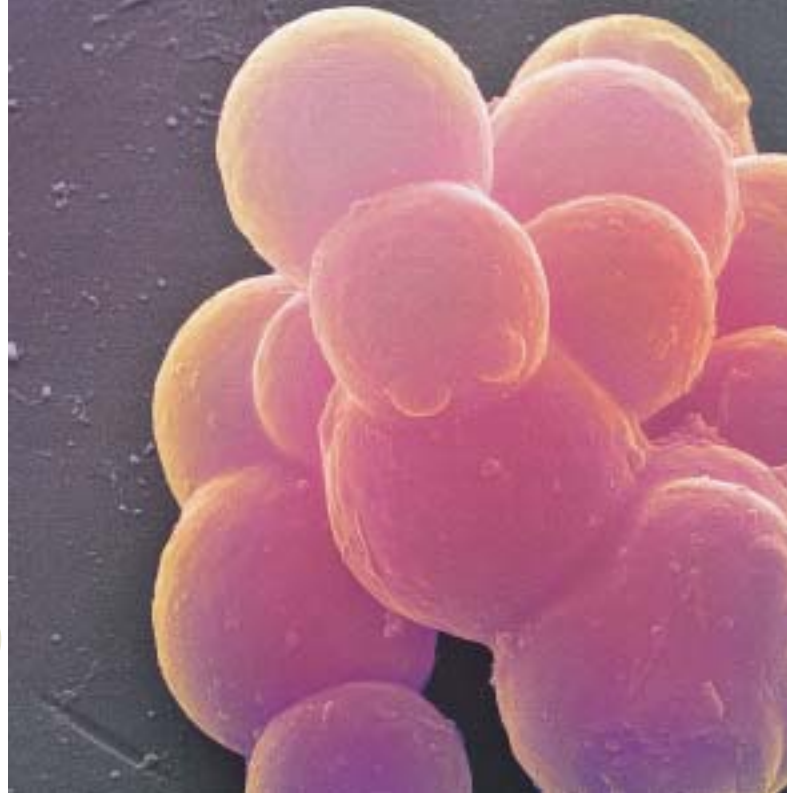


Forschung Frankfurt



Stammzellforschung

3.2002

- Aromaforschung – Wein ist ein besonderer Saft
- Luftbild-Monitoring – Fernerkundung vom Fesseldrachen
- Embryonale und adulte Stammzellen – Heilsbringer für die Medizin?
- Ethische Bewertung – Welchen Status hat der Embryo?
- Präimplantationsdiagnostik – Zum Wohl des Kindes?

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

noch vor wenigen Monaten waren sie vor allem Fachleuten bekannt, heute sind sie einer breiten Öffentlichkeit ein Begriff: Stammzellen,



Ulrike Jaspers und
Monika Mölders

und im besonderen Maße embryonale Stammzellen, gelten als Heilsbringer oder Teufels Werkzeug – je nach Kenntnisstand und moralischer Überzeugung. Das Thema verlangt nach Information und Stellungnahme. Und Information und Wissen wollen wir Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, mit unserer aktuellen Ausgabe von Forschung Frankfurt zum Schwerpunktthema Stammzellforschung an die Hand geben. Es ist uns gelungen, hochkarätige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unserer Universität für einen Beitrag zu gewinnen – trotzdem repräsentiert die Auswahl von Themen und Autoren nur einen Ausschnitt dessen, was an der Universität Frankfurt zu diesen hochaktuellen Gebiet erforscht und gedacht wird.

Die Stammzelldebatte beherrscht die Berichterstattung in den Medien seit Wochen und Monaten. Sie wird engagiert und oft emotional geführt. Bei dieser Diskussion ist zunächst naturwissenschaftliches Faktenwissen gefragt, das wir Ihnen mit dieser Ausgabe vermitteln möchten. Denn die genaue Kenntnis der komplexen Vorgänge ist die Basis, um irrationale Assoziationen und

Ängste zu vermeiden. Doch auch die ethische Debatte um die gesellschaftlichen Konsequenzen nimmt hier einen wesentlichen Raum ein. Dabei beschränken sich die Autoren in ihren Beiträgen jedoch nicht ausschließlich auf die Stammzellforschung, sondern haben auch die damit zusammenhängenden Themen im Blick, wie die Reproduktionsmedizin und die Präimplantationsdiagnostik (PID).

Was sind Stammzellen? Stammzellen sind undifferenzierte Zellen eines Organismus, die sich selbst vielfältigen und zu ausdifferenzierten Tochterzellen heranreifen können: ohne Stammzellen kein Organismus. Am Anfang steht die befruchtete Eizelle, aus der sich alle 200 bis 300 verschiedenen Zelltypen entwickeln. Dabei nimmt das Entwicklungspotenzial der Zellen von Stufe zu Stufe – gewissermaßen hierarchisch – ab. Während die embryonalen Stammzellen ein sehr hohes Differenzierungspotenzial haben und alle Zellen des Körpers hervorbringen können, besitzen die Stammzellen des erwachsenen Körpers, die adulten Stammzellen, ein reduziertes Potenzial. Sie haben klar zugewiesene Aufgaben und fungieren als »Reservebank« für Zellen, deren Lebenszeit beendet ist. So sind Knochenmarkszellen verantwortlich für die Blutbildung, Stammzellen der Haut für die Bildung der oberen Hautschichten und Stammzellen des Gehirns für die Bildung der neuronalen Zellen. Experimente belegen, dass adulte Stammzellen nicht nur die ihnen originär zugehörigen Zellen neu bilden können, sondern – in entsprechender Umgebung –

auch andere Zellen. So können sich Stammzellen aus dem Knochenmark nicht nur zu Blutzellen entwickeln, sondern unter bestimmten Voraussetzungen auch zu Herz-, Leber- oder Muskelzellen. Dies wirft ein bis dahin ungeahntes Licht auf die Regenerationsfähigkeit des Körpers bei Verletzungen und Erkrankungen wie Herzinfarkt, Alzheimer und Parkinson, die heute noch irreparable Schäden verursachen. Ob und wie dieses Potenzial zur so genannten Transdifferenzierung therapeutisch gezielt genutzt werden kann, ist allerdings noch unklar.

Der Gesetzgeber erlaubt die Forschung mit embryonalen Stammzellen in einem bewusst sehr eng gefassten Rahmen. Jedoch bleibt die Entscheidung darüber, ob embryonale Stammzellen in Forschung und Medizin überhaupt verwendet werden sollen, im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen die Gewissensentscheidung eines jeden Einzelnen. Dies bedeutet, sich dem schwierigen Abwägungsprozess zwischen dem Respekt vor dem Embryo auf der einen Seite und dem Einsatz von embryonalen Stammzellen für die Heilung von Patienten auf der anderen Seite zu stellen. Wir möchten mit dieser Ausgabe einen Beitrag dazu leisten, dass Sie, liebe Leserinnen und Leser, Argumente klarer einschätzen und damit differenzierter urteilen können.

Wir wünschen Ihnen eine spannende Lektüre. Und noch etwas: Dieses Heft bietet auch Lesens- und Beachtenswertes aus vielen anderen Gebieten.

Ihre Redaktion

Nachrichten

- 4 Biochemische Pinzetten sind Werkzeuge der Nanotechnologie
- 4 EXIST-Transfer-Wettbewerb fördert Route 66
- 5 Neue Impulse für die Demenzforschung
- 5 Nobelpreisträger Günter Blobel war Rolf-Sammet-Stiftungsgastprofessor 2002
- 6 Adolf Messer-Stiftungspreis 2002 fördert »Proteomics«

Forschung intensiv

- Aromaforschung 8 Wein ist ein besonderer Saft
- Luftbild-Monitoring 16 Fernerkundung vom Fesseldrachen

Forschung intensiv

- Embryonale Stammzellen 24 Gewaltige Verheißungen Heilsbringer für die Medizin?
- Adulte Stammzellen 31 Fakten und Visionen – Grundlagenforschung und Therapieansätze
- Ethische Aspekte 36 Ethische Bewertung der Stammzellforschung
- Präimplantationsdiagnostik 40 Im Spannungsfeld zwischen Medizin und Ethik – Zum Wohl des Kindes?

Forschung aktuell

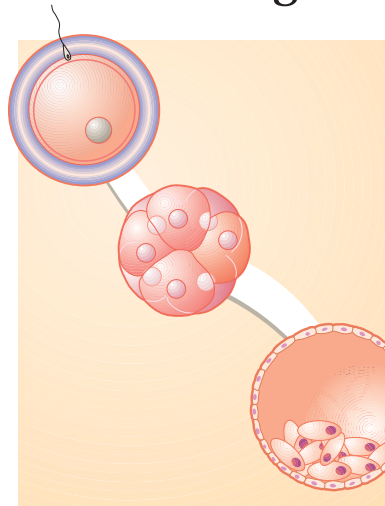
- 46 Plädoyer für ein Höchstmaß an Transparenz – Interview mit Spiros Simitis
- 51 Rettung nach dem Infarkt?
- 55 Das Gehirn ist reparaturfähig
- 58 Körpereigene Multitalente – Zur Bedeutung der Stammzellen für die Brustdrüse
- 61 Auf der Suche nach dem salomonischen Urteil
- 64 Die Einheit in Zweieit – Zur feministischen Debatte
- 69 Menschenwürde im »Menschenpark« – Sprachkritische Anmerkungen

Aromaforschung – Wein ist ein besonderer Saft



Etwa 800 Aromastoffe prägen das Bukett der edlen Tropfen. Was macht das Aroma aus? Wie bildet es sich in der Pflanze? Die beiden Lebensmittelchemiker Prof. Dr. Armin Mosandl und Dr. Matthias Wüst haben Verfahren entwickelt, mit denen der Entstehungsprozess der Aromastoffe verfolgt werden kann; so war es auch möglich, einen zweiten bisher unbekanntenen Weg der Biosynthese nachzuweisen.

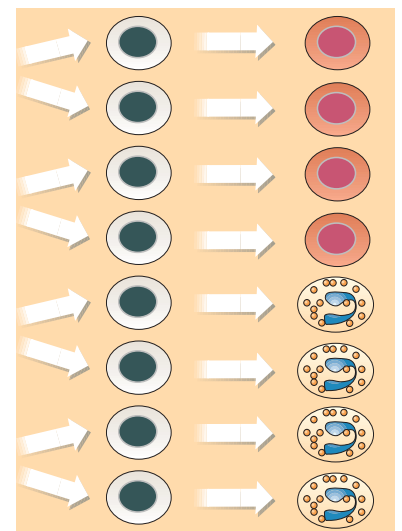
Embryonale Stammzellen – Heilsbringer für die Medizin?



Die Diskussion um embryonale Stammzellen wird äußerst emotional geführt. Die einen sehen in Stammzellen ein unbegrenztes Potenzial für neue Therapieansätze. Andere verknüpfen mit diesen Zellen Gedanken an den ultimativen Sündenfall. Um sich selbst eine Meinung bilden zu können, muss man wissen, was Sache ist. Prof. Dr. Theodor Dingermann erklärt, wie sich embryonale Stammzellen von anderen Zellen unterscheiden und welche anderen Optionen es neben der Verwendung embryonaler Stammzellen noch gibt.

Adulte Stammzellen – Fakten und Visionen

In der gegenwärtigen ethischen Debatte werden adulte Stammzellen als Alternative zu embryonalen Stammzellen »gehandelt«. Die Forschung an adulten Stammzellen und ihre therapeutische Verwendung gilt derzeit als ethisch unproblematisch. Außerdem hegen viele Wissenschaftler und Ärzte die Hoffnung, dass therapeutische Konzepte mit adulten Stammzellen genauso gut oder sogar besser zu verwirklichen sind. Privatdozent Dr. Hans Martin und Prof. Dr. Dieter Hoelzer stellen die Merkmale von adulten Stammzellen vor, das heißt allen Stammzellen, die nicht von Embryonen stammen.



Stammzellforschung

40 Präimplantationsdiagnostik – Zum Wohl des Kindes?

Die Präimplantationsdiagnostik (PID) ist eine besondere Form der vorgeburtlichen Diagnostik. Mit dieser Methode kann ein Embryo bereits nach wenigen Zellteilungen der *in vitro*, also in Zellkultur, befruchteten Eizelle auf Erbkrankheiten und schwere Behinderungen untersucht werden – und zwar vor dem Transfer des Embryos in die Gebärmutter und damit vor dem Eintritt einer Schwangerschaft. Ziel ist es, Eltern zu einem gesunden Kind zu verhelfen, indem nur »gesunde« Embryonen in die Gebärmutter übertragen werden. Dr. Dieter Schäfer erläutert den gegenwärtigen Stand der Diskussion.



46 »Forscher müssen von Anfang bis zum Ende Rechenschaft ablegen«



Der Vorsitzende des Nationalen Ethikrats und Rechtsprofessor an der Universität Frankfurt, Prof. Dr. Spiros Simitis, nimmt in einem Interview Stellung zur aktuellen ethischen und gesellschaftlichen Debatte über die Stammzellforschung. Er plädiert für ein Höchstmaß an Transparenz, die von jedem Forscher erbracht werden müsse. Die Ergebnisse dieser Forschung müssten öffentlich zugänglich und nutzbar sein. Was zum Grundwissen der Gesellschaft gehöre, solle der wissenschaftlichen Gemeinschaft nicht durch Patentierung vorenthalten werden.

82 »Im Ameisenbau des Nazistaates« – Zu Zuckmayers »Geheimreport«

Auf 155 Seiten porträtierte Carl Zuckmayer 1943/44 für den amerikanischen Geheimdienst deutsche Künstler, die nach der Machtergreifung Hitlers im Land geblieben waren. Erst jetzt – 25 Jahre nach seinem Tod – konnte der »Geheimreport« publiziert werden. An der kommentierten Edition, die im Frühjahr 2002 im Wallstein-Verlag erschien, war auch die Frankfurter Geschichts- und Germanistikstudentin Johanna Schrön beteiligt.



Forschung aktuell

Der Schnecke auf die Spur gekommen	72
Ernährungsgewohnheiten der fleischfressenden Kannenpflanze <i>Nepenthes albomarginata</i>	74
Wie Olivenöl in die Provinz Obergermanien kam – Amphoren geben Aufschluss über Essgewohnheiten	78
»Im Ameisenbau des Nazistaates« Carl Zuckmayers Portraits für den amerikanischen Geheimdienst	82
Wörterbuch zwischen Kunst und Alltagswelt – Warum gerade jetzt eine Bilanz der Ästhetikgeschichte?	87

Stifter und Sponsoren

Spender sollen auch etwas davon haben – Spendierfreude über Identifikation mit Vorhaben steigern – Hilmar Kopper im Gespräch	92
--	----

Universitätsgeschichte

Die Frankfurter Studienjahre der »roten Gräfin« Marion Dönhoff	96
Ludwig Erhard und sein Studium bei Franz Oppenheimer	97

Gute Bücher

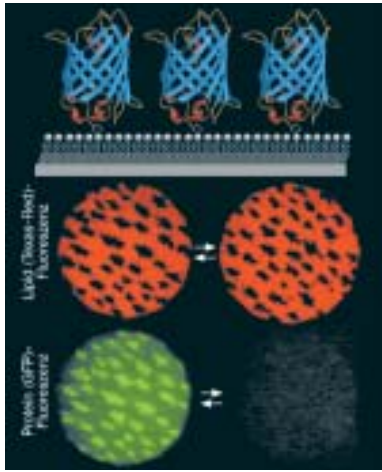
Das Wissen und sein schillernder Charakter	100
Hinterlassene Spuren – Ostdeutsche Lebensläufe im Umbruch	101
Populäres von und für Zukunftsdenker	102
Auf Fossilienjagd in Afrika	103
Von der nahen Fremde und der fremden Nähe	104

Vorschau

Vorschau/Impressum/ Bildnachweis	108
----------------------------------	-----

Biochemische Pinzetten sind Werkzeuge der Nanotechnologie

Protein-Chips: Molekulare Organisation und Strukturierung von Proteinen an funktionalisierten Oberflächen.



Seit Anfang des Jahres finanziert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) ein Verbundprojekt mit dem Titel »Schaltbare biochemische Pinzetten als Werkzeuge zur molekularen Organisation und Manipulation von Proteinen« mit 2,1 Millionen Euro. Beteiligt sind neben dem Institut für Biochemie der Johann Wolfgang

Goethe-Universität unter Leitung von Prof. Dr. Robert Tampé auch Material- und Biowissenschaftler in Forschungsteams aus Universitäten und Unternehmen in Tübingen und Freiburg.

Proteine zeigen im Gegensatz zu Nukleinsäuren eine extrem breite Vielfalt von funktionellen und physikochemischen Eigenschaften, die in ihrer komplexen und oft sehr empfindlichen Molekülstruktur begründet sind. Ihre Handhabung setzt daher Werkzeuge voraus, mit denen Proteine auf molekularer Ebene definiert, modifiziert und an Oberflächen organisiert werden können. In diesem Zusammenhang erhalten nanobiotechnologische Verfahren zunehmend große Bedeutung.

Ziel des Projekts von Robert Tampé ist die Entwicklung von molekularen Strukturen, die selektiv an Polypeptide beziehungsweise Proteine binden. Die so genannten »biochemischen Pinzetten« sollen

dazu verwendet werden, Proteine kontrolliert und »dicht gepackt« auf Oberflächen zu befestigen, damit diese ihre katalytische Aktivität optimal entfalten können. Eine solche Methode erlaubt die Herstellung von Proteinchips mit einer extrem hohen Dichte, wie sie für die funktionale Proteomanalyse benötigt werden. Außerdem können komplexe Multi-Enzym-Strukturen wie in einem Legobaukasten »gebaut« werden, um spezielle biokatalytische Prozesse durchführen zu können oder physikalische Sonden zu binden. Nach der ersten Förderperiode wird eine zweite, produktorientierte Projektförderung im Rahmen einer Firmenausgründung angestrebt.

Weitere Informationen zur Nanobiotechnologie und dem Forschungsprojekt finden sich im Internet unter <http://www.biochem.uni-frankfurt.de/> und <http://www.nanobio.de/>. ◆

Mit Ideen aus Hochschulen Unternehmen gründen: EXIST-Transfer-Wettbewerb fördert Route 66

Mit zehn Millionen Euro fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Initiativen zur Unternehmensgründung. Damit sei eine neue Gründerkultur an den Hochschulen geschaffen, hob Bundesforschungsministerin Edelgard Bulmahn in einer Pressemitteilung hervor. Das EXIST-Programm fördert insgesamt zehn Regionen, in denen Hochschulen mit der Wirtschaft kooperieren, um »innovative Ideen aus den Hochschulen durch Neugründungen wirtschaftlich zu verwerten«. Alle EXIST-Regionen arbeiten in Netzwerken zusammen, um Erfahrungen auszutauschen und gemeinsame Öffentlichkeitsarbeit zu betreiben.

Dazu gehört auch das Gründernetzwerk Route 66, zu der sich die Universität Frankfurt mit den Fach-

hochschulen Frankfurt und Wiesbaden sowie der Hochschule für Gestaltung in Offenbach zusammengeschlossen hat. Ziel des Netzwerkes ist es, Angebote für Studierende, Absolventen und Hochschulmitarbeiter zu verbessern, die ein eigenes Unternehmen gründen wollen. Unterstützt wird Route 66 – der Name bezieht sich auf die Autobahn A 66, die die vier Hochschulen verbindet – von sechs Beratungs- und Transferpartnern, zwei Partnern aus der Kreditwirtschaft sowie vier kommunalen und Medienpartnern. Zentrale Komponente der Universität im Netzwerk ist der Unibator; dieser so genannte »Pre-Incubator« mit einem Fokus auf E-Commerce wird am Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt unter

Leitung von Prof. Dr. Bernd Skiera betrieben. Gründern wird in der ersten Phase die Gelegenheit gegeben, ihre Produktideen zu entwickeln und die Vorbereitungen für den ersten Businessplan zu treffen. Dazu können sie drei Monate lang Büroräume und Infrastruktur nutzen. Der Unibator steht als Teil der Lehre allen Studenten, die die Eingangsvoraussetzungen erfüllen, kostenlos zur Verfügung. Dieses Netzwerk soll mit Hilfe der Fördermittel aus dem EXIST-Programm personell gestärkt werden. Daneben sollen verstärkt Lehrveranstaltungen für potenzielle Existenzgründer angeboten werden. Die Firma Innovectis wird als Patent-Verwertungsagentur der süd-hessischen Hochschulen besonders bei Gründungen im High-Tech-Bereich eingebunden werden. ◆

Stiftungsprofessur für Gerontopsychiatrie der BHF-Bank-Stiftung: Neue Impulse für die Demenzforschung

Altersdemenz und andere gerontopsychiatrische Erkrankungen betreffen immer mehr alte Menschen, deren Zahl weiter zunimmt. Die Demenzforschung benötigt dringend neue Impulse, um das immer drängendere Problem einer angemessenen Versorgung in den Griff zu bekommen. Mit der Stiftung einer

Professur für Gerontopsychiatrie für zunächst drei Jahre hat die BHF-BANK-Stiftung ein Zeichen gesetzt und den Schwerpunkt Neurologie am Universitätsklinikum gestärkt. Die Professur wird der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie I zugeordnet. Die feierliche Vertragsunterzeichnung fand im Mai durch

den Vorstandsvorsitzenden der BHF-BANK-Stiftung, Dietmar Schmid, dem Präsidenten der Goethe-Universität, Prof. Dr. Rudolf Steinberg, dem Ärztlichen Direktor der Universitätsklinikums, Prof. Dr. Roland Kaufmann, und dem Dekan des Fachbereichs Medizin, Prof. Dr. Josef Pfeilschifter, statt. ◆

Nobelpreisträger Günter Blobel war Rolf-Sammet-Stiftungsgastprofessor 2002

Der Nobelpreisträger für Medizin des Jahres 1999, Prof. Dr. Günter Blobel, war diesjähriger Inhaber der Rolf-Sammet-Stiftungsgastprofessur der Aventis Foundation. Mit ihm wurde ein herausragender Forscher ausgewählt, der mit seinen Arbeiten fundamentale Aspekte der Zell- und Molekularbiologie aufgeklärt hat. Eine Woche lang war Blobel Gast der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt; dabei hielt er zahlreiche Vorlesungen und führte Gespräche mit Vertretern aus der Wissenschaft und der Wirtschaft der Region.

Günter Blobel forscht und lehrt am renommierten Howard-Hughes-Institut an der Rockefeller Universität in New York. In seinen bahnbrechenden Arbeiten hat der Wissenschaftler bereits in den 1970er Jahren allgemeine Prinzipien für den Membrantransport von Proteinen formuliert. Diese so genannte Signalhypothese ist heute Standardlektüre in jedem Zellbiologielehrbuch. Danach tragen Proteine, die durch eine Membran transportiert werden müssen, eine Signalsequenz, die ihren Bestimmungsort kennzeichnet – ein »Postleitsystem« für Proteine.

Günter Blobel absolvierte den ersten Teil seiner medizinischen Ausbildung am Fachbereich Medizin der Universität Frankfurt und beendet das Studium nach Zwischenstationen in Kiel und München in Tübingen. 1962 schiffte sich der gebürtige Schlesier auf einen Stahlfrachter nach Montreal ein – ohne



Rückfahrtschein, wie sich inzwischen herausgestellt hat. Seine Dissertation fertigte er bei Prof. Dr. Van R. Potter an der Universität von Wisconsin in Madison an. Danach wechselte Blobel an die Rockefeller Universität zu Prof. Dr. George Palade, der 1974 den Nobelpreis für Medizin erhielt. Diese Begegnung war schicksalhaft, wie Blobel betont, und die Zellbiologie hat ihn seither nie mehr losgelassen.

Blobel ist nicht nur ein international renommierter Wissenschaftler, sondern auch Kosmopolit, und – geprägt durch das eigene Erleben der Kriegszeit – Humanist und Mä-

Bei seinem Aufenthalt in Frankfurt traf der Nobelpreisträger und diesjährige Inhaber der Rolf-Sammet-Stiftungsgastprofessur Prof. Dr. Günter Blobel seinen Lehrer Prof. Dr. Walter G. Ried wieder. Vor 55 Jahren, so notierte er im Gästebuch, hörte er Rieds Chemievorlesungen und beschloss, »dabei« zu bleiben.

zen. Sein leidenschaftlicher Einsatz für den Erhalt des deutschen Kulturerbes hat Aufsehen erregt und Maßstäbe gesetzt, vor allem sein Engagement für den originalgetreuen Wiederaufbau der Dresdner Frauenkirche und der Leipziger Universitätskirche. Soeben berief ihn Papst Johannes Paul II in die Akademie der Wissenschaften des Vatikans. ◆

Adolf Messer-Stiftungspreis 2002 fördert Forschungsprofil »Proteomics«

Der 35-jährige Diplom-Biologe Dr. Markus Pfenninger wurde Anfang Juni mit dem Adolf Messer-Stiftungspreis 2002 ausgezeichnet. Er erforscht in der Abteilung »Ökologie und Evolution« bei Prof. Dr. Bruno Streit am Zoologischen Institut, welche Rolle Signalproteine im Kriechschleim von Landschnecken bei der artspezifischen Erkennung spielen. In seinem interdisziplinär angelegten Forschungsvorhaben, das nun mit dem Preisgeld in Höhe von 25 000 Euro finanziert werden kann, möchte Pfenninger Techniken und Konzepte der Proteomforschung in die evolutionäre Biodiversitätsforschung integrieren. Mit dem Preis der Stiftung werden zukunftsweisende Projekte der Grundlagenforschung an der Universität Frankfurt gefördert; das Besondere an dem Preis: Er wird für künftige Projekte verliehen.

Während sich die molekulare Forschung zur Artenvielfalt noch sehr auf die Untersuchung der Gene konzentriert, rücken in der biomedizinischen Forschung die Proteine als Träger von spezifischen Funktionen stärker in den Mittelpunkt der wissenschaftlichen Aufmerksamkeit. Diese als »Proteomics« bezeichnete aktuelle Wissenschaftsrichtung, die auch im Forschungsprofil der Johann Wolfgang Goethe-Universität in den kommenden Jahren eine wesentliche Rolle spielen wird, beschäftigt sich mit der komplexen Frage nach der Funktion der Geneprodukte, also der Proteine, aus denen alle lebenden Zellen überwiegend bestehen. Gemeinsam mit den Biomedizinern in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Michael Karas (Pharmazeutische Chemie) werden die Biologen versuchen, Proteinfunktionen zu identifizieren, die im evo-



lutionären Kontext von Interesse sind. Ziel des Forschungsprojekts ist es auch, die Forschungsschwerpunkte der Biomediziner und der Biologen auf diesem Gebiet konzeptionell und methodisch miteinander zu verbinden.

