «schnelle Metabolisierer». Arzneimittel, die über das CYP2D6-Enzym abgebaut werden, müssen deshalb bei «langsamen Metabolisierern» niedriger dosiert werden, um unerwünschte Nebenwirkungen zu vermeiden. Umgekehrt ist die Situation bei «ultraschnellen Metabolisierern» (zirka 1 Prozent der Bevölkerung), die infolge Amplifikation des normalen CYP2D6-Gens viele Arzneimittel sehr schnell abbauen und deshalb bei normaler Dosierung keine

Dr. Peter J. Meier-Abt ist ordentlicher Professor für Klinische Pharmakologie und Toxikologie und Leiter der Abteilung Klinische Pharmakologie und Toxikologie des Universitätsspitals Zürich.

Dr. Bruno Stieger ist Privatdozent für Experimentelle Hepatologie und Oberassistent der Abteilung Klinische Pharmakologie und Toxikologie der Universität Zürich.

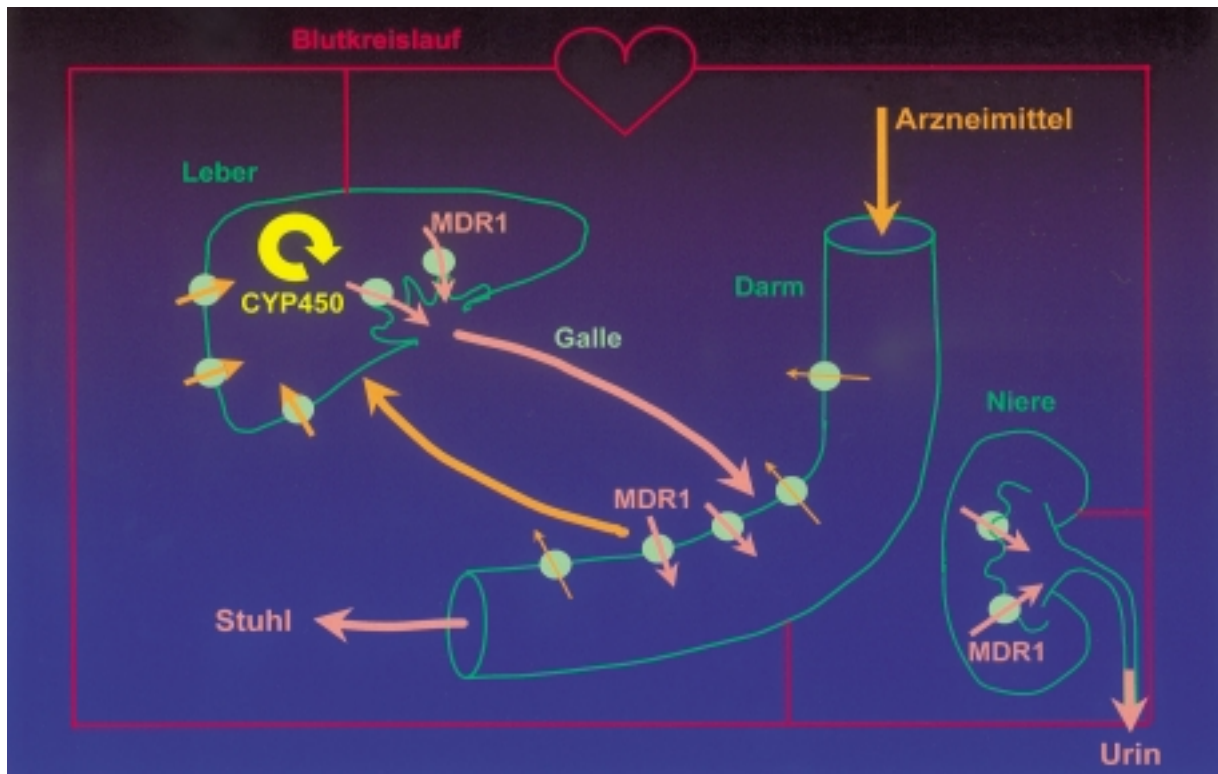


Abbildung 1:
Mechanismen von Aufnahme, Metabolisierung und Ausscheidung von Arzneimitteln im Körper. Viele Arzneimittel werden durch Cytochrom(CYP)P450-Isoenzyme in der Leber metabolisiert und durch die Ausscheidungspumpe MDR1 in Galle, Stuhl und/oder Urin ausgeschieden. Pharmakogenetische Polymorphismen des Isoenzym CYP2D6 und von MDR1 führen bei 5 bis 24 Prozent der Patienten zu einer verminderten Ausscheidung von gewissen Arzneimitteln und damit zu erhöhten, potentiell toxischen Arzneimittelkonzentrationen im Körper.

oder eine stark verminderte Arzneimittelwirkung zeigen. Bei diesen Patienten kann eine normale Arzneimittelwirkung nur durch eine starke Dosissteigerung erzielt werden. Neben den CYP2D6-Varianten gibt es eine Reihe von weiteren pharmakogenetischen Polymorphismen von arzneimittelabbauenden Enzymen. Ihre genetische Entschlüsselung bildet eine wichtige Voraussetzung für eine korrekte Arzneimitteldosierung und eine adäquate Vorhersage der Arzneimittelwirksamkeit im individuellen Patienten.

Polymorphismen des Arzneimitteltransportes

Aufnahme und Ausscheidung von Arzneimitteln in und aus dem Körper hängen zu einem wichtigen Teil auch von Membrantransportsystemen wie zum Beispiel dem P-Glykoprotein oder MDR1 (multi-drug resistance protein 1) ab. Dieses Transportprotein vermittelt die aktive (energieabhängige) Ausscheidung

von Arzneimitteln und Arzneimittelabbauprodukten in den Darm, die Galle und den Urin (Abb. 1). Im Darm hat das MDR1 eine eigentliche Pförtnerfunktion, indem es körperfremde Substanzen, die von den Organen nicht für lebenswichtige Funktionen gebraucht werden und/oder potentiell giftig sind, unmittelbar nach deren Aufnahme in die Darmzellen wieder in das Darmlumen ausscheidet. Dies gilt auch für manche Arzneimittel wie zum Beispiel dem Herzmittel Digoxin oder von Ciclosporin, einem Mittel zur Unterdrückung der immunologischen Transplantatabstossung. Kürzlich konnte eine Genmutation identifiziert werden, die bei etwa 24 Prozent der Bevölkerung zu einem Mangel an MDR1 in Darm, Leber und Niere führt. Dieser neu entdeckte MDR1-Polymorphismus korreliert mit signifikant höheren Arzneimittelkonzentrationen im Blut und bildet somit einen Risikofaktor für eine erhöhte Arzneimitteltoxizität.

zität bei den betroffenen Individuen. – Da Schätzungen aus den bereits bekannten Gensequenzen des menschlichen Genomprojektes vermuten lassen, dass es mehrere Tausend verschiedener Transportproteine gibt und viele davon für die Aufnahme, Verteilung und Ausscheidung von Arzneimitteln wichtig sind, ist in naher Zukunft mit einer eigentlichen Flut von neuen pharmakogenetisch relevanten Transportpolymorphismen zu rechnen. Ihre genetische Aufklärung und die Untersuchung ihrer Bedeutung für eine Verbesserung der individualisierten Pharmakotherapie sind gegenwärtig Gegenstand intensiver pharmakologischer und pharmazeutischer Forschung.

Rezeptorpolymorphismen

Um pharmakologisch wirksam zu sein, muss ein Arzneimittel mit spezifischen Rezeptoren am Wirkort (drug targets) interagieren. Je genauer die Struktur und Funktion dieser Zielmoleküle und deren Veränderung bei Krankheiten bekannt sind, desto spezifischere Arzneimittel können für die Therapie entwickelt werden. Die meisten nach Häufigkeit relevanten Krankheiten (zirka 100 bis 150) sind multifaktoriell bedingt, das heisst, ihr Phänotyp wird neben Umweltfaktoren auch durch mehrere Gene (zirka 5 bis 10) bedingt. Die Produkte (Proteine) der zirka 500 bis 1500 wichtigen Krankheits-assoziierten Gene (target genes) ergeben zusammen mit ihren zellulären Reaktionspartnern schätzungsweise 3000 bis 10 000 neue Zielmoleküle für Arzneimittel. Alle mit dem Phänotyp eines bestimmten Krankheitsbildes assoziierten Gene können Polymorphismen unterliegen, deren genetische Abklärung nicht nur für die Abschätzung des Krankheitsrisikos, sondern auch für die indi-

viduelle Arzneimittelwirksamkeit wichtig ist. Ein aktuelles Beispiel ist das ApoE4-Allel des Apolipoprotein-E(ApoE)-Gens, das einerseits mit einem erhöhten Risiko für die Alzheimersche Erkrankung und andererseits bei homozygoten ApoE4/ApoE4-Patienten auch mit einer schlechten Wirksamkeit des Alzheimermedikamentes Tacrine einhergeht. Eine genetische Analyse des ApoE-Status vor Therapiebeginn kann somit Tacrine-resistente Alzheimerpatienten vor einer unnötigen (weil unwirksamen) Arzneimittelexposition schützen. Ähnliche Zusammenhänge gelten auch für eine Reihe von weiteren häufigen Krankheiten wie zum Beispiel hoher Blutdruck und Zuckerkrankheit.

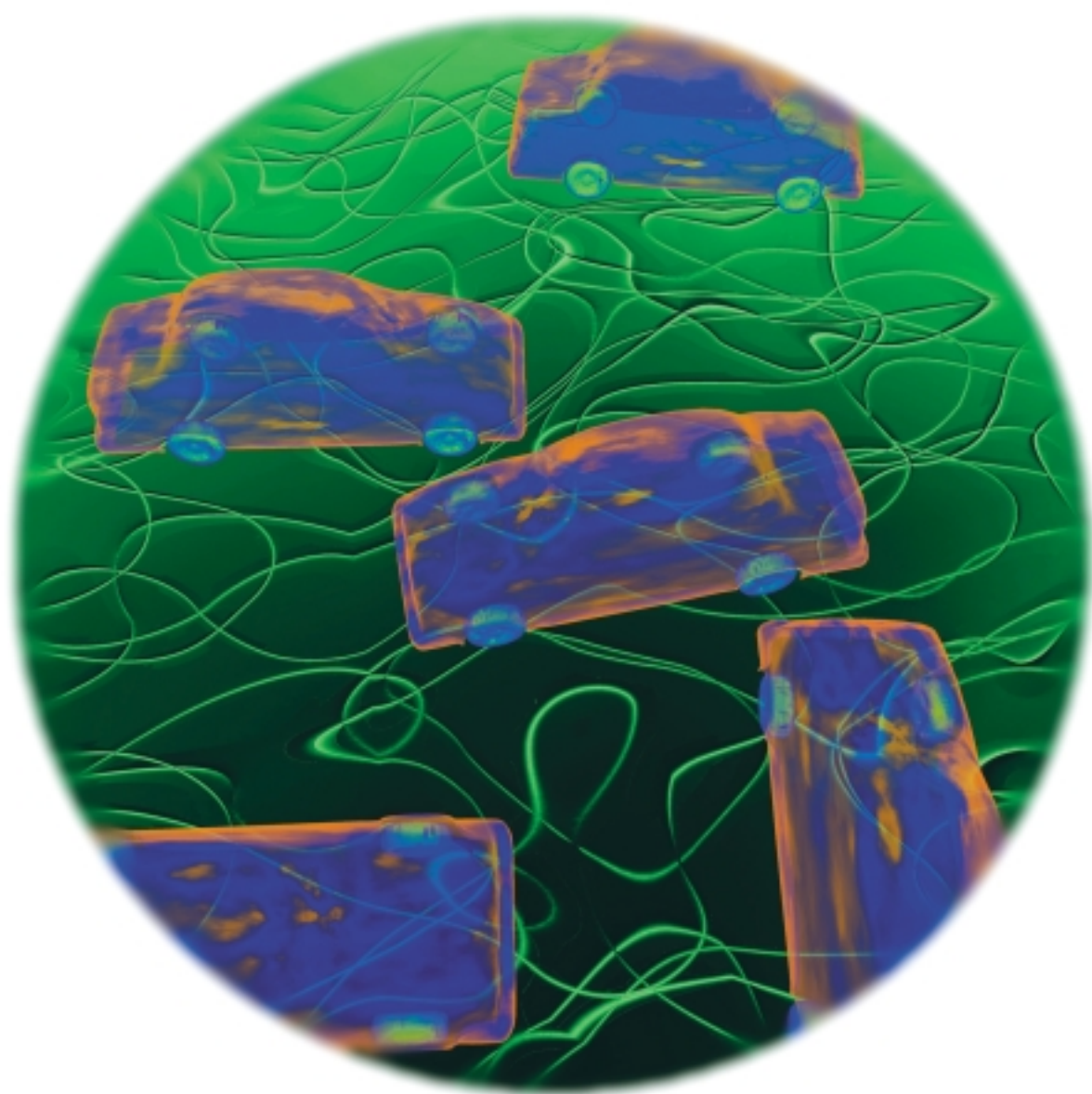
Pharmakogenomik zur Verbesserung der Arzneimitteltherapie

Die oben angeführten Beispiele zeigen, dass die Entschlüsselung des menschlichen Genoms ein enormes Potential zur Verbesserung der Pharmakotherapie bietet. Die Kenntnis der menschlichen Gene und ihrer Varianten bietet die Grundlage für die Entdeckung neuer pharmakogenetischer Polymorphismen. Die molekularen Methoden der Pharmakogenomik werden es in Zukunft erlauben, das Risiko von Polymorphismen vor Therapiebeginn abzuschätzen und damit die Patienten vor unerwarteten und schädlichen Arzneimittelwirkungen zu schützen. Die therapeutische Berücksichtigung von genetischen Unterschieden im Metabolismus und Transport von Arzneimitteln im Körper wird eine bessere Individualisierung der Auswahl und Dosierung von Arzneimitteln erlauben. Pharmakogenetik und Pharmakogenomik können für die Identifizierung neuer Zielmoleküle für die Entwicklung von Medikamenten und für ihre optimale Validierung vor

der Markteinführung genutzt werden. Um diese optimistischen Ziele zu erreichen, genügt die alleinige Kenntnis des menschlichen Genoms aber nicht, vielmehr sind grosse und zeitaufwändige Forschungsanstrengungen notwendig, um einerseits aus dem grossen Haufen von mehr als 100 000 menschlichen Genen die klinisch relevanten Krankheitsgene und deren Polymorphismen herauszupicken, andererseits die funktionelle Relevanz von neuen pharmakogenetischen Polymorphismen abzuklären, aber auch um die komplexen pharmakogenomischen Erkenntnisse und Fortschritte in der praktischen Medizin nutzbringend anzuwenden. Diese faszinierende Zukunft hat bereits begonnen und wird uns in der Optimierung der individuellen Arzneimitteltherapie, das heisst in der Verwirklichung des Mottos «das richtige Medikament in der richtigen Dosierung für den richtigen Patienten», zweifellos ein grosses Stück weiterbringen.

LITERATUR

Nature Biotechnology 14, 1516–1518, 1996
 Pharmacogenetics 7, 193–202, 1997
 Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol. 37, 269–296, 1997
 Science 286, 487–491, 1999
 Br. Med. Bull. 55, 366–386, 1999
 Biospektrum 6, 445–451, 1999
 Proc Natl Acad Sci USA 97, 3473–3478, 2000



Was das Volk über Genetik weiss

Welche Bedeutung haben Gene für die Entstehung von Krankheiten in populären Vorstellungen und in Berichten der Massenmedien? Welche Einstellungen hat die Bevölkerung zur pränatalen Diagnostik und zu Abtreibungen wegen genetischen Defekten? Welche sozialen Auswirkungen haben populäre Vorstellungen und Einstellungen? Die hier vorgestellten Studien geben Antworten darauf und sind Beispiele für soziologische Perspektiven zur Humangenetik.

VON PETER C. MEYER

Der Soziologe Conrad untersuchte kürzlich die Berichterstattung über Humangenetik in der amerikanischen und britischen Presse der letzten 30 Jahre. Dabei zeigte sich, dass die Vorstellung der Presse und damit der Bevölkerung einem populären, genetischen Krankheitsmodell entspricht: Die Krankheitsursache ist spezifisch, der Fokus liegt auf Prozessen im Körper und der Körper ist eine Maschine.

Die Annahme der spezifischen Krankheitsursache beruht auf der Vorstellung «Ein Gen – eine Krankheit», was heisst, dass eine Krankheit durch einen einzigen, spezifischen Gendefekt verursacht wird. Dies widerspricht der Tatsache, dass die meisten Erbkrankheiten durch mehrere Gene bestimmt werden und dass die genetischen Defekte in der Regel nur die Wahrscheinlichkeit der

Krankheitsentstehung erhöhen, also die Prädisposition verstärken. Der ausschliessliche Fokus auf molekulare Prozesse im Körper impliziert die Bedeutungslosigkeit der Umwelt. Damit werden die für die Krankheitsentstehung wichtigen Interaktionen zwischen den biologischen Prozessen, dem Verhalten und der Umwelt ignoriert. In der mechanistischen Vorstellung des Körpers als Maschine kommt der Genterapie eine höchst einfache Aufgabe zu: Das defekte Gen wird repariert oder durch ein gesundes Gen ersetzt und schon ist das Problem gelöst.

Das populäre Krankheitsmodell

Tatsächlich ist die Genterapie schon im Modell meist recht schwierig, da sie in einen komplexen Prozess zwischen mehreren Genen, biochemischen und physiologischen Prozessen, sowie der Umwelt eingreift. Das überaus einfache populäre, genetische Krankheitsmodell hat eine fast suggestive Überzeugungskraft und ist für sensationelle Medienmeldungen über die Entdeckung neuer Krankheitsgene bestens geeignet. Die Orientierung an diesem simplen Modell hat aber einige weitreichende Konsequenzen. Die Bedeutung der Gene für die Entstehung von Krankheiten wird überschätzt. Das Modell impliziert einen genetischen Determinismus, der bei Betroffenen zu genetischem Fatalismus führen kann. Soziale Selektions- und Diskriminierungsprozesse von gesunden Menschen mit einem diagnostizierten, erhöhten Risiko einer Erbkrankheit beruhen auf einer Überschätzung und einer deterministischen Vorstellung der Genetik. Die Sichtweise des populären Modells vernachlässigt den Einfluss des Verhaltens, der psychosozialen Faktoren und anderer Umweltfaktoren. Es mag zum Beispiel für

alkoholabhängige Menschen entlastend sein, wenn sie ihr gesundheitsschädigendes Verhalten genetisch legitimieren können. Die genetisch-deterministische Erklärung hat aber zur Folge, dass die wirksamste Massnahme, nämlich eine Verhaltensänderung, nicht mehr in Betracht gezogen wird.

Das oben beschriebene, populäre, genetische Krankheitsmodell hat die gleiche Erklärungsstruktur wie das in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts dominierende Infektionsmodell mit der Grundannahme «Ein Krankheitserreger (Bakterie, Virus) – eine Krankheit». Im Unterschied zum Infektionsmodell hat sich aber das populäre Genetikmodell schon öffentlich durchgesetzt, bevor es eine erfolgreiche Genterapie gab. Das Infektionsmodell dominierte erst nach dem Erfolg von Impfungen und Antibiotika. Der schnelle Erfolg des populären Genetikmodells ist wohl eine Folge der ständigen, oft spektakulär inszenierten Neuentdeckungen und der enormen gendiagnostischen Möglichkeiten.

Pränatale Diagnosen

Praktisch angewendet wird die Humangenetik vor allem bei der pränatalen Diagnostik, deren soziale Auswirkungen in zahlreichen soziologischen Arbeiten untersucht und diskutiert wurden. Die meisten Studien basieren allerdings auf kleinen, selektiven Stichproben. Singer, Corning und Antonucci haben erstmals in den USA mit zwei grossen, national repräsentativen Stichproben die Veränderungen der Einstellungen zu pränatalen Diagnosen und zur Abtreibung wegen genetischer Defekte von 1990 bis 1996 untersucht. In diesem Zeitraum wurden bei einer zunehmenden Zahl schwangerer Frauen pränatale Diagnosen gestellt; besonders stark war die Zunahme bei jün-

Dr. Peter C. Meyer ist Privatdozent für Soziologie, insbesondere Gesundheitssoziologie, an der Universität Zürich und Leiter der Abteilung Evaluation und Med. Informatik der Psychiatrischen Universitätsklinik Zürich. In diesem Jahr erschien seine Buchpublikation «Rollenkonfigurationen, Rollenfunktionen und Gesundheit» im Leske + Budrich Verlag, Opladen.



Szene aus dem Kinofilm «Gattaca», der die konsequente genetische Qualifizierung, Stigmatisierung und Diskriminierung des Menschen in einer möglichen «Gen-Gesellschaft» verdeutlicht.

geren, weniger als 34 Jahre alten Frauen. Entgegen der Hypothese, dass die zunehmende Anwendung einer neuen Technologie verbunden ist mit einer wachsenden Akzeptanz dieser Technologie, war gemäss Studienergebnissen die Einstellung der amerikanischen Bevölkerung gegenüber den pränatalen genetischen Testen 1996 nicht positiver als 1990. Die Studie zeigte nur zwei signifikante Veränderungen: 1996 gaben weniger Befragte als 1990 an, nichts über pränatale genetische Diagnosen zu wissen, und signifikant mehr Befragte sagten, sie würden keine Abtreibungen durchführen, falls der pränatale Test einen genetischen Defekt beim Fötus zeigen würde.

Wenn immer mehr Menschen pränatale Diagnosen wünschen, gleichzeitig aber die Ablehnung der Abtreibung zunimmt, könnte dies bedeuten, dass eine wachsende Zahl von Frauen bewusst auch ein Kind mit einem genetischen Defekt auf die Welt bringen würden. Besonders ausgeprägt zeigt sich dies bei der jüngsten Altersgruppe der Studie, den 18- bis 24-Jährigen. 72 Prozent der Befragten dieser Altersgruppe gaben

1996 an, dass sie bei sich oder bei ihrer Partnerin (es gab keine signifikanten Geschlechtsunterschiede) einen pränatalen Test machen würden; bei den älteren Befragten war der Anteil kleiner. Hingegen sagten nur 35 Prozent der jüngsten Altersgruppe, weniger als in den älteren Gruppen, dass sie bei einem schwerwiegenden Defekt eine Abtreibung machen würden. Aufgrund der Einstellungen wissen wir allerdings nicht, wie sich diese Leute tatsächlich verhalten würden. Es gibt allerdings Hinweise auf ein Verhalten, das mit dem beschriebenen Einstellungsmuster konsistent ist, und das dem allgemeinen Trend einer zunehmenden Ablehnung von Abtreibungen in den USA der neunziger Jahre entspricht. Beispielsweise nahmen in Boston die Abtreibungen von Föten mit einer Down-Syndrom-Diagnose von 1982 bis 1992 sehr stark zu, während sie ab 1993 wieder abnahmen.

Zweifellos können diese Ergebnisse nicht einfach auf die Schweiz oder andere westeuropäische Länder übertragen werden. Wie eine neue, international vergleichende Studie von Inglehart & Baker über die Persistenz traditioneller Werthaltungen empirisch eindrücklich feststellt, orientiert sich der durchschnittliche US-Amerikaner im Vergleich zum Durchschnittsbürger der anderen hochentwickelten Länder weitaus stärker an traditionellen religiösen und kirchlichen Werten und lehnt Abtreibungen häufiger ab. Hingegen trifft zweifellos auch für europäische Länder die allgemeine Schlussfolgerung der amerikanischen Studie von Singer et al. zu, dass der technologische Wandel allein nicht den Wandel der Einstellungen und des Verhaltens der Bevölkerung bezüglich Genetik erklären kann. Die relative Autonomie der soziokulturellen und politischen Veränderungen muss in demokratischen Gesellschaften von den Eliten berücksichtigt werden. Wir müssen wohl mit andauernden und

sogar zunehmenden ethischen und politischen Konflikten bezüglich der Humangenetik rechnen.

Die ethische Verantwortung

Zentrale soziologische Konzepte wie soziale Ungleichheit, Stigmatisierung und Diskriminierung verweisen auf problematische Anwendungsmöglichkeiten der Genetik, die zum Beispiel von Versicherungen und Arbeitgebern erwogen oder bereits durchgeführt werden. Es kann aber nicht die Aufgabe der empirisch-wissenschaftlichen Soziologie sein, diskriminierende Anwendungen der Humangenetik zu bekämpfen mit Horrorvisionen einer totalitären, elitären und unsozialen Gesellschaft, die auf genetischer Kontrolle, Selektion und Eugenik beruht. Die primäre Aufgabe der Soziologie liegt vielmehr darin, methodisch sorgfältige empirische Analysen als eine Grundlage für rationale, humane und demokratische Entscheidungen durchzuführen. Zu ethischen Fragen sollten Soziologinnen und Soziologen keine fundamentalistischen Positionen vertreten, sondern sie sollten Grundlagen für eine Verantwortungsethik im Sinne von Jonas erarbeiten. Dazu gehören neben Forschungsergebnissen das soziologisch begründete und differenzierte Aufzeigen verschiedenartiger Zukunftsszenarien sowie der politischen Möglichkeiten, auf die Entwicklung der Technologie und ihrer Anwendungen Einfluss zu nehmen.

LITERATUR

- Conrad, P.: A Mirage of Genes. *Sociology of Health and Illness*, 21, 228–241, 1999.
- Inglehart, R.; Baker, W. E.: Modernization, Cultural Change, and the Persistence of Traditional Values. *American Sociological Review*, 65, 19–51, 2000.
- Jonas, H.: Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation. Inselverlag, Frankfurt a. M., 1979.
- Singer, E.; Corning, A. D.; Antonucci, T.: Attitudes toward Genetic Testing and Fetal Diagnosis, 1990–1996. *Journal of Health and Social Behavior*, 40, 429–445, 1999.

Risikoberichterstattung – Risikoperzeption

Wie die Informationstechnologie gilt auch die Gentechnologie als eine der zukunftsweisenden Schlüsseltechnologien. Ihre Befürworter erwarten von ihr Basisinnovationen in der Landwirtschaft und im Nahrungsmittelbereich, aber auch Impulse für den Forschungsplatz Schweiz. Die Medienöffentlichkeit wiederum konzentriert sich auf die zu erwartenden medizinischen Fortschritte.

VON HEINZ BONFADELLI

Trotz der hohen Erwartungen an die technischen und medizinischen Neuerungen ist die moderne Gentechnologie auch umstritten und stösst bei einem Teil der Bevölkerung auf Widerstand, wie die Abstimmung zur Genschutz-Initiative vom 7. Juni 1998 mit einem Ja-Anteil von 33,4 Prozent verdeutlichte. Ein 1996/97 in 16 europäischen Ländern sowie der Schweiz durchgeführter repräsentativer Eurobarometer-Survey ergab sogar, dass die Hälfte der Befragten in der Schweiz die Gentechnologie kritisch beurteilt. Die Akzeptanz ist aber alles andere als homogen: Sie ist höher bei jüngeren und besser gebildeten Befragten, während Frauen, ältere Leute und solche mit eher geringem Bildungshintergrund der Gentechnologie kritischer gegenüberstehen. Die grössten Unterschiede äussern sich freilich darin, dass Personen mit einer der Technik gegenüber aufgeschlossenen Haltung auch die Gentechnologie deutlich positiver beurteilen.

Dr. Heinz Bonfadelli ist Professor am IPMZ – Institut für Publizistikwissenschaft und Medienforschung der Universität Zürich.

Zahlreiche Beispiele aus der Technikgeschichte illustrieren, dass Erfindungen und Innovationen bei ihrer Einführung nicht selten Widerstand hervorgerufen haben. Dies gilt beispielsweise für die Kernenergie in den 70er Jahren. Obwohl auch die moderne Informations- und Kommunikationstechnologie noch in den frühen 80er Jahren eher unter negativem Vorzeichen debattiert wurde, sind Computer und Internet in der Zwischenzeit zu einem festen Bestandteil des Alltags geworden. Im Gegensatz dazu hat sich jedoch die Haltung der Bevölkerung gegenüber der Gentechnologie anders entwickelt. – Die Reaktionen der Gesellschaft lassen sich offenbar nicht direkt aus der Technik selbst ableiten. Nicht nur technologische, sondern auch soziale und kulturelle Gründe spielen eine wichtige Rolle. Die Ergebnisse des Ländervergleichs zeigen beispielsweise, dass die Gentechnologie im romanischen Sprachbereich – Portugal, Spanien, Frankreich und Italien, aber auch in der Romandie – positiver beurteilt wird, während im deutschen Sprachgebiet – Deutschland, Deutschschweiz, Österreich – die Skepsis überwiegt.

Information und Wissen = Akzeptanz?

In der Risikoforschung hat man sich deshalb auf die Frage konzentriert, wie neue Technologien von der Bevölkerung wahrgenommen werden. Ausgangspunkt war die Überlegung, dass die potentiellen Risiken etwa der Gentechnologie für Laien kaum abschätzbar sind. Die Gentechnologie entzieht sich ja weitgehend der sinnlichen Wahrnehmung, und dies gilt ebenso für die damit verknüpften, möglicher-

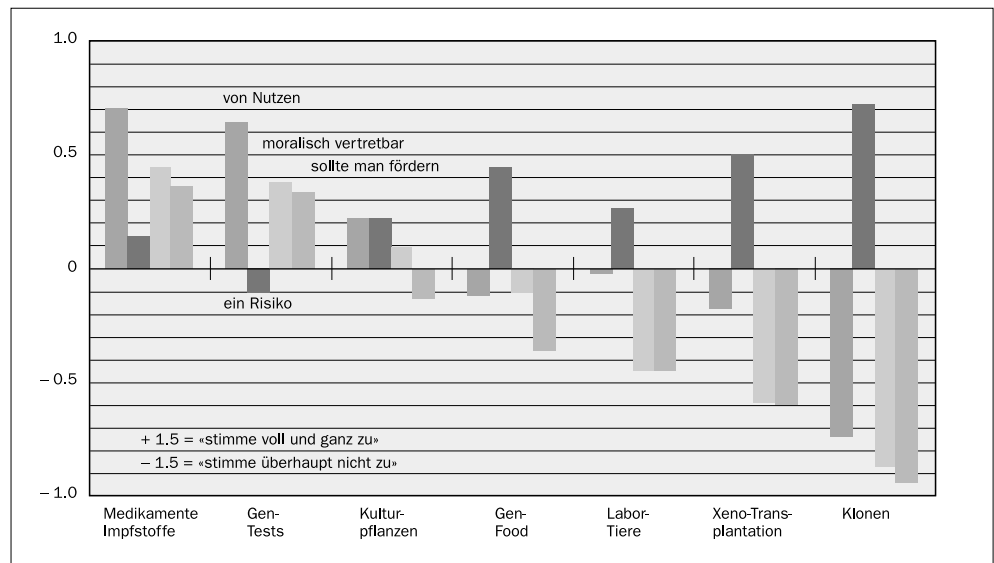
weise irreversiblen Risiken. Unterstützt werden diese Überlegungen durch empirische Studien zur Risikowahrnehmung, die zeigen, dass Laien tatsächlich dazu neigen, bestimmte Risiken zu unterschätzen, etwa dann, wenn diese freiwillig eingegangen werden, die Möglichkeit der persönlichen Risikosteuerung besteht oder man sich – wie beim Autofahren – an die Risikoquelle gewöhnt hat. Die Relevanz solch qualitativer Laienheuristiken zur Risikoabschätzung bietet eine naheliegende Erklärung dafür, dass unter Umständen gerade jene Technologien auf gesellschaftlichen Widerstand stossen können, die von Risikoexperten als besonders risikoarm eingeschätzt werden. Als praktische Konsequenz wurde daraus gefolgert, dass intensive Medieninformation und ausreichender Wissensstand sich in entsprechende Akzeptanz umsetzen müssten.

Dass solche Überlegungen aber zumindest bei der Gentechnologie zu kurz greifen, illustrieren weitere Befunde aus dem Eurobarometer-Survey. In praktisch allen Ländern bestand nämlich nur eine schwache Korrelation zwischen Wissensstand und Akzeptanz, und zwar auch bei Kontrolle von Drittfaktoren.

Differenzierte Bewertung der Gentechnologie

Weiter zeigt Abbildung 1, dass die Bevölkerung die Gentechnologie durchaus differenziert wahrnimmt und in der Bewertung zwischen verschiedenen Anwendungen klar trennt. Der Einsatz der Gentechnologie, um Medikamente und Impfstoffe herzustellen sowie für genetische Tests, wird von gut drei Vierteln der Befragten als nützlich und

Abbildung 1:
Bewertung der
Gentechnologie
nach Nutzen,
Risiko, Moral und
Förderungs-
würdigkeit.



moralisch vertretbar betrachtet. Ein gewisses Risiko wird zwar wahrgenommen, aber angesichts der Vorteile finden rund zwei Drittel, dass der Einsatz der Gentechnologie in diesen beiden Bereichen gefördert werden sollte. Im Vergleich dazu wird die Nützlichkeit der Gentechnologie, um Kulturpflanzen resistenter zu machen oder zur Züchtung von Tieren für Laborversuche, nur von 50 Prozent bis 60 Prozent der Befragten gesehen. Weil etwa gleich viele diese Applikationen aber als relativ riskant einschätzen und auch bezüglich der moralischen Bewertung ambivalent sind, erstaunt es nicht, dass man gegen die Förderung dieser Anwendungen ist. Schliesslich werden von der Mehrheit Xenotransplantationen, aber auch Genfood deutlich abgelehnt: Sie sind zu riskant und man hält sie für moralisch unvertretbar, wobei auch deren Nützlichkeit nicht gesehen wird; 60 bis 80 Prozent wollen deshalb nicht, dass man diese fördert. Schliesslich schneidet das Klonen von Lebewesen zur Herstellung von Wirkstoffen besonders schlecht ab: Fast drei Viertel sehen keinen Nutzen für die Gesellschaft und ähnlich viele halten diese Anwendung für riskant

bzw. für moralisch nicht vertretbar. Als Konsequenz finden 80 Prozent, dass man das Klonen nicht fördern sollte.

Akzeptanz trotz Risiken

Weitere Auswertungen zeigen, dass die Wahrnehmung der Risiken überraschenderweise gar keinen starken Einfluss auf die Akzeptanz der Gentechnologie hat. Entscheidend sind demgegenüber jedoch der perzipierte Nutzen einerseits und die moralischen Erwägungen andererseits. Zusammenfassend scheint die Nützlichkeit einer bestimmten gentechnologischen Anwendung eine grundlegende Voraussetzung für deren Unterstützung zu sein. Darüber hinaus üben die moralischen Erwägungen so etwas wie eine Vetofunktion aus, und zwar unabhängig von den Ansichten über Nutzen bzw. Risiko. Die Konstellation von «Nützlichkeit» und «Moral» ist dabei je nach Anwendung eine andere: Bezüglich der Beurteilung von Genfood beispielsweise spielen offenbar Nützlichkeitsabwägungen eine deutlich wichtigere Rolle als moralische Bedenken; umgekehrt ist aber das moralische Urteil bezüglich Gentests und Labortieren ausschlaggebend und weniger de-

ren perzipierte Nützlichkeit. Und schliesslich entscheiden bei der Bewertung von genmanipulierten Nutzpflanzen, Medikamenten und der Xenotransplantation, aber auch des Klonens moralische Erwägungen und der erwartete Nutzen gleichermassen. – Die vorliegenden Studien belegen somit, dass bei der Beurteilung der Gentechnologie nicht nur das perzipierte Risiko von Bedeutung ist. Die moderne Gentechnologie konfrontiert den Menschen mit tief verankerten religiös-moralischen Ansichten über die Schöpfung, aber auch mit ethischen Grundsatzfragen. Kommt hinzu, dass mit ihr auf gesellschaftlicher Ebene auch Abhängigkeiten und Machtmissbrauch durch mächtige multinationale Konzerne assoziiert werden.

«Die Medien sind schuld!»

Und wie steht es mit den Medien? – Gerade für die Befürworter der Gentechnologie, handle es sich nun um Politiker, Wirtschaftsvertreter, Risikomanager oder Naturwissenschaftler, sind vielfach die Medien mit der ihrer Ansicht nach einseitig genkritischen Berichterstattung die eigentliche Ursache der mangelnden Akzeptanz. Beklagt wird, dass in der Bericht-

Anteile in Prozent		Beeinflussung der Haltung gegenüber der Gentechnologie in Richtung...			
		dafür	kein Einfluss	dagegen	insg.
Einstellung zur Gentechnik	– positiv	22	64	14	100
	– neutral	15	64	21	100
	– negativ	2	54	44	100
insgesamt		13	60	28	100

Anmerkung: Die partielle Korrelation zwischen den Prädispositionen und dem selektiven Medieneinfluss betrug 0,37 bei Kontrolle von Alter, Geschlecht und Bildung.

Abbildung 2:
Der Medieneinfluss durch Risikokommunikation ist abhängig von der persönlichen Einstellung gegenüber der Gentechnologie.

erstattung die negativen Aspekte von neuen Technologien oder deren Risiken und Schäden überbetont würden, während die positiven Seiten und deren Nutzen zu kurz kämen, dass den «falschen» Experten ungebührlich viel Raum zur Verfügung gestellt würde und über die Wahrscheinlichkeit von Risiken kaum oder dann falsch berichtet würde. Fazit: Die Berichterstattung sei oberflächlich, reisserisch und negativ gefärbt. Aber auch von Gegnern der Gentechnologie ist zu hören, dass beispielsweise die millionenschwere Abstimmungskampagne im Vorfeld der Genschutz-Initiative einen Meinungsumschwung bewirkt habe.

Dem ist zwar insofern zuzustimmen, als tatsächlich die meisten Menschen ihr Wissen über die Gentechnologie zu einem Grossteil über die Medien beziehen, gleichzeitig bedarf es aber auch hier einer differenzierteren Analyse. Beiden Sichtweisen unterliegt nämlich ein ganz spezifisches, aber zu einfaches Verständnis sowohl der Funktionen als auch der Wirkung der Medien: Nämlich die Vorstellung von mächtigen Medien, die mit ihrer homogenen Berichterstattung die Meinungen und Einstellungen der

Bevölkerung direkt zu beeinflussen vermögen.

Was die Berichterstattung selbst anbelangt, besteht die Aufgabe der Medien nach den Vorstellungen vieler Wissenschaftler und Risikoexperten darin, die Bevölkerung «neutral» über die Gentechnologie und deren Risiken aufzuklären, und zwar orientiert an einem engen Risikobegriff im Sinne der Experten. Massenmedien fungieren heute jedoch als autonome gesellschaftliche Instanzen, die nicht nur den Ansprüchen von Wissenschaft und Technik zu genügen haben, sondern auch Leistungen gegenüber anderen Ansprechpartnern erbringen müssen wie Politik, NGOs oder Bürgerinnen und Bürger. Das so genannte «Arena-Modell» geht davon aus, dass verschiedenste Interessengruppen über Technologien und deren Risiken unterschiedlicher Meinung sind und diese je anders interpretierten und konstruierten Risikovorstellungen mittels medienvermittelter Kommunikation in der Öffentlichkeit als für alle Gruppen mehr oder weniger zugängliche Arena diskutiert und ausgehandelt werden. Den Medien kommen dabei vielfältige Funktionen zu: Sie verstehen sich nicht

nur als neutrale Vermittler im Sinne eines «Spiegelungsmodells», sondern üben auch Frühwarn-, Kontroll- und Kritikfunktionen aus; das heisst, sie stellen eine Plattform, ein Forum für die verschiedensten gesellschaftlichen Ansichten bereit. Die Medien fungieren als Beobachter der Gesellschaft und selektionieren aus der Fülle der Ereignisse täglich nach spezifisch journalistischen und eben nicht wissenschaftlichen Kriterien. Sie orientieren sich dabei am Aktuellen, Neuen und Unvorhergesehenen; Abweichendes, Schaden, Konflikt oder Erfolge und Durchbrüche erwecken Aufmerksamkeit. Und die so als nachrichtenwürdig empfundenen Ereignisse werden möglichst eindeutig und darum vereinfacht am Einzelfall illustriert und in personalisierter Form verpackt dem Publikum – Aufmerksamkeit als knappes Gut! – schmackhaft gemacht.