Der Preisträger, in Frankfurt-Höchst geboren, studierte von 1988 bis 1993 Biologie mit dem Schwerpunkt Botanik (Prof. Dr. Günter Kahl) an der Universität Frankfurt. 1993 schrieb er seine Dissertation bei Prof. Dr. Bruno Streit zu dem Thema »Ausbreitung der Heideschnecke *Trochoidea geyeri* auf verschiedenen räumlichen Maßstabsebenen«. Anschließend verbrachte er als DAAD-Stipendiat und Postdoc ein Jahr am Marseiller »Institut Méditerranéen d'Écologie et Paléoécologie« des »Centre National de Recherche Scientifique« bei Dr. Frédéric Magnin, wo Pfenninger kleinräumige Populationsstrukturen von Landschnecken studierte. Seit Dezember 1998 ist er wissenschaftlicher Assistent in der Abteilung »Ökologie und Evolution« und arbeitet an seiner Habilitation zum Thema »Artbildung bei Mollusken«. Trotz hochspezialisierter Forschung braucht jeder Schneckenforscher auch eine Sammelleidenschaft: »Ganz besonders faszinierend finde ich an unserer Art der Forschung die Verbindung von Freilandarbeit, Labor und Auswertung am Computer, wobei leider die ersten beiden zugunsten des letzteren immer mehr in den Hintergrund treten. Äußerst praktisch ist es, dass meine Frau Anne, ebenfalls Biologin, auch sehr gerne auf Sammelreise geht.« ♦

In »Forschung aktuell«, Seite 72, berichtet Markus Pfenninger über Details seiner wissenschaftlichen Arbeit.

Anzeige

Anzeige

WERBUNG

Wein ist ein besonderer Saft

Zur Biosynthese von Duft- und Aromastoffen höherer Pflanzen

von Matthias Wüst
und Armin Mosandl

Jeder Wein besitzt seinen eigenen Charakter: Das Bukett der edlen Tropfen wird von etwa 800 Aromastoffen geprägt, die unsere Sinnesorgane auf ihre Weise wahrnehmen können. Was macht das Aroma aus, wie bildet es sich in der Pflanze? Mit hochspezialisierten Nachweismethoden können Forscher heute den Entstehungsprozess der Aromastoffe verfolgen und haben dabei die Beteiligung eines bisher unbekanntes zweiten Weges der Biosynthese nachgewiesen. Die entwickelten Nachweismethoden lassen sich auch für die medizinische Forschung nutzen.

Die wahrscheinlich älteste (zirka 1000 Jahre v. Chr.) lebensmittelrechtliche Vorschrift wurde im Vorderen Orient auf einer phönizischen Steinplatte eingeritzt gefunden. Sie lautet: »Du sollst den Wein Deines Nachbarn nicht verzaubern.« Wein ist eben ein besonderer Saft, und die Rebe gehört zu den ältesten Kulturpflanzen. Sie war sowohl den Ägyptern um 3500 v. Chr. als auch den Babyloniern und Indern bekannt. Wein hat daher seit jeher das Interesse auch des Naturwissenschaftlers auf sich gezogen, was zur Begründung einer eigenen Weinwissenschaft – der Önologie – geführt hat. Forscher bemühen sich heute, vor allem den besonderen geschmacklichen Charakter der Weine mit wissenschaftlichen Methoden zu erfassen und zu objektivieren. Verglichen mit dem Bierbrauen, das man heute lebensmitteltechnologisch so vollkommen beherrscht, dass der Verbraucher immer die gleiche Qualität und den gleichen Geschmack erwarten kann, besitzt jedoch jeder Wein einen eigenen Charakter.

Zweifelsohne spielen die Aromastoffe, entsprechend ihrer ausgeprägten Wirkung auf unsere Sinnesorgane, hier eine entscheidende Rolle. Das Aroma oder »Bukett« des Weins wird dabei von etwa 800 Aromastoffen geprägt. Bei den Aromastoffen des

Weins unterscheidet man zwischen den originären Traubenbukettstoffen (Stoffe, die in der intakten Beere vorhanden sind), dem sekundären Traubenbukett (Stoffe, die bei den Verarbeitungsprozessen – Mahlen, Maischen, Pressen – der Trauben gebildet werden), dem Gärbukett (Stoffe, die bei der alkoholischen Gärung entstehen) und dem Lager- (Alterungs-)bukett. Wie aus zahlreichen Untersuchungen hervorgeht, besitzen die originären Traubenbukettstoffe eine zentrale Bedeutung für die geschmackliche Ausprägung des sortentypischen Weinbuketts.



Terpenoide Aromastoffe des Weins			
Aromastoff	Struktur	Geruchseigenschaft	Geruchsschwellenwert [$\mu\text{g/l}$]
Linalool		blumiger Duft mit leichten Akzenten von Gewürz und Zitrone	15
Geraniol		feiner Rosenduft, leicht süß	30
Nerol		frischer, leicht pflaumiger, rosiger Duft mit betonten Zitrusakzenten	400
Citronellol		kraftvoller, etwas wachsig wirkender Rosenduft	15
Hotrienol		blumig-süßer Duft	110
Weinlacton		süßlicher, kokosnuss-artiger Duft	0,01
cis-Rosenoxid		durchdringend grüner, gras-artiger Stängelduft; erinnert an Rose und Geranium	0,2
α -Terpineol		blumig-süßer, an Flieder erinnernder Duft mit leichtem Fichtennadeleinschlag	400
Neroloxid		würzig-grüne, leicht blumige Geranium-note	110

Monoterpene prägen das Bukett vieler Weine

Originäre Traubenbukettstoffe sind Aromastoffe, wie sie in den intakten pflanzlichen Zellen der Weinbeere vorkommen. Die wichtigsten von ihnen gehören zu der Naturstoffgruppe der Monoterpene und prägen das sortentypische, süßlich-blumige Bukett vieler Weißweinsorten wie Muskateller, Gewürztraminer und Scheurebe. Neben den Monoterpenalkoholen Linalool, Nerol und Geraniol sind mehrere zyklische Ether und Lactone als potente Geruchsstoffe identifiziert worden, die durch komplizierte Prozesse in der Pflanze aus den vorher erwähnten Monoterpenalkoholen gebildet werden **1**. Das sich hieraus ergebende Terpenprofil kann zur Charakterisierung der verschiedenen Rebsorten genutzt werden ^{1/}. Man unterscheidet heute prinzipiell drei Klassen: Die hocharomatischen Muskat-Sorten (Monoterpengehalte bis 6 mg/l), die aromatischen Nicht-Muskat-Sorten (Monoterpengehalte zwischen 1 und 4 mg/l) sowie die terpenarmen Sorten, zu denen vor allem die französischen Weißweinsorten wie Chardonnay und Sauvignon Blanc zählen (Monoterpengehalte unter 1 mg/l) **2** ^{2/}.

Neben den freien geruchsaktiven Monoterpenen kommen aber auch an Zucker gebundene Monoterpene (so genannte Glykoside) in beträchtlichen Mengen vor. Diese Glykoside sind von sich aus nicht flüchtig und somit geruchsinaktiv. Sie können jedoch während der Weinherstellung durch Behandlung mit Enzymen (so genannte Glykosidasen) freigesetzt werden und stellen somit ein beträchtliches Aromapotenzial dar. Der direk-

3 Durch eine quantitative Analyse von zwölf Monoterpenen kann für jede Rebsorte ein so genanntes Terpenprofil ermittelt werden. Die relative Konzentration der ausgewählten Monoterpene (h_{rel}) wird in einer Balkengrafik dargestellt. Das erhaltene Profil ist mit einem Fingerabdruck vergleichbar und erlaubt eine objektive Unterscheidung der Sorten.

1 Strukturformeln, Geruchseigenschaften und Geruchsschwellenwerte von einigen Aromastoffen des Weins. Alle abgebildeten Aromastoffe gehören zur Naturstoffklasse der Monoterpene. Der Geruchsschwellenwert gibt an, ab welcher Konzentration der Aromastoff von unserer Nase erkannt werden kann. Er wird in Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$) angegeben, also in millionstel (!) Gramm pro Liter.

te Einsatz von glykosidspaltenden Enzymen ist lebensmittelrechtlich zwar nicht erlaubt, jedoch bewirken Pektinasen, die zur Verbesserung der Filtrierbarkeit des Mostes eingesetzt werden dürfen, diesen Nebeneffekt. Längst optimieren die Anbieter dieser Enzympräparate heute bewusst solche Nebenaktivitäten auf biotechnologischem Weg und bieten diese Produkte als Aroma-Enzyme an.

Die Biosynthese des Aromas

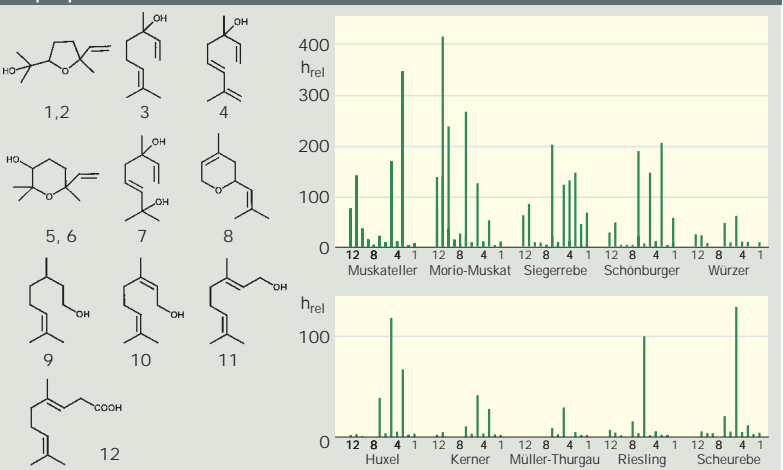
Obwohl Monoterpene einen wichtigen Beitrag zum Geschmack des Weines liefern, wussten Wissenschaftler und Anwender bisher nicht allzuviel über ihre Biosynthese in der Weinpflanze. Freie und glykosidisch gebundene Monoterpene wurden sowohl in den Stängeln und Blättern, als auch in den Beerenhäuten (Exokarp) und im Beerenfleisch (Mesokarp) nachgewiesen. Der individuelle Beitrag dieser Organe und Gewebe zur gesamten Monoterpen-Biosynthese war dabei ebenso ungeklärt wie ein potenzieller Transport der Monoterpene zwischen Blatt und Beere. So gingen die Forscher zunächst davon aus, dass glykosidisch gebundene Monoterpene vom primären Biosyntheseort im Blatt in die Beere transportiert werden und dort während der Reifungsphase akkumulieren. Allerdings zeigen Blätter,

Klassifizierung der Rebsorten anhand der Monoterpengehalte

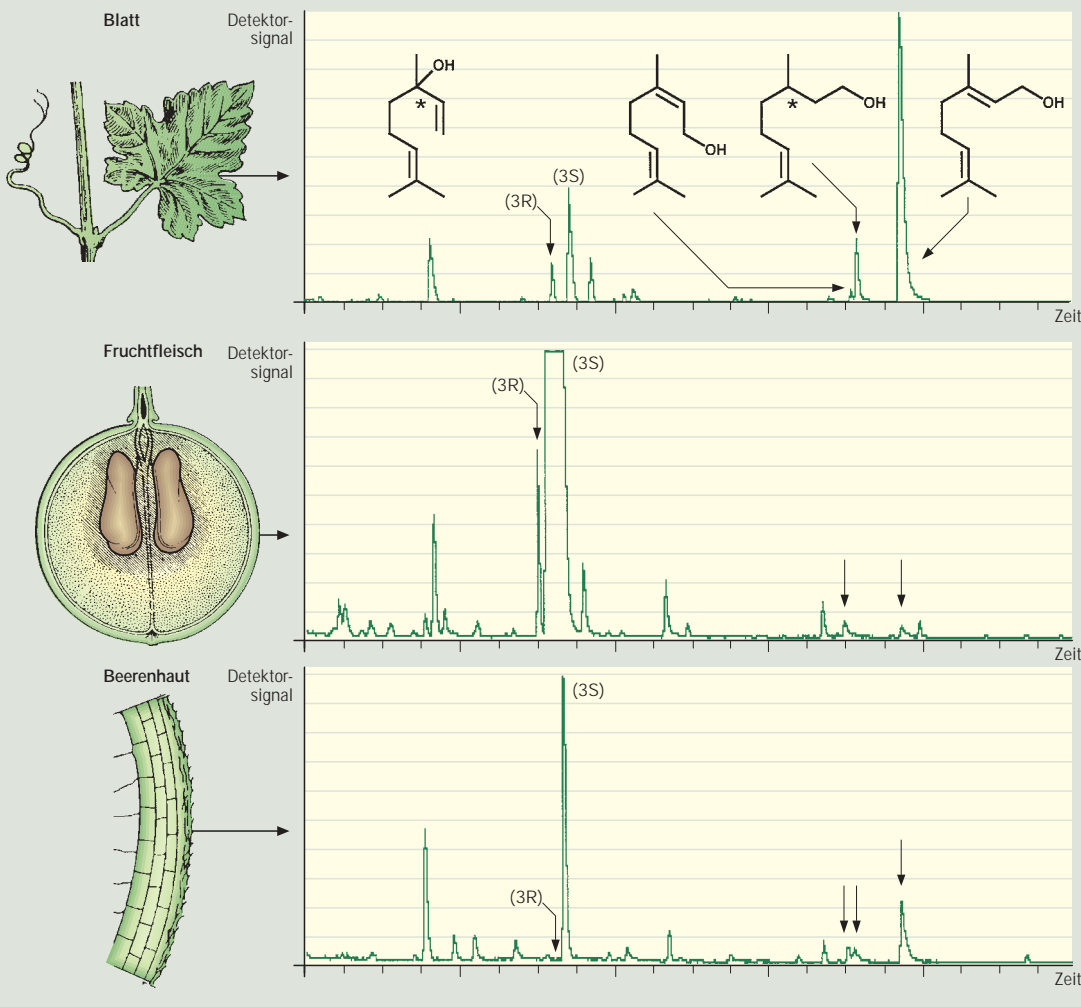
Muskat-Sorten (bis zu 6 mg/l)	Aromatische Nicht-Muskat-Sorten (1 – 4 mg/l)	Terpenarme Sorten (unter 1 mg/l)
Canada Muscat	Würzler	Aryan
Muscat d'Alexandrie	Gewürztraminer	Bacchus
Gelber Muskateller	Huxelrebe	Cabernet-Sauvignon
Muscato Bianco del Piemonte	Morio-Muskat	Chardonnay
Muskat Hamburg	Müller-Thurgau	Merlot
Muskat Ottonel	Riesling	Ruländer
Moscato Italiano	Scheurebe	Shiraz
	Schönburger	Sultana
	Silvaner	Sauvignon Blanc

2 Die verschiedenen Rebsorten können anhand ihrer Monoterpengehalte in drei Gruppen eingeteilt werden.

Terpenprofile aromatischer Rebsorten



Verteilung der Monoterpene in der Weinpflanze



4 Abgebildet sind drei so genannte Chromatogramme, die mit Hilfe der Gaschromatographie erhalten wurden. Sie zeigen die Auftrennung der Monoterpene in den verschiedenen Teilen der Weinpflanze (Sorte Muskat Ottonel). Jeder Balken oder »Peak« in einem solchen Chromatogramm repräsentiert ein Monoterpene (von links nach rechts: (3R)-Linalool, (3S)-Linalool, Nerol, Citronellol und Geraniol). Die Höhe eines Peaks ist der Konzentration des jeweiligen Monoterpens proportional. Wie man erkennt, ist die Monoterpeneverteilung in der Weinpflanze sehr heterogen: Im Blatt (erstes Chromatogramm) dominiert Geraniol, im Fruchtfleisch (zweites Chromatogramm) dagegen (3S)-Linalool. Das Monoterpeneprofil der Beerenhaut (drittes Chromatogramm) ist mit dem Profil des Blattes vergleichbar.

Beerenhaut und Beerenfleisch völlig verschiedene Terpenmuster. So ist das dominierende Monoterpene im Beerenfleisch Linalool, während im Blatt Geraniol dominiert 4.

Für den Weinbau ist es von entscheidender Bedeutung, den genauen Ablauf der Monoterpene-Biosynthese zu kennen. Versteht man den genauen Ablauf, so kann gezielt die Qualität eines Weins im Hinblick auf das sortentypische Bukett beeinflusst werden. Vor diesem Hintergrund bekam die Erforschung der Monoterpene-Biosynthese einen neuen Impuls, als ein bisher völlig übersehener Biosyntheseweg des Grundstoffwechsels entdeckt wurde.

Zwei Wege zu einem Naturstoff

Bereits in den 1950er Jahren schien die Biosynthese von pflanzlichen Terpenen grundsätzlich geklärt zu sein.

Alle Terpene sind nach einer Art Baukastensystem aus dem gleichen Grundbaustein aufgebaut, dem so genannten Isopentenylidiphosphat (IPP), bei dem es sich um ein verzweigtes Molekül mit fünf Kohlenstoffatomen handelt, also um einen so genannten C5-Baustein. Alle Terpene werden aus diesem Grundbaustein durch sukzessive Kettenverlängerung (»head to tail«-Verknüpfung) aufgebaut. Monoterpene werden dabei aus zwei C5-Bausteinen aufgebaut, Sesquiterpene aus drei C5-Bausteinen, Diterpene aus vier C5-Bausteinen und so fort. Hieraus ergibt sich eine unglaubliche Vielfalt an strukturell verschiedenen Naturstoffen (zwischen 25 000 und 30 000). Wissenschaftler nahmen bisher an, dass die Biosynthese von IPP in allen Organismen über einen einheitlichen Weg verläuft, der als Mevalonat-Weg (MVA) bezeichnet wird und im Cytosol der Zelle stattfindet (als Cytosol bezeichnet man das Grundplasma, in das die Organellen, Membransysteme und Proteine der Zelle eingebettet sind).

Erst 1993 wurde ein hypothetisches Schema eines neuartigen Biosyntheseweges publiziert^{3/}, und mittlerweile ist bekannt, dass es in Bakterien, Grünalgen und höheren Pflanzen, nicht jedoch in Säugetieren, tatsächlich einen alternativen

Weg zur Bildung von IPP gibt, den so genannten Deoxyxylulose-phosphat/Methylerythritol-phosphat-Weg (DOXP/MEP). Seitdem wurden vor allem durch die Arbeitsgruppen Rohmer an der Universität Straßburg, Arigoni an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich und Lichtenthaler an der Technischen Universität Karlsruhe grundlegende Erkenntnisse beigesteuert^{4/}. So ist dieser neue Biosyntheseweg in den Pflanzen wahrscheinlich in den Plastiden lokalisiert. Plastide sind semiautonome Zellorganellen, die integraler Bestandteil einer jeden Pflanzenzelle sind. Im Gegensatz zu den Säugetieren benutzen Pflanzen jedoch sowohl den klassischen cytosolischen MVA-Weg als auch den neuartigen plastidären DOXP/MEP-Weg zum Aufbau ihrer Terpene. Die beiden Biosynthesewege sind dabei in der Zelle räumlich getrennt (kompartimentiert) und führen zu verschiedenen Endprodukten: Monoterpene, Diterpene und Carotinoide werden über den DOXP/MEP-Weg gebildet, wohingegen Sesquiterpene, Triterpene und Polyterpene über den klassischen MVA-Weg aufgebaut werden. Die Kompartimentierung ist allerdings nicht absolut, und je nach physiologischen Bedingungen (Stress, Hemmstoffe) findet ein Austausch von mindestens einem Stoffwechselprodukt zwischen beiden Biosynthesewegen statt (dynamische Nutzung der Ressourcen) 5.

Diese Dichotomie bei den höheren Pflanzen deuten wir heute als eine im Zuge der Evolution erworbene Eigenschaft. Wir nehmen an, dass sich die Chloroplasten

(Plastide, die Chlorophyll, Blattgrün, enthalten) von Vorläufern der Cyanobakterien herleiten, die als Endosymbionten in die Pflanzenzelle gelangt sind. Offenbar haben sie sich während der Co-Evolution ihren eigenständigen Weg der Biosynthese bewahrt. Die Entdeckung dieses Biosyntheseweges bietet auch neue Perspektiven für die pharmazeutische, chemische und biologische Forschung. So bieten sich Möglichkeiten zur Entwicklung einer neuen Klasse von Herbiziden. Da der DOXP/MEP-Weg in Säugetieren nicht genutzt wird, öffnen sich auch neue Wege zur Entwicklung wirksamer Medikamente gegen Infektionen mit Bakterien und Protozoen (zum Beispiel Malaria ^{5/}): Ein Hemmstoff, der spezifisch in diesen neuen Biosyntheseweg eingreift, kann gezielt gegen Bakterien und Protozoen eingesetzt werden.

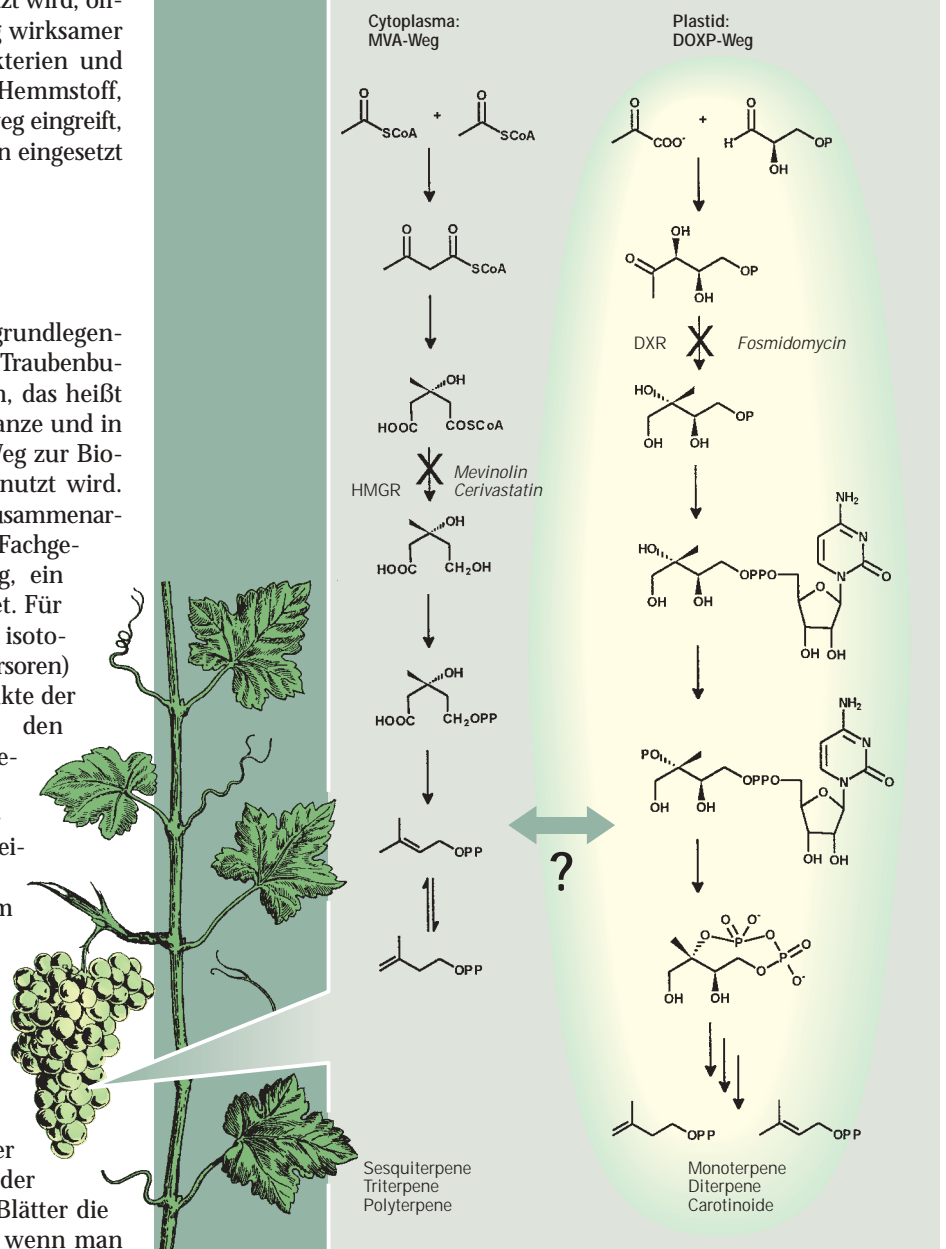
Isotopenmarkierte Vorstufen weisen den Weg

Für den Weinanbau besteht natürlich ein grundlegendes Interesse, die Biosynthese der primären Traubenbukettstoffe in der Weinpflanze zu verstehen, das heißt festzustellen, in welchem Teil der Weinpflanze und in welchem Umfang der neue DOXP/MEP-Weg zur Biosynthese der terpenoiden Aromastoffe genutzt wird. Deshalb wurde in einer interdisziplinären Zusammenarbeit mit der Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Rebzüchtung und Rebenveredlung, ein entsprechendes Forschungsprojekt gestartet. Für die Lösung der Fragestellungen haben wir isotopenmarkierte Vorstufen (so genannte Präkursoren) eingesetzt, welche Schlüsselzwischenprodukte der jeweiligen Biosynthesewege sind. Für den DOXP/MEP-Weg ist dies zum Beispiel deuteriummarkierte Deoxyxylulose (d₂-DOX) und für den MVA-Weg deuteriummarkiertes Mevalonsäurelacton (d₂-MVL). Die Vorteile einer Markierung mit dem schweren Wasserstoffisotop Deuterium liegen zum einen in seiner Stabilität (Deuterium ist nicht radioaktiv) und zum anderen in der Einfachheit seines Nachweises begründet: Ein Einbau von deuteriummarkierten MVL oder DOX ist mit Hilfe der Massenspektrometrie relativ empfindlich nachweisbar. Um die markierten Präkursoren einzuschleusen, werden diese in Wasser gelöst und an die verschiedenen Teile der Weinpflanze verabreicht. So nehmen die Blätter die markierte Substanz über den Stängel auf, wenn man ein unter Wasser angeschnittenes Blatt in die entsprechende Lösung stellt. Die Verabreichung an Weinbeeren erfolgt, in dem die markierten Präkursoren mit Hilfe einer Mikroliterspritze direkt in das Fruchtfleisch injiziert werden, dies kann direkt im Weinberg an der intakten Weinpflanze geschehen. Die Beerenhäute können selektiv mit einer Lösung der Präkursoren inkubiert werden, nachdem sie vorher von den Beeren abgezogen und von anhaftendem Fruchtfleisch befreit wurden. Nach einer Inkubationszeit von 24 bis 48 Stunden werden die gebildeten Stoffwechselprodukte extrahiert und analysiert **5**.

Da die Konzentrationen der Bukettstoffe nur im unteren Milligramm-pro-Liter-Bereich liegen (für einige

sogar deutlich darunter), wenden wir zur Extraktion eine effiziente Methode an: Die so genannte »Stir Bar Sorptive Extraction« (SBSE). Hier wird das Pflanzenmaterial homogenisiert und mit einem magnetischen Rührstäbchen extrahiert. Das Rührstäbchen ist mit einer dünnen Schicht überzogen, die lipophilen (in Fett löslichen) Aromastoffe selektiv aufnimmt (adsorbiert). Es ist

Schema der Terpen-Biosynthese in Weintrauben



5 Modell der Kompartimentierung der Terpenbiosynthese in der Weinpflanze. Der Pflanze stehen zwei verschiedene, räumlich getrennte Biosynthesewege zum Aufbau der Terpene zur Verfügung. Im Cytoplasma läuft der klassische Mevalonsäure-Weg ab (MVA-Weg), in den Plastiden der kürzlich entdeckte Deoxyxylulosephosphat-Weg (DOXP-Weg). Die Schlüsselenzyme beider Wege können spezifisch gehemmt werden: Die Hydroxymethylglutaryl-CoA-Reduktase (HMGR) des MVA-Wegs durch Mevinolin und Cerivastatin (so genannte Statine; z. B. zählt LIPOBAY® von Bayer zu diesen Wirkstoffen), die Deoxyxylulosephosphat-Reduktoisomerase (DXR) durch das Herbizid Fosmidomycin. Es gibt Hinweise, dass die Pflanze Stoffwechselprodukte zwischen Cytoplasma und Plastid austauschen kann, wenn einer der beiden Biosynthesewege gehemmt wird (angedeutet durch den Doppelpfeil in der Abbildung).

Verabreichung der markierten Vorstufen

Blätter
Aufnahme über den Stängel

Beerenfleisch
Direkte Injektion

Beerenhaut
Isolierung + Inkubation

GC/MS-Analyse →

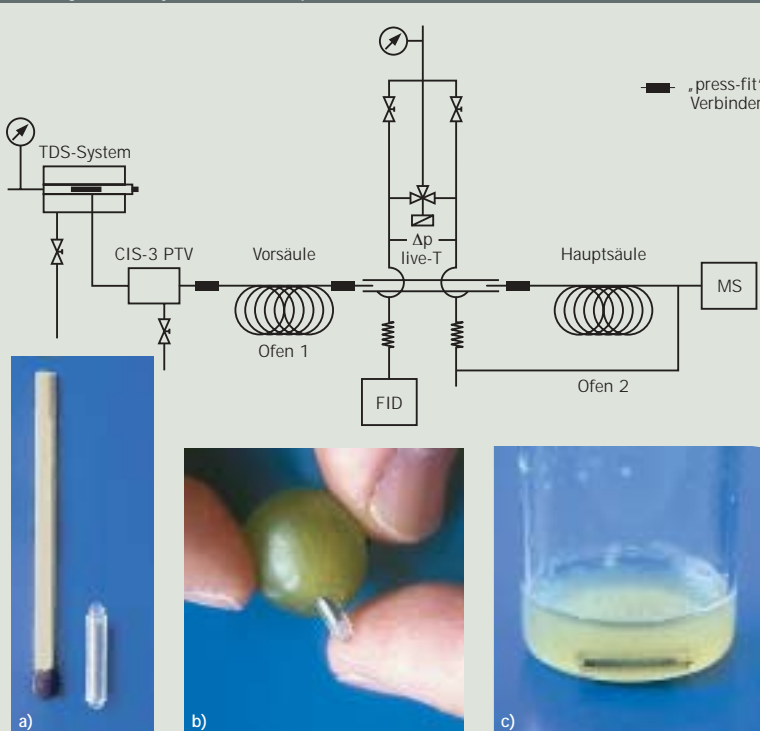
6 Deuteriummarkierte Verbindungen (Präkursoren) werden der Weinpflanze »verfüttert«, um feststellen zu können, über welchen Biosyntheseweg der Aufbau der Monoterpe erfolgt. Eingesetzt werden deuteriummarkiertes Mevalonsäurelacton (d₂-MVL) und deuteriummarkierte Deoxyxylulose (d₂-DOX). Ein Einbau der Präkursoren in Monoterpe kann mit Hilfe der Gaschromatographie/ Massenspektrometrie-Kopplung (GC/MS) erfolgen ^{7/}.

7 Die Monoterpe können einfach und schnell mit der so genannten Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE) isoliert werden. Herzstück dieser Technik ist ein beschichteter Rührfisch (a), der direkt in die Beere gesteckt werden kann (b) oder mit dem der Traubensaft gerührt wird (c). Die am Rührkern adsorbierten Terpene werden bei 250 °C thermisch desorbiert (TDS-System) und in einen Gaschromatographen transferiert. Hier erfolgt die Auftrennung der Terpene an 30 Meter langen Glaskapillarsäulen (Vorsäule/Hauptsäule). Der Nachweis erfolgt mit einem Massenspektrometer (MS).

sogar möglich, das Beerenfleisch direkt zu extrahieren, indem das Rührstäbchen in die intakte Beere gesteckt wird. Die Vorteile dieser Methode sind ihre Schnelligkeit und ihre Empfindlichkeit. Nach erfolgter Adsorption werden die Aromastoffe durch Erhitzen wieder desorbiert und mit Hilfe eines Gaschromatographen aufgetrennt. Da der Aromaextrakt ein äußerst komplexes Stoffgemisch darstellt, werden die terpenoiden Verbindungen zum besseren Nachweis selektiv auf eine zweite Säule transferiert und nochmals aufgetrennt (mehrdimensionale Gaschromatographie). Die Detektion erfolgt mit Hilfe eines Massenspektrometers. Dies erlaubt es festzustellen, ob der verabreichte markierte Präkursor in die Aromastoffe eingebaut wurde oder nicht ^{7/}.

Unsere Ergebnisse, die wir bei der Untersuchung der Weinpflanze erhalten haben, waren äußerst aufschlussreich ^{6/}. Während man erwarten konnte, dass der Hauptteil der monoterpenoiden Aromastoffe über den

Isolierung und Analyse der Monoterpe



neuen DOXP/MEP-Weg gebildet wird (der Anteil liegt unter normalen Bedingungen über 99 Prozent in Blatt und Beere), war die Verteilung der Monoterpen-Biosyntheseleistung etwas überraschend: Während der gesamten Reifezeit besitzen die Weinbeeren eine autonome Monoterpen-Biosynthese über den neuen DOXP/MEP-Weg. Die Biosynthese ist hierbei zwischen Beerenhaut und Beerenfleisch kompartimentiert: Während das Geraniol lediglich in der Beerenhaut gebildet wird, entsteht das Linalool sowohl in der Beerenhaut als auch im Beerenfleisch. Diese unterschiedlichen Biosyntheseleistungen spiegeln direkt die unterschiedliche Verteilung der Monoterpene in der Weinpflanze wider und sind ein Beleg dafür, dass kein Transport von Aromastoffen vom Blatt in die Beere stattfindet. Somit scheint die grundlegende Biochemie der Monoterpen-Biosynthese in Weintrauben ausschließlich auf dem neuen DOXP/MEP-Weg zu beruhen. Inwieweit die Weinpflanze zu einer dynamischen Nutzung beider Biosynthesewege in der Lage ist, bleibt durch Versuche mit Hemmstoffen zu klären. Solche Versuche können auch aufklären, wie sich der Einsatz von Herbiziden, die in den neuen DOXP/MEP-Weg eingreifen, auf die Aromastoffbiosynthese in Weintrauben auswirkt. Solche Versuche sind für die kommende Weinbausaison geplant, und mit den ersten Ergebnissen ist am Ende dieses Jahres zu rechnen.

Licht oder Enzyme ?

Neben den Monoterpenalkoholen tragen ihre Oxygenierungsprodukte ebenfalls zum sortentypischen Bukett bei. Allerdings ist der Oxygenierungsprozess, der zur Bildung dieser reaktiven, höher oxydierten Zwischenprodukte führt, nur wenig verstanden. Die allgemeine Erfahrung von Winzern, dass sonnenexponierte Trauben aromatischer sind als beschattete, hat zur Aufstellung einer Photooxygenierungs-Hypothese geführt. Sie geht davon aus, dass der ansonsten eher reaktionsträge Sauerstoff, der im so genannten Triplettzustand vorliegt, unter Einwirkung von Sonnenlicht in Gegenwart eines Sensibilisators (eines lichtabsorbierenden Farbstoffs, zum Beispiel Chlorophyll) in den äußerst reaktiven Singulettzustand überführt wird. In diesem Zustand kann Sauerstoff zum Beispiel mit Monoterpenalkoholen reagieren und diese oxydieren. In einer Reihe von Folgeprozessen kann es dann zu einer Bildung von äußerst geruchsintensiven Aromastoffen kommen. Dieser ganze Vorgang liefere also ohne Beteiligung von Enzymen ab und wäre von der Intensität des Sonnenlichts abhängig. Entsprechende Beschattungsexperimente im Weinberg waren aber wenig schlüssig, da die detektierten Unterschiede an Aromastoffgehalten generell dadurch erklärt werden können, dass der Reifeprozess verzögert ist, vor allem, wenn man berücksichtigt, dass der Gehalt an Aromastoffen während der Reife zunimmt. Um diese Frage zu klären, bedienen wir uns wieder der Isotopenmarkierungstechnik [1].

Auch hier wird ein entsprechendes Vorläufermolekül, in diesem Falle das Monoterpen Linalool, mit dem Wasserstoffisotop Deuterium markiert und in das Fruchtfleisch von reifenden Beeren injiziert. Um den Einfluss des Sonnenlichts auszuschalten, werden die so behandelten Beeren im Dunkeln inkubiert. Die Analyse der gebildeten Produkte mit Hilfe der Gaschromatographie-Massenspektrometrie-Kopplung beweist eindeutig

eine lichtunabhängige, enzymatische Oxygenierung des markierten Linalools. Alle Ergebnisse deuten also bisher darauf hin, dass die Weinbeere einen eigenen, autonomen Monoterpen-Stoffwechsel besitzt.

Monoterpene und der Duft von Blüten

Monoterpene prägen auch den Duft zahlreicher Blüten wie Rose, Jasmin, Hyazinthe und Maiglöckchen. Als besonders illustratives Beispiel soll hier der Flieder (*Syringa vulgaris* L.) vorgestellt werden. Obwohl der Blütenduft des Flieders ein komplexes Stoffgemisch darstellt, wie anhand des Chromatogramms [2] deutlich wird, sind im wesentlichen zwei Minorkomponenten für den cha-

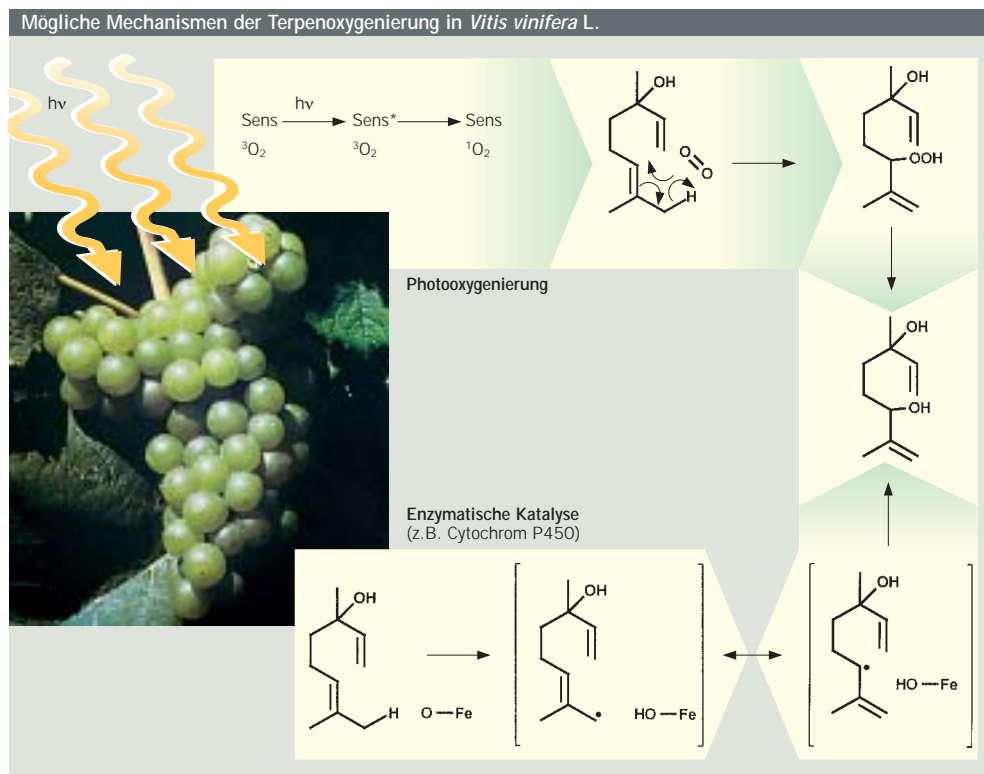
Die Autoren



Prof. Dr. Armin Mosandl (rechts) und Dr. Matthias Wüst (links) mit den wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen: Fang Luan, 33, aus Xian (China), arbeitet zur Zeit an ihrer Doktorarbeit zum Thema »Oxidativer Monoterpenmetabolismus in Wein und Tee«, Mirjam Kreck, 27, (Zweite von links), untersucht für ihre Promotion Fliederduftstoffe; Alexandra Muth, 27, (Mitte), engagiert sich in der Arbeitsgruppe in Kooperation mit Prof. Dr. Hansjosef Böhles; in ihrer Promotion geht es um neue klinische Diagnostikverfahren bei erblichen Stoffwechselstörungen.

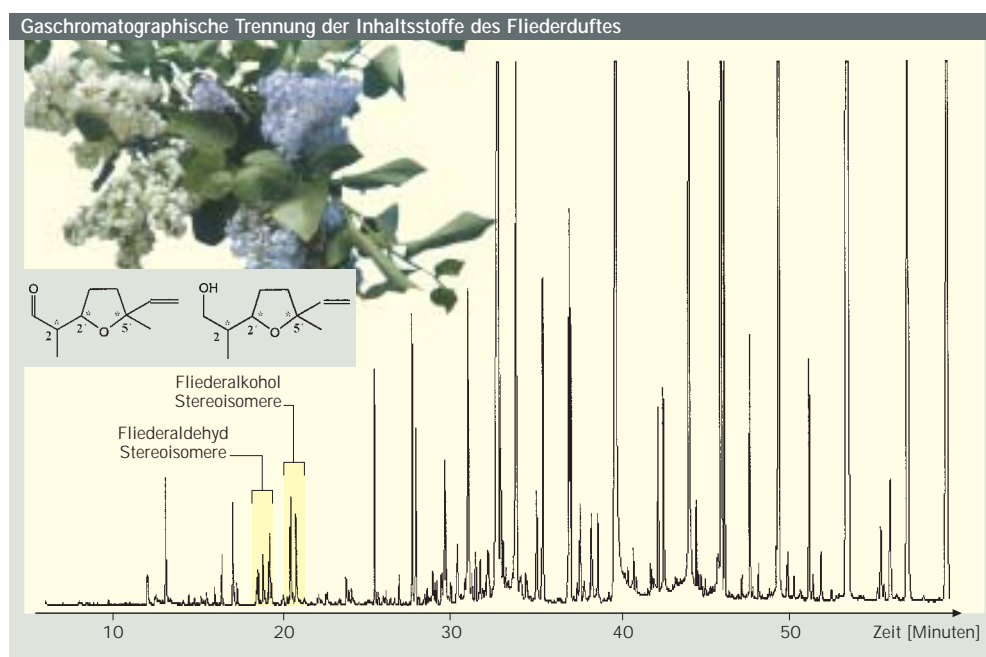
Prof. Dr. Armin Mosandl, 59, übernahm 1986 die Leitung des Instituts für Lebensmittelchemie an der Universität Frankfurt, neben einem entsprechenden Lehrstuhl in Münster und Dresden die älteste Einrichtung dieser Art in Deutschland. Zu den Schwerpunkten seiner Forschung zählt die Erforschung von Aromen. Bereits in Forschung Frankfurt, Ausgabe 2/1994, veröffentlichte Mosandl einen Beitrag über den »Duft chiraler Moleküle«, dabei ging es um Bild und Spiegelbild von Duftstoffmolekülen, deren Unterschiede signifikant sind. Mit den in Frankfurt entwickelten analytischen »online«-Mikromethoden der Stabilisotopen-Massenspektrometrie können heute sehr effizient Biosyntheseleistungen lebender Pflanzen gemessen werden (in vivo-Biogenese-Studien). Mosandl hat Lebensmittelchemie an der Universität Würzburg studiert, wo er auch promoviert wurde und sich 1982 habilitierte. Einen Ruf nach Braunschweig lehnte er 1984 ab, folgte aber dem Ruf nach Frankfurt. 1993 hat er ein Angebot der TU München abgelehnt.

Dr. Matthias Wüst, 33, studierte von 1989 bis 1994 Lebensmittelchemie in Frankfurt, verbrachte dann ein praktisches Jahr an der Forschungsanstalt Geisenheim, Institut für Weinanalytik und Getränkeforschung, und am Staatlichen Medizinal-, Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamt Südhessen in Wiesbaden. 1999 promovierte er an der Johann Wolfgang Goethe-Universität über »Chirale pyranoide Ether in Geraniumölen«, dabei ging es um die Biogenese und stereoselektive Analyse von Duftmolekülen. Als Feodor Lynen-Stipendiat der Alexander von Humboldt-Stiftung und Postdoc forschte Wüst von Mai 1999 bis August 2000 im Labor von Prof. Dr. Rodney Croteau an der Washington State University (USA). Seit August 2000 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Lebensmittelchemie der Universität Frankfurt. Seine Forschungsschwerpunkte sind: Biosynthese und oxidativer Metabolismus von terpenoiden Aromastoffen, wie sie in dem hier veröffentlichten Beitrag dargestellt werden.



8 Mögliche Mechanismen der Terpenoxygenierung. Durch Photooxygenierung oder enzymatische Katalyse können Monoterpene oxygeniert werden (Anlagerung von Sauerstoff).

9 Gaschromatogramm des Fliederdufts. Obwohl Fliederaldehyd und Fliederalkohol nur Minorkomponenten in dem komplexen Stoffgemisch sind, prägen sie im wesentlichen den charakteristischen Fliederduft.



rakteristischen Duft verantwortlich: Fliederaldehyd und Fliederalkohol. Analysiert man diese beiden Stoffe mit Hilfe der enantioselektiven Gaschromatographie, so wird deutlich, dass die Fliederpflanze selektiv nur bestimmte Stereoisomere dieser Stoffe herstellt. Stereoisomere besitzen das gleiche Verknüpfungsmuster, aber eine unterschiedliche räumliche Anordnung ihrer Atome. Für Fliederalkohol und -aldehyd gibt es jeweils acht solcher Stereoisomere. Unsere Herausforderung besteht darin herauszufinden, welche Struktur die natürlich vorkommenden Stereoisomere besitzen. Denn diese Struktur bestimmt im Wesentlichen den Geruch einer Verbindung, da unsere Nase selbst ein sehr leistungsfähiger Detektor für solche Stereoisomere ist [10](#) [11](#).

Ähnlich wie bei Weinbeeren besteht auch bei Blüten die Frage nach der Herkunft, beziehungsweise der Biosynthese der monoterpennoiden Duftstoffe. Werden diese im Blatt gebildet und in gebundener Form in die Blüten transportiert, oder sind die Blüten selbst zu einer Biosynthese fähig? Es liegt auf der Hand, diese Fragestellung ebenfalls mit isotope markierten Präkursoren zu untersuchen, um zu einem besseren Verständnis der Biosynthese des Blütenduftes zu gelangen.

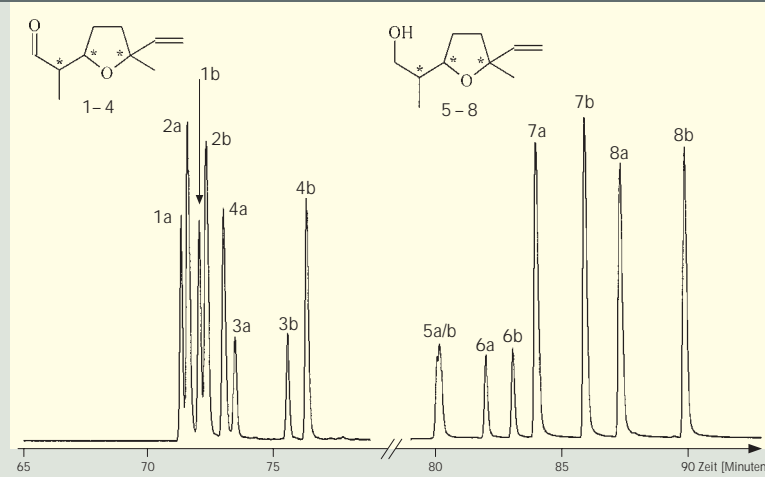
Die angeführten Beispiele machen deutlich, dass Monoterpene eine zentrale Rolle als Duftstoffe einnehmen. Die skizzierten Methoden erlauben es, den Monoterpene-Stoffwechsel in höheren Pflanzen im Detail zu untersuchen ¹⁷⁷ und bilden die Grundlage für die weitere

interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Lebensmittelchemie, Biochemie und angewandter Botanik.

Ausblick

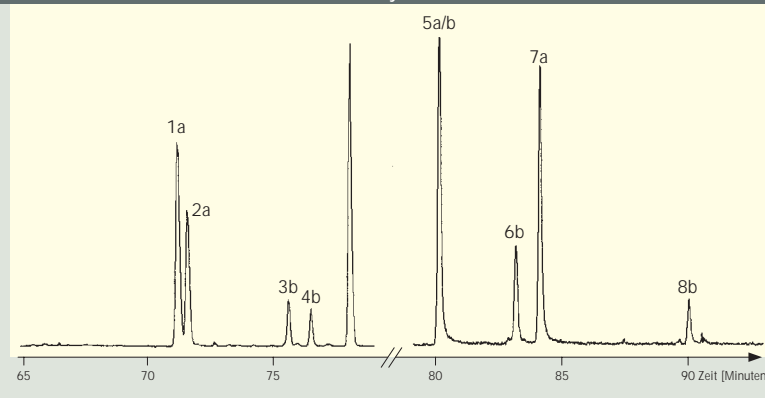
Die Anwendung von stabilen Isotopen zur Markierung von Präkursoren und die Weiterentwicklung der Isotopenmassenspektrometrie haben sich inzwischen auch als effiziente Werkzeuge der klinischen Diagnostik zum Aufspüren wichtiger Stoffwechselprodukte erwiesen, die bei bestimmten Krankheiten auftreten. In enger Zusammenarbeit mit der Klinik für Kinderheilkunde I (Arbeitsgruppe Prof. Dr. Hansjosef Böhles) haben wir bereits eine Reihe von Aminosäure-Abbauprodukten als »Biomarker« für angeborene Stoffwechselerkrankungen analytisch erfassbar gemacht ^{/8,9/}. Stereoselektive Analyse und Stabilisotopen-Massenspektrometrie werden gewiss für weitere pharmazeutisch/pharmakologische Fragestellungen gezielt einsetzbar sein. An unserer Universität gibt es für diese Arbeitsgruppe viele Möglichkeiten fachübergreifender Kooperation, die wir bereits realisiert haben. ♦

Standardchromatogramm Fliederaldehyd und Fliederalkohol

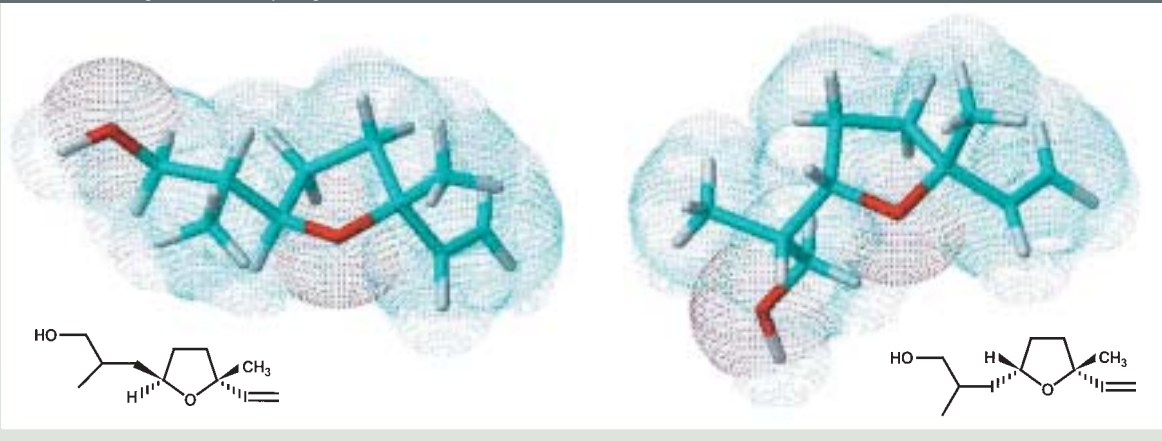


10 Gaschromatographische Trennung aller möglichen Stereoisomere von Fliederaldehyd und Fliederalkohol (oben) und im Flieder tatsächlich vorkommende Stereoisomere (unten).

Natürlicher Fliederalkohol und Fliederaldehyd aus Fliederduft



Stereoisomere (gleiche Verknüpfung, unterschiedliche Struktur)



11 Strukturformel und dreidimensionale Struktur von *cis*- und *trans*-Fliederalkohol.

Literatur

^{/1/} Rapp, A.: Aromastoffe des Weines. *Chemie in unserer Zeit* 26 (1992) 273–284.

^{/2/} Strauss, C. R., Wilson, B., Gooley, P. R., William, P. J.: Role of monoterpenes in grape and wine flavor. S. 222–242 In: *Parliament, T. / Croteau, R. (Eds.) Biogeneration of Aromas*. ACS, Washington DC, 1986.

^{/3/} Rohmer, M., Knani, M., Simonin, P., Sutter, B., Sahm, H.: Isoprenoid biosynthesis in bacteria: A novel pathway for the early steps leading to IPP. *Biochem. J.* 295 (1993) 517–524.

^{/4/} Lichtenthaler, H.K.: Sterols and Isoprenoids. Non-mevalonate isoprenoid biosynthesis: Enzymes, genes and inhibitors. *Biochem. Soc. Trans.* 28 (2000) 785–789.

^{/5/} Jomaa, H., Wiesner, J., Sanderbrand, S., Altincicek, B., Weidemeyer, C., Hintz, M., Türbachova, I., Eberl, M., Zeidler, J., Lichtenthaler, H. K., Sodati, D., Beck, E.: Inhibitors of the non-mevalonate pathway of isoprenoid biosynthesis as antimalarial drugs. *Science* 285 (1999) 1573–1576.

^{/6/} Luan, F., Wüst, M.: Differential incorporation of 1-deoxy-D-xylulose into (3*S*)-linalool and geraniol in grape berry exocarp and mesocarp. *Phytochemistry*, im Druck.