Journalistische Schwerpunkte

Das von den Medien zur Gentechnologie im Allgemeinen und im Vorfeld der Abstimmung zur Genschutz-Initiative gezeichnete Risikobild bestand darum weniger in der Popularisierung des wissenschaftlichen Erkenntnis-



Für die Bevölkerung sind die Risiken und Nutzen der Gentechnologie kaum abschätzbar. Die Medien nehmen deshalb in der Information und Vermittlung des Wissens sowie in der Meinungsbildung eine Schlüsselposition ein.

standes. Vielmehr war die Berichterstattung eine politische und widerspiegelte den gesellschaftlichen Interessenkonflikt um die Gentechnologie und die damit verknüpften Hoffnungen und Ängste, wobei nicht nur Risikofragen, sondern besonders stark auch ethisch-moralische Aspekte thematisiert wurden. Die Sichtweise der Experten war in der Berichterstattung nur eine unter anderen. Der Journalismus bemühte sich weniger um eine nach wissenschaftlichen Kriterien sachlich-konsenterte Darstellung, sondern der gesellschaftliche Streit um die Gentechnologie sollte formal richtig, das heisst ausgewogen dargestellt werden. JournalistInnen sind dabei zurückhaltend in der eigenen Bewertung; Stellungnahmen und Werturteile finden sich vorab in den zitierten Experten und Leserbriefen.

Soweit zur Berichterstattung. Differenzierungen sind aber abschliessend auch bezüglich der Wirkungsprozesse anzubringen. Auch hier gehen Laien meist im Sinne eines monokausalen Transfermodells davon aus, dass Me-

dien mächtig sind, weil ihre Botschaften wahrgenommen werden und sich direkt in entsprechenden Meinungen niederschlagen. Dabei wird übersehen, dass ein Grossteil der Medieninformation wegen selektiver Wahrnehmung überhaupt keine Beachtung findet. Vermag eine Medienbotschaft doch Aufmerksamkeit zu erzeugen, erfolgt zwar eine mehr oder weniger tiefgehende Informationsverarbeitung. Aber auch hier ist der Rezipient nicht einfach wehrlos und ein passives Opfer, sondern greift aktiv auf bereits vorhandene Wissensbestände und kognitive Schemata zurück. Mit Hilfe solcher Schemata lässt sich die Informationsflut bewältigen, indem sie die neue Information zu strukturieren helfen und so deren Integration in die bereits bestehenden Wissensbestände und Einstellungsstrukturen ermöglichen.

Nach dem Eurobarometer-Survey haben fast 80 Prozent in den drei Monaten vor der Befragung etwas über Gentechnologie aus den Medien – vorab TV und Zeitung – erfahren, was im europäischen Vergleich (53 Prozent) einen hohen Wert darstellt. Und von diesen wiederum konstatierten 40 Prozent einen Einfluss auf ihre Meinungen, und zwar 13 Prozent in Richtung für und 28 Prozent in Richtung gegen die Gentechnologie. Abbildung 2

zeigt nun, dass die Richtung des Medieneinflusses selektiv und zwar meist konsonant zu den schon bestehenden Meinungen war: Bei den Gegnern der Gentechnologie verstärkte die Medienberichterstattung deren Skepsis in 44 Prozent und bei den Befürwortern in 22 Prozent der Fälle. Analog stellte Peters (1999) in einer experimentellen Studie fest, dass die Voreinstellung die Rezeption aktiv beeinflusst. Mediennutzer übernehmen die in den Medienbeiträgen enthaltenen Wertungen nicht einfach passiv. Selbst gentechnikbefürwortende Medienberichte können durchaus genkritische Gedanken im Interpretationsprozess evozieren, beispielsweise dann, wenn die Schemata «Verharmlosung» oder «interessenabhängige Expertise» aktiviert werden.

Zusammenfassend betrachtet handelt es sich sowohl bei der Risikoberichterstattung der Medien als auch bei der Risikoperzeption der Rezipienten nicht einfach um ein passiv-manipulatives Geschehen; vielmehr müssen sie als aktive und konstruktive soziale und kognitive Prozesse verstanden werden.

LITERATUR

- Bonfadelli, Heinz (Hg.): *Gentechnologie im Spannungsfeld von Politik, Medien und Öffentlichkeit*. IPMZ Zürich, 1999.
- Durant, John; Bauer, Martin W.; Gaskell, George (Hg.): *Biotechnology in the Public Sphere. A European Sourcebook*. Science Museum London, 1998.
- Gerhards, Jürgen; Neidhardt, Friedhelm; Rucht, Dieter: *Zwischen Palaver und Diskurs. Strukturen öffentlicher Meinungsbildung am Beispiel der deutschen Diskussion zur Abtreibung*. Opladen, 1998.
- Peters, Hans Peter: *Rezeption und Wirkung der Gentechnikberichterstattung: Kognitive Reaktionen und Einstellungsänderungen*. Jülich, 1999.
- Renn, Ortwin: *Die gesellschaftliche Erfahrung und Bewertung von Risiken: eine Ortsbestimmung*. In: *Schweiz. Zeitschrift für Soziologie*, 3, 1991, 307–355.

Katalysatorwirkung der Gentechnologie in der Öffentlichkeit

Lange hatte man kaum Gedanken daran verschwendet, wie Wissenschaft von der Gesellschaft wahrgenommen wird. Erst im vergangenen Jahrzehnt sind Studien zum Thema Wahrnehmung der Wissenschaft durch die Öffentlichkeit gemacht worden – katalysiert vor allem durch die Reaktionen auf die Gentechnologie. Damit die Gentechnologie von einer breiten Öffentlichkeit getragen wird, müssen sich Forscher und Forscherinnen um Transparenz und eine verständliche Sprache bemühen.

VON SUZANNE BRAGA

Etwas Eisenspäne und etwas Schwefel, ein «friedliches» Gemisch, nur eine winzige Prise Bleistiftstaub und alles veränderte sich. Wer erinnert sich nicht an die erste Begegnung mit einem Katalysator? Der Auftritt der Gentechnologie auf der Bühne der Biowissenschaften vor einem recht wissenschaftsfreundlichen Publikum hatte eine vergleichbare Wirkung. Plötzlich meldete sich ein Kreis von Kritikern und Kritikerinnen zu Wort. Den grossen Hoffnungen auf Erkenntnisse in der Forschung standen plötzlich Angriffe gegenüber. Vielfach sahen sich Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen durch die Vorwürfe, einem Machbarkeitswahn verfallen zu sein und unethisch zu handeln, provoziert

und begannen an die Öffentlichkeit zu treten, um ihre Arbeit zu verteidigen.

Entwicklung des Katalysators

Mit dem zündenden Auftritt der Gentechnologie traten auch Reproduktionsmedizin, pränatale Diagnostik und molekulargenetische Diagnostik ins Rampenlicht. Ende der 70er Jahre war die Entwicklung in manchen Gebieten rapid:

Zellkulturen wurden stabiler und waren dadurch effizienter zu nutzen. Sie standen damit einer Anzahl unterschiedlicher Forschungszweige zur Verfügung. Es gelang, Metaphasen zu synchronisieren und durch immer raffiniertere Färbungen Details von Chromosomenstrukturen sichtbar zu machen.

Man entdeckte, dass biochemische Parameter auf Fehlbildungen bei der Embryonalentwicklung hinwiesen. Daraus wurden Risikountersuchungen in der pränatalen Diagnostik entwickelt. Der Ultraschall erfuhr durch die Entwicklung der Elektronik eine wesentliche Verbesserung. Damit wurde die nicht invasive pränatale Diagnostik präzisiert, die invasiven Untersuchungen verloren an Risiken.

In der assistierten Fortpflanzung wurden Fortschritte erzielt und zeigten nun auch im Humanbereich erste Erfolge (Louise Brown).

Die 80er-Jahre waren gekennzeichnet von grossen Fortschritten in der Molekulargenetik: Restriktionsendonukleasen, Ligasen und anderes mehr wurden entdeckt und damit viele technische Neuerungen möglich wie Sequenzieren oder PCR. Aus diesen Entdeckungen wurde die Rekombinationstechnologie zunächst in Bakterien und Hefen, bald auch

in der Pflanzen- und Tierwelt entwickelt: Gene aus einem Organismus konnten in die Erbinformation eines andern Organismus eingeschleust werden. Gleichzeitig wurden die Methoden der medizinisch assistierten Fortpflanzung wesentlich verbessert und damit erfolgreicher.

Die Möglichkeiten molekular-genetischer Untersuchungen an Chorionzotten erweiterten das Angebot an vorgeburtlicher Diagnostik und verschoben sie ins erste Trimenon.

Diese Entwicklungen, deren Umsetzungen und möglichen Folgen sorgten und tun dies weiterhin und in zunehmendem Masse für ethisch immer brisantere Themen. Sie alle bedürfen dringend kontinuierlicher Reflexion und anschliessender Aktion.

Das Erwachen der Öffentlichkeit

Die genannten Entwicklungen wurden von den Medien aufgegriffen. Biotechnologie, Reproduktionsmedizin, vorgeburtliche Diagnostik und Gentechnologie tanzten in buntem Reigen und in diversesten Tonarten und Tempi durch die Medienlandschaft, was einerseits die Öffentlichkeit sensibilisierte, andererseits viele Missverständnisse, Angstvisionen, aber auch grosse Hoffnungen auslöste. Die öffentlichen Diskussionen waren eröffnet. Bald schon begannen sich die Meinungen zu polarisieren, Kampf war angesagt, wo Dialog notwendig gewesen wäre. Am deutlichsten zeigte sich dies im Umfeld der Beobachter-Initiative und der Genschutz-Initiative. Der Katalysator zeigte also auch politische und rechtliche Folgen. Diskussionsforen wurden gegründet, Technologie-Folgeuntersuchungen in die Wege geleitet.

Dr. Suzanne Braga ist Ärztin für Medizinische Genetik in Bern. Sie ist Mitglied der Schweizerischen Gesellschaft medizinische Genetik, Mitglied der Expertengruppe NFP 37 Gentherapie, Schweizerischer Nationalfonds, und seit 1996 Präsidentin der Studiengruppe «Forschung am Menschen».

Universitäten griffen brisante Themen im Rahmen von öffentlichen Veranstaltungen auf und die SAMW (Schweizerische Akademie der medizinischen Wissenschaften) verfasste Richtlinien zu mehreren der ethisch brisanten Themen. In «séances de réflexion» dehnten sich die Diskussionen über Reproduktionsmedizin und Molekulargenetik hinaus auf Themen wie Solidarität, Lebenswerte, Würde der Kreatur, Schutz der Persönlichkeit aus. Beratung und informierte Zustimmung, Arzt-Patienten-Beziehung, Auswirkungen von genetischen Untersuchungen am Menschen in der Arbeitswelt und im Versicherungswesen drängten ins Blickfeld, Themen, die üblicherweise im Zusammenhang mit Forschung und Medizin kaum diskutiert werden.

Forderung nach Regulierung

Aus den öffentlichen Debatten und den beiden Initiativen erging eine dringliche Forderung nach Regulierung an die Regierung, so dass auch hier der Katalysator erfolgreich wirkte. Als Instrument der Regulierung wurde zudem eine ganze Hierarchie von Ethikkommissionen eingesetzt. Ethiker und Gesetzgeber vermögen zwar Gesetze zu erlassen und «Leitplanken» zu setzen, letztlich liegt die Verantwortung jedoch bei jedem einzelnen Menschen.

Ein Katalysator fördert Freisetzung von Energie, Energie um Zukunftsvisionen zu entwickeln und umzusetzen. Die Chancen für die Universitäten liegen darin, durch Verknüpfung verschiedenster Disziplinen aus Natur-, Medizin- und Geisteswissenschaften wieder zur «Universitas» zu werden, über die einzelnen Disziplinen hinauszusehen, die Dynamik zur Bildung von Netzwerken zu nutzen und die interdisziplinäre Forschung zu fördern.

Ethik in die Studiengänge zu integrieren ist eine weitere Vision, und zwar eine fall-orientierte, praktische, alltägliche und damit lebendige Ethik, die persönliche

Verantwortung, das Bewusstsein und die Sorgfalt für Beziehungen in den Brennpunkt stellt. Die Aufgabe der Wissenschaften ist es, neues Wissen zu schaffen, für neue Erkenntnisse zu sorgen. Für die Forschung in der Molekulargenetik bedeutet dies zusätzlich zu den naturwissenschaftlichen Forschungsprojekten, insbesondere für deren praktische Umsetzung, Begleitprojekte zu entwickeln, welche die ethischen, gesellschaftlichen und rechtlichen Zusammenhänge und die langfristig zu erwartenden Auswirkungen untersuchen. Dies ist in andern Ländern durchaus schon der Fall. Die Forschung am Menschen und deren Umsetzungen ist stets im Kontext zu sehen. Dieser umfasst naturwissenschaftlich-medizinische Kenntnisse, psychologische Bedeutung, gesellschaftliche Auswirkungen und ethische Aspekte. Das Wissen um diese Folgen, Aspekte und Bedeutungen ist noch sehr gering, das Forschungsfeld liegt deshalb weit offen.

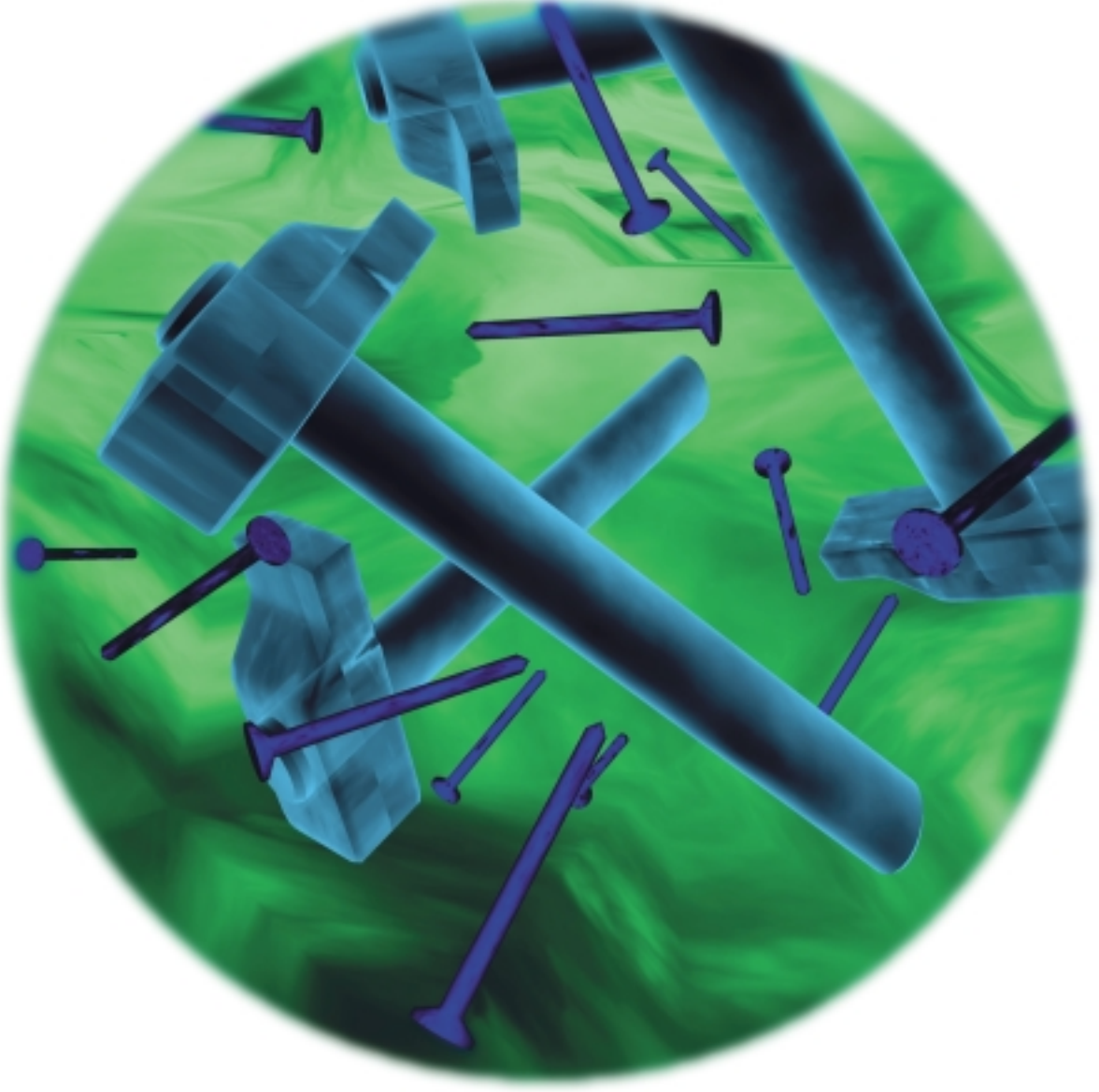
Zukunftsvisionen durch Nutzung der Katalysatordynamik

Wenn die Wissenschaften, insbesondere die Gentechnologie, von einer breiten Öffentlichkeit getragen werden wollen, dann müssen Forscher und Forscherinnen sich um Transparenz in einer verständlichen Sprache bemühen. Je intensiver ihr Kontakt zur Öffentlichkeit ist, desto geringer wird die Gefahr der Polarisierung und der Manipulation sein und desto grösser werden die Chancen für einen echten Dialog. Auf Bedürfnisse und Fragen der Leute einzugehen, die Ängste ernst zu nehmen, über gestellte Fragen nachzudenken und sie zu beantworten, wird eine Bereicherung sein. Die Fragenden und Kritisierenden mögen Dinge wahrnehmen und bedenken, die den Forschenden entgehen. Wir leben im Zeitalter der Kommunikation. Kommunikation kann nur unter der Voraussetzung tragfähiger zwischenmenschlicher Beziehun-

gen gelingen, sonst verkommt sie zur reinen Technologie.

Eine besondere Bedeutung kommt der Entwicklung der Gentechnologie in der Medizin zu. Befürchtungen werden laut, dass die hoch technisierte Medizin zur genetischen Medizin wird. Durch Erweiterung des Wissens über das menschliche Genom und damit der Möglichkeiten molekulargenetischer Diagnosen werden über kurz oder lang alle Menschen zu von Mutationen Betroffenen werden. Dies wird Auswirkungen haben, die weit über die Medizin hinausreichen, auf Versicherungen oder die Arbeitswelt, zumal die Ergebnisse der Forschung bescheiden sind. Es ist deshalb wichtig, den ganzen Menschen mit all seinen Facetten und Ressourcen ins Blickfeld zu rücken, statt den Fokus auf die Gene zu konzentrieren. Psychosomatische und psychosoziale Zusammenhänge sind in der «klassischen» Medizin noch wenig erforscht, in der medizinischen Genetik überhaupt nicht. Welche Rolle diese Faktoren zusätzlich zu den genetischen Gegebenheiten bei Penetranz und Expressivität spielen, welchen Beitrag sie zu Morbidität und Mortalität leisten, ist weitgehend unbekannt. Auch hier öffnen sich der Forschung weite Perspektiven.

Wissenschaft ist Bestandteil der Kultur. Sie ist ein Gefäss für alles, was neues Wissen schafft. In diesem Zusammenhang stellen sich die Fragen: «Welche Form von Kultur wollen wir in der Zukunft? Wie soll die Gesellschaft sein, die wir uns in der Zukunft wünschen?» Unabhängig vom Beruf und von der Tätigkeit, die wir ausüben, sind wir alle Kulturschaffende und Gestalter der Gesellschaft. Wir alle stehen vor der grossen Herausforderung, eine menschenwürdige Kultur zu schaffen, die der Vielfalt der Menschen und derer Schicksale gerecht wird und in der alle Menschen einen Platz finden, an dem sie sich entfalten können.



Der Gentest als «Prognosemaschine»

Gentechnologie ist unabhängig von ihrer praktischen Anwendung immer auch eine Informationstechnologie. Gene können als Informationsträger, als biologische Software beschrieben werden, nach deren Grundlage die Hardware, also die Struktur und Funktionsweise von Organismen, aufgebaut wird.

VON URS DAHINDEN

Herausgelöst aus ihrem biologischen Kontext enthalten gentechnische Daten Informationen, die für viele andere Zwecke verwendet werden können, wie beispielsweise zur eindeutigen Personenidentifikation, zur Bestimmung von Verwandtschaftsverhältnissen oder zur Abklärung des Potentials von Erbkrankheiten.

Betrachtet man Gentechnik in ihrer Funktion als Informationstechnologie, so stellen sich sowohl auf der individuellen wie auch der gesellschaftlichen Ebene neue Fragen: Wie viel wollen wir wissen? Auf welches Wissen wollen wir bewusst verzichten? Diese Fragen sind anspruchsvoll und können einerseits im Rahmen von wissenschaftlichen Fachdiskussionen wie Ethikkommissionen diskutiert werden. Die Erfahrung mit vergleichbar komplexen und konfliktiven Fragen im Bereich von Technik, Umwelt und Gesundheit hat allerdings gezeigt, dass es für eine demokratisch abgestützte Wissenschaft zentral ist, sich über die Urteile und Einstellungen der Bevölkerung zu diesen Fragen ein Bild zu machen.

Dr. Urs Dahinden arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am IPMZ-Institut für Publizistikwissenschaft und Medienforschung der Universität Zürich.

Die Sozialwissenschaft hat zur Erhebung von öffentlichen Meinungen verschiedene Methoden entwickelt. Bekannt sind insbesondere die quantitativen Verfahren der Umfrageforschung, daneben gibt es aber auch eine Reihe von qualitativen Forschungsmethoden, bei denen wenige Personen mit Hilfe von offenen Fragen vertieft interviewt werden. Dadurch kann Aufschluss gewonnen werden über die Motive und Argumentationsmuster, welche hinter bestimmten Einstellungen stehen. Qualitative und quantitative Methoden schliessen sich nicht gegenseitig aus, sondern beleuchten unterschiedliche Facetten des selben Phänomens, das durch den Einsatz mehrerer Methoden genauer beschrieben werden kann (so genannte Triangulation).

Vertiefte Einblicke durch qualitative Methoden

In der hier vorgestellten Untersuchung wurden Fokusgruppen (Diskussionsgruppen) als qualitative Forschungsmethode ausgewählt. Die Untersuchung ist ein Teilprojekt eines international vergleichenden EU-Projekts, an dem insgesamt 17 Länder beteiligt sind. Die Diskussions Teilnehmer wurden telefonisch nach Quotenmerkmalen (Geschlecht, Alter, Bildung, Einstellung zu Gentechnik) rekrutiert. Zudem wurden sie darauf hingewiesen, dass in den Gruppendiskussionen nicht Sachwissen, sondern die persönliche Meinung im Zentrum des Interesses stehen werde. Mit Hilfe der Quotenmerkmale wurden 4 Fokusgruppen von 6 bis 8 Teilnehmern gebildet, die aus einer möglichst breiten Mischung von Personen zusammengesetzt waren. Im Folgenden wird eine sehr einge-

schränkte Auswahl von Ergebnissen in Form von typischen Diskussionsabschnitten präsentiert.

Zustimmung zu Gentests

Genetische Tests geben Hinweise auf Erbanlagen für bestimmte Krankheiten. Gentests geniessen denn auch im Vergleich mit anderen gentechnischen Anwendungen eine hohe Unterstützung in der Bevölkerung. Diese breite Zustimmung zu Gentests zeigte sich zunächst auch in den Fokusgruppen. Im Verlauf des Gesprächs wurden allerdings mehr und mehr auch ambivalente oder negative Punkte erwähnt, wie die folgenden zwei Diskussionsabschnitte zeigen:

Fokusgruppe 4:

Moderatorin

Jetzt haben Forscher ja in der Vergangenheit Tests entwickelt, mit denen man Voraussagen machen kann über eine Wahrscheinlichkeit, ob jemand an einer bestimmten vererbbaaren Krankheit leidet, ob man die bekommt oder nicht. Es gibt Leute, die nun sagen, das ist ein Erfolg, andere sagen jedoch, dass diese Tests auch zu Problemen führen. Was haben Sie da für Gefühle?

Herr Jucker*

(...) Wenn du jetzt erfährst, dass du eine Krankheit hast, wo die Wahrscheinlichkeit besteht, dass du daran stirbst, dann würde ich das Leben vielleicht total umstellen. Ich finde, das hat schon auch ganz grosse negative Auswirkungen. Ich bin manchmal froh, weiss ich nicht, was die Zukunft bringt. Also wie ich jetzt

lebe. Wenn wir wüssten, was in ein paar Jahren ist, wären wir vielleicht gar nicht glücklich.

Fokusgruppe 1:

Frau Amman*

Also finden Sie das denn gut, dass man schon im Voraus weiss, woran man stirbt, damit das mal eintrifft? Also wo meine Mutter an Krebs starb, war ich 38, und da hat mich der Frauenarzt gefragt, haben Sie jetzt auch Angst, mal an Krebs zu sterben? Dann habe ich gesagt, ich denke im Moment nicht ans Sterben, und zweitens kann ich ja nicht wählen, wie ich mal gehen muss. (...) Ich will nicht wissen, dass ich mit 56 Krebs bekomme, das ist doch dann früh genug, wenn ich es dann weiss, wenn ich es bekomme, wenn es eintrifft.

* Die Namen der Teilnehmer wurden geändert.

Ähnlich wie andere Diskussionssteilnehmer bringen diese beiden Personen zum Ausdruck, dass die zusätzliche Information, die durch Gentests mit Diagnosefunktion gewonnen werden kann, von geringem Nutzen ist, falls sich dadurch nicht zusätzliche Handlungsmöglichkeiten bei der Therapie ergeben. Das zweite Zitat kann zudem als Illustration einer bestimmten Vorstellung von Gentest dienen, die unter dem Begriff der «Prognosemaschine» für die individuelle Gesundheit zusammengefasst werden kann. Den Gentests wird innerhalb dieser Vorstellung eine – unrealistische – Leistungsfähigkeit zugeschrieben, die nicht nur die Voraussage der exakten Todesursache, sondern auch des genauen Todesjahrs beinhaltet. Unterschätzt beziehungsweise ignoriert wird innerhalb dieser Vorstellung gleichzei-

tig die Unsicherheit gentechnischer Information, die stets nur eine Wahrscheinlichkeit, nie aber absolute Sicherheit für das Eintreten einer bestimmten Krankheit liefern kann.

Solche (Laien-)Vorstellungen werden in der Forschung über Risikokommunikation unter dem Begriff der mentalen Modelle zusammengefasst. Die Kenntnis solcher mentaler Modelle, welche die Realität vereinfachen oder zum Teil auch falsch darstellen, ist insbesondere von Bedeutung, wenn es um die sachgerechte Aufklärung über Risiken geht, sei dies in der öffentlichen Kommunikation in den Massenmedien oder der individuellen Kommunikation, zum Beispiel in einem Arzt-Patienten-Gespräch.

Gentechnik stellt eine grosse Herausforderung dar für die öffentliche Kommunikation von Universitäten, staatliche Stellen und Unternehmen. Bürgerinnen und Bürger bringen diesen Institutionen kein uneingeschränktes Vertrauen mehr entgegen, sondern neigen zu einer eher skeptischen bis misstrauischen Haltung. Fokusgruppen können in dieser Situation ein vertieftes Verständnis für die verschiedenen Positionen vermitteln und damit einen Beitrag zur Entwicklung eines demokratischen Dialogs über Gentechnik leisten.

LITERATUR

Bonfadelli, H. (Hg.): Gentechnologie im Spannungsfeld von Politik, Medien und Öffentlichkeit. Zürich: Institut für Publizistikwissenschaft und Medienforschung der Universität Zürich, 1999.

Dahinden, U.: Demokratisierung der Umweltpolitik – Ökologische Steuern im Urteil von Bürgerinnen und Bürgern, Nomos Baden-Baden, 2000.

Durant, J.; Bauer, Martin W.; Gaskell, George: Biotechnology in the public sphere, Science Museum London, 1998.

Erzberger, C.; Prein, Gerald: Triangulation: Validity and Empirically Based Hypothesis Construction. *Quality and Quantity*, 31(2), 141–154, 1997.

Johnson-Laird, P. N.: *Mental models*. Cambridge University Press Cambridge, 1983.

Morgan, D. L.: *The Focus Group Guidebook*. (Vol. 1), Sage London, 1998.

Kelle, U.; Erzberger, Christian: Integration qualitativer und quantitativer Methoden. *Methodologische Modelle und ihre Bedeutung für die Forschungspraxis*. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 51, 509–531, 1999.



Wieviel wollen Menschen überhaupt über ihre genetische Veranlagung wissen? Die Gentechnologie ist auch eine Informationstechnologie, die eine offene Kommunikation verlangt.

Genetische Untersuchungen in der Arbeitswelt – ein Dilemma

Es ist nicht das erste Mal, dass der wissenschaftliche Fortschritt unerwartet Probleme schafft. Die Forschungsbemühungen der prädiagnostischen Medizin hatten nicht auf die Arbeitswelt gezielt, doch haben sie dort neue Möglichkeiten eröffnet und damit auch Probleme hervorgerufen. Genomanalysen verändern die Informationsgrundlagen für Selektion und Laufbahnentscheidungen und lassen damit die Interessen der Parteien offenbar werden.

VON CHRISTOF BAITSCH

Die Gesellschaft erhebt den legitimen Anspruch, dass aus der Arbeitstätigkeit keine vermeidbaren Gefährdungen von Leib und Leben entstehen sollen, weder für die Arbeitenden noch für Kunden oder die weitere Öffentlichkeit. Jeder ökonomisch denkende Arbeitgeber hat ein Interesse an möglichst risikoarmen Investitionen in Personal. Die Arbeitenden schliesslich sind interessiert an der lohnenden Vermarktung ihrer Arbeitskraft, unabhängig von der möglichen künftigen Entwicklung ihrer Qualifikationen, ihrer Gesundheit oder anderer personaler Ressourcen. Die dilemmatischen Situationen sind zwangsläufig.

Die Kommission, die in der Schweiz den Vorentwurf für das «Bundesgesetz über genetische Untersuchungen beim Menschen» vorbereitet hat, hat dies berücksichtigt. In ihrem Begleitbericht zum Vorentwurf wird das Grundrecht auf Datenschutz, in diesem Fall das Recht auf in-

formationelle Selbstbestimmung, begründet. Für den so genannten Arbeitsbereich sind genetische Untersuchungen nur dann zulässig, wenn sie «zum Erkennen von Eigenschaften (beitragen), bei deren Vorhandensein die betreffende Tätigkeit eine erhebliche Gefahr für die untersuchte Person oder für Dritte darstellt». Der Wille des Gesetzgebers, den Schutz vor Diskriminierung einer Person aufgrund ihres Erbgutes zu garantieren, ist unübersehbar.

Die Kommission weist nachdrücklich darauf hin, dass trotz der rasant fortschreitenden Entschlüsselung des menschlichen Genoms der ausschliessliche Blick auf mutierte Gene keine zuverlässigen Schlussfolgerungen auf resultierende Krankheiten zulässt. So spricht weder das Vorliegen mutierter Gene grundsätzlich für das gesicherte Auftreten, noch ist das Fehlen typischer Mutation ein Garant für das Ausbleiben der entsprechenden Krankheit. Dynamische Mutationen und die Tatsache, dass sehr viele Krankheiten multifaktoriell verursacht sind, erschweren zuverlässige Prognosen ein weiteres Mal. Während für Chorea Huntington das schadhafte Gen zuverlässig nachweisbar ist, sind es bei der Cystischen Fibrose 500 Genmutationen, die alle zur Krankheit führen können. Und: «Bei lange nicht allen Patientinnen und Patienten, welche die gleiche Krankheit haben, sind genetische Komponenten mitverantwortlich. Diese dürfen deshalb keineswegs überschätzt werden».

Wo sind die Grenzen?

Trotz all dieser Schwierigkeiten und Vorbehalte, die aus wissenschaftlicher Sicht gemacht werden, ist nicht zu erwarten, dass die interessierten Kreise auf die zu-

lässigen Abklärungen verzichten werden. Die Investitionen in die Ausbildung von Flugpersonal beispielsweise, sei es für die zivile oder für die militärische Luftfahrt, sind gross. Und die möglichen Folgen einer ungenügenden Funktionserfüllung durch diese sind weitreichend. Denn nichts scheint naheliegender, als sich um die frühzeitige Diagnose von Bewerbern oder Bewerberinnen zu bemühen, für die eine hinreichende Wahrscheinlichkeit einer frühzeitigen Erkrankung besteht, um sie gar nicht erst zur Ausbildung zuzulassen. Den Preis, dass die Auslese möglicherweise zu streng erfolgt und geeignete, niemals erkrankende Personen ausgeschlossen werden, ist man zu zahlen geneigt.

Interessenskonflikte

Im Fall des Flugverkehrs mag ein gesellschaftlicher Konsens vergleichsweise einfach herstellbar sein. Wie aber werden die Antworten ausfallen, wenn begehrt wird, die Möglichkeiten der prädiagnostischen Medizin zu nutzen und die Suche nach potentiellen, genetisch bedingten Risiken und Potentialen auszudehnen – etwa auf die Rot-Grün-Blindheit bei Chauffeuren des öffentlichen Verkehrs, auf Vigilanzprüfungen bei Lokomotivführerinnen, auf die Resistenz gegen die Folgen von Nacharbeit bei Polizistinnen, Chirurgen und Zahnärztinnen? Tatsache jedenfalls ist, dass «zurzeit intensive Bestrebungen (bestehen), genetische Untersuchungen zu vereinfachen, also leicht zu handhabende «Test-Kits» für bestimmte Gene auf den Markt zu bringen. (...) Chips sind in Entwicklung, mit denen bis 100 000 unterschiedliche Gensequenzen gleichzeitig feststellbar werden sollen. (...) Denkbar ist, dass mit-

Prof. Dr. Christof Baisch leitet die Abteilung Organisation und Management des Institutes für Angewandte Psychologie (IAP) Zürich.

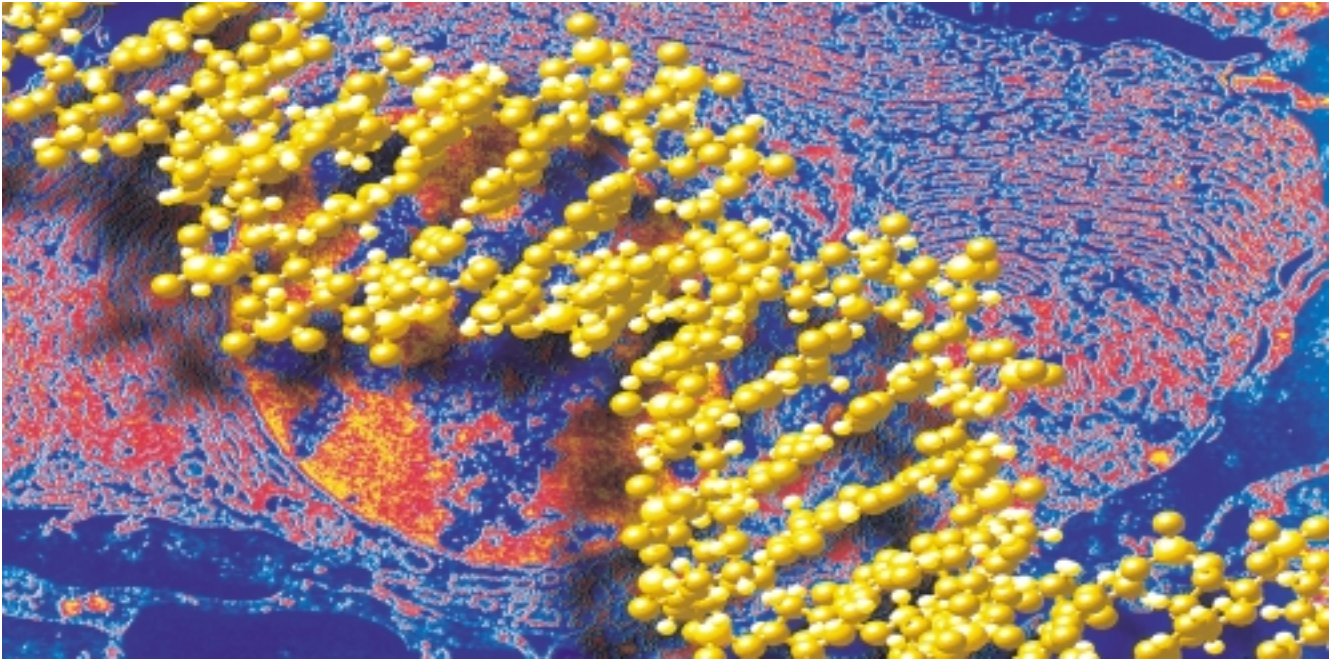


Foto: Keystone

tels DNS-Chips in Zukunft auch das genetische Profil einer Person erstellt werden kann».

Es ist nicht zu erwarten, dass das technisch Machbare nicht realisiert wird. Im Gegenteil, das Rationale des Unternehmers gebietet dies eigentlich; Formeln zur Berechnung des Verhältnisses von Aufwand und Ertrag genetischer Untersuchungen am Arbeitsplatz liegen seit 15 Jahren vor¹.

Nicht dass man soweit gehen müsste wie Kienle, der «stets die Gefahr (sieht), dass Kraft der Untersuchungsergebnisse resistente Arbeitnehmer herausgefiltert werden, was einer Verlagerung von einem objektiven zu einem subjektiven Arbeitsschutz gleichkame» (Kienle 1998). Schliesslich werden in Paragraph 19 des Vorentwurfs die für den Arbeitsbereich geltenden Ausnahmen umschrieben, die das oben erwähnte Recht auf informationelle Selbstbestimmung (Paragraph 18) ausser Kraft setzen können. Es sind sechs Voraussetzungen, die kumulativ erfüllt sein müssen, um präsymptomatische Untersuchungen anzustellen. Bei «Tätigkeiten, bei denen es auf die nach menschlichem Ermessen uneingeschränkte Zuverlässigkeit der Arbeitneh-

merin oder des Arbeitnehmers ankommt», also etwa, wenn «es um den Schutz von Leben und Gesundheit einer Vielzahl anderer Menschen oder um die Vermeidung einer Umweltkatastrophe geht, muss das Interesse eines Arbeitnehmers oder einer Arbeitnehmerin, eine bestimmte genetische Veranlagung nicht ausforschen zu lassen, hinter dem öffentlichen Interesse zurücktreten».

Der gläserne Angestellte

Neben dem beabsichtigten Schutz von Öffentlichkeit, Arbeitgeber und Arbeitnehmer geschieht mit der skizzierten Entwicklung ein Weiteres: Das Verhältnis von Person und Organisation verändert sich. Ein psychologischer Blick lässt deutlich werden, dass sich die Grenze zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer verschiebt.