^{/7/} Steliopoulos, P., Wüst, M., Adam, K. P., Mosandl, A.: Biosynthesis of the sesquiterpen germa-crene D in *Solidago canadensis*: ¹³C and ²H labeling studies. *Phytochemistry* 60 (2002) 13–20.

^{/8/} Podebrad, F., Heil, M., Leib, S., Geier, B., Beck, T., Mosandl, A., Sewell, A. C., Böhles, H.: Analytical approach in diagnosis of inherited metabolic disease: Maple syrup urine disease (MSUD) – simultaneous analysis of metabolites in urine by enantioselective multidimensional gas chromatography – mass spectrometry. *J. High Resol. Chromatogr.* 20 (1997) 355–362.

^{/9/} Sewell, A. C., Heil, M., Podebrad, F., Mosandl, A.: Chiral compounds in metabolism: a look in the molecular mirror. *Eur. J. Pediatr.* 157 (1998) 185–191.

Fernerkundung vom Fesseldrachen

Luftbild-Monitoring gibt Aufschluss
über Schluchterrosion in der Sahelzone

von Irene Marzloff,
Klaus-Dieter Albert
und Johannes B. Ries



Vom Fesseldrachen aus lassen sich Erosionsformen wie der Gully, der sich in die Sandrampen am Fuße der Tafelberge bei Gangaol im Nordosten Burkina Faso einschneidet, mit großer Detailgenauigkeit in Luftbildern dokumentieren und in ihrer Entwicklung beobachten.

Spektakuläre Erosionsschluchten gefährden in großen Bereichen der weltweiten Trockenräume Ackerbau und Viehzucht. Wie rasant sich diese so genannten Gullies entwickeln und welchen Anteil am Gesamtproblem Bodenerosion sie haben, kann nur belegt werden, wenn es entsprechende Aufnahmetechniken gibt. Am Frankfurter Institut für Physische Geographie werden Verfahren zur Erstellung und Auswertung großmaßstä-

biger Luftbilder entwickelt. Ihre räumliche und zeitliche Auflösung sind an den Maßstab und die Dynamik angepasst, in denen sich Erosionsprozesse abspielen. Das Zusammenwirken von Mitarbeitern aus verschiedenen, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projekten ^{/1/ /2/} ermöglicht eine räumliche Dimension der Untersuchung, die von den semi-ariden Beckenlandschaften Nordspaniens bis zur Sahelzone südlich des Wüstenrandes in Westafrika reicht.

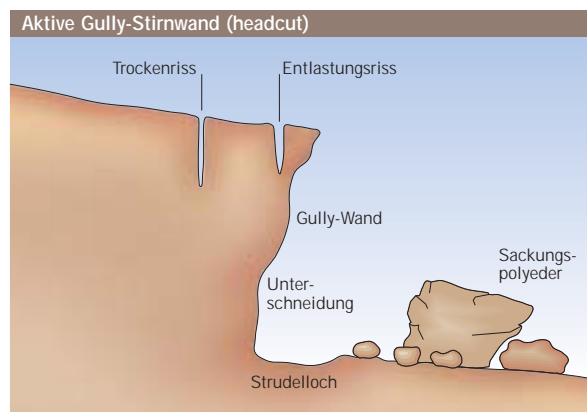
Mit ihren charakteristischen Grabenformen bilden Gullies das typische Bild einer von Bodenerosion schwer betroffenen Landschaft. Sie sind weltweit verbreitet und zählen zu dem von starker Dynamik und hohem Veränderungsgrad gekennzeichneten Formenschatz vorwiegend halbtrockener und trockener Gebiete. Vor allem die charakteristischen Niederschlagsverhältnisse semi-arider Klimate begünstigen die Gully-Bildung; sie sind gekennzeichnet durch zwar insgesamt geringe Niederschlagsmengen, aber eine sehr unregelmäßige raumzeitliche Niederschlagsverteilung mit zum Teil heftigem Starkregen. Sieben bis neun trockene Monate haben zur Konsequenz, dass die Vegetationsbedeckung – mit Gräsern und Büschen – nur lückenhaft ist. Diese langanhaltende Trockenheit bewirkt, dass das Oberflächenwasser verstärkt abfließt und sich zwischen Zwergsträuchern, Horstgräsern oder anderen Vegetationsinseln konzentriert. Die Starkniederschläge sorgen für kurzfristig hohe Wassermengen auf der Bodenoberfläche, die vom ausgetrockneten Oberboden nicht aufgenommen werden können und zu einem hohen Anteil abfließen. Verstärkt wird diese Dynamik noch durch den Menschen, der in dieses sehr labile Ökosystem durch eine veränderte Landnutzung eingreift: Durch Landnutzungswandel, zum Beispiel flächenhafte Rodung für den Feldbau, intensivere Beweidung, aber auch nach dem Brachfallen von Äckern verändern sich die Abflussbedingungen auf den Hängen und Flächen sehr leicht. Der Oberflächenabfluss und die Bodenerosion nehmen sprunghaft zu. Neben den Niederschlägen sind Geländeformen und Bodenbeschaffenheiten maßgebend an der Entstehung und Formenausprägung eines Gullies beteiligt.

Typische Merkmale von Gullies sind steile, oft senkrechte Wände, die mit scharfem Knick in die Fläche

wand hinab und mobilisiert in Strudellöchern das feinkörnige Substrat. Durch die Strudel wird die Stirnwand unterhöhlt, wodurch die oberen Wandteile nachbrechen. Die Gully-Stirn wandert hangaufwärts, entgegen der Fließrichtung des Wassers. Für die Geschwindigkeit dieser rückschreitenden Erosion ist die einströmende Wassermenge entscheidend. Somit kommt der Größe des Einzugsgebiets und seinem Relief dabei größte Bedeutung zu.

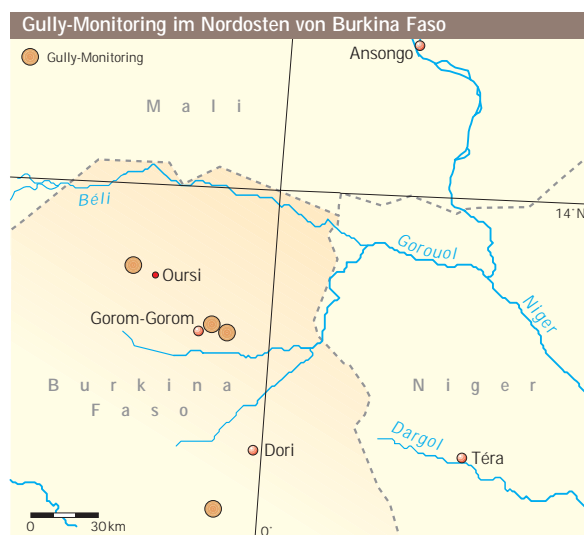
Die Funktion von Gullies und ihre Bedeutung für den Materialtransport ist unter Erosionsforschern heftig umstritten; über den Anteil der Gully-Erosion am Gesamtproblem der Bodenerosion existieren völlig unterschiedliche Meinungen. Einige renommierte Erosionsforscher, unter ihnen der Engländer Norman Hudson ^{3/}, halten die Bedeutung, die Gullies zugemessen wird, für übertrieben hoch. Ganz anders ist die Einschätzung jüngerer Untersuchungen, beispielsweise aus dem semiariden Südspanien: Hier entstammt der Anteil des Gesamtaustrages der Sedimentfracht kleiner bis mittlerer Einzugsgebiete zu 80 Prozent aus Gullies ^{4/}. Der belgische Geomorphologe Jean Poesen und seine Arbeitsgruppe leiten aus ihren Untersuchungen drei Hauptaussagen ab:

- Gullies sind ein charakteristisches Element semiarider Erosionslandschaften.
- Gullies kommt eine zentrale Rolle bei dem Transport von Sediment von den Hängen auf die Talböden zu.
- Gullies sind im Mittelmeerraum besonders weit verbreitet und stellen die wichtigste Sedimentquelle für die rasch voranschreitende Verfüllung der Staureservoirare dar, die für die Wasserversorgung von Bedeutung sind ^{5/}.



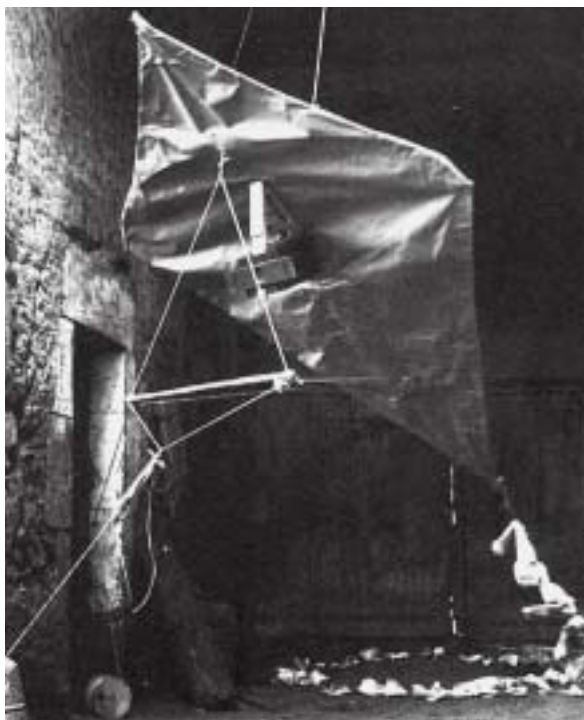
1 Schema zur Entwicklung einer Gully-Stirnwand ^{9/}: Oberflächlich abfließendes Wasser stürzt über die Gully-Wand hinab und wäscht in Strudellöchern das Bodenmaterial aus. Unterhöhlung und unterirdische Auswaschungsprozesse entlang von Trocken- und Entlastungsrissen führen zum Nachbrechen von Wandteilen. Diese kommen in Form von groben Sackungspolyedern am Gully-Boden zu liegen, wo sie anschließend verspült und vom Wasser ausgefragt werden.

übergehen 1. Sie haben meist einen kastenförmigen Querschnitt und oft ein flaches bis leicht geneigtes und manchmal getrepptes Längsprofil, wobei sie Längen von wenigen Metern bis mehreren Kilometern erreichen können. Obwohl sie keinen dauerhaften Wasserlauf aufweisen, sind sie eine typische von fließendem Wasser geschaffene Erosionsform, die periodisch bis episodisch weitergebildet wird. Im Gegensatz zu den kleineren linearen Erosionsformen können Gullies durch Bodenarbeit wie Pflügen nicht mehr ausgeglichen werden. Sie stellen somit einen dauerhaften Erosionsschaden dar, und die Flächen sind für die landwirtschaftliche Nutzung verloren. Für die Bildung und Entwicklung ist die Aktivität an der Stirnwand (»headcut«) entscheidend: Das einströmende Wasser stürzt über die Stirn-

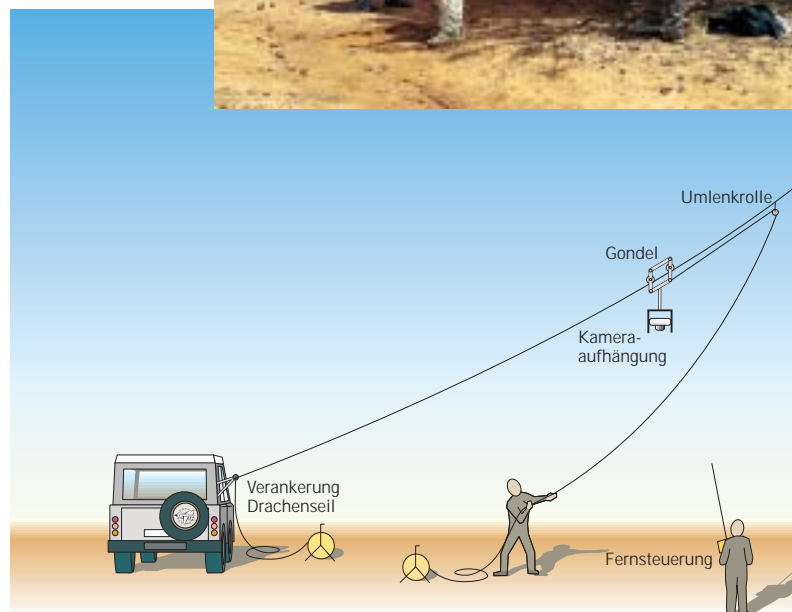


2 Lage der Arbeitsgebiete im Nordosten von Burkina Faso, Westafrika.

3 Die vermutlich ersten Luftbilder eines unbemannten Fluggeräts wurden nur 50 Jahre nach den Anfängen der Fotografie von Fesseldrachen aufgenommen. Der Pionier dieser Technik war Artur Batut, dessen Aufnahmen seiner südfranzösischen Heimatstadt Labrugère heute als Meilenstein der Luftbildfotografie angesehen werden. Batut setzte eine einfache, mit Papier bespannte Holzkonstruktion ein, um seine Lochkamera in die Luft zu tragen. Mit Zündschnüren wurde die Kamera fernausgelöst. (Bild © Musée A. Batut)



Während Hudson den Schaden durch Gullies auf den Flächen selbst mit Blick auf die Ertragsminderung als gering bezeichnet, werden von der belgischen Forschergruppe die Folgeschäden im Bereich unterhalb der Gullies betont. Zur Beurteilung beider Standpunkte ist der Anteil der Gully-Erosion am gesamten Erosionsgeschehen zu klären. Hierzu müssen die Entwicklungsgeschwindigkeiten und damit die Prozesse des Gully-Wachstums möglichst genau erfasst und dokumentiert werden.



Zur Klärung dieser Fragen hat unsere Frankfurter Arbeitsgruppe Gullies in verschiedenen Trockenräumen der Erde untersucht. Im Nordosten von Burkina Faso, in der semiariden Sahelzone 2, wurden im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 268 »Kulturentwicklung und Sprachgeschichte im Naturraum Westafrikanische Savanne« vier Gully-Systeme über einen Zeitraum von zwei Jahren beobachtet. Sowohl innerhalb der weit verbreiteten sandigen Altdünengebiete als auch auf den flächenmäßig dominierenden, tonig-lehmigen Flächen (Glacis) der Rumpfflächenlandschaft tritt vielfach Gully-Erosion in Erscheinung. Beide Landschaftseinheiten unterliegen einem starken Nutzungsdruck: auf den Altdünen wird Hirse angebaut und nahezu die gesamte Region wird stark beweidet, wodurch der Vegetationsbestand und somit der Erosionsschutz verringert wird ^{16/}. Die Entwicklungsdynamik der vier Gully-Systeme wurde mit einem großmaßstäbigen Luftbild-Monitoring erfasst, bei dem während der Geländeaufenthalte im Juni 2000, Dezember 2000 und Dezember 2001 insgesamt über 2500 Luftbilder aufgenommen wurden.

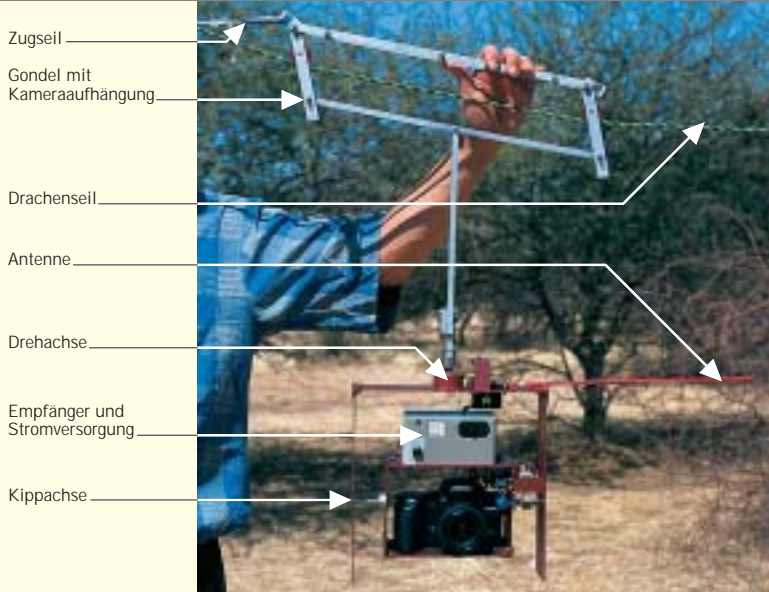
Großmaßstäbiges Luftbild-Monitoring mit einem Fesseldrachen

Der Nutzen von Fernerkundungsdaten zur Untersuchung geomorphologischer Prozesse ist unumstritten: Sie ermöglichen es, Veränderungen in der Landschaft durch wiederholte Aufnahmen (Monitoring) zu überwachen. Obwohl Geographische Informationssysteme (GIS) und Fernerkundung beim Monitoring von Landdegradation und Bodenerosion in regionalem oder gar globalem Maßstabsbereich eine zunehmend wichtige Rolle spielen, ist das Potenzial insbesondere großmaßstäbiger Luftbilder zur Erfassung und Erklärung geomorphologischer Formen nahezu ungenutzt ^{17/}. Der Grund für diese Forschungslücke ist vor allem die mangelnde Verfügbarkeit der notwendigen Bildmaßstäbe. Die mit konventionellen Luft- und Satellitenbildern erreichbaren räumlichen wie auch zeitlichen Auflösungen entsprechen nicht dem Maßstab und der Dynamik, in der sich Erosionsprozesse wie Gully-Wachstum abspielen. Große Bildmaßstäbe sowie hohe Auflösung und zeitliche Flexibilität sind hier notwendig. Für die großmaßstäbige Fernerkundung aus niedrigen Flughöhen eignen sich viele unbemannte Fluggeräte wie Drachen und Zeppeline oder auch Modellflugzeuge.

Die ersten Luftbilder überhaupt entstanden in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts von Heißluftballonen und Fesseldrachen aus 3. Seitdem sind Bilder der Erde aus der Luft mit den unterschiedlichsten Aufnahmesystemen und Maßstäben aufgenommen und zu einem wichtigen Mittel der Dokumentation und Information für die Geowissenschaften im weitesten Sinne geworden. Die technischen Möglichkeiten, die unserem Institut für Physische Geographie für die großmaßstäbige Luftbildaufnahme heute zur Verfügung stehen, sind gegenüber den Anfängen

4 5 Der sechs Quadratmeter große Rokkaku-Einleiner des Instituts für Physische Geographie baut Zugkräfte bis zu 400 Kilo auf. Mit einem zweiten Seil (Kamerazugseil) wird ein ferngesteuertes Kamerasystem wie eine Gondel auf dem Drachenseil nach oben gezogen.

Kameraaufhängung mit Gondel



6 In der Aufhängung der Gondel ist eine Spiegelreflexkamera montiert, die mit Hilfe Funkfernsteuerung dreh- und schwenkbar ist und damit Kontrolle über den Bildwinkel und Ausrichtung erlaubt. Senkrechtaufnahmen für die messtechnische Auswertung lassen sich so ebenso machen wie Schrägaufnahmen, die die Einbettung der untersuchten Gullies in die Landschaft zeigen. Je nach verwendetem Objektiv und Flughöhe ergeben sich für die Originalphotos Bildmaßstäbe zwischen zirka 1 : 250 und 1 : 5000.

der Photographie weit fortgeschritten. Um großmaßstäbige Luftbilder in Spanien und Hessen zu erstellen, setzt das Institut seit einigen Jahren gefesselte Heißluftzeppeline ein^{4/5/6}. Um die Gully-Entwicklung in der westafrikanischen Sahelzone zu beobachten, wo ständiger Wind die Verwendung von Zeppelinen erschwert, wurde in Zusammenarbeit mit der feinmechanischen Werkstatt des Instituts für Mineralogie-Kristallographie im Fachbereich Geowissenschaften/Geographie ein Drachensystem entwickelt^{4/5/6}.

Mit dem Fesseldrachen lassen sich Luftbilder aus Höhen bis zirka 200 Meter machen. Während Senkrechtaufnahmen der messtechnischen Auswertung dienen, erlauben Schrägaufnahmen wie das in 7 gezeigte Luftbild einen besseren Überblick, wie die untersuchten Gullies in die Landschaft eingebettet sind. Die Luftbilder werden mit handelsüblichen Diafilmen aufgenommen; alle folgenden Arbeitsschritte vom fertigen Bild bis zum Ergebnis der Erosions-Quantifizierung werden mit modernster Bildverarbeitungssoftware bewerkstelligt. Zu-



7 Das Schrägluftbild aus zirka 100 Meter Höhe zeigt ein Gully-System unweit von Gorom-Gorom im Nordosten von Burkina Faso. An den Seiten und im Bildhintergrund sind die lobenförmigen Buchten der »headcuts«, der aktiven Gully-Ränder, zu sehen. Hier stürzt das auf der Fläche abfließende Regenwasser über die Kanten und führt gemeinsam mit unterirdischen Auswaschungsprozessen zu rückschreitender Erosion. Zwischen den verzweigten Rinnen im Inneren des Gully und den aktiven Gully-Rändern erstreckt sich ein Übergangsbereich, der durch eine Vielzahl von geomorphologischen Prozessen geprägt ist. In der Mitte des Gully-Systems verbleiben Inseln, die aus dem Zusammenwachsen einzelner Arme resultieren und wegen ihrer abgeschnittenen Einzugsgebiete kaum noch erosivem Abfluss ausgesetzt sind. Die Fahrspur, die von links um den Gully herumführt, ist eine Umleitung der weiter südlich von dem Gully bereits zerschnittenen Piste, die während der Regenzeit dort nicht passierbar ist.

Die Autoren



Dr. Irene Marzloff und Dr. Johannes B. Ries (hinten links) beschäftigen sich seit Jahren mit großmaßstäbiger Fernerkundung für die Untersuchung von Landdegradationsprozessen. Die hier vorgestellten Techniken brachten sie gemeinsam mit Klaus-Dieter Albert (vorne rechts) in das Forschungsprojekt zur Landschaftgenese in Burkina Faso ein und entwickelten sie weiter.

Dr. Irene Marzloff, 33, ist Diplom-Ingenieurin für Kartographie der Fachhochschule Karlsruhe und Master of Science in Applied Remote Sensing (Angewandter Fernerkundung) der britischen Cranfield University. Als Mitarbeiterin von Dr. Johannes Ries bei der Leitung des EPRODESERT-Projektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft beschäftigte sie sich bereits für ihre Promotion an der Geowissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg mit großmaßstäbiger Fernerkundung für die Erforschung geomorphologischer Prozesse auf Ackerbrachen in Nordspanien. Seit 1998 leitete sie als Akademische Rätin am Institut für Physische Geographie der Universität Frankfurt die Abteilung Fernerkundung/GIS und befasst sich in verschiedenen interdisziplinären Forschungsprojekten mit dem Einsatz von Luft- und Satellitenbildern, insbesondere für räumlich und zeitlich hochauflösendes Monitoring. Besonders wichtig ist ihr ebenso wie Dr. Johannes Ries dabei die Integration von Forschung und Lehre durch die Ausbildung studentischer Mitarbeiter innerhalb der Forschungsprojekte.

Klaus-Dieter Albert, 38, studierte Geographie, Geologie und Meteorologie in Frankfurt. Seit 1997 ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Sonderforschungsbereich 268 »Westafrikanische Savanne« tätig. Im Rahmen des geographischen Teilprojektes »Naturraum-

potenzial und Landschaftsentwicklung in Burkina Faso« promoviert er bei dem im Mai verstorbenen Prof. Dr. Wolfgang Andres über die holozäne Landschaftsentwicklung und rezente Geomorphodynamik in der Sahelzone. Der Einfluss des Klimas und der wirtschaftenden Menschen auf vergangene wie aktuelle Landschaftsveränderungen stehen dabei im Vordergrund. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Kolleginnen und Kollegen der Sahel-Arbeitsgruppe aus den Fachbereichen Geschichte- und Biowissenschaften ist ihm dabei besonders wichtig. Innerhalb des Sonderforschungsbereichs 268 koordinierte und betreute er zudem die digitale Aufbereitung und Vorhaltung räumlicher Daten auf Landesebene für Burkina Faso in einem Geographischen Informationssystem (GIS).

Hochschuldozent Dr. Johannes B. Ries, 40, studierte von 1981 bis 1987 Geographie in Freiburg im Breisgau. Er promoviert als Stipendiat des Cusanus-Werks über Bodenerosionsprozesse im Hohen Himalaya und verbrachte dazu die Monsun-Sommer 1990 und 1991 in Nepal. Seit 1995 ist er als wissenschaftlicher Assistent und Hochschuldozent am Institut für Physische Geographie der Goethe-Universität tätig. Innerhalb des von ihm in Zusammenarbeit mit Dr. Irene Marzloff geleiteten Forschungsprojektes EPRODESERT der Deutschen Forschungsgemeinschaft beschäftigte er sich mit Landdegradation und Desertifikation infolge von Landnutzungswandel in Nordspanien. Mit diesem Thema habilitierte er sich 2001 im Fachbereich Geowissenschaften/Geographie. Stellvertretend für die gesamte Arbeitsgruppe wurde er auf dem 53. Geographentag in Leipzig im Oktober 2001 mit dem Deutschen Wissenschaftspreis für Physische Geographie ausgezeichnet. Seit 1997 arbeitet er im Sonderforschungsbereich »Westafrikanische Savanne« zu Fragen der aktuellen Geomorphodynamik, insbesondere der Bodenerosion auf unterschiedlichen Substraten und unter verschiedenen Landnutzungen. Im Zentrum seiner Untersuchungen stehen die Gully-Bildung und Gully-Entwicklung. Er ist Mitglied der European Society of Soil Conservation (ESSC) und des DesertNet, dem deutschen Beitrag zur Bekämpfung von Desertifikation in Trockengebieten. Seit 1996 ist er Generalsekretär der Frankfurter Geographischen Gesellschaft.

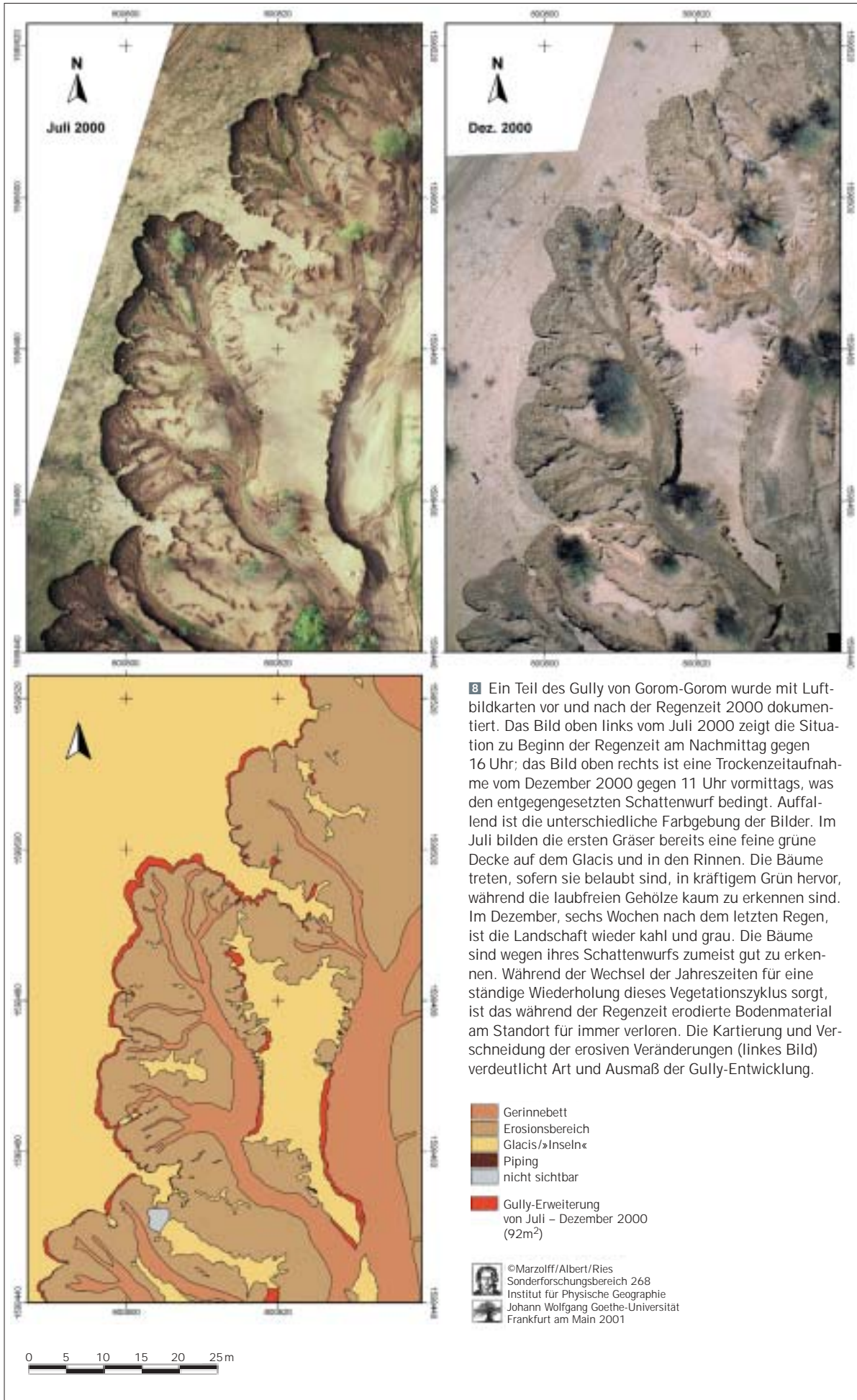
nächst werden die Bilder mit 2200 dpi (nahe der Filmauflösung) digitalisiert und erhalten somit Pixelgrößen, die je nach Ursprungsmaßstab zwischen drei Millimeter und sechs Zentimeter am Boden entsprechen: Mit dieser Detailgenauigkeit können selbst geringe Veränderungen am Gully-Rand dokumentiert werden.

Neben der Möglichkeit zur Aufbereitung ihrer optischen Eigenschaften – zum Beispiel Kontrast- und Helligkeitseinstellungen, Farbtonkorrektur – ist die Digitalisierung die Voraussetzung, um die Luftbilder entzerren, georeferenzieren und mosaikieren zu können. Die Schwankungen der Kamera im Wind, die wechselnden Geländehöhen und auch die Verzeichnung der Objektive führen zu Verzerrungen. Mit Hilfe von im Gelände markierten und vermessenen Passpunkten lassen sich die Einzelbilder am Bildschirm entzerren und zu einem Luftbildmosaik zusammensetzen. Erst wenn diese Schritte genau umgesetzt sind, können die Gully-Bilder der verschiedenen Aufnahmezeitpunkte verglichen werden. Vor der rechnerischen Analyse folgt die Kartierung der Einzelbilder – so werden zum Beispiel Gully-Ränder, Tiefenlinien, Einzelformen, Einzugsgebiete und Vegetation je nach Fragestellung ausgewiesen. Die rechnergestützte Verschneidung der kartierten Bildserie ermöglicht den quantifizierenden Vergleich – wie Wachstumsraten beziehungsweise lineare und flächenhafte Veränderungen über den Aufnahmezeitraum.

Exemplarische Ergebnisse zur Gully-Erosion in der Sahelzone

Die entzerrten und georeferenzierten Luftbildkarten aus Senkrechtaufnahmen **6** zeigen exemplarisch einen Ausschnitt des Gully-Systems aus **7**. Auffallend sind bei erster Betrachtung zunächst vor allem die Unterschiede in Farbgebung und Vegetationszustand: Die erosiven Veränderungen am Gully-Rand erschließen sich dagegen erst bei der Verschneidung der Kartierungen im Geographischen Informationssystem, die rechts in **8** zu sehen ist. Nahezu auf seiner gesamten Länge wurde der Gully-Rand zurückverlegt und hat sich dabei mehrere Dezimeter bis zu 1,2 Meter in die tonig-lehmige Fläche des Glacis hineingeschnitten. Auch innerhalb des Gully-Systems wurden durch Abflussprozesse große Mengen an Material ab- und ausgebracht. Deutlich wird dies an den Prallhängen der zentralen Insel, die zunehmend eingeschnürt wird. 92 Quadratmeter Fläche sind in dem kartierten Ausschnitt auf diese Weise in nur einer Regenzeit an den Gully verloren gegangen.

Was sind nun die Ursachen für die beachtlichen Erosionsraten, die wir mit unserem Luftmonitoring ermitteln können? Um dies zu klären, werden ergänzend Parameter genauer untersucht, die solche Prozesse steuern. Substratanalysen und experimentelle Untersuchungen zu Infiltration und Oberflächenabflussbildung sind die Grundlage für eine fundierte Analyse der ineinandergreifenden Geofaktoren, die zur Entwicklung dieser komplexen Formen führen. Infiltrationsmessungen, Niederschlagssimulationen auf dem Glacis und Versickerungsversuche in Trockenrisse nahe der Gully-Stirnwand lassen folgende Schlüsse zu: Das lehmig-tonige Substrat, das zur Verkrustung neigt, ist wenig durchlässig; dies führt zu hohen Oberflächenabflussraten und starker Erosion an den »headcuts«, den aktiven Gully-Rändern. In unmittelbarer Nähe der Ränder ermögli-



Ein Teil des Gully von Gorom-Gorom wurde mit Luftbildkarten vor und nach der Regenzeit 2000 dokumentiert. Das Bild oben links vom Juli 2000 zeigt die Situation zu Beginn der Regenzeit am Nachmittag gegen 16 Uhr; das Bild oben rechts ist eine Trockenzeitaufnahme vom Dezember 2000 gegen 11 Uhr vormittags, was den entgegengesetzten Schattenwurf bedingt. Auffallend ist die unterschiedliche Farbgebung der Bilder. Im Juli bilden die ersten Gräser bereits eine feine grüne Decke auf dem Glacis und in den Rinnen. Die Bäume treten, sofern sie belaubt sind, in kräftigem Grün hervor, während die laubfreien Gehölze kaum zu erkennen sind. Im Dezember, sechs Wochen nach dem letzten Regen, ist die Landschaft wieder kahl und grau. Die Bäume sind wegen ihres Schattenwurfs zumeist gut zu erkennen. Während der Wechsel der Jahreszeiten für eine ständige Wiederholung dieses Vegetationszyklus sorgt, ist das während der Regenzeit erodierte Bodenmaterial am Standort für immer verloren. Die Kartierung und Verschneidung der erosiven Veränderungen (linkes Bild) verdeutlicht Art und Ausmaß der Gully-Entwicklung.

- Gerinnebett
- Erosionsbereich
- Glacis/»Inseln«
- Piping
- nicht sichtbar
- Gully-Erweiterung von Juli – Dezember 2000 (92m²)

© Marzloff/Albert/Ries
 Sonderforschungsbereich 268
 Institut für Physische Geographie
 Johann Wolfgang Goethe-Universität
 Frankfurt am Main 2001

chen Trockenrisse entlang der Gefügegenzen des Bodens verstärkte Infiltration. Innerhalb dieser Risse wird das leicht ablösbare Substrat auf Grund des großen hydraulischen Gefälles zum »headcuts« mobilisiert; entlang der verbreiterten Risse brechen Schollen mit Kantentlängen bis zu 30 Zentimeter ab. Insgesamt führt dies zu der auffällig gleichmäßigen Rückverlegung entlang des gesamten Randes.

Ausblick

Die bisher nur flächenhaften Auswertemethoden sollen verfeinert und mit Hilfe von digitalen Messtechniken um die Einbeziehung der dritten Dimension (Kartierung von Geländehöhen, Quantifizierung von Volumen) erweitert werden. Erste Versuche photogrammetrischer Stereoauswertung haben gezeigt, dass auch ohne spezielle Messkameras mit den Kleinaufnahmen erstaunlich gute Ergebnisse erzielt werden können ^{/7/}. Auch

günstigere Lösungen der digitalen Photogrammetrie sind inzwischen in der Lage, sogar aus nicht speziell mit Vermessungskameras aufgenommenen Stereobildern Messgenauigkeiten zu erzielen, die zu solchen geomorphologischen Fragestellungen einen hervorragenden Beitrag leisten können. Die vorgestellten Methoden werden in Zukunft in neuen Arbeitsgebieten in Südpatrien und Südmarokko eingesetzt um die bisherigen Arbeitsgebiete entlang eines Klimagradients von den mediterranen Subtropen bis in die wechselfeuchten Randtropen zu vervollständigen. So können die Entwicklungsgeschwindigkeiten von Gullies unter den verschiedenen Klimaten, Reliefsituationen und Substrateigenschaften bei unterschiedlicher Landnutzung verglichen werden. Dies wird dazu beitragen, den Anteil der Gully-Erosion am Gesamtproblem Bodenerosion besser abschätzen zu können und damit die Frage zu beantworten: Wo sind Gullies wesentliche Sedimentquellen und wo sind sie »nur« spektakuläre Erosionsformen? ◆

Anmerkungen

^{/1/} Albert, K.-D.; Kahlheber, S. (2001): Review and outlook of an interdisciplinary research project. – Bericht des Sonderforschungsbereichs 268, 17, 121–128.

^{/2/} Ries, J.B. (2000): Geomorphodynamik und Landdegradation auf Brachflächen zwischen Ebrobecken und Pyrenäen – Großmaßstäbiges Monitoring zur Erfassung und Prognose des Prozessgesche-

hens im Landnutzungswandel als Beitrag zur Methodenentwicklung. – Habilitationsschrift, Fachbereich Geowissenschaften/Geographie der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, 598 S. + Anhang.

^{/3/} Hudson, N. (1995): Soil Conservation. – 391 S. London.

^{/4/} Poesen, J., Vandaele, K.; Van Weesmael, B. (1996):

Contribution of gully erosion to sediment production on cultivated lands and rangelands. – In: Walling, D. E.; Webb, B. W. [eds.]: Erosion and Sediment Yield. Global and Regional Perspectives (Proceedings of the Exeter Symposium, July 1996). IAHS Publ., 236: 251–266.

^{/5/} Vandekerckhove, L.; Poesen, J.; Oostwoud Wijdenes, D.; Gyssels, G.; Beuselinck, L.; de Luna, E. (2000):

Characteristics and controlling factors of bank gullies in two semi-arid Mediterranean environments. – Geomorphology, 33: 37–58.

^{/6/} Albert, K.-D.; Hallier, M.; Kahlheber, S.; Pelzer, C. (2001): Montée et Abandon des Collines d'Occupation de l'Age de Fer au Nord du Burkina Faso. – Bericht des Sonderforschungsbereichs 268, 14, 335–351.

^{/7/} Marzloff, I. (1999): Großmaßstäbige Fernerkundung mit einem unbemannten Heißluftzeppelin für GIS-gestütztes Monitoring von Vegetationsentwicklung und Geomorphodynamik in Aragón (Spanien). Freiburger Geographische Hefte, 57, 226 S. + 99 S. Kartenanhang.

^{/8/} Marzloff, I.; Ries, J. B. (2000): Großmaßstäbiges Luftbild-Monito-

ring mit einem ferngesteuerten Heißluftzeppelin. – Petermanns Geographische Mitteilungen, 144 (6), 4–5.

^{/9/} verändert nach: Oostwoud Wijdenes, D.; Poesen, J.; Vanderkerckhove, L.; Ghesquiere, M. (2000): Spatial distribution of gully head activity and sediment supply along an ephemeral channel in a Mediterranean environment. – Catena, 39, S. 147–167.

Anzeige

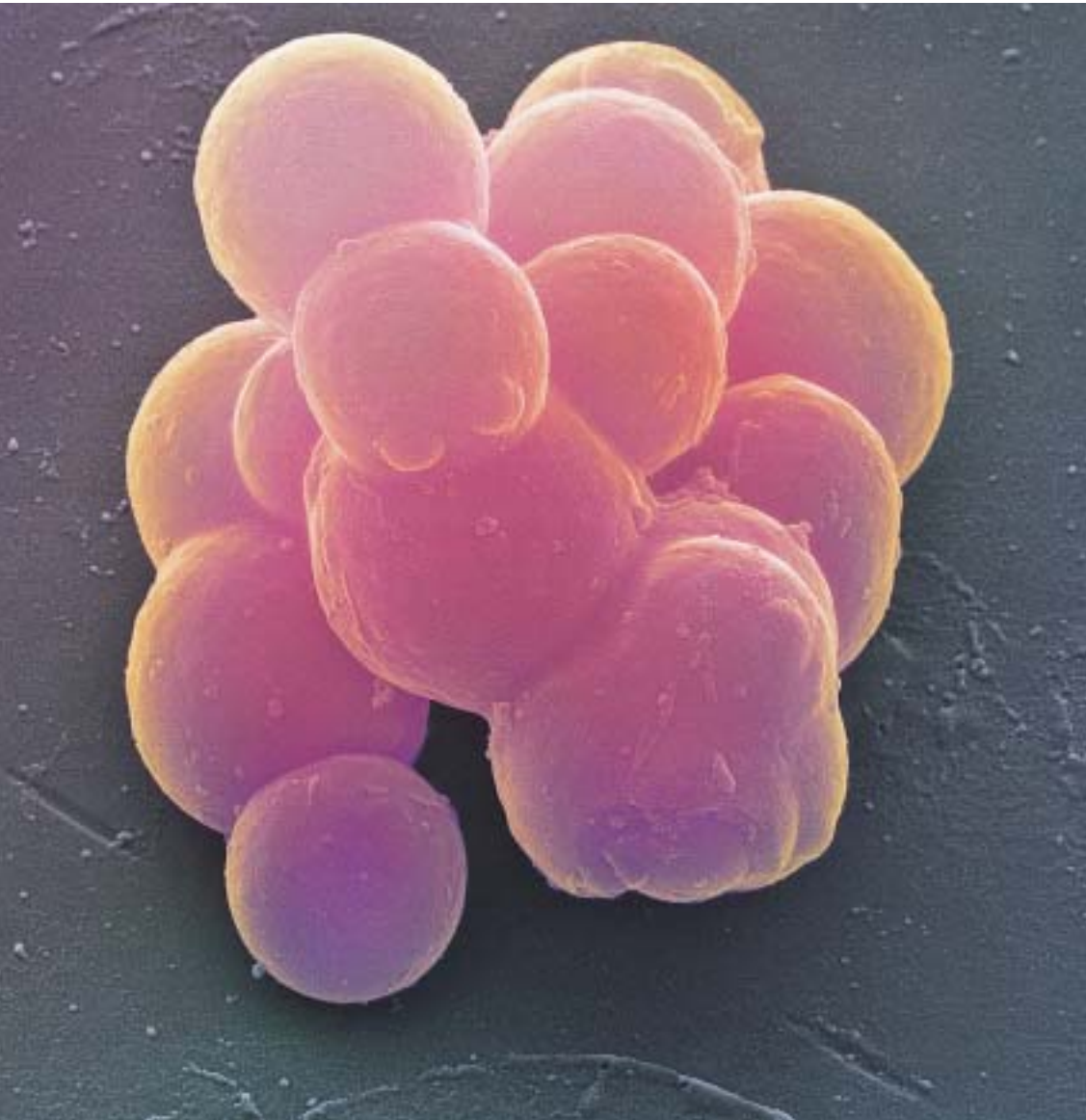
WERBUNG

WERBUNG

Gewaltige Verheißungen

Embryonale Stammzellen – Heilsbringer für die Medizin?

von Theodor Dingermann



Am Anfang der Säugarentwicklung steht die befruchtete Eizelle. Sie ist die »Urzelle« aller Zellen eines Organismus. Rund vier Tage nach der Befruchtung und nach mehreren Zellteilungen entsteht die Blastozyste, wie die Abbildung zeigt. Diese Zellkugel enthält im Inneren zehn Zellen, aus denen mehr als 200 Zelltypen mit den unterschiedlichsten Aufgaben hervorgehen, darunter Nerven-, Muskel-, Blut-, Leber- oder Sinneszellen. Aus der äußeren Zellschicht, der »Hülle« der Kugel, entstehen die Plazenta und anderes Nährgewebe, das für die Entwicklung des Fetus im Uterus erforderlich ist.

Neue Neuronen für Parkinson-Patienten, Nervenzellersatz auch für Schlaganfallopfer und Demente, Hautzellen für Brandverletzte, Herzmuskelgewebe zur Rettung nach einem Infarkt. All das wollen Forscher im Labor züchten. Die Mutigen unter ihnen wollen noch mehr: Niere, Leber oder Herz aus der Retorte. Mit dem Organmangel in der Transplantationsmedizin soll es endlich vorbei sein. Die Diskussion um Stammzellen wird äußerst emotional geführt. Die einen sehen in Stammzellen ein unlimitiertes Potenzial für neue Therapieansätze. Andere verknüpfen mit diesen Zellen Gedanken an den ultimativen Sündenfall. Was stimmt?

In dem Beitrag »Erst kommt das Wissen«, den Bundeskanzler Gerhard Schröder im Januar 2001 für die Süddeutsche Zeitung verfasst hat, schreibt er: »Die Entschlüsselung des menschlichen Genoms und die Legalisierung des therapeutischen Klonens in Großbritannien haben uns drastisch vor Augen geführt, dass Gentechnik keine Utopie mehr ist, sondern Teil unserer Gegenwart. Unsere Gesellschaft hat sich bislang einer redlichen Diskussion der Chancen und Risiken gentechnischer Verfahren nicht gestellt. Denn die damit zusammenhängenden Fragen rühren ans Innerste unseres Selbstverständnisses. Wir haben hier über Dinge zu entscheiden, die sich im Kraftfeld zwischen Denkbareit und Machbarkeit, Verantwortbarkeit und Verantwortlichkeit nicht zuletzt gegenüber kommenden Generationen bewegen.«

Was ist eine Stammzelle?

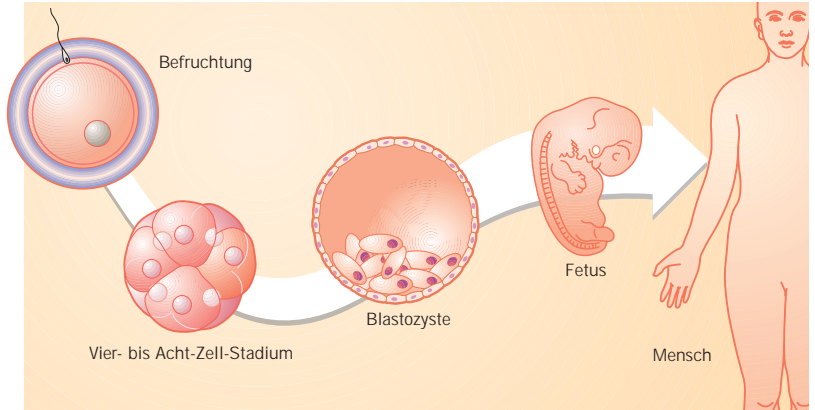
Unter einer Stammzelle verstehen wir jede noch nicht ausdifferenzierte Zelle, die sowohl von einem Embryo als auch von einem Fetus oder von einem erwachsenen Menschen stammen kann. Überspitzt gesagt lässt sich auf Stammzellen gewissermaßen ein »Unschärfeprinzip« anwenden, da sie eigentlich nur durch ihre Funktion zu definieren und zu entdecken sind. Denn zum einen können sich diese Zellen unlimitiert teilen und gleichartige undifferenzierte Tochterzellen hervorbringen. Zum anderen besitzen sie die Fähigkeit zur Differenzierung, einem Prozess, bei dem aus einer Stammzelle eine Zelle mit völlig anderen, neuen Eigenschaften entsteht.

Stammzellen lassen sich am besten im Kontext einer normalen menschlichen Entwicklung beschreiben **1**. Diese Entwicklung beginnt bekanntlich dann, wenn eine Eizelle von einem Spermium befruchtet wird. Die befruchtete Eizelle besitzt alle Eigenschaften, um einen menschlichen Organismus auszubilden. Sie ist totipotent, denn sie kann zu jedem der rund 200 verschiedenen Zelltypen des Menschen differenzieren. In den ersten Stunden nach der Befruchtung teilt sich die Zelle; dabei entsteht ein Klon identischer totipotenter Zellen. Das heißt: Auch jede dieser ganz frühen embryonalen Zellen ist in der Lage, einen kompletten menschlichen Organismus zu bilden, wenn sie in eine geeignete biologische Umgebung implantiert wird.

Ganz natürlich geschieht dies bei der Entwicklung eineiiger Zwillinge. Hier entstehen aus einem einzigen befruchteten Ei zwei Menschen, da sich die beiden totipotenten Tochterzellen nach der ersten Teilung der befruchteten Eizelle getrennt und einen eigenständigen Entwicklungsweg eingeschlagen haben. Da die beiden Zellen aus einer einzelnen Zelle hervorgegangen sind, sind eineiige Zwillinge genetisch identisch oder klonal. Das bedeutet aber nicht, dass sich aus ihnen auch identische Persönlichkeiten entwickeln werden. Die Entwicklung der »Persönlichkeit« hängt ganz wesentlich von äußeren Faktoren ab; so sind beispielsweise die Verschaltungsmöglichkeiten der wachsenden Neuronen zwar genetisch angelegt, aber keineswegs fixiert. Durch unterschiedliches »Erleben« und »Erfahren« sowie unterschiedliches Training – so genannte Kontext-Faktoren – können die potenziellen Verschaltungsmöglichkeiten ganz unterschiedlich realisiert werden. Aus einer somatischen Zelle (Körperzelle) von Albert Einstein

würde mit Sicherheit keine Kopie des Menschen entstehen. Deshalb wäre ein solches Unterfangen nicht nur moralisch verwerflich, sondern auch riskant, da im Ausgang unvorhersehbar.

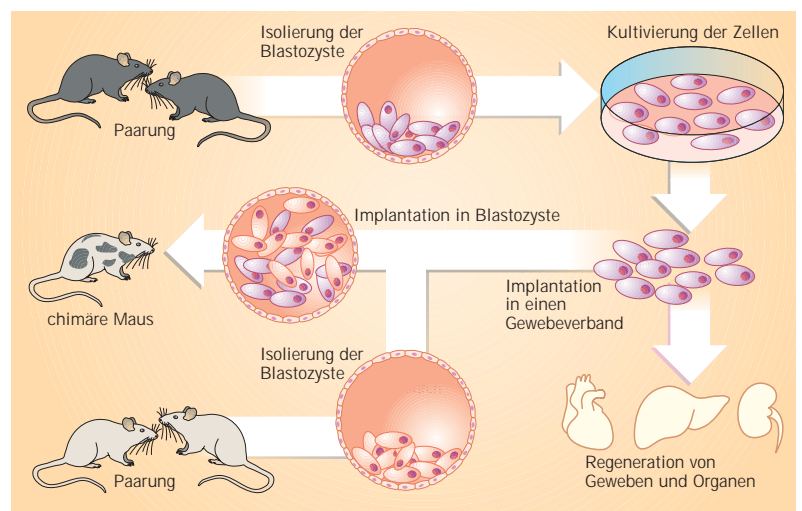
Rund vier Tage nach der Befruchtung und nach mehreren Zellteilungen beginnen sich die totipotenten Zellen zu spezialisieren **1**. Die außen gelegenen Zellen lagern sich dicht zusammen und bilden — als letztes

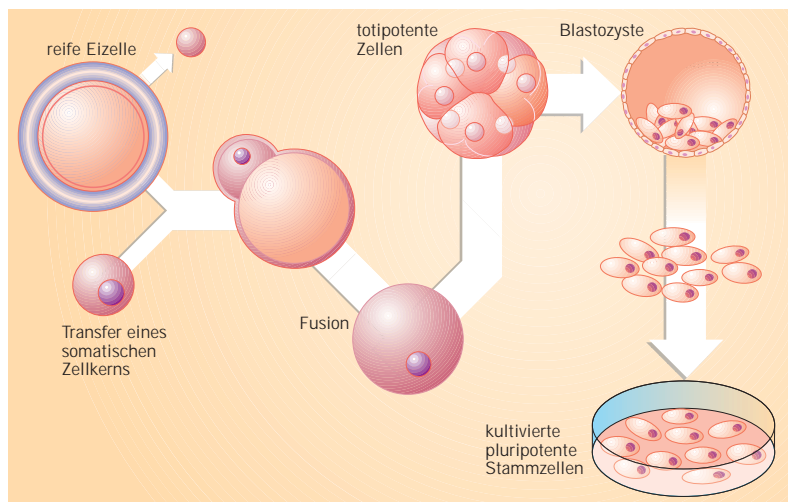


1 Totipotente Stammzellen können zu jedem Körperzelltyp ausdifferenzieren und einen kompletten Organismus bilden.

Stadium der so genannten Präimplantationsphase — die Blastozyste, eine Zellkugel, die im Inneren zehn Zellen enthält, die wir als innere Zellmasse bezeichnen. Aus der äußeren Zellschicht, der »Hülle« der Kugel, entstehen die Plazenta und anderes Nährgewebe, das für die Entwicklung des Fetus im Uterus erforderlich ist. Die Zellen der inneren Zellmasse können in nahezu alle Organe und Gewebe eines menschlichen Organismus differenzieren. Eine Plazenta und plazentales Nährgewebe können sie hingegen nicht ausbilden. Somit sind die Zellen der inneren Zellmasse nicht mehr totipotent, denn sie können keinen kompletten Organismus bilden. Zellen der inneren Zellmasse sind »nur« noch pluripotent. Aus einer solchen Zelle kann sich kein Fetus entwickeln. Werden diese aber in eine andere Blastozyste eingebracht, beteiligen sich die implantierten Zellen an der Bildung des Organismus. Das Ergebnis ist ein chimärer Organismus, der aus Zellen mit unterschiedlicher genetischer Ausstattung (und Herkunft) bestehen würde **2**.