Mit dem «Ausforschen der genetischen Veranlagung» wird ein qualitativ neuartiger Schritt unternommen. Informationen über das Erbgut sind von gänzlich anderer Qualität als jene personbezogener Daten, die mit der Aufnahme eines Arbeitsverhältnisses heute zur Verfügung gestellt werden. Es stand und steht im Belieben einer Person, Informationen

Die DNA (Deoxyribonucleic Acid) gibt über die erbliche Veranlagung eines Menschen Aufschluss und setzt ihn somit der Kritik seiner Umwelt aus.

(Computer-Illustration der DNA und einer menschliche Zelle).

über künftige Pläne, die für die Arbeitsbiographie relevant sein könnten, mitzuteilen oder nicht. Fragen nach Schwangerschaft oder Familienplanung, nach Krankheiten in der Familie oder Suchtverhalten sind nicht gestattet – aus gutem Grund. Genetische Daten mit Hinweisen auf gesundheitliche Prädispositionen waren bislang selbst ihren Trägern nicht ohne weiteres zugänglich, man war angewiesen auf Vermutungen und Ahnungen. In jedem Fall waren diese Informationen privat und vertraulich. Die Subjektstellung der Person gegenüber der eigenen Zukunft, soweit sie beeinflussbar schien, blieb gewahrt; der unbeeinflussbare Teil war allen Beteiligten verborgen. Letztere wird den Beteiligten nun als Potentialität – und nicht mehr als das! – zugänglich. Auch wenn dem Arbeitgeber die eigentliche Diagnose nicht mitgeteilt werden darf, so wird ihm von der untersuchenden ärztlichen Stelle doch die Schlussfolgerung «Eignung»

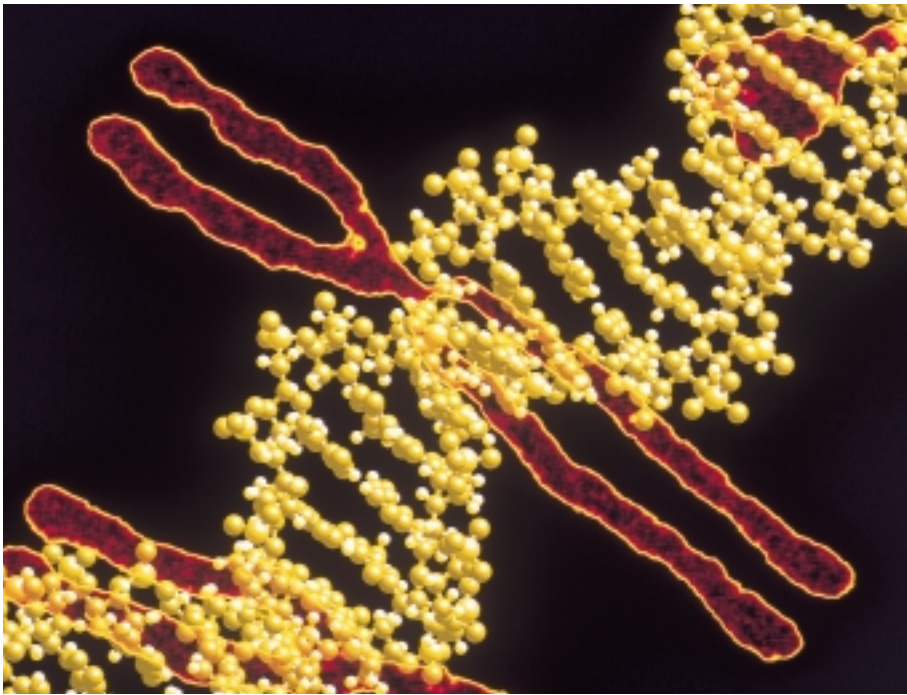


Foto: Keystone

Was in den Chromosomen steckt möchten Arbeitgeber und Versicherungsgesellschaften gerne wissen, um sich gegen Risiken abzusichern. Arbeitnehmer oder Versicherte hingegen machen den Schutz der Persönlichkeit geltend.

(Computer-Illustration eines menschlichen Chromosoms und der DNA).

respektive «Nicht-Eignung» übermittelt. Der betroffenen Person ist die Entscheidung unfreiwilligerweise abgenommen. Nur einer Partei steht die Möglichkeit der Bewertung der Informationen zu, nur sie fällt darauf fussend Entscheidungen – diese allerdings betreffen alle Beteiligten. Nicht nur ist das informationelle Selbstbestimmungsrecht ausser Kraft gesetzt; hier werden Autonomie und Mündigkeit abgesprochen, die zu leisten von den Arbeitenden in den letzten Jahren vehement gefordert wird. Die «Pauschalunterwerfung» (Luhmann), die von einem Organisationsmitglied ohnehin gefordert wird, hat eine weitere Stufe erreicht.

Genetische Analysen erweitern den indirekten Zugriff des Arbeitgebers auf einen bislang verschlossenen Intimbereich. Dieser Zugriff der Organisation geht tiefer, insofern dass die Informationen Aussagen einerseits über die Identität der Person selbst machen, andererseits die Herkunftsfamilie und gegebenenfalls Kinder betreffen. Der Zugriff geht weiter, als dass sich Aussagen über die Zukunft nahelegen, und er ist unsicherer, weil in aller Regel lediglich Wahrnehmlich-

keitsaussagen möglich sind. Nach Rothstein² sind genetische Informationen damit von grundsätzlich eigenständiger Qualität.

Natürlich bleibt das Wissen um mögliche genetische Prädispositionen beim Träger oder der Trägerin nicht ohne Folgen. Ist das Wissen um die Prädisposition für das Bäckerasthma für die Bewerberin um die entsprechende Lehrstelle nützlich? Oder sind – vielleicht völlig überflüssige – Ängste und Blockaden, der Verzicht auf Engagement, langfristige orientiertes Handeln oder übermässige Sicherheitsorientierung denkbare Folgen, an denen keine Partei ein Interesse haben kann³? Die im Bundesgesetz zwingend vorgesehene genetische Beratung ist keine Garantie für die erfolgreiche Bewältigung des neuen Wissens. Was uns, die wir alle Betroffene sind, bleibt, ist das Vertrauen in die Handelnden: in die Professionalität der Untersuchenden einerseits und in deren ethisch reflektierten und verantwortungsvollen Umgang mit den neuen Möglichkeiten andererseits. Ein befriedigendes Fazit ist dies nicht, eine Antwort auf die aufgeworfenen Fragen auch nicht.

LITERATUR

- 1 Boden, L. I.: Genetic Testing in the Workplace: Costs and Benefits. In: Groopman, J. D., und Skipper, P. L. (ed.): Molecular Dosimetry and Human Cancer: Analytical, Epidemiological and Social Considerations (402–415). Boca Raton 1991.
 - 2 Rothstein, M. A.: Protecting Genetic Privacy: Why It is So Hard to Do. 1999.
 - 3 Deutsches Ärzteblatt. Genomanalyse von Arbeitnehmern. 89, A-2561. 1992.
- Baitsch, H., und Reif, M.: Genetische Beratung. Berlin 1986.
- Kienle, T.: Die prädikative Medizin und gentechnische Methoden. Tübingen 1998.
- Vorentwurf für ein Bundesgesetz über genetische Untersuchungen beim Menschen. Bern (21. April 1998).
- Begleitbericht zum Vorentwurf für ein Bundesgesetz über genetische Untersuchungen beim Menschen, Bern (September 1998).
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer. Die so genannte «Genomanalyse» an Arbeitnehmern. Deutsches Ärzteblatt, 89, B-1597, 1992.

Identifizierung von Tatverdächtigen

Die Identifizierung eines Straftäters mittels DNA-Fingerprinting gilt heute im Bereich der Kriminalistik als revolutionär. Ein einziger Zellkern, welcher am Tatort vorgefunden wird, genügt, um die Spur eines Verdächtigen zu sichern. Die Personenidentifizierung ist für Kriminalbehörden damit einfacher und eindeutiger geworden. Es fehlt allerdings eine rechtliche Regelung, wie die DNA-Datenbanken zu handhaben sind.

VON ANDREAS DONATSCH

Die Identifizierung von Personen ist auf verschiedene Arten möglich. Zunächst kann ein Mensch aufgrund früherer Wahrnehmung wiedererkannt werden, sei dies anlässlich einer erneuten Begegnung oder gestützt auf eine Beschreibung, ein Bild oder etwa eine Tonaufnahme. Diese Art der Personenidentifizierung stand bei der Suche und Überführung der Person des Tatverdächtigen seit jeher im Vordergrund, wenn man von überholten Methoden wie Gottesurteilen oder unter Folter erzwungenen Geständnissen absieht. Sie ist auch heute noch von grosser Bedeutung; man denke nur an Pass- und Polizeifotografien, Zeichnungen, Bildmontagen und Phantombilder. Zusätzlich bedient sich die moderne Kriminalistik einer Vielzahl weiterer personengebundener Merkmale, welche zur Identifizierung von Menschen geeignet sind, so namentlich der Stimm-, Sprach- und Schriftmerkmale, der Finger-

und Handflächenabdrücke sowie biologisch-medizinischer Eigenschaften.

Anthropometrie, Fotografie, Fingerabdruckverfahren

Insbesondere gestützt auf die Werke von Alphonse Bertillon begann man im ausgehenden 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts, detaillierte anthropometrische Signalelemente von Tatverdächtigen und Verurteilten zu erstellen. Man unterschied farbige Kennzeichen wie Augen oder Haare, die Erscheinung der Körperteile sowie ihr Verhältnis zueinander wie das Aussehen, Länge, Breite oder Winkelmasse und die so genannten ergänzenden äusseren Eigentümlichkeiten. Die Anthropometrie zur Personenidentifizierung wurde weitgehend durch die Daktyloskopie, das heisst die Identifizierung mittels Fingerabdrücken, verdrängt, wobei es einige Jahrzehnte brauchte, bis sich das neue Verfahren durchgesetzt hatte. Zum Systemwechsel trug nicht zuletzt eine Erzählung von Mark Twain aus dem Jahre 1883 («A tumb print and what came of it») bei. Im Zusammenhang mit beiden Identifizierungsmethoden wurde darüber nachgedacht, dass es die Verbrechensbekämpfung enorm erleichtern würde, wenn die gesamte männliche Bevölkerung anthropometrisch vermessen beziehungsweise daktyloskopiert wäre.

Die Identifizierungsmöglichkeit mittels DNA beruht – ähnlich wie die Anthropometrie und die Daktyloskopie – auf der Beobachtung von individuellen Merkmalen des menschlichen Körpers, nämlich auf dem Vergleich der von Auge nicht sichtbaren, sondern auf biochemischem Wege sichtbar gemachten Musterung (Mikrosatelliten) der nicht codierenden DNA. Diese ist, ausser bei eineiigen Zwillingen, individual-

charakteristisch. Die codierenden Teile der DNA, diejenigen also, in welchen die Erbinformationen des Menschen gespeichert sind, werden für das «DNA-Fingerprinting» nicht gebraucht. Bei den angewandten Verfahren zur Isolierung der DNA wird jedoch der codierende Anteil zusammen mit dem nicht codierenden isoliert und steht damit an sich im Verfügungsbereich der Justiz. Ein Vergleich der DNA-Merkmale erlaubt überdies Vermutungen über die allfällige Verwandtschaft von DNA-Lieferanten. Auch diesbezüglich besteht eine Parallele zur Anthropometrie und Daktyloskopie.

DNA-Fingerprinting als revolutionärer Schritt

Ähnlich wie seinerzeit das Fingerabdruckverfahren darf die neue Identifizierungsmöglichkeit in verschiedener Hinsicht für den Bereich der Kriminalistik als revolutionär bezeichnet werden. So genügt theoretisch ein einziger Zellkern, welcher am Tatort vorgefunden wird, beispielsweise derjenige eines Haares am Kamm, einer Mundschleimhautzelle am Weinglas bzw. am Zigarettensammel oder ein Spermium auf dem Kleid des mutmasslichen Opfers der Vergewaltigung, um die betreffende Spur einer bestimmten Person, von welcher Vergleichsmaterial zur Verfügung steht, zuzuordnen oder aber einen fälschlicherweise Verdächtigten als Spurenleger auszuschliessen. Hinzu kommt, dass die Aussagekraft des DNA-Fingerprinting im Vergleich zu bisherigen serologischen Untersuchungen wesentlich höher ist. Für die Fahndung nach potentiellen Tätern wird sodann auf eine DNA-Profil-Datenbank zurückgegriffen werden können, in welcher – ähnlich wie konventionelle Fingerabdrücke – im Zusammenhang mit Strafverfahren erlangte

Dr. Andreas Donatsch ist Professor für Strafrecht und Strafprozessrecht sowie Richter am Kassationsgericht des Kantons Zürich.

Vor seiner Berufung an die Universität Zürich war er unter anderem in leitender Funktion bei der Kantonspolizei Graubünden sowie als zürcherischer Bezirksanwalt tätig.

DNA-Profile in der Form von Buchstaben-Zahlen-Codes gespeichert sein werden.

Die praktische Bedeutung des DNA-Fingerprinting lässt sich daran ablesen, dass im vergangenen Jahr allein am Institut für Rechtsmedizin der Universität Zürich über 300 entsprechende Untersuchungen an Spuren erfolgten sowie DNA von ebenfalls mehr als 300 Personen zum Zwecke der Identifizierung untersucht wurde.

Verletzung der Persönlichkeitsrechte?

Durch die Analyse und den Vergleich der nicht codierenden DNA eines Verdächtigen mit derjenigen aus einer Spur (ausschliesslich zu Identifizierungszwecken) werden rechtlich geschützte Interessen nicht in erheblicherem Masse tangiert, als dies in Anwendung der bisher verwendeten Methoden zur Identifizierung von Personen der Fall ist: Es besteht einzig die Gefahr, aufgrund der Identifizierung überführt zu werden. Erachtete man die Identifizierung mittels nicht codierender DNA ausschliesslich zu Identifizierungszwecken als schwerwiegenden Eingriff in die Rechte des Betroffenen, müsste auch auf das Fingerabdruckverfahren, die Photographie sowie letztlich sogar auf die Befragung des Zeugen verzichtet werden, der den Tatverdächtigen bei der Tat beobachtet haben will. Daran vermag weder etwas zu ändern, dass sich der Spurenleger des Umstandes, dass er der DNA-Analyse zugängliche Spuren hinterlässt, oftmals nicht bewusst ist noch dass durch dieses Verfahren im Vergleich zu bisher gebräuchlichen eine Vielzahl neuer Spuren mit hohem Aussagewert gesichert werden kann.

Anders als bei den meisten bisherigen konventionellen Identifizierungsmethoden werden die Interessen des Betroffenen hingegen regelmässig bei der Entnahme von Vergleichsmaterial tangiert. Der dazu erforderliche Eingriff in

die körperliche Integrität wiegt jedoch nicht schwer, weder im Falle der Entnahme von Blut noch erst recht nicht beim Abstrich mittels Wattestäbchen an der Wangenschleimhaut. Weiter besteht die Gefahr, dass nicht nur die nicht codierende DNA zu Identifizierungszwecken verwendet werden könnte. Es wäre nämlich denkbar, künftig aus dem nicht codierenden Teil auf weitere Persönlichkeitsmerkmale zu schliessen oder aus der codierenden DNA ein Profil der gesuchten Person zu erstellen, beispielsweise zum Gesundheitszustand sowie zu anderen persönlichen Merkmalen, und gestützt darauf nach dieser Person zu suchen. Auch aus diesem Grund ist es wichtig, dass der Zweck sowie der Gegenstand der Untersuchung genau umschrieben werden. Weiter besteht ein Interesse daran, dass die Untersuchungen von hoher Qualität sind, also in Anwendung einer anerkannten Methode durch dafür qualifiziertes Personal durchgeführt werden. Schliesslich ist von ganz zentraler Bedeutung, ob und allenfalls unter welchen Bedingungen das DNA-Material sowie das Ergebnis der Analyse während und gegebenenfalls nach der Verwendung im konkreten Strafverfahren aufbewahrt werden, wer darauf Zugriff hat sowie unter welchen Voraussetzungen die Vernichtung oder Löschung erfolgt.

Aus verfassungsrechtlicher und konventionsrechtlicher Sicht (Europäische Menschenrechtskonvention, Internationaler Pakt über bürgerliche und politische Rechte) tangiert die Erhebung, Bearbeitung, Auswertung, Aufbewahrung und das Zugänglichmachen von DNA-Material insbesondere das Recht auf Schutz der Privatsphäre, namentlich den Anspruch auf Schutz vor Missbrauch persönlicher Daten. Sodann wird durch die Entnahme von DNA das Grundrecht auf persönliche Freiheit gemäss Art. 10 Abs. 2 BV beeinträchtigt, je-

denfalls sofern sie mittels Entnahme von Blut bei der Vergleichsperson erfolgt. Ein Eingriff in verfassungs- und konventionsrechtlich geschützte Grundrechte ist zulässig, sofern hierfür eine gesetzliche Grundlage besteht sowie wenn die Massnahme im öffentlichen Interesse liegt (nach Konventionsrecht, wenn sie eine Massnahme darstellt, «die in einer demokratischen Gesellschaft für die nationale Sicherheit, die öffentliche Ruhe und Ordnung, das wirtschaftliche Wohl des Landes, die Verteidigung der Ordnung und zur Verhinderung von strafbaren Handlungen...» notwendig ist) und verhältnismässig ist.

Erhebliche Lücken im geltenden Recht

Zurzeit finden sich die gesetzlichen Regelungen, aufgrund derer DNA-Fingerprintings durchgeführt werden, vorab im kantonalen Recht. Datenschutzgesetze sind in Strafverfahren nicht anwendbar. Für den Kanton Zürich hat das Bundesgericht kürzlich bestätigt, die Strafprozessordnung bilde für Identifizierungen mittels DNA im Bereich der Strafverfolgung eine ausreichende gesetzliche Grundlage. Es herrscht jedoch weitgehend Einigkeit darüber, dass im geltenden Recht erhebliche Lücken bestehen. Insbesondere ist nicht geregelt, welche Teile der DNA zu welchen Zwecken untersucht werden dürfen. Allgemein wird davon ausgegangen, dass grundsätzlich ausschliesslich der nicht codierende Teil untersucht werden darf und auch dies nur soweit, als es zum Zwecke der Identifizierung unbedingt notwendig erscheint. Weiter ist zu regeln, welche Instanzen unter welchen Bedingungen kompetent sein sollen, die Entnahme von Vergleichsmaterial sowie die DNA-Analyse anzuordnen. Ausdrücklich im Gesetz festzuhalten ist weiter, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, dass einer Person – auch gegen ihren Willen – Vergleichsmaterial

entnommen werden darf. Nach der geltenden Rechtslage ist davon auszugehen, dass so genannte Reihenuntersuchungen im Falle der Eingrenzung der Täterschaft auf einen Kreis von Personen, die zwar als Täter nicht ausscheiden, gegenüber welchen jedoch kein konkreter Tatverdacht vorliegt (beispielsweise alle männlichen Bewohner eines Dorfes), ohne deren Einverständnis rechtlich unzulässig sind. Soweit möglich hat der Gesetzgeber dafür zu sorgen, dass die Qualität der Analyse und die Sicherheit im Labor garantiert sind. Schwer wiegt überdies das Fehlen einer Regelung betreffend die Errichtung und den Betrieb von DNA-Datenbanken. In einer solchen sind die Voraussetzungen zu umschreiben, welche für die Aufnahme, Bearbeitung, Weiterleitung und Löschung beziehungsweise Vernichtung der Proben, Profile und Daten massgebend sein sollen. Überdies muss jedermann das Recht eingeräumt werden, auf Verlangen Auskunft darüber zu erhalten, ob über ihn ein DNA-Profil existiert. Zweckmässig wäre auch das Einsetzen einer Instanz, welche die Abläufe rund um die Datenbank überprüft sowie bei Verdacht auf Missbrauch von sich aus oder auf eine entsprechende Anzeige hin einschreitet. Soweit die Aufbewahrung über die Strafuntersuchung hinausgeht, dürfte der Schutz, welcher durch datenschutzrechtliche Bestimmungen gewährleistet werden kann, ausreichend sein.