2 Die Zellen der inneren Zellmasse haben ein enormes Entwicklungspotenzial. Je nach Umgebungsbedingungen können daraus chimäre Lebewesen entstehen oder Organe und Gewebe gezüchtet werden.





3 Durch Fusion einer somatischen Zelle mit einer entkernten reifen Eizelle (Somatic Cell Nuclear Transfer, SCNT) können toti- und pluripotente Stammzellen gewonnen werden. Mit diesem Verfahren wurde das berühmte Klonschaf Dolly erzeugt.

Pluripotente Stammzellen wandeln sich nach und nach in weiter spezialisierte Stammzellen um, die ein Reservoir für Zellen mit bestimmten Funktionen darstellen, darunter beispielsweise die hämatopoetischen Stammzellen, aus denen sich alle Blutzellen entwickeln können. Aus diesem Stammzellreservoir werden täglich mehrere Milliarden neue Blutzellen in die Peripherie

entlassen. Auch in der Haut befinden sich Stammzellen. Unsere Haut wird alle 14 Tage »runderneuert«, indem Haut-Stammzellen zu den unterschiedlichen Hautzelltypen ausdifferenzieren. Wenig bekannt ist, dass sich beispielsweise auch die Bauchspeicheldrüse teilweise regenerieren kann oder dass selbst Nervenzellen im Gehirn Erwachsener aus Stammzellen gebildet werden.

Diese mehr spezialisierten Stammzellen sind allerdings nur noch multipotent. Sie verstecken sich in »Nischen«, wo sie mit den umliegenden Geweben und Faktoren in Wechselwirkung treten, und sind daher schwer aufzuspüren.

Wie lassen sich pluripotente Stammzellen isolieren?

Derzeit gibt es zwei Möglichkeiten, Stammzellen zu isolieren. Beide wurden in Tiermodellen erarbeitet und werden dort vielfältig eingesetzt. Obwohl die experimentellen Ansätze zur Isolierung der Stammzellen völlig unterschiedlich sind, sind die resultierenden Zellen offensichtlich sehr ähnlich.

Auf Arbeiten von Dr. James Thomson und Mitarbeitern ^{1/} beruht der Ansatz, pluripotente Stammzellen

Vergleich unterschiedlicher humaner Stammzellen

Stammzelltyp	Charakteristika
Embryonen bis zum Acht-Zell-Stadium (totipotente Stammzellen)	<ul style="list-style-type: none"> • Differenzierung in jede Körperzelle möglich • Induktion einer Immunabwehr des Empfängers • Ethisch umstritten • Derzeit verboten
Frühe SCNT-Zellen (totipotente Stammzellen)	<ul style="list-style-type: none"> • Empfänger ist gleichzeitig sein eigener Spender • Keine Immunreaktion • Hohe ethische Barrieren
Späte Embryonen (100-Zell-Stadium) (pluripotente Stammzellen)	<ul style="list-style-type: none"> • Differenzierung in fast jede Körperzelle möglich • Induktion einer Immunabwehr des Empfängers • Ethisch umstritten • Derzeit verboten
Fetales Gewebe (pluripotente Stammzellen)	<ul style="list-style-type: none"> • Differenzierung in fast jede Körperzelle möglich • Induktion einer Immunabwehr des Empfängers • Ethisch umstritten • Nicht verboten
Adulte Stammzellen (pluripotente Stammzellen)	<ul style="list-style-type: none"> • Eingeschränkte Differenzierungspotenz • Eingeschränkte Proliferationspotenz • Induktion einer Immunabwehr bei heterologer Anwendung • Keine Induktion einer Immunabwehr bei autologer Anwendung • Keine ethischen Hürden
Nabelschnur-Stammzellen (pluripotente Stammzellen)	<ul style="list-style-type: none"> • Potenzial derzeit noch nicht abschließend zu beurteilen • Keine Induktion einer Immunabwehr bei autologer Anwendung • Keine ethischen Hürden

4 Die befruchtete Eizelle besitzt alle Eigenschaften, um einen menschlichen Organismus auszubilden. Sie ist totipotent. Dagegen sind Zellen der inneren Zellmasse »nur« noch pluripotent. Aus einer solchen Zelle kann sich kein Fetus entwickeln. Pluripotente Stammzellen wandeln sich nach und nach in weiter spezialisierte, so genannte multipotente Stammzellen um, die ein Reservoir für Zellen mit bestimmten Funktionen darstellen. Die zur Transplantation verwendeten Stammzellen können dem Patienten vor der Behandlung vorsorglich aus dem Blut oder Knochenmark entnommen worden sein (autologe Transplantation), von einem HLA-identischen Geschwister (allogene Transplantation) oder von einem nicht verwandten HLA-identischen Fremdspender (heterologe Transplantation) stammen.

Interview mit Prof. Dr. Theodor Dingermann zur Stammzelledebatte

? Halten Sie die Entscheidung des Bundestages für angemessen?

Dingermann: Jawohl, diesem Votum kann auch ich mich anschließen. Im übrigen begrüße ich es außerordentlich, dass in dieser schwierigen Frage parteiübergreifend votiert wurde.

? Welche Konsequenzen hätte ein Verbot für die Forschung in Deutschland gehabt?

Dingermann: Die Konsequenz wäre gewesen, dass Forschung mit humanen embryonalen Stammzellen in Deutschland nicht möglich gewesen wäre. Mit Sicherheit hätten einige Spitzenforscher das Land verlassen. Ob das eine Katastrophe gewesen wäre, sei einmal dahingestellt. Es wäre aber mit Sicherheit nicht ehrlich gewesen. Denn sollten sich embryonale Stammzellen für den therapeutischen Einsatz anbieten, dann wage ich die Vorhersage, dass man nicht zögern wird, die Zellen zu importieren. Ist das ehrlich?

? Ist es nicht bigott, einerseits die Gewinnung von Stammzellen zu verbieten, andererseits den Import unter bestimmten Bedingungen zu erlauben? Wäre eine völlige Freigabe nicht konsequenter gewesen?

Dingermann: Nein, ich halte die Entscheidung der Mehrheit des Bundestages für angemessen. Man kann viele wichtige Fragen zur Potenz und zum Potenzial embryonaler Stammzellen an Zell-Linien klären, die bereits existieren. Neue Embryonen brauchen für diese Forschung nicht »verbraucht« zu werden. Die Zellen wurden in den Ländern, in denen sie verfügbar sind, legal gewonnen. Wenn man sie deutschen Forschern unter strengen Auflagen zur Verfügung stellt, ist das angemessen und zum jetzigen Zeitpunkt ausreichend. Weitergehende Forderungen einzelner Wissenschaftler unterstütze ich nicht.

? Welche Folgen hat die vereinbarte Limitierung, dass nur Stammzellen importiert werden dürfen, die heute bereits bestehen? Vielleicht gelingt es Wissenschaftlern in anderen Staaten in einigen Jahren, qualitativ höherwertige Zellen zu gewinnen. Dann wäre Deutschland wieder im Nachteil.

Dingermann: Das wollen wir doch erst einmal abwarten. Entscheidungsfreiräume »auf Vorrat« halte ich in dieser heiklen Frage für unangemessen. Ich selbst habe mich für eine frühzeitige gesellschaftliche Diskussion zu Fragen der Stammzellforschung eingesetzt.

Und ich habe vor einer »großzügigen« Freigabe dieser Forschung gewarnt. Denn man darf die Gesellschaft nicht moralisch »vergewaltigen«. Es macht keinen Sinn, eine Forschungsrichtung zu legalisieren, die nicht ein Mindestmaß an gesellschaftlicher Akzeptanz genießt. Das führt zu schweren Konflikten bis hin zur Diffamierung der Wissenschaftler, die legal arbeiten.

? Erwarten Sie, dass das Gesetz langfristig Bestand haben wird, oder ist es nicht wahrscheinlich, dass in einigen Jahren die Diskussion von neuem beginnt, weil deutsche Wissenschaftler die Stammzellen doch selbst gewinnen wollen?

Dingermann: In jedem Fall muss die Diskussion weitergehen. Und sollte sich dabei ergeben, dass die jetzt mehrheitsfähige Lösung modifiziert oder gar erweitert werden sollte, so wird und sollte man das machen, wenn eine Mehrheit dies unterstützt. Gesetze zu novellieren, bereitet unseren Abgeordneten offensichtlich keine Probleme, wie man ganz offenkundig am Arzneimittelgesetz erkennt, das derzeit in der 10. Novelle gilt.

Das Interview führte **Dr. Karl-Heinz Wellmann**, Wissenschaftsredakteur beim Hessischen Rundfunk.

aus der inneren Zellmasse von Blastozysten zu isolieren. Die Wissenschaftler erhielten dazu überzählige Embryonen, die im Rahmen von In-vitro-Befruchtungen angefallen waren. Dazu hatten die betroffenen Paare ihre Zustimmung gegeben. Die Zellen werden seitdem in Kulturschalen gehalten, wo sie sich permanent teilen, ohne ein bestimmtes Differenzierungsprogramm einzuschlagen.

Im Gegensatz dazu isolierte die Arbeitsgruppe um Dr. John D. Gearhart ^{12/} pluripotente Stammzellen aus fetalem Gewebe, das sie von Aborten erhalten hatte. Auch hier hatten die Betroffenen ihre Zustimmung gegeben, und zwar nachdem die Entscheidung für den Abort bereits getroffen worden war. Das Gewebe, aus dem die Stammzellen schließlich etabliert werden konnten, enthielt die primordiales Keimzellen; das sind die Zellen des Feten, aus dem sich die Geschlechtsorgane entwickeln.

Ein dritter Weg, zu pluripotenten oder sogar zu totipotenten Stammzellen zu kommen, kann durch Fusion einer somatischen Zelle mit einer entkernten, reifen Eizelle beschritten werden (Somatic Cell Nuclear Transfer,

SCNT) ^{3 4}. Hierzu wird zunächst eine Eizelle entkernt. Diese Zelle, die jetzt kein genetisches Material mehr enthält, wohl aber die biochemische Ausstattung einer totipotenten Zelle, wird nun vorsichtig mit einer somatischen Zelle fusioniert. Die fusionierten Zellen und die

Charakteristika	Adulte Stammzellen	Embryonale Stammzellen	Therapeutisches Klonen
Eigenschaften	Multipotent Keine Immunbarriere Individuelle Herstellung	Pluripotent Immunreaktion Generelle Verfügbarkeit	Totipotent Keine Immunbarriere Individuelle Herstellung
Probleme	Reparatur möglicher Gendefekte nötig	Krebsrisiko	Reparatur möglicher Gendefekte nötig Krebsrisiko
	Identifizierung		
	Isolierung		
	Kultivierung		
	Zugänglichkeit zur Therapie		
Ressource	Eigener Körper	Zellkultur	Eigener Körper und fremde Eizelle
Ethischer Aspekt		Menschlicher Embryo wird einmalig »verbraucht«.	Menschlicher Embryo wird generiert und »verbraucht«.

³ Vergleichende Aspekte einer Stammzelltherapie.

Das Stammzellgesetz – Ein Kommentar

Am 25. April 2002 hat der Bundestag das Stammzellgesetz (StZG) beschlossen. Es ergänzt das Embryonenschutzgesetz und sieht im Grundsatz ein Verbot der Einfuhr und der Verwendung menschlicher embryonaler Stammzellen vor, lässt aber in einem eng begrenzten Rahmen den Import von bereits bestehenden Stammzell-Linien zu. Damit soll vermieden werden, dass von Deutschland aus eine Gewinnung von zusätzlichen Stammzellkulturen aus menschlichen Embryonen veranlasst wird. Das Gesetz setzt einen Parlamentsbeschluss vom 30. Januar 2002 um, dem lange und heftige Debatten vorangegangen waren.

Im Kern sieht die Regelung vor, dass nur Stammzellen eingeführt und verwendet werden dürfen, die vor Beginn des Jahres 2002 vorhanden waren. Einfuhr und Verwendung dürfen nur zu Forschungszwecken erfolgen, die hochrangig und voraussichtlich nicht auf anderem Wege zu erreichen sind. Die Überlassung der Embryonen darf nicht mit einem geldwerten Vorteil für die Ei- und Samenspende verbunden gewesen sein. Das Gesetz bestimmt ferner, dass jede Einfuhr von einer Behörde aus dem Aufsichtsbereich des Bundesgesundheitsministeriums geprüft und genehmigt werden muss. Außerdem wird die Errichtung einer mit Biologen, Ethikern, Medizinern und Theologen besetzten Zentralen Ethik-Kommission geregelt. Die Bundesregierung soll dem Parlament alle zwei Jahre einen Erfahrungsbericht über das Gesetz vorlegen. So viel zur juristischen Seite der Regelungen.

Das »Gesetz zur Sicherstellung des Embryonenschutzes im Zusammenhang mit Einfuhr und Verwendung menschlicher embryonaler Stammzellen« (so der vollständige und in sich widersprüchliche Titel) verbietet nun zwar die Gewinnung von Stammzellen in Deutschland, erlaubt aber ihren Import. Zufrieden stellen kann eine solche halbherzige Regelung am Ende niemanden, nicht die Kritiker der Stammzellforschung und nicht die Forscher.

Das Gesetz ist jedoch nicht nur halbherzig, sondern geradezu widersinnig in seinen Konsequenzen. Denn es erlaubt ja nur den Import von Stammzellkulturen, die bis Ende 2001 erzeugt wurden. Die bis heute vorhandenen Stammzellkulturen können aber mit Gewissheit gar nicht am Menschen eingesetzt werden: Sie müssen aus diversen technischen Gründen zum Beispiel mit Mäusezellen vermischt und gemeinsam mit diesen Tierzellen kultiviert werden, unter anderem um sie an der allzu raschen Differenzierung zu hindern. Deshalb werden sie von vielen Forschern mit Xenotransplantaten gleichgesetzt, bei denen niemand ausschließen kann, dass Viren von den Tierzellen auf die menschlichen Stammzellen übergehen – ihre Anwendung am Menschen wäre unverantwortlich. Sollte die Grundlagenforschung an den vorhandenen Stammzellkulturen also erfolgversprechend sein, könnte man deren Nutzen für den Menschen nur durch neue, unvermischte Stammzellen prüfen. Das Gesetz aber stünde dieser Anwendung für den Menschen im Wege.

Überdies können auch die meisten der – je nach Zählung – 100 bis 150 Stammzellkulturen nicht ewig vermehrt werden. Die meisten haben sich bisher überhaupt nicht hinreichend verlässlich vermehren lassen und wurden eingefroren, in der Hoffnung, später an ihnen mit mehr Erfolg weiter forschen zu können. Die übrigen Stammzell-Linien gelten nach zehn, spätestens nach 20 Teilungen gleichsam als verbraucht, sie fangen dann trotz aller technischer Tricks an, sich zu spezialisieren. Nur drei (!) Stammzell-Linien und ein getrennt gezählter Klon einer dieser drei Linien vermehren sich nach Angaben von Dr. Anna Wobus unbegrenzt; sie ist die Koordinatorin des »Schwerpunktprogramms Stammzellen« der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Es ist also absehbar, dass die bislang vorhandenen Stammzellkulturen schon in wenigen Jahren verbraucht sein werden – und dies um so schneller, je intensiver an ihnen geforscht wird. Den im Bundestag verabschiedeten Regelungen zur Forschung an embryonalen Stammzellen – frei nach dem Motto: Wasch mich, aber mach mir den Pelz nicht nass – wird also keine allzu lange Lebensdauer beschieden sein. Zwei Jahre vielleicht, und dann muss man weiter sehen.

Der Biologe **Dr. Karl-Heinz Wellmann** ist Wissenschaftsredakteur beim Hessischen Rundfunk.

Der Text basiert auf einem Kommentar für hr1 und wird in Band 2 zum Funkkolleg »Darwin/Dolly« als aktuelle Ergänzung zur Radiosendung 22 des Funkkollegs erscheinen.

Literatur

^{1/} Thomson, J., et al, Embryonic stem cell lines derived from human blastocysts. *Science* 282 (1998) 1145–1147.

^{2/} Shambloott, M., et al, Derivation of pluripotent stem cells from cultured human primordial germ cells. *PNAS* 95 (1998) 13726–13731.

unmittelbaren Abkömmlinge dieser Zelle sind totipotent. Aus ihr können ganze Lebewesen entstehen: Das bekannteste Beispiel ist Dolly, das berühmteste Schaf der Welt. Das wissenschaftlich Revolutionäre an Dolly war der Nachweis, dass das Zytoplasma einer Eizelle den Kern einer Körperzelle so umprogrammieren kann, dass dieser Zellkern Totipotenz erlangt. Kultiviert man eine so reprogrammierte Zelle unter geeigneten Bedingungen, entwickelt sich sehr schnell eine Blastozyste, die dann wiederum als Quelle für pluripotente Zellen dienen kann.

Die anfängliche Euphorie, mit der einige Wissenschaftler diesem Verfahren begegnet sind, ist zwischenzeitlich deutlicher Ernüchterung gewichen: Das

Verfahren ist ineffektiv und mit vielen Risiken behaftet, denn die verwendeten Zellkerne und deren Erbinformation sind »alt«. Deswegen muss man damit rechnen, dass dieses »alte Genom« bereits zahlreiche Mutationen aufweist, die nicht auf der zellulären Ebene, aber auf der Ebene des Organismus »auffallen«. Tiere, die durch reproduktives Klonen erzeugt wurden, sind oft krank, mitunter sogar schwer krank. Darüber hinaus werden die Chromosomen älterer Zellen mit der Zeit immer kürzer. Deshalb kann man derzeit noch nicht abschätzen, ob dadurch nicht auch die Lebensdauer reproduktiv geklonter Tiere deutlich eingeschränkt ist.

Zielt die Isolierung von Stammzellen darauf ab, identische Lebewesen (Klone) zu erzeugen, spricht man von

reproduktivem Klonen. Dies gelingt mit totipotenten Stammzellen, das heißt mit embryonalen Zellen bis zum Acht-Zell-Stadium oder mit den frühen Zellen, die mit Hilfe der SCNT-Methode erhalten wurden. Zielt die Isolierung von Stammzellen jedoch darauf ab, differenzierungsfähige Zellen für eine Organersatztherapie zu isolieren, sprechen wir von therapeutischem Klonen. Die verwendeten Zellen sind in der Regel pluripotent.

Mögliche Anwendungen pluripotenter Stammzellen

Es gibt mehrere Gründe, weshalb die Stammzelltechnologie nicht von vorne herein abgelehnt, sondern das Für und Wider kritisch diskutiert werden sollte. Zum einen lassen sich die biochemischen Prozesse, die während der frühen menschlichen Entwicklung ablaufen, nur mit Hilfe dieser Zellen studieren. Nur so lernen wir zu verstehen, welche molekularen Mechanismen der zellulären Spezialisierung durch Differenzierung zugrunde liegen. Diese Differenzierung basiert auf dem An- und Abschalten bestimmter Gene. Was die Ereignisse allerdings steuert, ist im Detail nicht bekannt. Aber nur die genaue Kenntnis der normalen Entwicklung ermöglicht es, Strategien zur Korrektur fehlgeleiteter Prozesse zu entwickeln, um Krankheiten wie Krebs gezielt behandeln zu können.

Mit Hilfe von menschlichen pluripotenten Stammzellen könnten zum anderen neue Wirkstoffe entwickelt werden. Vor allem die Fragen nach einer sicheren Anwendung neuer Wirkstoffe wären mit Stammzellen und deren Differenzierungslinien deutlich effizienter zu beantworten. Seit der Contergan-Katastrophe ist das Phänomen der Teratogenität (Entstehung von Missbildungen während der Embryonalentwicklung) allen bekannt. Aber nach wie vor sind die Methoden, ein teratogenes Potenzial neuer Wirkstoffe vorherzusagen, sehr unzuverlässig. Mit Hilfe von Stammzellen ließen sich Testsysteme aufbauen, mit deren Hilfe man eine mögliche Interferenz zwischen einem Wirkstoff und dem biologischen Entwicklungsprogramm erkennen könnte. Dies würde die Testung im Tierversuch nicht überflüssig machen, aber dazu beitragen, Tierversuche einzusparen, denn es würden nur solche Substanzen tierexperimentell getestet, die sich in der Zellkultur bereits als sicher erwiesen hätten.

Eine konkrete Anwendung von Stammzellen auf dem Gebiet der so genannten »Zelltherapien« ist jedoch noch in weiter Ferne, auch wenn Wissenschaftler davon überzeugt sind, dass es gelingt, Methoden zu entwickeln, mit denen menschliche pluripotente Stammzellen gezielt zu spezialisierten Zellen und Organen differenziert werden können; diese könnten bei Ausfall oder Zerstörung dieser Zellen und Organe einem Patienten implantiert werden. Morbus Parkinson, Alzheimer, Rückenmarksverletzungen, Schlaganfall, Verbrennungen, Herzerkrankungen, Diabetes, Osteoarthritis und rheumatoide Arthritis werden als potenzielle Indikationen für Stammzelltherapien gehandelt und diskutiert.

Die immunologischen Probleme einer solchen Therapie werden bisher nur wenig erörtert: Die derzeit durchgeführten Tierversuche werden mit Inzuchtstämmen, das heißt mit genetisch identischen Tieren, durchgeführt. Bei der Anwendung am Menschen würden hingegen allogene Spenderzellen verwendet, die vom Im-

WERBUNG

Der Autor



Prof. Dr. Theodor Dingermann, 54, arbeitete nach dem Pharmaziestudium und der Promotion an der Universität Erlangen, als Stipendiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft an der Yale University New Haven, und ab 1982 als wissenschaftlicher Assistent im Institut für Biochemie in Erlangen. 1987 habilitierte er sich in den Fächern Biochemie und Molekularbiologie. 1990 wurde er mit dem Ria Freifrau von Fritsch-Stiftungspreis ausgezeichnet. Im selben Jahr erhielt er den Ruf auf den Lehrstuhl für

Pharmazeutische Biologie der Universität Frankfurt. Er ist Mitglied in Fachkommissionen und -gremien, zum Beispiel der Arzneibuch-Kommission und des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesapothekerkammer, Chefredakteur der wissenschaftlichen Zeitschrift des Govi-Verlages »Die Pharmazie« und seit Januar 2000 Präsident der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft. Seine Forschungsschwerpunkte betreffen Mikroorganismen als biologische Modellsysteme für das Arzneistoff-Screening, springende Gene beim Einsatz in der Gentherapie, die Produktion therapierelevanter Humanproteine durch Mikroorganismen sowie die Klonierung und bakterielle Synthese von Antikörperfragmenten.

munsystem des Empfängers erkannt und zerstört würden, wenn nicht adäquate Maßnahmen gegen eine solche Abstoßung ergriffen werden. Bei Autoimmunerkrankungen, wie dem Typ-I-Diabetes, müssten die implantierten Zellen zudem vor den autoreaktiven Zellen geschützt werden. Bevor daher derartige Ansätze Eingang in die Klinik finden können, gibt es noch viel zu tun. Eine angemessene Grundlagenforschung sollte daher gefordert und gefördert werden. Dazu müssen Stammzellen prinzipiell verfügbar sein. Übereilte Therapieveruche am Menschen, wie dies beispielsweise im

Bereich der Gentherapie geschehen ist, sind allerdings nicht sinnvoll.

Einsatz adulter Stammzellen

Multipotente Stammzellen findet man in verschiedenen adulten Geweben. Ein bekanntes Beispiel sind die hämatopoetischen Stammzellen (siehe Beitrag »Adulte Stammzellen: Fakten und Visionen« von Hans Martin und Dieter Hoelzer, Seite 31). Zwar sind heute erst wenige Stammzelltypen bekannt, jedoch werden immer wieder neue Typen entdeckt. So gelang es kürzlich, neuronale Stammzellen aus der Ratte und der Maus zu isolieren (siehe Beitrag »Stammzellen in der Neurologie« von Karlheinz Plate, Seite 55). Es liegt nahe, dass auch der Mensch über ein derartiges Reservoir verfügt.