Gesetzesentwürfe werden ausgearbeitet

Gestützt auf die Bundesverfassung soll ein Bundesgesetz über genetische Untersuchungen beim Menschen geschaffen werden. Ein entsprechender Vorentwurf ist bereits erarbeitet worden. In dessen Artikel 28 werden die Modalitäten der DNA-Analyse umschrieben. Unter anderem ist vorgesehen, bei Abklärungen zu Identifizierungszwecken nicht nur das DNA-Profil, sondern



Foto: Keystone

auch das Geschlecht zum Gegenstand der Untersuchung zu machen. Nicht unproblematisch erscheint es, wenn der Untersuchungsbehörde und dem Strafrichter zur Aufklärung schwerer Straftaten zusätzlich die Kompetenz eingeräumt werden soll, darüber hinaus Daten zu erheben, die zur Identifizierung des Tatverdächtigen geeignet sind. Gestützt darauf dürfte die codierende Substanz untersucht werden, um beispielsweise Haar-, Augen- oder Hautfarbe festzustellen. Man wird sich gut überlegen müssen, ob der klare Grundsatz, wonach die Fahndung nach Tatverdächtigen anhand nicht codierender DNA zu erfolgen hat, durch eine derartige Regelung preisgegeben und damit die Möglichkeit eines «Dammbruchs» in Kauf genommen werden soll. Für die Regelung der DNA-Profil-Datenbank ist gemäss diesem Gesetzesentwurf der Verordnungsweg vorgesehen. Ein Vorschlag für eine solche Verordnung liegt vor. Es ist jedoch zu prüfen,

Ähnliche Methoden wie zur DNA-Sequenzierung (Bild) werden auch für das DNA-Fingerprinting angewendet.

ob die angesprochenen Fragen angesichts ihrer Bedeutung nicht in einem Gesetz im formellen Sinne geregelt werden müssten, zumal die Vorschrift, in welcher die Befugnis zur Rechtsetzung für den Bereich der DNA-Profilbank auf dem Verordnungsweg statuiert wird, keinerlei Grundsätze für die zu schaffende Regelung enthält.

Da unbekannt ist, wie viel Zeit bis zum Inkrafttreten des erwähnten Bundesgesetzes und der Verordnung verstreichen wird und da bis dahin im Rahmen von Strafverfolgungen weiterhin Tatverdächtige überprüft werden müssen mit dem Ziel, den Verdacht zu erhärten oder aber den Betroffenen zu entlasten, sind auch in den Kantonen Bestrebungen im Gange, die rechtlichen Grundlagen für die Identifizierung DNA zu ergänzen und auch solche für den Bereich der DNA-Datenbank zu schaffen.

Die Gefahrengemeinschaft

Das neue Bundesgesetz über genetische Untersuchungen beim Menschen wird den Versicherern verbieten, von ihren Kunden einen genetischen Test zu verlangen. Die Lebensversicherungs-Gesellschaften fürchten, dass durch das Verbot eine gebührende Risikoeinschätzung verunmöglicht wird. Denn schon heute können durch die Entschlüsselung des Erbgutes viele Krankheiten frühzeitig erkannt werden.

JAN VON OVERBECK UND
BEATRICE BALDINGER PIROTTA

Der Versicherungsgedanke geht zurück auf die Anfänge der Seefahrt. Nachdem es immer wieder zum Verlust von Handelsschiffen gekommen war, wurde ersichtlich, dass die jeweiligen Besitzer die materiellen Folgen solcher Verluste nicht allein zu tragen vermochten. Die Besitzer schlossen sich daher zusammen zu einer Gefahrengemeinschaft mit dem Ziel, das finanzielle Risiko für den Einzelnen tragbar zu machen, indem es auf alle Beteiligten aufgeteilt wurde. Dieses Prinzip der Solidarität (gut verlaufende Risiken bezahlen für die schlechter verlaufenden) zusammen mit dem Gesetz der grossen Zahlen (je mehr Personen einer solchen Gemeinschaft beitreten, umso geringer wird das Risiko, dass die tatsächlich eintretende Anzahl Schadenfälle von der erwarteten Anzahl Schadenfälle abweicht) bildet immer noch die Grundlage jeder Versicherung.

Ein nicht zu vermeidendes oder für den Einzelnen selber

nicht tragbares Risiko wird auf eine Gefahrengemeinschaft überwälzt, wobei die Versicherungsgesellschaft als Treuhänderin waltet.

Wahrscheinlichkeit als Preisbasis

Um im Schadenfall die vereinbarte Geldleistung zu erbringen, benötigt die Versicherungsgesellschaft Geld, welches sie als regelmässige Prämienzahlungen von den Versicherten einfordert. Die von den Versicherten zu bezahlenden Prämien berechnen sich unter anderem aus der Höhe des versicherten Betrages und der Wahrscheinlichkeit des Schadeneintritts und somit der Leistungszahlung während der Vertragsdauer.

In der Lebensversicherung, wo die versicherte Leistung beim Tod des Versicherten zu zahlen ist, entspricht diese Schadenwahrscheinlichkeit der Sterblichkeit des Versicherten. Durch Auswertung von Bevölkerungszählungen und Zivilstandsregister (Geburten, Todesfälle) errechnet das statistische Amt eines jeweiligen Landes die einjährige Sterbenswahrscheinlichkeit der Bevölkerung nach Alter und Geschlecht und konstruiert daraus eine Sterbetafel. Ergibt die Sterblichkeitsmessung beispielsweise, dass von 100 000 während eines Jahres unter Beobachtung stehenden 43jährigen Männern 300 starben, bevor sie das Alter 44 erreichten, so resultiert daraus eine Sterbenswahrscheinlichkeit für 43jährige Männer von 0,003 oder 3%. Bei anderen Versicherungsprodukten (z. B. Pflegeversicherung) bilden Statistiken zur Inzidenz die Berechnungsgrundlage.

Prinzipien der Risikoprüfung in der Lebensversicherung

Im Interesse der bereits Versicherten muss die Versicherungsgesellschaft die nötigen Vorkehrungen

treffen, damit sie jederzeit in der Lage sein wird, die vereinbarten Leistungen zu erbringen. Zu diesem Zweck führt sie eine Auslese (Selektion) unter den zu Versichernden durch, welche auf der Beurteilung verschiedener risikorelevanter Kriterien beruht. Dabei werden unter anderem der Versicherungszweck, die Freizeitaktivitäten, der Beruf, die finanziellen Verhältnisse und vorbestehende Versicherungsdeckungen in Betracht gezogen. Ein wichtiger Aspekt dabei ist die medizinische Risikoprüfung, das heisst die Prüfung des Gesundheitszustandes der zu Versichernden.

Das grundlegende Ziel, einem möglichst breiten Publikum eine Versicherungsdeckung zu möglichst günstigen Bedingungen anzubieten, kann nur mit risikogerechten Prämien erreicht werden. Da sich unter den versicherbaren Kandidaten auch Personen mit erhöhter Schadenwahrscheinlichkeit (z. B. verminderter Lebenserwartung) befinden, muss dies durch erhöhte Prämien ausgeglichen werden. Es wäre gegenüber der grossen Mehrheit gesunder Versicherungsnehmer ungerecht, sie für die Mehrkosten solcher Mitversicherten bezahlen zu lassen, die von Anfang an ein deutlich erhöhtes Schadenrisiko tragen. Gesunde Versicherungsnehmer würden ansonsten eine andere Form der Risikodeckung suchen (z. B. Anlagen in Wertpapieren oder Liegenschaften), wodurch der Versicherungsgesellschaft nur noch eine verhältnismässig kleine Gruppe schlechter Risiken bleiben und dadurch der Risikoausgleich fehlen würde.

Deshalb werden die Versicherungsnehmer in Gruppen mit vergleichbarem Sterberisiko eingeteilt. Innerhalb dieser Gruppen kommt dann das Prinzip der Solidarität zum Tragen. Erfahrungsgemäss weist die überwiegende Mehrheit der Versiche-

Dr. Jan von Overbeck ist
Chief Medical Officer der Swiss Re
Life & Health Zürich.
Dr. Beatrice Baldinger Pirotta
ist Research Manager,
Medical Services der Swiss Re
Life & Health.

rungskandidaten eine mehr oder weniger normale Lebenserwartung auf und kann zum Standardtarif versichert werden. Bei einer Minderheit der Antragsteller ist mit einem erhöhten Sterblichkeitsrisiko zu rechnen. Diesem erhöhten Risiko wird mit einem entsprechenden Prämienzuschlag Rechnung getragen.

Die Bedeutung der Informationssymmetrie

Um eine Antiselektion (Situation, bei der sich vorwiegend Leute versichern lassen möchten, welche wissen, dass sie voraussichtlich auch davon profitieren werden) zu verhindern, muss die Versicherungsgesellschaft zum Zeitpunkt der Risikoprüfung mindestens über den gleichen Informationsstand verfügen wie der Antragsteller selber, daneben muss sie das zu versichernde Risiko möglichst genau kennen, um risikogerechte Prämien berechnen zu können. Grundlagen für die medizinische Risikoprüfung bilden zunächst die Angaben des zu Versichernden zu seinem Gesundheitszustand, zu durchgemachten Erkrankungen, durchgeführten Behandlungen oder erhobenen Befunden (gesetzliche Anzeigepflicht). Unter Umständen werden aufgrund dieser Angaben zusätzliche Auskünfte von Ärzten oder Krankenhäusern benötigt, wozu der zu Versichernde seine ausdrückliche Zustimmung erteilt hat. Je nach Umständen (vor allem bei höheren Versicherungssummen) werden eine ärztliche Untersuchung und gegebenenfalls Zusatzuntersuchungen (z. B. Laboruntersuchungen, Elektrokardiogramm) verlangt.

Familiengeschichte versus Gentest

Die familiäre Krankengeschichte ist in jedem medizinischen Dossier aufgeführt. Sie betrifft vor allem die in der Familie des Pa-

tienten vorkommenden Erkrankungen. Die anhand von familiären Krankengeschichten ausgearbeiteten Stammbäume haben die Identifikation von Krankheiten, die in gewissen Familien gehäuft vorkommen, sowie die Identifikation ihrer Übertragungsmechanismen ermöglicht, bevor vertiefte Kenntnisse über Chromosomen zur Verfügung standen. Für Erkrankungen wie Chorea Huntington ist die Aufnahme der familiären Krankengeschichte eines symptomatischen Patienten, einem genetischen Test in weitem Sinne ebenbürtig. Eine ähnliche Situation besteht jedoch nur bei den selten vorkommenden Krankheiten.

Aufgrund der aktuellen medizinischen Kenntnisse kann man davon ausgehen, dass die meisten, wenn nicht alle Erkrankungen entweder genetisch bedingt sind oder genetische Faktoren bei der Entstehung mitbeteiligt sind. Es ist daher in diesem Zusammenhang wichtig darauf hinzuweisen, dass zwar jede Krankheit genetisch (mit-)bedingt ist, andererseits nicht jeder Test im Zusammenhang mit der Abklärung einer Krankheit automatisch ein Gentest ist. Es hat sich als ausserordentlich schwierig erwiesen, eine allseits befriedigende Definition für den Begriff des Gentests zu finden. Ausserdem stellt sich die Frage nach der Bedeutung eines pathologischen Gentests für die Risikobeurteilung.

Die neuen Techniken zur Entzifferung des menschlichen Erbguts erlauben es, zahlreiche Gene zu isolieren und ihren Zusammenhang mit häufigen Erkrankungen in der menschlichen Bevölkerung aufzuzeigen. Im Gegensatz zu den klassischen Erbkrankheiten ist die Assoziation zwischen einem oder den isolierten Genen und dem klinischen Erscheinungsbild dieser häufigen Erkrankungen sehr komplex, und

es ist schwierig, daraus die Konsequenzen für ein bestimmtes Individuum vorherzusagen. Allerdings hängt die Pathogenese der Mehrzahl der häufigen Krankheiten (Diabetes, kardiovaskuläre Erkrankungen usw.) nicht ausschliesslich von einem Gen ab, aber von einer zusammenhängenden Gruppe von multiplen Genen. Diese zusammenhängende Gruppe wird selbst mehr oder weniger stark durch die Umwelt des Organismus und seine Lebensweise beeinflusst. Die traditionelle Benennung «multifaktorielle Krankheiten» verbirgt in der Tat unser höchst lückenhaftes Verständnis der Mechanismen, die der Mehrheit der menschlichen Erkrankungen zugrunde liegen. Die familiäre Anamnese behält deshalb ihre Bedeutung und stellt keinen wirklichen genetischen Test dar, aber eine äusserst wichtige Informationsquelle über die Umwelt – im weitesten Sinne – eines Individuums und seiner Lebensweise. Zahlreiche Studien haben übrigens deutlich aufgezeigt, dass das sozioökonomische Niveau für den Gesundheitszustand bestimmend ist. Im Rahmen der Familienanamnese stellen Kenntnisse betreffend Umwelt des Patienten eine wichtige Information dar, die jedoch nicht genetischer Natur ist.

Einfluss der Gendiagnostik auf die Assekuranz

Das neue Bundesgesetz über genetische Untersuchungen beim Menschen wird ein Verbot enthalten, das den Versicherern untersagt, einen genetischen Test zu verlangen. Die Familienanamnese genügt in der Mehrheit aller Fälle bei weitem, um das statistische Risiko einer Erkrankung festzusetzen. Um jedoch die Grundlagen des Versicherungsprinzips zu respektieren, müssen aus dem Blickwinkel der Versicherer Resultate von genetischen

Tests, die vor dem Versicherungsantrag vorgenommen worden sind, durch die Kunden bekannt gegeben werden. In diese Verpflichtung zur Information des Versicherers sollen nur diejenigen Tests eingebunden werden, die aufgrund ihrer technischen Zuverlässigkeit und ihres klinischen Nutzens anerkannt sind.

Die Weiterentwicklung der Technologie wie beispielsweise Chip-Technologie wird es vermutlich erlauben, genetische Konstellationen zu bestimmen, die mit gewissen Erkrankungen in Zusammenhang gebracht werden können. In diesem Fall werden wahrscheinlich die Resultate genetischer Tests in ihrem prädiktiven Wert den durch die Familienanamnese gesammelten Informationen überlegen sein. Da diese Tests bei asymptomatischen Personen eingesetzt werden, könnten sie auf Individuen mit einer Risikokonstellation einen starken Anreiz zur Unterzeichnung einer Versicherung ausüben. In dieser langfristigen Perspektive wünscht die Vereinigung der Lebensversicherer, die Verpflichtung des Kunden, über seinen aktuellen Gesundheitszustand Auskunft zu geben, beizubehalten. Dazu gehören auch Informationen über bereits ausgeführte genetische Tests und ihre Resultate. Das Problem der Definition eines genetischen Tests ist in diesem Zu-

sammenhang nicht nur für den Versicherer, sondern ebenso für den Gesetzgeber grundlegend.

Konsequenzen einer inadäquaten Gesetzgebung

Mit der rasanten Entwicklung auf dem Gebiet der Gentechnologie wird die Medizin grundlegend verändert und die Grenzen zwischen genetischer und nichtgenetischer Information werden zunehmend verwischt. Durch eine inadäquate gesetzliche Definition des Gentests könnte den Lebensversicherungs-Gesellschaften jegliche Risikoeinschätzung verunmöglicht werden. Die Erhebung der Anamnese, die Blutdruckmessung oder die Bestimmung des Cholesterins könnten je nach Definition als Gentest gelten und verboten sein. Die Lebensversicherungs-Gesellschaften haben bisher freiwillig darauf verzichtet, Gentests für die Risikoprüfung durchzuführen. Unverzichtbar ist für sie jedoch die Kenntnis der Resultate von bereits durchgeführten Gentests. Eine Einschränkung der Anzeigepflicht im Bezug auf Gentests hätte fatale Folgen für den gesamten Lebensversicherungs-Markt. Für den Antragsteller günstige Resultate von Gentests könnten nicht berücksichtigt werden (z. B. Ausschluss eines krankhaften Gens bei belasteter Familienanamnese). Gleichzeitig würden die Türen weit geöffnet

für den Missbrauch, das heisst die Antiselektion. Personen mit pathologischem Gentest könnten bestimmte Versicherungsprodukte kaufen, ohne die risikogerechte Prämie zu zahlen und die sie in Unkenntnis des Gentestresultats gar nie gekauft hätten. Andererseits würden Personen mit normalem Gentest für sich billigere Prämien verlangen oder ihre Bedürfnisse mit anderen Finanzprodukten decken. Dadurch müssten die Versicherungsgesellschaften einerseits deutlich mehr Schäden bezahlen, welchen zu wenig Prämieinnahmen gegenüberstünden, andererseits würde ihnen der Risikoausgleich fehlen, weil nur noch die erhöhten Risiken ihre Versicherungsdeckung beibehalten würden. Dadurch kämen einerseits die bereits Versicherten zu Schaden, indem keine Überschüsse mehr ausbezahlt werden könnten, andererseits müssten die Prämien für zukünftige Versicherungsnehmer erhöht werden. Dadurch könnten verschiedene Produkte gerade für jene unerschwinglich werden, welche diese am dringendsten benötigten. Die Versicherungsgesellschaften müssten sich überlegen, gewisse Leistungen zu begrenzen oder auszuschliessen, geringere Leistungen anzubieten, unrentabel gewordene Produkte gar nicht mehr anzubieten oder im Extremfall ihre Geschäftstätigkeit ganz aufzugeben.

Gene und Gesundheit

Der Basler Chemiekonzern Roche setzt hohe Erwartungen in eine künftige genetisch orientierte Medizin. Aus der Sicht der Pharmaindustrie legt der Autor dar, wie die Genetik den Pharmamarkt zukünftig verändern kann und wie die Firma den Forschungsschwerpunkt in diesem Bereich legt. Bis die ersten «Genom-Medikamente» in der Praxis eingesetzt werden, wird es wohl noch einige Zeit dauern, doch die Forschung ist auf dem besten Weg dazu.

VON KLAUS LINDPAINTNER

Mit dem Beginn des 21. Jahrhunderts erlebt die westliche Welt einen nachhaltigen historischen Wandel der medizinischen Wissenschaften, die sich künftig verstärkt durch Informationen über die menschlichen Gene und damit an der Kenntnis des humanen Genoms orientieren werden. Im Englischen ist längst von einer «Genomic medicine» die Rede, deren Auswirkungen auf die Gesundheitsversorgung ausführlich zur Diskussion steht.

Wir erleben auch einen umfassenden demographischen Wandel der Bevölkerung, der sich darin zeigt, dass immer mehr Menschen ein hohes Alter erreichen. Diese Entwicklung wird einen dramatischen Anstieg in der Zahl der Menschen nach sich ziehen, die an einigen der bekannten Volkskrankheiten («common diseases») leiden, für die bislang weder präventive Vorsichts- noch therapeutische Gegenmassnahmen bekannt sind. Die grosse Hoffnung unserer Zeit besteht darin, dass die beiden genannten Tendenzen in ein Gleichgewicht

kommen können und das eben skizzierte Problem durch die eingangs genannte wissenschaftliche Revolution entweder teilweise gelöst oder wenigstens in seinen Auswirkungen gemildert werden kann.

Aus der Sicht der forschenden Pharmaindustrie besteht die Aussicht, dass in den kommenden Jahren die Früchte zu ernten sind, die die zahlreichen Fortschritte der biomedizinischen Wissenschaften in der jüngsten Vergangenheit gesät haben. Die traditionelle Genetik hat sich in diesem Zusammenhang zu einer neuen Wissenschaft gewandelt, die im angelsächsischen Sprachraum als «Genomics» bezeichnet wird und die hier als «Genomforschung» angesprochen und aus der industriellen Perspektive vorgestellt werden soll.

Bei der aktuellen Genomforschung kommt ein neuartiger Verbund aus Molekularbiologie und Informations- beziehungsweise Computerwissenschaft zustande. Zurzeit entsteht dabei eine sich gegenseitig fördernde (synergetische) Kombination aus gentechnischen Entwicklungen und verbesserter Software, die sich nachhaltig auf die medizinische Praxis auswirken wird. Denn ein grundlegendes Ziel dieser interdisziplinären Wissenschaft ist die Kenntnis von Struktur und Funktion des humanen Genoms. Seine Durchmusterung geschieht in der Absicht, so nah und genau wie möglich die genetischen Komponenten von Krankheiten in den Blick zu bekommen, wobei oftmals auch direkt Krankheitsursachen erkennbar werden.

Individuelle Rezepte

Die Genomforschung zeigt die künftige Richtung der Medizin an, und deshalb ist sie für Roche von zentraler Bedeutung. Roche handelt aus der Überzeugung heraus, dass sich die zahlreichen

Volkskrankheiten in Zukunft dann besser diagnostizieren und behandeln lassen, wenn die dazugehörigen genetischen Gründe oder Hintergründe genauer bekannt und verstanden sind. Im Idealfall wird es nicht nur Medikamente geben, die bei den erkannten genetischen Faktoren ansetzen. Im Idealfall wird es mit Hilfe der Kenntnis der humanen Genomsequenz sogar möglich sein, die Behandlung eines Patienten den individuellen Besonderheiten oder Anfälligkeiten anzupassen, die von seinen Genen bestimmt oder beeinflusst werden. Gemeint ist damit zum Beispiel die Art und Weise, durch die ein Patient ein Medikament in seinen Stoffwechsel einfügt (metabolisiert). Wenn dies geeignet berücksichtigt wird – und zwar quantitativ und qualitativ –, kann es eine «personalisierte» Medizin bzw. eine eher individuelle Rezeptur geben, die nur bzw. vermehrt die erwünschte Wirkung und dagegen weniger oder keine Nebeneffekte zeigt. Erste Beispiele sind aus der Behandlung von HIV-Infektionen oder Krebs bekannt.

Individuelle Entscheidungen

Roche erwartet, dass Ansätze dieser Art in den kommenden Jahren einen tief greifenden Einfluss auf die Medizin gewinnen werden. Aus diesem Grund versucht das Unternehmen, mit zu den wissenschaftlichen Gestaltern dieser Zukunft zu gehören. Als weltweit führendes Unternehmen auf dem Gebiet der Gesundheit wird Roche versuchen, die neuen Kenntnisse, die durch die Genomforschung möglich werden, in Produkte für Patienten umzuwandeln, die so effektiv wie möglich helfen und so leicht wie möglich zu nutzen sind.

Jeder Fortschritt hängt von neuen wissenschaftlichen Kenntnissen ab. Unser Verständnis für

Dr. Klaus Lindpaintner ist Arzt und Leiter der präklinischen Forschung im Bereich Herz-Kreislauf-Krankheiten bei Roche Basel und seit 1998 Leiter von Roche Genetics Europe.

die biologischen Aspekte von Krankheit und Gesundheit wächst rasch. In naher Zukunft wird die Sequenz des menschlichen Genoms bekannt sein. Damit wird sich die Wissenschaft dem nächsten Ziel zuwenden können, nämlich die Funktion aller Gene zu verstehen, die in einer menschlichen Zelle vorliegen und von ihr benötigt werden. Forscher bei Roche versuchen weltweit, den Weg zu diesem Ziel zu finden.

Jedes Individuum muss als Patient die Möglichkeit zur Autonomie haben. Die Entscheidung für oder gegen eine spezifische medizinische Anwendung – sei es ein diagnostischer Test, sei es eine präventive Massnahme, sei es die Verabreichung einer Arznei – muss letztlich in der Hand jeder einzelnen Person bleiben. Roche fördert deshalb die Verbreitung genetischer Kenntnisse und den öffentlichen Dialog über dieses Thema durch Fortbildungsveranstaltungen und Publikationen.

Kooperationen

Roche investiert 14 Prozent seines Umsatzes in Forschung und Entwicklung. Unsere Forschungszentren in aller Welt konzentrieren sich dabei vor allem auf solche Gebiete, in denen hoher therapeutischer Bedarf besteht. Es geht unter anderem um Stoffwechsel- und Herzkrankheiten, Krebs, Virusinfektionen, Entzündungen und Krankheiten des Nervensystems. Einen wichtigen Bestandteil der Roche-Forschung stellt der fortlaufende Kontakt mit der akademischen Welt und biotechnisch ausgerichteten Unternehmen dar. Roche hat viele Allianzen mit Firmen geknüpft, die technologisch weit fortgeschritten sind und innovative Ideen umsetzen. Gemeint sind unter anderem Affymetrix, ein amerikanisches Unternehmen, das Gen-Chips entwickelt und produziert, deCode, ein isländisches Unternehmen, das krankheitsverursachende Gene erforscht, Incyte, eine Firma, die Gen-Da-

tenbanken aufstellt, und Myriad, ein amerikanisches Unternehmen, das sich auf die Wechselwirkung von Genprodukten (Proteinen) konzentriert.

Roche Genetics

Um die vielen genetischen Ansätze und Konzepte zu koordinieren und sowohl wissenschaftlich als auch kommerziell nutzbar zu machen, hat Roche eine Organisation mit Namen «Roche Genetics» ins Leben gerufen. Roche Genetics koordiniert die Verwendung genetischer und genomischer Ansätze und Konzepte in Forschung und Entwicklung der Pharma- und Diagnostics Division, evaluiert neue technologische Entwicklungen und spielt eine aktive Rolle in der Vermittlung und Fachberatung aktueller Fortschritte in der Genetik bzw. in der Genomforschung.

Als weltweit führendes diagnostisches Unternehmen, das auch zu den grössten Herstellern von Arzneimitteln gehört, hat Roche stets beide Aspekte im Auge, die zur Gesundheitsversorgung gehören – also Diagnose und Therapie. Roche verfügt über die Fähigkeit, geeignete Kombinationen aus diagnostischen Tests und therapeutischen Arzneien zu entwickeln. Wir sprechen in diesem Fall von der Möglichkeit integrierter Lösungen («integrated solutions»), und um sie zu realisieren, hat Roche eine weitere Organisation mit Namen «Integrated Health Care Solutions» (IHCS) gegründet. Zurzeit bietet IHCS diagnostische Verfahren kombiniert mit geeigneten Therapeutika unter anderem gegen Grippe, HIV-Infektionen, Hepatitis, Krebs und bei Osteoporose an. In naher Zukunft werden ähnlich integrierte Produkte und Dienste für verschiedene Formen von Arthritis verfügbar sein.

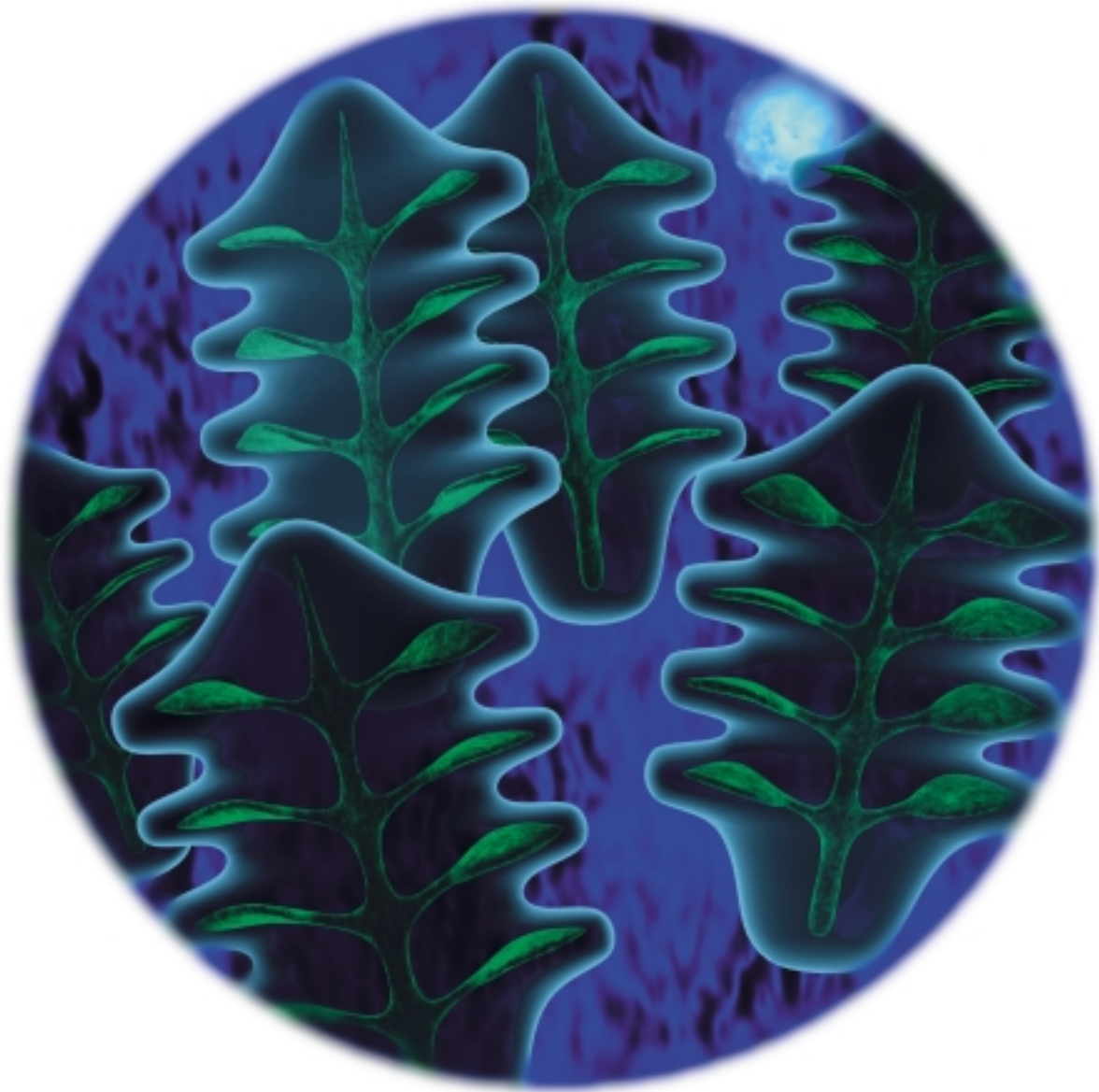
IHCS und Roche Genetics werden eng zusammenarbeiten: Während Roche Genetics sich bemüht, die genetischen Ursachen von Krankheiten zu identifizieren und die Gründe zu verstehen,

warum verschiedene Individuen unterschiedlich auf Medikamente reagieren, integriert IHCS die Diagnose mit der Therapie, um auf dieser Grundlage entweder die Behandlung oder die Prävention zu verbessern.

Öffentliche Interessen

Roche nimmt aktiv am Dialog über ethische, legale und soziale Fragen der neuen Genetik und über ihre Anwendung sowohl in der Forschung als auch in der Klinik teil. Sie richtet sich dabei nach strengen Massstäben, die in einer Charta – der «Roche Charter on Genetics» – niedergelegt sind. Darüber hinaus unterstützt Roche weltweit Institutionen wie die WHO oder die «Human Genome Organization», die sich ebenfalls um diese Zielsetzung bemühen und auf autonome Patienten hinarbeiten, die als informierte Individuen an der genomischen Medizin partizipieren.

Grössere Möglichkeiten bei der Gesundheitsfürsorge, die auf besseren Informationen basieren, ergeben mehr Freiheiten für den Einzelnen. Diese Zunahme bringt zugleich mehr Verantwortung dafür mit sich, einen Missbrauch dieser Freiheit zu verhindern. Dies gilt für alle medizinischen und erst recht – so sieht es vor allem die Öffentlichkeit – für genetische Daten. Die genetische Information einer Person ist eine private und delikate Angelegenheit. Einzelheiten über genetische Dispositionen können nicht nur zur Verbesserung der Gesundheit, sondern auch zur Diskriminierung benutzt werden, sei es gegen Einzelne, sei es gegen ganze Gruppen. Roche ist der Auffassung, dass die Privatsphäre von Menschen unter allen Umständen geschützt werden muss, und zwar auf aktive Weise. Wir begrüssen alle medizinischen Möglichkeiten der genetischen Forschung und verurteilen alle Versuche, sie zu missbrauchen.



Migration in die Städte

Vor Kriminaltouristen warnt die Polizei heute, Diebe und Hochstapler waren es einst. Letztere arbeiteten in Wirtshäusern und Badestuben oder sie liessen sich in Kirchen von Opferstöcken und reich geschmückten Altären zum Plündern verlocken. Das Buch «Migration in die Städte» lenkt den Blick zurück auf das Spätmittelalter und die frühe Neuzeit – aktuell ist es trotzdem.

Was vor einem Jahr an der 16. Jahrestagung der Schweizerischen Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialgeschichte an der Berner Universität zu hören war, bietet nun der Tagungsband in schriftlicher Form. Ein Glücksfall, schreibt Herausgeber Hans-Jörg Gilomen in der Einleitung, sei es für diese Publikation, dass die Schweizer Forschung zur spätmittelalterlichen und frühneuzeitlichen Migration international zurzeit eine Position mit an der Spitze einnehme.

Mag die Faszination des Buches vorerst im Wiedererkennen der Gegenwart in der Vergangenheit liegen, beweist es seine spannende Aktualität spätestens dann, wenn Mechanismen der Gegenwart durch die Geschichte deutlich werden. Je fünf Beiträge behandeln Themen der Migration in die Städte im Spätmittelalter und früher Neuzeit, jene ab der Mitte des 16. bis zum Ende des 18. Jahrhunderts und jene im 19. und 20. Jahrhundert (einige sind in französischer Sprache).

Von Bürgerrechten und Tagedieben

Eines der langfristigen und gesamteuropäisch angelegten Projekte ist jenes von Rainer C. Schwinges, das die ersten Bürgerbücher im 14. Jahrhundert und bis in die frühe Neuzeit untersucht. Dieser Ansatz sei für die Erforschung der Migration darum zentral, meint Gilomen in seiner Einführung, weil die «Aufnahme von Zuwanderern ins Bürgerrecht einer Stadt in der Regel einen kla-

ren Hinweis für das Gelingen der Integration darstellt». In Schwinges Überblick zur Bürgermigration stellen sich die altbekannten Fragen nach den Bedingungen für die Aufnahme ins Bürgerrecht (Mindestaufenthaltsdauer, Besitztum oder andere Sicherheiten).

Wie in Basel mit den Ängsten der Bauern in den 30er- und 40er-Jahren des 15. Jahrhunderts Politik gemacht wurde, zeigt Katharina Simon-Muscheid. Schutz vor den umherirrenden beschäftigungslosen Söldnerheeren wurde flüchtenden Bauern gewährt – sofern sie genügend Kornvorräte mitbrachten. Später forderte der Rat die Bauern gar

dazu auf, ihr Korn in der Stadt in Sicherheit zu bringen.

Wiederum Basel wurde vom Autor Niklaus Röthlin als Beispiel für die Migration einer grossen Schweizer Stadt vom 16. bis 18. Jahrhundert gewählt. Die Zeitspanne zwischen 1870 und 1900 in derselben Stadt betrachtete René Lorenceau, während andere in Sion und Genf forschten.

Die Spuren jener, die im Spätmittelalter bei Eigentumsdelikten meist die Todesstrafe erwartete, verfolgte Oliver Landolt anhand von Schaffhauser und Zürcher Justizakten aus dem Spätmittelalter. Er entdeckte, dass sich Delinquenten auch auf der Flucht

zumeist innerhalb eines Raums bewegten, wo ihnen Sprache und Gebräuche vertraut waren. Zu den erfolgreichen Migranten gehörten jahrhundertlang die Kaminfeger aus der Südschweiz, die in Wien eine monopolistische Position aufbauen konnten.

Wanderbewegungen

Detailliert geklärt wird der Begriff der Migration im Buch nicht, seine Probleme jedoch werden klargestellt. Bewusst weit gefasst hat Niklaus Röthlin den Terminus, und er gibt zu, dass einiges mit «Mobilität» bezeichnet werden könnte. Heiner Ritzmann-Blickensdorfers «Beitrag der Migrationen zum Städtewachstum, 1850–1990» basiert unter anderem auf so genannten Migrationsbilanzen. Bald aber spricht er von einem Wanderungsgeschehen oder einer -bewegung, von Ein-, Aus- oder Überseeauswanderung, von Binnen- oder Pendelwanderung, von Zu- und Wegzürgern, von Neuankömmlingen und von Kantons- oder Gemeindefremden. Schliesslich kommt Ritzmann bei den 90er-Jahren des 20. Jahrhunderts an, bei einer auf 7 Millionen Einwohner angewachsenen Schweiz. Er stellt fest: «Seit den 1960er-Jahren sind die städtischen Einwanderungszahlen rückläufig, weil Einheimische in die Vorortsgürtel abwandern.» Diese Abwanderung, soviel gelte als sicher, habe dazu beigetragen, den Städten ihr kosmopolitisches Aussehen zu verleihen.

Vivianne Berg



Hans-Jörg Gilomen, Anne-Lise Head-König, Anne Radeff (Hg.): Migration in die Städte. Ausschluss – Assimilierung – Integration – Multikulturalität. Chronos Verlag, Zürich, 2000. 254 Seiten, 38 Franken.

Was die Materie zusammenhält

Claude Amsler ist seit Januar dieses Jahres ordentlicher Professor für Experimentalphysik an der Universität Zürich. In Experimenten am Genfer Forschungszentrum Cern konnte er nachweisen, dass sich Elementarteilchen kurzfristig zu so genannten Glueballs verbinden können. Neben seiner wissenschaftlichen Arbeit ist er Koordinator des Forums der Schweizer Hochenergiephysiker und Mitglied des Forschungsrats des Schweizerischen Nationalfonds.

Nach dem Studium der Physik an der ETH Zürich begann Amsler seine wissenschaftliche Karriere mit einer Doktorarbeit am Paul-Scherer-Institut (PSI), wo er ein Pionen-Protonen-Streuxperiment aufbaute – das erste Experiment des PSI überhaupt. Dass er seinen Doktorvater während dieser Zeit nur zweimal zu Gesicht bekam – «das erste Mal bei der Einstellung, das zweite Mal bei der Doktorprüfung», wie Amsler sagt – soll gewiss nicht wörtlich genommen werden. Aber es illustriert, wie sich die Situation in der Hochschule seither verändert hat. Am PSI (damals Schweizer Institut für Nuklearforschung, SIN) herrschte seinerzeit noch eine Aufbruchstimmung mit nur wenigen eingefahrenen Strukturen. «Das gab mir grössere Freiheiten, als sie ein heutiger Doktorand hat, zwang mich andererseits aber auch, sehr viel Verantwortung zu übernehmen. Sogar meinen Gruppenchef musste ich noch per Inserat suchen.» Unter solchen Umständen wäre heute kein Doktorand mehr zu gewinnen. Das bedauert Amsler: «Die heutigen Studenten verlassen sich zu sehr auf die Vorgaben ihres Chefs. Die meisten wollen eine feste Aufgabe zugewiesen bekommen, die sie während der drei bis vier Jahre ihrer Doktorarbeit abarbeiten können.»