Tierexperimentelle Daten deuten darauf hin, dass sich adulte Stammzellen reprogrammieren lassen und möglicherweise auch Hautzellen, Leberzellen oder andere Zellen bilden können. Warum konzentriert man sich dann nicht auf den Einsatz adulter Stammzellen für eine Transplantationstherapie? Trotz der wahrscheinlich großen Vorteile adulter Stammzellen scheint deren Einsatz zumindest derzeit eher limitiert. So konnten bisher nicht für alle Gewebetypen Stammzellen isoliert werden. Daher ist noch völlig offen, für welche Therapien sich diese Zellen eignen könnten. Gegen den therapeutischen Einsatz adulter Stammzellen sprechen die äußerst limitierten Mengen, in denen diese Zellen natürlicherweise vorkommen. Zwar bestehen gute Hoffnungen, dass adulte Stammzellen flexibler differenzieren können als ursprünglich vermutet. Wahrscheinlich ist dies jedoch auf einige wenige Zelltypen beschränkt. ♦

Links zum Thema Stammzellen:

Empfehlung des Nationalen Ethikrats:
<http://www.ethikrat.org/>

Umfassende und gut verständliche Information zur Stammzellproblematik
<http://www.3sat.de/nano/astuecke/18585/>

Medizinisch-naturwissenschaftliche, ethische und rechtliche Aspekte zur PID
<http://www.drze.de/themen/blickpunkt/pgd>

Medizinisch-naturwissenschaftliche, ethische und rechtliche Aspekte zum Therapeutischen Klonen
http://www.drze.de/themen/blickpunkt/therap_ klonen

Das Embryonenschutzgesetz
<http://www.bmgesundheit.de/rechts/genfpm/embryo/embryo.htm>

Hintergründe/Positionen zur Gentechnik
<http://www.bmgesundheit.de/themen/gen/gen.htm>

Stammzellen aus der Sicht der AAAS (American Association for the Advancement of Science)
<http://www.aaas.org/spp/dspp/sfr1/projects/stem/main.htm>

Humane Embryonale Stammzellen: Ein technischer Überblick
<http://www.ultranet.com/~jkimball/BiologyPages/H/HumanEScells.html>

Die DFG zur Stammzelldiskussion
http://www.dfg.de/aktuell/stellungnahmen/dokumentation_1.html

Das Weiße Haus zum Thema Embryonale Stammzellen
<http://www.whitehouse.gov/news/releases/2001/08/20010810.html>

Anzeige

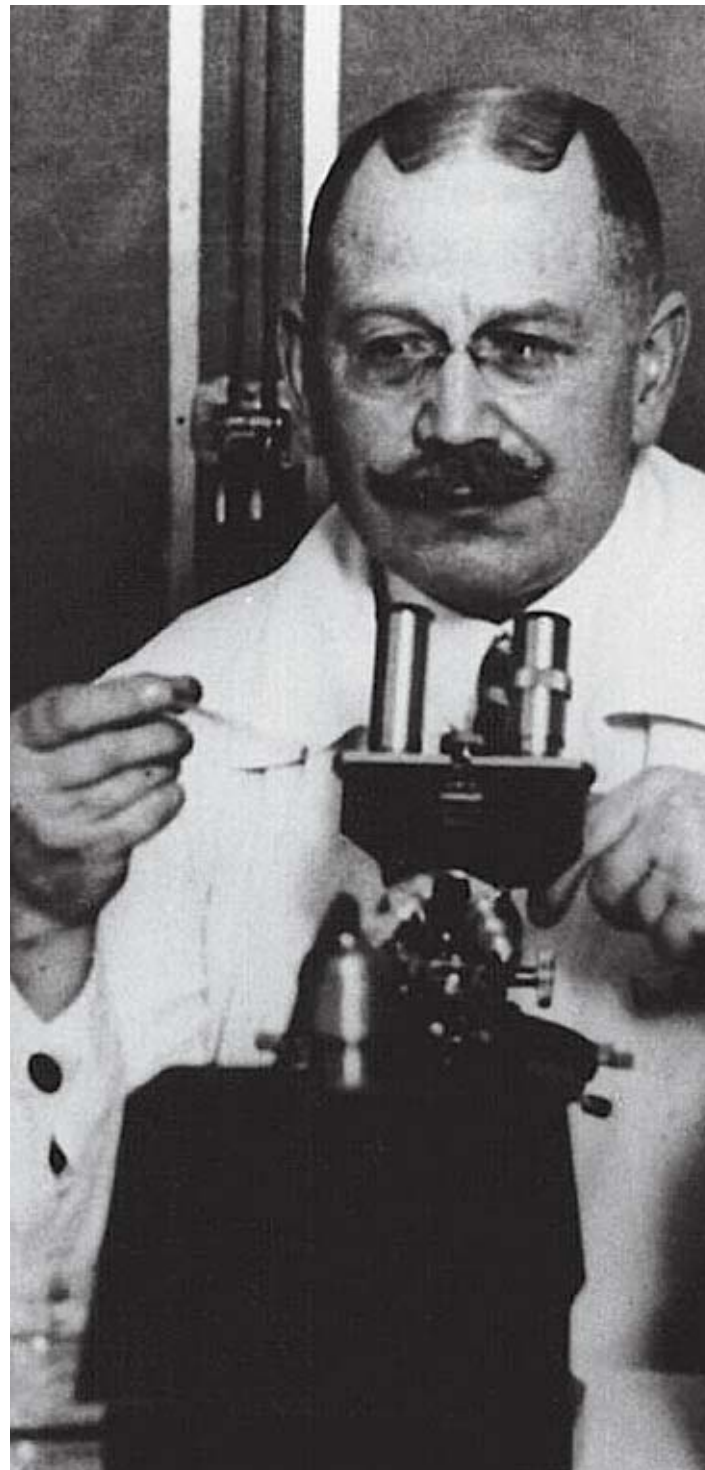
WERBUNG

Adulte Stammzellen: Fakten und Visionen

Grundlagenforschung und Therapieansätze

von Hans Martin und Dieter Hoelzer

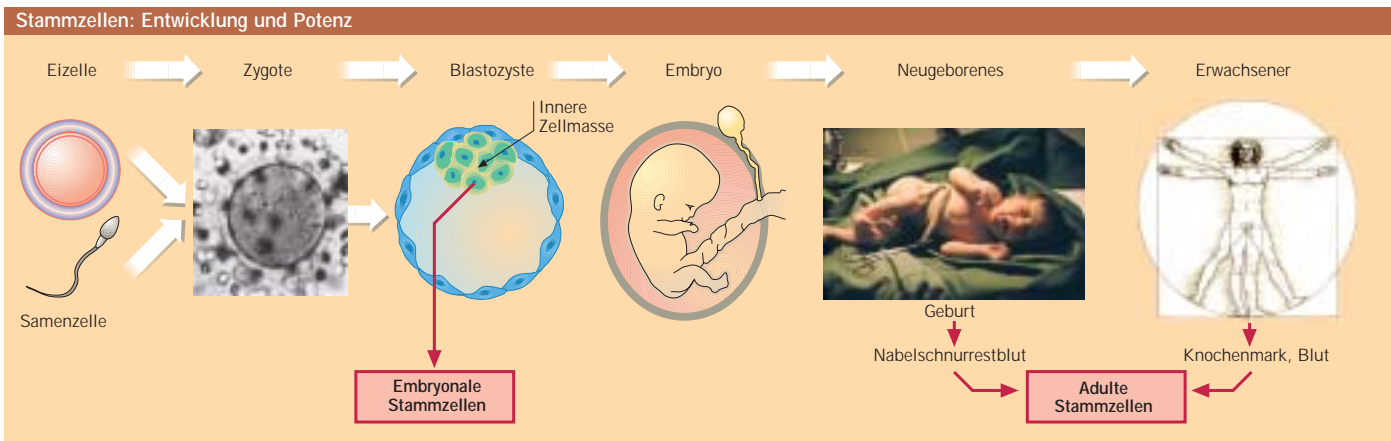
In der gegenwärtigen ethischen Debatte werden adulte Stammzellen als Alternative zu embryonalen Stammzellen »gehandelt«. Die Forschung an adulten Stammzellen und ihre therapeutische Verwendung gilt derzeit als ethisch unproblematisch. Außerdem hegen viele Wissenschaftler und Ärzte die Hoffnung, dass therapeutische Konzepte mit adulten Stammzellen genauso gut oder sogar besser zu verwirklichen sind. In diesem Beitrag werden die Merkmale von adulten Stammzellen, das heißt allen Klassen von Stammzellen, die nicht von Embryonen stammen, vorgestellt. Am besten erforscht und therapeutisch am längsten genutzt sind die blutbildenden oder hämatopoetischen Stammzellen. Deshalb lassen sich die wesentlichen Eigenschaften und die Bedeutung von Stammzellen für den Organismus am Beispiel der Blutbildung sehr gut erläutern.



1 Der russische Forscher Alexander Maximow hat Stammzellen im Jahr 1909 als erster beschrieben.

Die Existenz von Stammzellen wurde erstmals von dem russischen Histopathologen Alexander Maximow postuliert. Ausgehend von scharfsinnigen morphologischen Untersuchungen zur embryonalen Entwicklung des blutbildenden Systems entwarf er ein in den Grundzügen noch heute gültiges Konzept zur Rolle von Stammzellen bei proliferierenden und differenzierenden Zellsystemen. Er publizierte es im Jahr 1909 unter dem Titel

»Der Lymphozyt als gemeinsame Stammzelle der verschiedenen Blutelemente in der embryonalen Entwicklung und im postfetalen Leben der Säugetiere« 1. Erst Anfang der 1960er Jahre wurden Kultursysteme entwickelt, die es erlaubten, die Bedeutung von Stammzellen in der Physiologie des blutbildenden Systems *in vitro* und tierexperimentell zu erforschen. Ein hierarchisch strukturiertes Differenzierungskonzept der Hä-



2 Herkunft von embryonalen und adulten Stammzellen. Embryonale Stammzellen werden aus der inneren Zellmasse einer Blastozyste gewonnen. Unter adulten Stammzellen versteht man alle Stammzellen, die aus Nabelschnurrestblut, Blut oder Knochenmark eines Neugeborenen, eines Kindes oder eines Erwachsenen gewonnen werden können.

matopoese entstand. Die verschiedenen ausdifferenzierten, aber nicht mehr teilungsfähigen Blutzellen entwickeln sich aus multipotenten Stamm- und Vorläuferzellen, die ihrerseits von pluripotenten Stammzellen abstammen. Für die Proliferation (Teilungsfähigkeit) und Differenzierung von Stammzellen sind eine Reihe von definierten hämatopoetischen Wachstumsfaktoren sowie das umgebende Stroma (nichtblutbildende Zellen) im Knochenmark essentiell, wie weitere Untersuchungen ergaben. Andere Gewebe und Organe mit selbsterneuernden Zellsystemen, die von organspezifischen Stammzellen ausgehen, sind zum Beispiel die Haut, die Schleimhäute und die Muskulatur. Im Gegensatz zu embryonalen Stammzellen leiten sich adulte Stammzellen von einem ausdifferenzierten Organismus her; dazu zählen nicht ausschließlich Erwachsene, wie das Wort »adult« zunächst impliziert, sondern auch Kinder und sogar Neugeborene (Stammzellen aus Nabelschnurrestblut) 2.

Hämatopoetische Stammzellen und Blutbildung

Die reifen Zellen des Blutes sind hochspezialisiert und haben eine begrenzte Lebensdauer von einigen Tagen bis Wochen. Sie müssen ständig in großer Zahl im Knochenmark neu gebildet werden. Dabei beträgt die tägli-

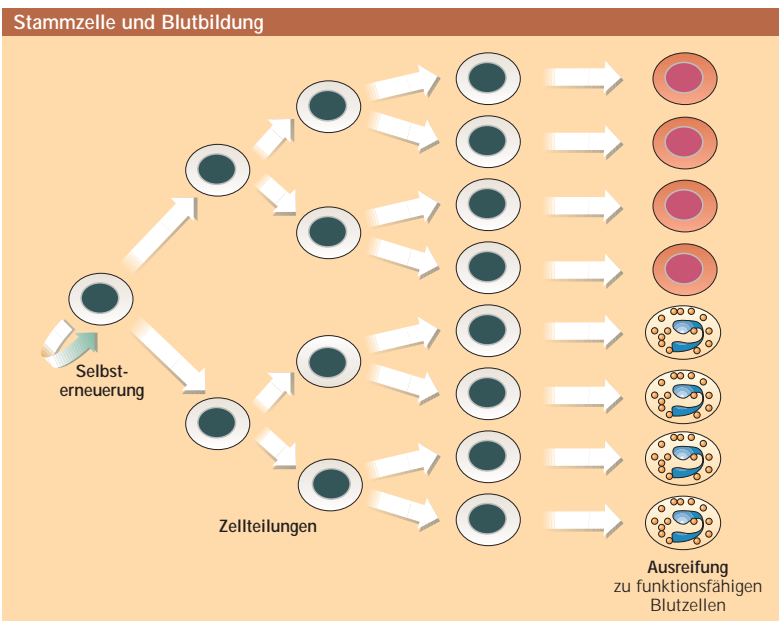
che Produktion bei einem erwachsenen Menschen etwa 200 Milliarden rote Blutkörperchen, 120 Milliarden weiße Blutkörperchen und 150 Milliarden Blutplättchen. Bei den meisten Zellen, die beim mikroskopischen Blick ins Knochenmark zu sehen sind, handelt es sich um unmittelbare Vorstufen von reifen Blutzellen, die selber nur sehr begrenzt oder nicht mehr teilungsfähig sind. »Quelle« der Zelle Neubildung sind die hämatopoetischen Stammzellen.

Nach einer (Hochdosis-)Chemotherapie sterben die meisten blutbildenden Zellen im Knochenmark. Das Knochenmark leert sich; übrig bleiben lediglich einige Bindegewebszellen. Nach ein bis drei Wochen regeneriert sich die Blutbildung vollständig aus den überlebenden hämatopoetischen Stammzellen. Wird die Chemotherapie oder Bestrahlung so intensiviert, dass auch diese zerstört werden, kann sich die Blutbildung im Knochenmark nur durch die Übertragung von hämatopoetischen Stammzellen eines passenden Spenders (Knochenmarkstransplantation) oder eigenen eingefrorenen Stammzellen »erholen«. Während der Regeneration entstehen aus einer übertragenen Zelle mehr als zehn tausend neue blutbildende Zellen.

Eigenschaften von Stammzellen: Selbsterneuerung, Proliferation und Ausreifung

Stammzellen eines Zellerneuerungssystems wie die Hämatopoese besitzen drei wesentliche Eigenschaften 3. Die Fähigkeit zur Selbsterneuerung (Selbstreplikation) bedeutet, dass nach der Teilung einer Stammzelle mindestens eine der beiden Tochterzellen die volle Stammzellpotenz der Mutterzelle behält, während die andere für die nachfolgende Teilung und Ausreifung zur Verfügung steht. Sie stellt sicher, dass sich Stammzellen nicht insgesamt verbrauchen, sondern – gemessen an der Lebenszeit eines Individuums – als unerschöpfliche Quelle für nachfolgende Zellteilungen erhalten bleiben. Die Fähigkeit zur Proliferation bedeutet, dass sich Stammzellen und deren Tochterzellen durch eine Vielzahl von aufeinanderfolgenden Teilungen umfangreich vermehren können. Die Fähigkeit zur Differenzierung stellt si-

3 Charakteristika von Stammzellen am Beispiel der Blutbildung. Die charakteristischen Eigenschaften von Stammzellen sind das Potenzial zur Selbsterneuerung, Proliferation und Differenzierung.



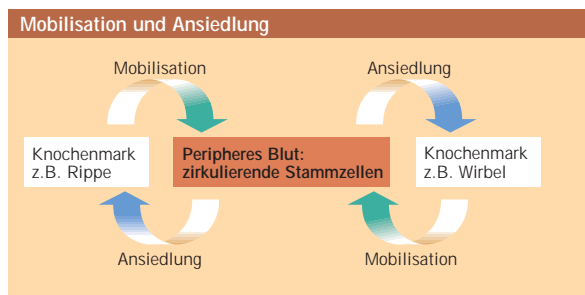
cher, dass Tochterzellen von Stammzellen zu funktionsfähigen Endzellen ausreifen können.

Stammzellquellen: Knochenmark und peripheres Blut

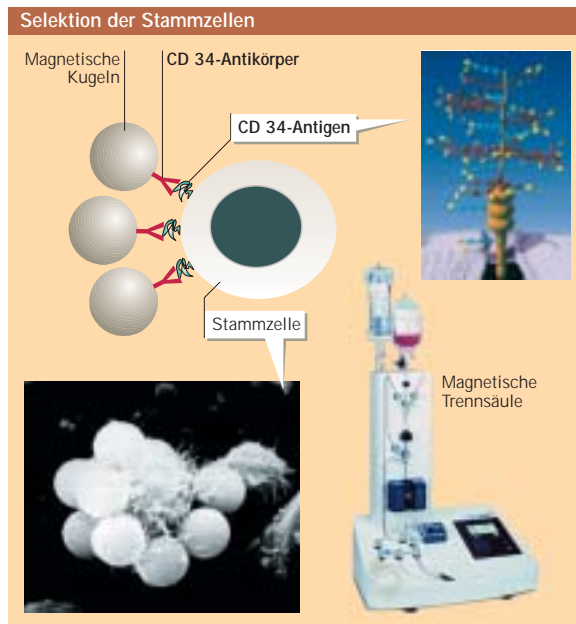
Hämatopoetische Stammzellen finden sich in erster Linie im Knochenmark. Sie können durch Knochenmarkpunktion für diagnostische oder therapeutische Zwecke gewonnen werden. Für eine Knochenmarkstransplantation wird unter Vollnarkose etwa ein Liter einer mit Blut vermischten Knochenmarkszellsuspension entnommen. Die Stammzellen machen dabei weniger als ein Prozent der gewonnenen Zellen aus. Unter natürlichen Bedingungen zirkuliert nur ein sehr kleiner Anteil der Stammzellen im peripheren Blut. Durch die Gabe von hämatopoetischen Wachstumsfaktoren werden die Stammzellen aus dem Knochenmark ins Blut freigesetzt. Ihre Zahl im Blut erhöht sich dadurch um das Zehn- bis Hundertfache. Diesen Prozess nennt man Stammzell-Mobilisation **4** **5**.

Stammzellen im Nabelschnurrestblut

Die Konzentration von zirkulierenden Stammzellen ist im Blut von Neugeborenen viel höher als bei einem Erwachsenen. Bei jeder Geburt sind nach dem Abnabeln noch etwa 50 bis 100 Milliliter des Neugeborenenblutes in Nabelschnur und Plazenta vorhanden. Dieses Nabelschnurrestblut, das normalerweise verworfen wird, kann durch Auspressen unter sterilen Bedingungen gesammelt und als Stammzelltransplantat eingesetzt werden. Die Zahl der Stammzellen im Nabelschnurrestblut entspricht dem Bedarf eines Kindes, zum Beispiel wenn dessen eigene Stammzellpopulation auf Grund einer Chemotherapie oder einer Erkrankung zerstört ist. Deshalb werden Nabelschnurblutpräparate gesammelt und für Transplantationszwecke in speziellen Nabelschnurzellbanken aufbewahrt (<http://www.ma.uni-heidelberg.de/inst/iti/nsb.html> und <http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/MedFak/KMSZ/>). Bisher wurden weltweit etwa 600 Nabelschnurblutpräparate in Patienten mit hämatologischen Erkrankungen transplantiert. In der Regel sind Empfänger und Spender nicht verwandt, sondern auf



4 Hämatopoetische Stammzellen befinden sich überwiegend im Knochenmark. Nur ein sehr kleiner Anteil zirkuliert auch im Blut. Zwischen den einzelnen Knochen werden sie über das zirkulierende Blut ausgetauscht. Durch die Gabe von hämatopoetischen Wachstumsfaktoren werden Stammzellen aus dem Knochenmark ins Blut freigesetzt. Dadurch erhöht sich ihre Zahl auf das Zehn- bis Hundertfache. Diesen Vorgang nennt man Mobilisation. Umgekehrt finden hämatopoetische Stammzellen aus dem Blut ihren Weg zurück ins Knochenmark. Andere Stammzellen siedeln sich in ihre organspezifischen Umgebung an. Dies bezeichnet man als Homing.



5 Selektion von hämatopoetischen Stammzellen mit Hilfe von CD34-Antikörper und magnetischen Mikrokugeln. Es gibt verschiedene Techniken zur Reinigung von Stammzellen. Bei einer der Methoden wird die Ausprägung eines bestimmten Proteins auf der Oberfläche der Stammzellen ausgenutzt, das so genannte Oberflächen-Antigen CD34. Dieses Antigen wird nur auf Stammzellen und noch teilungsfähigen Progenitorzellen gebildet. Die Aufreinigung erfolgt entweder über einen an magnetische Mikrokugeln gekoppelten CD34-Antikörper oder über magnetische Trennsäulen.

Grund von Gewebemerkmalen (HLA-Antigen) als gut übereinstimmend ausgewählt. Daneben gibt es rein kommerziell organisierte Nabelschnurbanken, die werdenden Eltern anbieten, das Nabelschnurblut ihres Kindes nach der Geburt einzufrieren und für den »Fall der Fälle« aufzubewahren. Für welche »Fälle« ist nicht wirklich klar, da Stammzellen auch in späteren Lebensphasen aus dem Knochenmark oder Blut gewonnen werden könnten. Bei den Erkrankungen, bei denen eine Stammzelltransplantation nötig ist, ist es unter dem Kosten-Nutzen-Aspekt viel günstiger, erst bei Bedarf adulte Stammzellen vom Patienten selbst oder von einem passenden (allogenen) Spender zu gewinnen. Insofern ist das jahrzehntelange Aufbewahren von Nabelschnurrestblut eine reichlich spekulative Investition.

Quo vadis: das Differenzierungspotenzial von hämatopoetischen Stammzellen

Seit den 1960er Jahren ist aus Tierexperimenten bekannt, dass sich aus einer einzigen hämatopoetischen Stammzelle alle Zellreihen der Hämatopoese (Granulozyten, Monozyten und Makrophagen, Erythrozyten, Thrombozyten) und des Immunsystems (T-Lymphozyten und B-Lymphozyten) entwickeln können. Eine solche Stammzelle wird als pluripotente hämatopoetische Stammzelle bezeichnet. Die Tochterzellen von pluripotenten Stammzellen, die den Weg der Proliferation einschlagen, verlieren ihre Entwicklungspotenz wahrscheinlich schrittweise. Sie werden zunächst als determinierte Stammzellen und mit weiterer Einschränkung des Differenzierungspotenzials schließlich als hämatopoetische Progenitorzellen bezeichnet.

Bis vor kurzem glaubte man, dass die Differenzierungspotenz von hämatopoetischen Stammzellen auf Zellen des Blutes und Immunsystems beschränkt sei. In

den letzten Jahren wurde dieses Dogma sowohl durch Tierexperimente als auch durch Untersuchungen an transplantierten Patienten widerlegt. Bei Patienten, die wegen einer hämatologischen Erkrankung mit Knochenmark- oder peripheren Blutstammzellen von einem allogenen Spender transplantiert wurden, sind vom Spender abstammende, ausdifferenzierte Zellen bei sehr genauer Untersuchung auch in anderen Organen als dem blutbildenden System zu finden. Die Herkunft von ausdifferenzierten Zellen kann man anhand der Geschlechtschromosomen nachweisen, wenn sich Spender und Empfänger im Geschlecht unterscheiden. So wurden bei weiblichen Patienten sowohl in Leberzellen als auch in Epithelzellen der Haut und des Darms Y-Chromosomen gefunden, wenn die transplantierten Blutstammzellen von einem männlichen Spender stammten. Im Tierexperiment differenzieren sich Blutstammzellen darüber hinaus zu Herzmuskel- oder Muskelzellen.

Transplantation von hämatopoetischen Stammzellen

Die Transplantation von hämatopoetischen Stammzellen ist ein seit Jahrzehnten etabliertes Therapieverfahren bei ausgewählten Patienten, die an einer meist bösartigen Erkrankung des blutbildenden oder lymphatischen Systems leiden (Leukämie, Lymphom, Multiples Myelom). Dabei handelt es sich um eine sehr aufwändige, komplexe und auch nicht ganz ungefährliche Therapie, mit der die Heilungschancen für die genannten Patientengruppen wesentlich verbessert werden konnten. In der Therapie von bösartigen Erkrankungen geht der Transplantation immer eine sehr intensive Chemotherapie und/oder eine Ganzkörperbestrahlung voraus, mit der die Tumorzellen zerstört werden sollen. Die im Körper des Patienten verbliebenen hämatopoetischen Stammzellen gehen durch die intensive zytotoxische Therapie ebenfalls zugrunde und werden anschließend

durch transplantierte Stammzellen ersetzt. Diese können dem Patienten selbst vor der Behandlung vorsorglich aus dem Blut oder Knochenmark entnommen worden sein (autologe Transplantation), von einem HLA-identischen Geschwister (allogene Transplantation) oder von einem nicht verwandten HLA-identischen Fremdsender stammen. Die Stammzelltransplantate werden dem Patienten mit Hilfe eines intravenösen Katheters übertragen. Über den Blutkreislauf finden die Stammzellen ihren Weg ins Knochenmark, siedeln sich dort an und fangen an, sich zu teilen. Die selektive Ansiedelung wird über Adhäsionsmoleküle und Zytokine vermittelt und als »Homing« bezeichnet. Nur in der Knochenmarkmatrix können die hämatopoetischen Stammzellen proliferieren und zu blutbildenden Zellen ausdifferenzieren. Innerhalb von zwei bis drei Wochen vervielfältigen sich die transplantierten Stammzellen etwa zehntausendfach und regenerieren damit eine komplett neue Blutbildung.

In Europa wurden bereits über 120 000 und weltweit rund 250 000 Patienten mit einer Transplantation von hämatopoetischen Stammzellen behandelt. Seit 1990 führt auch das Klinikum der Johann Wolfgang Goethe-Universität solche Transplantationen durch – an bisher etwa 500 Patienten.

Differenzierungsplastizität von Stammzellen

Transplantierte Knochenmarkszellen oder durch Zytokine mobilisierte hämatopoetische Stamm- und Progenitorzellen können sich zu Muskel-, Herzmuskel-, Leber-, Hirn-, verschiedenen Epithel- oder Endothelzellen entwickeln. Für die Potenz einer organspezifischen Stammzelle, sich je nach Umgebung zu Zellen eines anderen Organsystems zu entwickeln, wurde der Begriff Stammzell-Plastizität geprägt. Den Prozess der Differenzierung in ein anderes Zellsystem bezeichnet man als Transdifferenzierung. Eine elementare Rolle für die Differenzie-

Die Autoren



Prof. Dr. Dieter Hoelzer, 63, (rechts) begann mit seinen Forschungen an normalen und leukämischen hämatopoetischen Stammzellen bei Professor Dr. Theodor M. Fliedner

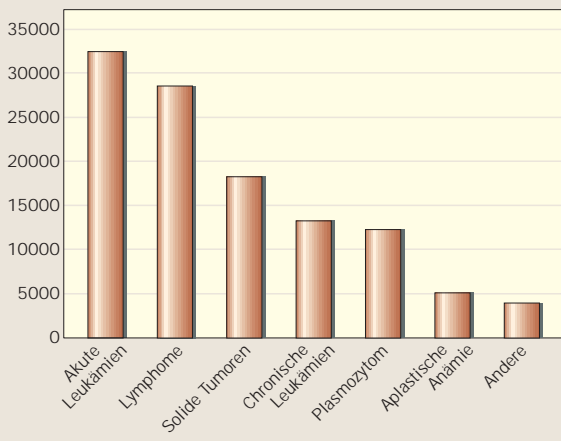
an der Universität Freiburg und führte seine wissenschaftliche Arbeit am Brookhaven National Laboratory und später am Kanematsu Memorial Institute in Sydney fort. Er habilitierte sich 1973 für Klinische Physiologie und 1978 für Innere Medizin. Seit 1984 ist er Direktor der Medizinischen Klinik III am Universitätsklinikum Frankfurt. Sein klinischer Forschungsschwerpunkt ist die Therapie der akuten lymphatischen Leukämie (ALL). Er leitet die deutsche multizentrischen Therapiestudie für die

ALL des Erwachsenen, an der etwa 100 Kliniken teilnehmen. Er wurde mit vielen Preisen ausgezeichnet, darunter dem Johann-Georg-Zimmermann-Preis für Krebsforschung 1997, dem Deutsche Krebshilfe Preis 1998 und dem Excellency Achievement Award 1999. Er hielt Gastprofessuren am Cedars Sinai Medical Center in Los Angeles sowie dem Johns Hopkins Hospital in Baltimore. Zur Zeit ist er Vize-Präsident der European School of Haematology und Präsident der European Haematology Association.

Privatdozent Dr. Hans Martin, 47, studierte Medizin an der Universität Ulm und promovierte dort bei Prof. Dr. Theodor M. Fliedner mit einer Arbeit über die Anreicherung hämatopoetischer Stammzellen aus dem peripheren Blut des Menschen. Von 1983 bis 1985

arbeitete er an der MRC Leukemia Unit der Royal Postgraduate Medical School in London. Von 1985 bis 1989 war er wissenschaftlicher Assistent in der Medizinischen Klinik V der Universität Heidelberg, wo er neben seiner Facharztweiterbildung in der Heidelberger Transplantationsgruppe arbeitete. Im April 1989 wechselte er zu Dieter Hoelzer an die Medizinische Klinik III der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Hier baute er die Einheit für Knochenmark- und Stammzelltransplantation auf, die er als Oberarzt leitet. Sein wissenschaftlicher Schwerpunkt ist die Weiterentwicklung von Transplantationsverfahren bei Patienten mit akuten Leukämien. Für seine wissenschaftlichen Arbeiten zu hämatopoetischen Stammzellen wurde er 1984 mit dem Ludolf-Krehl-Preis und 1995 mit dem Fritz-Acker-Preis ausgezeichnet.