Malerin der Natur

Dabei bedeute Wissenschaft doch, eigene Ideen zu entwickeln, Hypothesen aufzustellen, um sie dann im Experiment zu überprüfen und zu

einem immer umfassenderen Bild der Natur zu gelangen. Ein Bild, das man auch ohne abstrakte Mathematik verstehen könne und das daher auch jedermann vermittelt werden könne. Diese Denkweise liegt Amsler näher als der deduktive Ansatz der mathematischen Physik, die sich teilweise auf einem derart abstrakten Niveau abspiele, dass selbst Wissenschaftler kein Gefühl mehr für die wirkliche Bedeutung der so erzielten Erkenntnisse entwickeln könnten. «Theorien wie die Stringtheorie, mit der man versucht, die Allgemeine Relativitätstheorie mit der Quantenmechanik zu versöhnen, sind ohne Zweifel wichtig, und intellektuell mögen sie sehr befriedigend sein. Aber einmal abgesehen von der Schwierigkeit, sich eine zehndimensionale Welt vorzustellen, sind die Voraussagen dieser Theorie bis heute nur wenig relevant, weil sie sich noch nicht im Experiment überprüfen lassen», kritisiert Amsler. Eine Folge dieser Entwicklung sei, dass sich theoretische Physiker und Experimentalphysiker immer weiter voneinander entfernten. Das behindere den Fortschritt, weil es auch in Zu-



Der Professor für Experimentalphysik Claude Amsler forscht am Genfer Cern über die Verbindung von Elementarteilchen zu Glueballs.

kunft notwendig sei, theoretische Aussagen zu überprüfen oder experimentelle Ergebnisse in einen theoretischen Zusammenhang zu stellen. «Für meine Kollegen und mich hätte beispielsweise die Suche nach Glueballs wenig Sinn gemacht, wenn nicht theoretische Physiker ausgerechnet hätten, bei welchen Energien mit diesen Teilchen zu rechnen ist», sagt Amsler.

Was sind Glueballs?

Glueballs sind eine exotische Form der Materie, die in der Natur nicht existiert, die aber in den Teilchenbeschleunigern des Cern hergestellt werden kann. Sie entsteht beispielsweise wenn Protonen und Antiprotonen mit hoher Energie aufeinander prallen. Unter den zahlreichen Zerfallsprodukten, die aus einer solchen Kollision hervorgehen, finden sich auch Gluonen, die Teilchen also, die für die starke Wechselwirkung zwischen den Quarks im Innern eines Protons verantwortlich sind. Unter besonderen Bedingungen können sich Gluonen anziehen und zu Glueballs verbinden.

Zurzeit befasst sich Amslers Gruppe mit dem Aufbau von

zwei neuen Experimenten. Für den neuen Beschleuniger des Cern, den Large Hadron Collider (LHC), entwickelt seine Gruppe einen Detektor für den Nachweis des so genannten Higgs-Bosons. Dieses Teilchen soll nach der gängigen Theorie für das Entstehen der Masse verantwortlich sein. Mit dem LHC werden erstmals die Energien erreichbar, bei denen dieses Teilchen vermutet wird. Umgekehrt gilt jedoch, dass ein Scheitern des Nachweises das Standardmodell der Teilchenphysik in ernsthafte Schwierigkeiten bringen würde.

Bis Ende Jahr soll ausserdem ein Experiment für das Studium von so genanntem Antiwasserstoff fertiggestellt werden. Dabei handelt es sich um das einfachste Atom aus Antimaterie. Sein Kern besteht aus einem negativ geladenen Antiproton, die Hülle aus dem Antiteilchen des Elektrons, dem Positron. Antiwasserstoff wurde am Cern erstmals vor einigen Jahren hergestellt. Nun sollen pro Sekunde mehrere hundert dieser Atome produziert werden, um das so genannte CPT-Theorem überprüfen zu können, das besagt, dass die Naturgesetze ihre Gültigkeit behalten, wenn gleichzeitig die Raum- und Zeitkoordinaten am Ursprung gespiegelt und die Teilchen durch ihre Antiteilchen ersetzt werden. «Daran zweifelt zwar heute eigentlich kaum mehr jemand», sagt Amsler, «aber das war 1957, als die CP-Verletzung (Spiegelung der Raum- und Zeitkoordinaten) entdeckt wurde, auch nicht anders.»

Andreas Hirstein

Den Weg zu finden zwischen den Ansprüchen der Nutzer eines Architekturdenkmals und denen der Denkmalpflege ist ein langwieriger Prozess. Im Umgang mit privaten Bauherren kämpft die Denkmalpflege deshalb oft um Akzeptanz. Die Sanierung des Kollegiengebäudes der Universität ist in ihrer Art hingegen ein Glücksfall. Denn das kantonale Hochbauamt als Bauleiter, der Kanton Zürich als Bauherr und die kantonale Denkmalpflege sind geübte Partner im Umgang mit Schutzobjekten.

Gratwanderung zwischen Erhalten und Erneuern

Im Zeitalter der zunehmenden Wirtschaftsorientiertheit geraten die Forderungen der Denkmalpflege vermehrt unter Druck. Vielen scheint sie ein Luxus, etwas, das nur Kosten verursacht, das Neues verhindert und – vielleicht noch schlimmer – den Bauherren im individuellen Gebrauch seines Eigentums unzulässig beschneidet. Für eine starke und aktive Denkmalpflege sprechen jedoch viele Gründe.

Da ist zunächst der Identifikationswert des Einzelnen mit seiner Umgebung. Wie wichtig es im Leben ist, über Orte der Erinnerung zu verfügen, mag abschätzen, wer eines Tages das Haus seiner Kindheit sucht und feststellen muss, dass dieses abgebrochen und ersetzt worden ist. Gerade durch das schnelle Wachstum und den Wandel in der Peripherie haben unsere Innenstädte vermehrt «heimatbildende» Funktionen übernommen. Es ist bezeichnend, wie sensibel beispielsweise Leserbriefschreiber auf Veränderungen in diesem Gebiet reagieren. Die historisch gewachsene Umgebung hat aber auch dikaktischen Wert: Wohnhäuser, Kirchen, Schulen, Verwaltungs- und In-

Jean-Daniel Gross ist diplomierter Architekt ETH und beschäftigt sich berufsbegleitend mit der Thematik der Denkmalpflege im Rahmen eines Nachdiplom-Studiums an der ETH Zürich.



Foto: Kuno Gyga

dustriebauten sind Zeitzeugen. Sie sprechen von der Art zu leben und zu arbeiten früherer Generationen, sie zeugen aber auch von deren Weltbild und Wertvorstellungen – sie sind unersetzliches Anschauungsmaterial. Und schliesslich bleibt ein Argument, für das sich der Zeitgeist besonders aufgeschlossen zeigen müsste: der wirtschaftliche Nutzen. Natürlich ist es unmöglich, den ökonomischen Gewinn der Denkmalpflege in Zahlen zu ermitteln. Unbestreitbar aber bleibt die Tatsache, dass die Kulturregionen und -zentren Europas – und damit auch Zürich – ohne gepflegte und

Die Altbausubstanz und der moderne Innenausbau ergänzen sich, wie hier in der Vorzone zu den Toiletten im Kollegiengebäude nach dem Umbau 1994–96.

erlebbarer historische Bausubstanz vom internationalen Tourismus ignoriert würden, die volkswirtschaftlichen Verluste wären zumindest immens.

Im Zeichen des Bildungsideals

Die Universität Zürich, an dominierender Lage oberhalb des Niederdorfes erbaut, ist zusammen mit dem ETH-Hauptgebäude ein städtebauliches Wahrzeichen ersten Ranges. Es erstaunt daher kaum, dass die Universitäts-

bauten ein erstklassiges denkmalpflegerisches Schutzobjekt von kantonaler Bedeutung darstellen. Zwischen 1911 und 1914 von den Architekten Curjel & Moser erbaut, stehen sie exemplarisch für die technische und kulturelle Umbruchphase zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts. Diese ist geprägt von einschnei-

eines der ersten Tragskelette aus Eisenbeton. Das äussere Erscheinungsbild bezieht seine Anregungen aus dem süddeutschen Jugendstil, zum Beispiel des Architekten Josef Maria Olbirsch. Die Diskrepanz zwischen dem (unsichtbaren) Eisenbetonskelett und der handwerklich-traditionellen Haussteinfassade mag heute die

dergrund. Die Universität mit ihrem monumentalen Turmbau steht gleichsam bildhaft für das optimistische Bildungsideal seiner Entstehungszeit.

Die Denkmalpflege als Schutzpatronin

Die Sanierungsarbeiten an den Universitätsgebäuden bringen teilweise massive Eingriffe in die geschützte Bausubstanz mit sich. Eine intensive Mitarbeit der kantonalen Denkmalpflege, von der Planungsphase bis zur Zusammenarbeit mit den Bauleuten vor Ort, ist deshalb unvermeidlich. Die Basis denkmalpflegerischen Vorgehens stellt die Dokumentation dar. So ist auch im Kollegiengebäude der Istzustand detailgetreu aufgenommen worden. Die Räume sind systematisch beschrieben und fotografiert, eventuell vorhandenes Originalmobiliar, Einrichtungs- und Kunstgegenstände katalogisiert respektive identifiziert worden. Aufgrund dieser Dokumentation hat die Denkmalpflege eine so genannte Matrix erstellt. Diese entspricht einer Art «Rangordnung», aus der eine Hierarchie der Schutzwürdigkeit resultiert.

Höchst klassiert wurden die Räume, die sich in ihrer Integralität erhalten haben, die also seit der Bauzeit keine nennenswerten Veränderungen erfahren und von der Deckenleuchte über die Wandvertäfelung bis hin zum Mobiliar die Zeiten überdauert haben. Davon gibt es einige. So hat zum Beispiel das Dozentenzimmer (ehemals Senatszimmer) sein ursprüngliches Aussehen fast vollständig bewahrt, Täfelung und Möblierung bis hin zu den Beleuchtungskörpern gehen auf Entwürfe von Karl Moser zurück, die für diesen Raum gemalten und in die Vertäfelung eingelassenen Bilder auf Heinrich Altherr. Auf der untersten Stufe der Klassierungshierar-



Foto: Renate Beniczky

Das Dozentenzimmer hat sein ursprüngliches Aussehen fast vollständig bewahrt. Täfelung und Möblierung gehen auf Entwürfe von Karl Moser zurück.

denden technischen Neuerungen bei gleichzeitiger Aufwertung der handwerklichen Fertigung, wie sie sich beispielsweise in der Arts-and-Crafts-Bewegung im englischen Raum manifestierte.

Die grosszügige Anlage von Kollegiengebäude und biologischem Institut war in ihrer Tragstruktur zukunftsweisend. Der legendäre Schweizer Ingenieur Robert Maillart, der vor allem für seine kühnen Brückenprojekte bekannt wurde, konzipierte für den Bau

Vertreter eines strengen Funktionalismus irritieren; der Bau ist für seine Zeit jedoch zweifellos hochmodern. In seiner Konzeption als Gesamtkunstwerk folgt er den anspruchsvollsten Prämissen seiner Epoche. Sowohl die Gesamtanlage wie die Details der plastischen und malerischen Ausgestaltung folgen derselben künstlerischen Vision. Bei der Vergabe der Aufträge für den Bauschmuck sind vor allem in Zürich ansässige Künstler berücksichtigt worden. Neben seinem baukünstlerischen Wert steht aber auch der selbstbewusste bildungspolitische Anspruch des Baus im Vor-

chie stehen die Räume, von deren originaler Ausstattung nichts erhalten blieb, die – vielleicht mehrmals – umgebaut oder sogar in ihrer Form und Disposition verändert wurden. Hier hat der Architekt (denn einen solchen ersetzt die Denkmalpflege nicht) die grössten Freiheiten – es kann entworfen und gestaltet werden. Natur-

gewirkt hat, gehört natürlich auch der Rohbau aus Eisenbeton dazu, der als Werk des Ingenieurs Robert Maillart integral geschützt ist.

Gratwanderung zwischen den Interessen

Den Weg zu finden zwischen den Ansprüchen der Nutzer und denen der Denkmalpflege

gerischen Interessen liegt im Bereich der Fenster. Oft stehen die hohen energietechnischen Ansprüche dem Schutz der Originalsubstanz diametral entgegen. Dies allerdings nur auf den ersten Blick. Es braucht eine differenzierte Betrachtung und grosses Einfühlungsvermögen seitens der Bauleitung, um hier die richtigen Lösungen zu finden. Der radikale Ansatz, die Fenster ganz zu ersetzen, ist meist auch in technischer Hinsicht nur eine mögliche Massnahme. So wurde im Einklang mit der Denkmalpflege nur ein kleiner Teil der Fenster auf der Nordseite des Kollegiengebäudes ersetzt und die übrigen fachgerecht in Stand gesetzt. So konnten – mit einem geringen Zugeständnis an eine optimale Energiebilanz zwar – die ursprünglichen Fenster des Universitätsgebäudes weitgehend erhalten werden und mit ihnen ein wesentliches Element seiner Gesamtwirkung.

Die Sanierung des Kollegiengebäudes ist in ihrer Art ein Glücksfall. Das kantonale Hochbauamt als Bauleiter, der Kanton als Bauherr und die Denkmalpflege als ebenfalls kantonale Instanz sind geübte Partner im Umgang mit Schutzobjekten. Allfällige Interessenkonflikte werden auf einem sachlichen und professionellen Niveau diskutiert. Im Umgang mit privaten Bauherren kämpft die Denkmalpflege jedoch weiterhin um Akzeptanz. Die Vermittlung eines breiten Verständnisses für das kulturelle Erbe innerhalb der Bevölkerung gehört deshalb ebenso zu ihrem Wirkungsfeld wie der Schutz und Erhalt selbst bescheidener architektonischer Zeitzeugen, die auf den ersten Blick oft verkannt werden.

Jean-Daniel Gross



Foto: Renate Beniczky

Ergänzungen der originalen Bausubstanz sind erlaubt, wie hier eine rekonstruierte Deckenleuchte im Sitzungszimmer nach dem Umbau 1996–98.

lich steht die Denkmalpflege beratend zur Seite, diesmal im Sinne einer Diskussionspartnerin.

Doch nicht nur Oberflächen und Interieurs sind «denkmalrelevant», auch die Gebäudestruktur muss erhalten werden. Schliesslich besteht das Baudenkmal nicht nur aus seiner Erscheinung, sondern aus seiner gesamten Substanz, von der «Haut» bis zu den «Knochen». An einem Bau wie der Universität, die gerade im Bereich der Tragkonstruktion beispielhaft

ist immer ein langwieriger Prozess. Der grosse Lichthof zum Beispiel ist unbestritten das Herzstück des Universitätsgebäudes. Er hat zentrale Bedeutung sowohl für die architektonisch-kunsthistorische Verständlichkeit der Anlage wie auch für den Studienbetrieb. Den Wunsch der Bauherrschaft nach Isolationsbelägen zur Vermeidung des Nachhalls konnte die Denkmalpflege nicht unterstützen. Im Gegenzug hat sie aber neue Durchbrüche für die bessere Zugänglichkeit des Lichthofes akzeptiert. Ein klassisches Problemfeld zwischen zeitgemässer Nutzung und denkmalpfle-

Eine Fussnote zu Machiavelli

Niccolò Machiavelli (1469–1527) machte in seinem berühmten «Il Principe» den Zynismus gewissermassen zur Staatsräson. Seines Erachtens gelten in der Politik weder Moral noch Recht, sondern allein der nackte Machtkampf; denn alle Menschen sind schlecht und leider die allermeisten auch noch dumm. In diesem Punkt widerspricht ihm die moderne Evolutionspsychologie: Um wirklich schlecht zu sein, braucht es schon einiges an Intelligenz.

Ein kühler und unparteiischer Blick auf die Geschichte nährt den Verdacht, mit dem Menschen könnte die Evolution irgendwie aus dem Ruder gelaufen sein. Der kritische Punkt ist die monströse Entwicklung des Gehirns, die – militärisch gesprochen – längst zur Ansammlung einer Kapazität zum Overkill geführt hat. Um mit und in der natürlichen Umwelt fertig zu werden, in die alle lebenden Wesen hineingeworfen sind, bedarf es nämlich im Grunde keiner besonderen Intelligenz. Jeder Kartoffelkäfer bringt sie auf, jeder Plattwurm ist imstande, seine Gene weiterzugeben. Wozu in aller Welt also das Gehirn? So etwas wäre nun wirklich nicht nötig gewesen, schliesslich sind wir ja nicht dazu gemacht, die Wahrheit herauszufinden, wir sind dazu gemacht, zu überleben, notfalls auch gegen die Wahrheit. Davon handeln die Lehrbücher der Klinischen Psychologie – und leider auch die der Geschichte. Wir brauchen das Gehirn vor allem, um uns die Wahrheit vom Hals zu schaffen, sobald sie anfängt, unbequem zu werden.

Da die Erde eine gänzlich unambitionierte Mutter ist, die mit gleicher Liebe auch ihre einfältigsten Geschöpfe trägt und nährt, muss die fatale Hypertrophie des Gehirns andere Gründe gehabt haben als die der schlichten Notwendigkeiten des Suchens nach Nahrung und Kopulationschancen und



Ein Zyniker, dem die moderne Evolutionspsychologie widerspricht: Niccolò Machiavelli (1469–1527)

des Meidens von Feinden. Das alles wäre, wie schon gesagt, mit vergleichsweise einfachen Mitteln zu bewerkstelligen gewesen. Wenn es also überhaupt Gründe gab, Intelligenz in grösserem Massstab zu akkumulieren, dann sind diese sicher nicht in den Herausforderungen der natürlichen Umwelt zu suchen, sondern, so jedenfalls die Vermutung der Evolutionspsychologie, in den umso vieles komplexeren Tücken der sozialen Umwelt. Das erweist sich am Ende als das eigentlich Schwierige: Dauerhaft mit Artgenossen zusammenzuleben. Dazu benötigt es eine wahrhaft ausgeklügelte Intelligenz. (James Joyce muss das geahnt haben, als er bemerkte, die schwierigste Aufgabe im Leben eines Mannes sei, mit einer Frau zusammenzuleben – und er meinte: Ein Leben lang zusammenzuleben. – Es versteht sich,

dass auch umgekehrt ein Schuh daraus wird...)

Tatsächlich beobachteten Primatenforscher schon auf dem Affenfelsen alles das, was Machiavelli so brillant auf den Punkt gebracht hat: Täuschung, List, Verrat, Bestechung, Schmeichelei, Intrigen und Gewalttaten. Ein auch nur mit einem Quäntchen Gehirn ausgestatteter Organismus ist so ziemlich das Komplizierteste, was einem auf dem Planeten Erde zustossen kann – und das Gefährlichste. Um da erfolgreich gegenhalten zu können, empfiehlt es sich, cortexamässig immer besser ausgestattete, immer raffiniertere Prototypen ins Rennen zu schicken; und so begann ganz folgerichtig ein evolutionärer Teufelskreis, der über allerlei Umwege und Zwischenschritte am Ende zum Homo sapiens führte. (Wenn denn das das Ende ist, und es fragt sich im-

mer noch: Das Ende von was?) Die Evolution findet sich in der Lage eines Zauberlehrlings wieder, der den Geist, den er rief, nun nicht mehr los wird.

Was bleibt, ist der ernüchternde Gedanke, dass wir unser grosses Gehirn aus denselben Gründen haben, wie der als Grossmutter verkleidete Wolf im Märchen seinen grossen Mund. Wenn uns ein ahnungsloses Rotkäppchen fragen sollte, dann wäre unsere letzte Antwort, während wir bereits die Tarnung fahren liessen: «Damit ich dich besser belügen kann.»

Wer wollte da nicht an die zynischen Worte Mephistos denken: «Er nennts Vernunft und brauchts allein, nur tierischer als jedes Tier zu sein.» Diese Bemerkung beweist jedoch nur, dass der rebellische Domestik die Schöpfungspläne seines ehemaligen Dienstherrn nie ganz verstanden haben kann. Tiere tun nämlich immer das im Rahmen ihrer Ausstattung und der damit gegebenen Möglichkeiten Vernünftige. Sie können gar nicht anders; denn das Rational ihres Handelns ist ihnen gewissermassen einprogrammiert. Um unvernünftig zu sein hingegen braucht es schon einiges an Hirnkapazität. Schimpansen können das wohl schon ein bisschen; aber so richtig unvernünftig können eigentlich nur Menschen sein. Auf diesem zweifelhaften Umstand gründen nicht nur das Elend, sondern merkwürdigerweise auch der Glanz des Menschengeschlechts. Wers nicht glauben will, lese die grossen Tragödien. *Wolfgang Marx*

Dr. Wolfgang Marx ist Professor für allgemeine Psychologie an der Universität Zürich.