Erkrankungen, bei denen Stammzell-Transplantationen in Europa durchgeführt werden.



6 In Europa wurden bereits über 120 000 und weltweit rund 250 000 Patienten mit einer Transplantation von hämatopoetischen Stammzellen behandelt. Seit 1990 führt auch das Universitätsklinikum Frankfurt solche Transplantationen durch – an bisher etwa 500 Patienten.

Die Transdifferenzierung und Transdifferenzierung spielt das jeweils umgebende organspezifische Stroma 7: Im Knochenmark entwickeln sich die hämatopoetischen Stammzellen immer zu blutbildenden Zellen; ihre Transdifferenzierung zu Leberzellen wurde bisher nur in Lebergewebe, aber nicht im Knochenmark oder anderen Geweben beobachtet, die Entwicklung zu Herzmuskelzellen nur im Herzmuskelgewebe.

Interessanterweise entwickeln sich Spenderstammzellen in einem Tiermodell mit einem künstlich erzeugten Herzinfarkt fast ausschließlich im Infarktbereich zu Herzmuskelzellen und nicht im intakten Herzmuskelgewebe. Bislang ist die Wechselwirkung zwischen Stroma und Differenzierung für die Hämatopoese am besten erforscht. Für bestimmte Regulationsschritte ist ein direkter Zellkontakt der Stammzellen zu umgebenden Stromazellen erforderlich. Andererseits sind eine ganze Reihe von stimulierenden oder hemmenden Zytokinen beziehungsweise hämatopoetischen Wachstumsfaktoren bekannt, die in einem komplexen Regulationsnetzwerk zusammenwirken. Über das Netzwerk von Faktoren, die zur Transdifferenzierung von hämatopoetischen Stammzellen in nicht-hämatopoetischem Gewebe führt, ist nur wenig bekannt. Sie wird durch jüngste Befunde allerdings immer mehr untermauert. Umgekehrt werden Berichte mehr und mehr angezweifelt, wonach sich nicht-hämatopoetische Stammzellen zu blutbildenden Zellen entwickeln können.

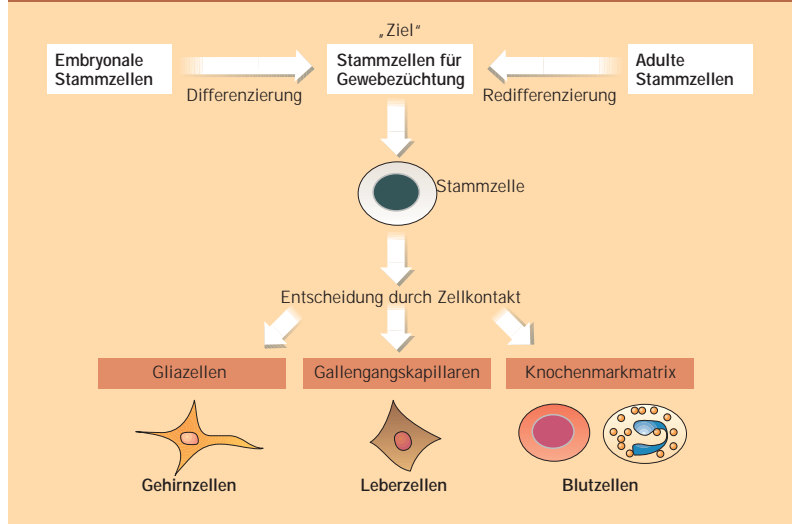
Beginn eines neuen Zeitalters

In den letzten zwei bis drei Jahren haben sich überraschende Ansätze zur therapeutischen Anwendung von Stammzellen in anderen Organen als der Hämatopoese entwickelt, die sich zuvor noch niemand so vorstellen konnte. Insgesamt befinden sich alle Therapieansätze in einer frühen Phase. Am weitesten fortgeschritten in Tiermodellen und in ersten klinischen Versuchen ist die Entwicklung von Vorläuferzellen und Stammzellen zu Endothel- und Herzmuskelzellen (siehe Beitrag »Stammzellen in der Kardiologie« von Stefanie Dimmeler und Andreas Zeiher, Seite 51).

Die Stammzellforschung ist in ein aufregendes, neues Zeitalter gestartet. Die neu entdeckte Plastizität von adulten Stammzellen führt in der öffentlichen Wahrnehmung zu der Erwartung, dass hämatopoetische Stammzellen eines Tages für die Gewebezüchtung oder den Organersatz herangezogen werden können, ohne zu ethischen Konflikten zu führen, wie dies bei der Verwendung von embryonalen Stammzellen der Fall wäre. Bei Knochenmark, Blutbildung und Immunsystem ist der Organersatz durch Stammzellen seit Jahrzehnten schon klinische Realität, bei anderen Organen eine bisher nur durch Tierexperimente mehr oder weniger gestützte Vision. Viele grundlegende physiologische Fragen zu den Mechanismen der Transdifferenzierung von adulten Stammzellen sind noch offen. In der Kardiologie ist der Weg zu ersten klinischen Versuchen schon beschritten. Allerdings lässt sich noch nicht abschätzen, wie weit der Weg der Forschung sein wird, bis Patienten in der klinischen Routine davon profitieren.

Bei der potenziellen Umsetzung von therapeutischen Visionen haben adulte Stammzellen gegenüber embry-

Stammzellen für die therapeutische Gewebezüchtung



7 Stammzellen und die Bedeutung des Stromas für die therapeutische Gewebezüchtung. Stammzellen können sich je nach Umgebung in unterschiedliche Richtungen entwickeln. Eine elementare Rolle spielt das organspezifische Stroma. Im Knochenmark entwickeln sich die hämatopoetischen Stammzellen immer zu blutbildenden Zellen, während sie im Stroma von anderen Organen zum Beispiel zu Leber- oder Muskelzellen differenzieren können.

nalen Stammzellen neben dem ethischen Aspekt noch zwei weitere Vorteile. Zum einen können sie in relativ großer Zahl aus Knochenmark und peripherem Blut gesammelt werden, während embryonale Stammzellen jeweils nur in sehr begrenzter Zahl zu gewinnen wären. Für die »Züchtung« zu einem ganzen Organ – die vollständige Hämatopoese besteht zum Beispiel aus rund 10^{11} bis 10^{12} Zellen – könnte dies einen entscheidenden Zeitvorteil bedeuten.

Der zweite Vorteil liegt im Überwinden von immunologischen Barrieren. Deswegen sollte sowohl die Grundlagenforschung als auch die angewandte Forschung an adulten Stammzellen gefördert und die Entwicklung der nächsten Jahre kritisch und gespannt verfolgt werden. ♦

Ethische Bewertung der Stammzellforschung

Welchen Status hat der Embryo?

von Matthias
Lutz-Bachmann



Besitzt der Embryo die gleiche moralische Qualität und Würde wie der geborene Mensch? Hat er einen rechtlichen Schutzanspruch? Wer seriöse und fundierte Antwort auf solch elementare ethische Fragestellungen der Stammzellforschung sucht, sollte die Quelle sorgfältig prüfen; denn häufig verbergen sich hinter dem Etikett »Ethik« lediglich gesellschaftliche Gruppeninteressen. Dagegen versuchen die Philosophie und andere Wissenschaften, die sich mit den normativen Fragen nach dem für den Menschen Guten befassen, eine umfassende Betrachtung und Abwägung.

Noch bis vor kurzem nur wenigen als Begriff bekannt, bezeichnet die »Stammzellforschung« heute ein viel diskutiertes Thema in Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit. Aus der Sicht der Naturwissenschaften beschreibt die Stammzellforschung ein komplexes Forschungsfeld, auf dem die Disziplinen Biologie, Humangenetik und Medizin eng zusammenarbeiten. Sie suchen in dieser Kooperation die Entwicklung des vollständigen Organismus des Menschen und insbesondere die Entstehung von differenzierten Zelltypen aus einer fast »alles könnenden«, totipotenten befruchteten Eizelle zu ergründen. Aus dieser Einsicht erhoffen sich die beteiligten Wissenschaften ein besseres Verstehen der Prozesse des menschlichen Lebens, seines Aufbaus, aber auch seines Abbaus in den verschiedenen Formen von Krankheit und Altern. Ob sich allerdings aus den gesuchten Erkenntnissen der Stammzellforschung auch

neue therapeutische Möglichkeiten entwickeln lassen, ist bis heute nicht beantwortet.

Mit der Stammzellforschung am Menschen sind jedoch nicht nur derartige Hoffnungen verbunden, sondern auch Befürchtungen und Kritik. Diese beschränken sich nicht ausschließlich auf mögliche Folgen der Forschung auf dem Gebiet des Klonens; die Forschung stellt selbst eine eminente ethische Herausforderung dar. Denn insofern die zur Forschung benötigten Stammzellen nicht nur aus dem Blut der Nabelschnur von Neugeborenen oder aus dem Organismus von Erwachsenen gewonnen werden (adulte Stammzellen), sondern auch aus fetalen Keimzellen oder aus Blastozysten, diese embryonalen Stammzellen aber nicht ohne die Tötung des Embryos verfügbar sind, sind eine Reihe schwerwiegender ethischer Fragen bereits mit der Stammzellforschung verknüpft. Sie zu beantworten fällt aber nicht in

die Zuständigkeit der Naturwissenschaften, auch nicht in die Kompetenz der Wissenschaftsverwaltung oder der an der möglichen Verwertung der Ergebnisse der Stammzellforschung interessierten Industrie.

Wider die Gefahr einer Instrumentalisierung der Ethik

Mit der Erforschung der embryonalen Zellen des Menschen sind elementare Fragen der moralisch-praktischen Sicht des Menschen und rechtlichen Sicherung seiner Freiheit verbunden, die im Rahmen der Aufgabenverteilung der Wissenschaften in die Zuständigkeit der Philosophie und der anderen wissenschaftlichen Disziplinen fallen, die sich mit den normativen Fragen nach »dem für den Menschen Guten«, nach dem »richtigen Leben« also, beschäftigen. Doch der einfache Verweis auf die Zuständigkeit »der Ethik« greift zu kurz, wenn nicht zugleich darauf geachtet wird, dass sich heute im Namen »der Ethik« jede partikulare Interessensgruppierung zu Wort melden kann. Daher muss gerade in der demokratischen Gesellschaft der Tendenz zu einer Instrumentalisierung der Ethik durch die Vertreter des Marktes oder durch die Interessen der politischen Exekutive mit der Kraft der besseren Argumente öffentlich widersprochen werden. Hier sehe ich eine große Aufgabe gerade für die von Interessensvertretungen jeder Art strukturell zumindest bislang unabhängigen Universitäten.

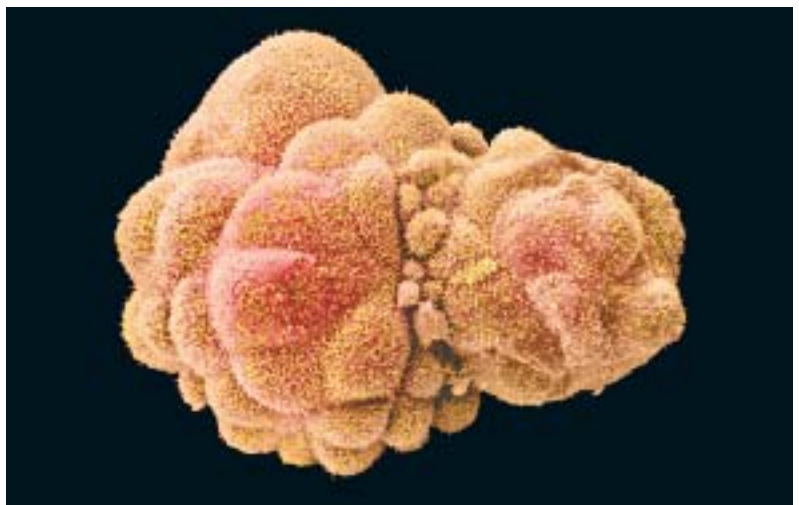
Für eine ethische Bewertung der Erforschung embryonaler Stammzellen sind Fragen wie die folgenden unabweisbar: Besitzt der Embryo die gleiche moralische Qualität und Würde wie der bereits geborene Mensch und kommt ihm aus diesem Grund auch derselbe rechtliche Schutzanspruch zu? Oder muss zwischen dem natürlich erzeugten und dem *in vitro* hergestellten Embryo ethisch unterschieden werden? Verändert die Einnistung (Nidation) des Embryos im Uterus der Mutter seinen moralisch relevanten Status? Und: Gibt es Gründe, die die Tötung von Embryonen für den Zweck der Stammzellforschung rechtfertigen könnten? In diesem Zusammenhang spielt ein konsequentialistisches Argument eine wichtige Rolle. Es geht davon aus, dass ohne »verbrauchende Embryonenforschung« der Medizin vermeintlich bahnbrechende therapeutische Möglichkeiten vorenthalten werden, weshalb zwischen dem Recht des Embryos auf Leben und dem Gut der erhofften Heilung anderer abgewogen werden soll. Zu den ethisch bedeutsamen Fragen gehört auch das Problem, das im Zentrum der rechtspolitischen Debatten des Deutschen Bundestags steht und in der Öffentlichkeit große Aufmerksamkeit erhalten hat: Es ist die Frage nach der Legitimität der Verwendung international vorliegender embryonaler Zell-Linien. Hier muss abgewogen werden, ob eine Forschung an diesem »Material« eine billigende Inkaufnahme der Tötung von Embryonen beinhaltet, und vor allem, ob der Import embryonaler Stammzellen ethisch statthaft oder etwa als ein Anreiz zur fortgesetzten Tötung zu betrachten ist. Und schließlich steht die Frage an, wie die Gewinnung von Stammzellen aus so genannten »überzähligen« Embryonen ethisch, aber auch rechtspolitisch im Blick auf weitere mögliche Folgen eines solchen Schritts zu beurteilen ist. Als »überzählige« Embryonen werden in der aktuellen Diskussion Embryonen im Frühstadium ihrer

Entwicklung bezeichnet, die zunächst mit der Absicht einer Implantation *in vitro* erzeugt wurden, aber aus Gründen seitens der Mutter nicht implantiert werden können. Da eine abschließende Diskussion dieser Fragen hier nicht möglich ist, möchte ich stattdessen versuchen, den Ansatz für eine Beurteilung der ethisch problematischen Forschung an embryonalen Stammzellen des Menschen zu bezeichnen.

Zwischen »Mensch im Werden« und nicht schützenswertem Objekt

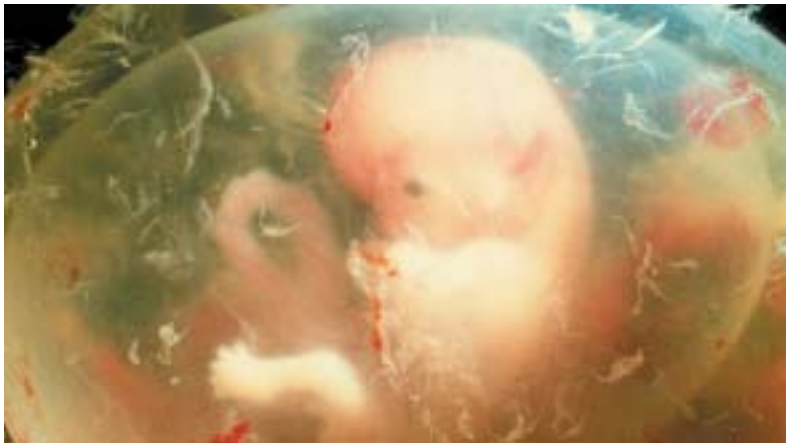
Für eine angemessene Beantwortung der genannten Fragen ist von grundlegender Bedeutung, wie der Status des Embryos ethisch beurteilt wird. Im Blick auf die philosophische Diskussion zu dieser Frage lassen sich drei kontroverse Positionen unterscheiden:

- Die erste Position erkennt dem Embryo eine Schutzwürdigkeit um seiner selbst willen zu und lehnt daher eine Forschungspraxis ab, die zum Zweck der Gewinnung von embryonalen Stammzellen auf die planvolle Herstellung und Tötung von Embryonen setzt. Diese Position sieht im Embryo nicht einen bloßen Zellhaufen oder ein unbestimmtes »werdendes menschliches Leben«, sondern einen »Menschen im Werden«, das heißt ein Lebewesen, das bereits alle für den Menschen wesentlichen Anlagen und Eigenschaften besitzt und dessen reale Identität mit dem zu einem späteren Zeitpunkt Geborenen unstrittig ist. Offen scheint bei dieser Position allerdings, wie in bestimmten Grenzfällen, zum Beispiel bei den »überzählig« genannten Embryonen, verfahren werden soll, wenn sichergestellt werden kann, dass diese nicht »unter der Hand« gezielt erzeugt werden, um auf dem Forschungsmarkt der embryonalen Stammzellforschung »weiterverarbeitet« zu werden.
- Die zweite Position erkennt nicht den Embryo als solchen, sondern erst den geborenen Menschen als ein moralisch gleichberechtigtes Subjekt an, dem



ethisch der Charakter der Selbstzwecklichkeit zugesprochen werden muss und das unter den Schutz der Menschenrechte fällt. Erst von der Antizipation eines Konzepts des geborenen Menschen leitet sie rückwärts und auch dann nur graduell für den Embryo eine modifizierte Schutzwürdigkeit ab, die

Blastozyste am sechsten Tag nach der Verschmelzung von Ei- und Samenzelle.



Besitzt ein Embryo (hier in der sechsten Woche) die gleiche Würde ...

sich für sie aus dem stufenweisen Prozess der »Menschwerdung« ergibt. Hierbei nimmt der Zeitpunkt der Einnistung (Nidation) bei einigen Vertretern dieser zweiten Position eine – meist pragmatisch begründete – Schlüsselstellung ein.

- Die dritte Position sieht im Embryo in keiner Hinsicht einen Träger von unveräußerlichen Rechten oder von einem ethisch begründeten Schutzanspruch. Nicht einmal im Blick auf den geborenen Menschen sind die Vertreter dieser Position bereit, einen ethisch begründeten Anspruch auf unbedingte Rechte zu akzeptieren, die sich aus dem Charakter seiner »Würde« oder seiner »Selbstzwecklichkeit« ergeben sollen. Vielmehr wird der rechtsethische Anspruch auf unveräußerliche Rechte systematisch davon abhängig gemacht, dass der Mensch, für den dieser Anspruch begründet werden soll, über bestimmte erworbene Eigenschaften wie etwa ein ausgeprägtes Selbstbewusstsein verfügt oder zumindest ein aktuelles Interesse am Überleben erkennen lässt. Bei dieser Position fallen somit nicht nur menschliche Embryonen, sondern auch Kleinstkinder oder Alzheimer-Patienten im fortgeschrittenen Stadium aus der Gruppe von Lebewesen, denen ein eigenständiges Recht auf Leben und Schutzwürdigkeit zugesprochen werden soll.

Der grundlegende Fehler in der ethischen Argumentation der dritten Position liegt nun darin, dass sie den Anspruch auf unveräußerliche Rechte davon abhängig macht, dass das Lebewesen Mensch bestimmte erworbene Eigenschaften oder doch ein Interesse an diesen Rechten besitzt, zumindest aber andere Personen advokatorisch ein Interesse an seiner Selbsterhaltung geltend machen können. Doch ein solcher Rekurs auf einzelne erworbene Eigenschaften oder »Interessen« ist zu schwach, um ein moralisches »Recht« auf irgendetwas, in welcher Situation auch immer, oder auch nur die Geltung einer »moralischen Regel« zu begründen. »Moralische Regeln« sind anders als politische Gesetze nicht Ergebnis einer Übereinkunft; sie folgen vielmehr aus der geteilten Einsicht in Gründe, die berechtigterweise einen Anspruch darauf erheben, unser Handeln zu bestimmen. Daher sind »moralische Regeln«, aber auch moralisch begründete »Rechte« intersubjektive Ansprüche, die aus einer vorausgesetzten »Berechtigung« oder Einsicht resultieren, der keiner der Beteiligten mit guten Gründen widersprechen kann. Eine erfolgreiche Überprüfung der Frage, ob eine solche »moralische Regel« vorliegt, kann dadurch erfolgen, dass wir aufzeigen können, dass jemand die Geltung dieser Regel nur bestreiten kann, indem er sie für sich bereits voraussetzt. Im Fall des grundlegenden Rechts eines jeden Menschen auf Leben, das heißt auf Unterlassung aller Handlungen anderer, die sein Leben verkürzen oder beeinträchtigen, ergibt sich die Geltung dieses Rechts daraus, dass niemand dieses Recht jemandem absprechen kann, ohne sich selbst zu widersprechen. Das aber heißt, dass alle Menschen dieses Recht in gleicher Weise gegeneinander besitzen. Daraus folgt, dass jeder Mensch allein auf Grund der Tatsache, dass er Mensch ist, das heißt zur Spezies Mensch gehört, dieses grundlegende Recht besitzt.

Die Selbstzwecklichkeit des Menschen und das Verbot seiner bloßen Instrumentalisierung

Die Philosophie Kants hat dieses Verhältnis einer gegenseitigen Anerkennung, die wir einander aus guten

Der Autor



Prof. Dr. Dr. Matthias Lutz-Bachmann, 50, lehrt und forscht seit 1994 am Institut für Philosophie der Universität Frankfurt mit dem Schwerpunkt der Philosophie des Mittelalters und der politischen Philosophie. Seit 1999 ist er zudem geschäftsführender Direktor des Instituts für Religionsphilosophische Forschung an der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Lutz-Bachmann beteiligt sich mit dem Teilprojekt »Die Umbrüche in der Wissenskultur des 12. und 13. Jahrhunderts« an dem 1999 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft errichteten Forschungskolleg »Wissenskultur und gesellschaftlicher Wandel«. In den 1990er Jahren war Lutz-Bachmann vier Mal als James Collins Visiting Professor am Department of Philosophy der

Saint Louis University, St. Louis, USA. Zu seinen jüngsten Publikationen gehören folgende Bücher: Matthias Lutz-Bachmann/James Bohman (Hrsg.), *Weltstaat oder Staatenwelt? Für und wider die Idee einer Weltrepublik*, Frankfurt 2002; Hauke Brunkhorst/Wolfgang Köhler/Matthias Lutz-Bachmann (Hrsg.), *Recht auf Menschenrechte. Menschenrechte, Demokratie und internationale Politik*, Frankfurt 1999; Matthias Lutz-Bachmann (Hrsg.), *Kritische Theorie und Religion*, Würzburg 1997; J. Bohman/Matthias, Lutz-Bachmann (eds.), *Perpetual Peace. Essays on Kant's Cosmopolitan Ideal*, Cambridge/Mass. 1997. Lutz-Bachmann begann seine wissenschaftliche Ausbildung mit dem Studium der Fächer Philosophie, Katholische

Theologie, Politikwissenschaft und Geschichte an den Universitäten Frankfurt und Münster sowie an der Philosophisch-Theologischen Hochschule St. Georgen. 1981 promovierte zum Dr. phil. mit der Dissertation: »Geschichte und Subjekt. Zum Begriff der Geschichtsphilosophie bei Kant und Marx« und 1984 zum Dr. theol. mit der Dissertation »Das Verhältnis von Philosophie und Theologie in den Opuscula Sacra des A.M.S. Boethius«. Seine Habilitationsschrift verfasste Lutz-Bachmann 1987 unter dem Titel »Zum Konzept der Religionsphilosophie bei Max Horkheimer«. 1989 wurde er auf eine C4-Professur an die Freie Universität Berlin berufen und 1994 an die Johann Wolfgang Goethe-Universität.

Gründen als Menschen schulden, mit dem Begriff einer »Würde« ausgedrückt, die jedem Menschen als Mitglied der Menschheit gebührt. Dem Begriff der Würde entspricht bei Kant der Gedanke der Selbstzwecklichkeit eines jeden Menschen, das heißt das Verbot seiner bloßen Instrumentalisierung. Wenn nun aber der Gedanke des Selbstzwecks, den jeder Mensch repräsentiert, ethisch bereits mit der Tatsache verbunden ist, ein Mensch zu sein (was gleichbedeutend ist damit: vernunft- und freiheitsbegabt und daher auch grundsätzlich handlungsbefähigt zu sein), dann scheint es kein plausibles Argument dafür zu geben, den Embryo prinzipiell aus diesem Verhältnis der geforderten Anerkennung auszuschließen. Diese Schlussfolgerung erscheint zwingend, auch wenn zugegeben werden kann, dass dieses Anerkennungsverhältnis im Fall des Embryos für eine gewisse absehbare Zeit einseitig ist. Doch es ist nicht prinzipiell und dauerhaft einseitig und unterscheidet sich daher auch nicht von unserer Beziehung beispielsweise zu Neugeborenen oder zu anderen Pflegebedürftigen.

Daher ist auch die ethische Argumentation der zweiten Position unplausibel, die dem Embryo nur indirekt und über die Antizipation eines künftigen Gesprächspartners vermittelt, rückwirkend und abgestuft eine Schutzwürdigkeit zuerkennt. Dem Embryo muss vielmehr bereits auf Grund zweier Kriterien – seiner biologischen Zugehörigkeit zur Gattung »Mensch« und seiner genetischen Individualität – unmittelbar ein ethisch begründetes Recht auf Leben zugesprochen werden, das nicht durch willkürliche Abstufungen wie etwa den Zeitpunkt der Nidation abgeschwächt werden darf. In dieser Hinsicht hat offensichtlich die erste Position die besten Argumente auf ihrer Seite.

Das von der ersten Position reklamierte Recht auf Leben des menschlichen Embryos ist phänomenal primär bezogen auf den natürlich erzeugten Embryo ab dem Zeitpunkt der Verschmelzung von Ei- und Samenzelle. Im Blick auf den *in vitro* erzeugten Embryo beinhaltet dieses Recht aber keine positive moralische Pflicht, dass andere alles tun müssten, damit der Embryo sich tatsächlich zur vollen Gestalt seines Organismus entwickelt. Es zeigt stattdessen eine reine Unterlassungspflicht an, dass nämlich alle gegen sein Leben, gegen seine Unversehrtheit und gegen seine Entfaltung als Mensch gerichtete Handlungen zu unterlassen sind. Eine Pflicht zur Implantation *in vitro* erzeugter Embryo-



nen aber kann meines Ermessens daraus nicht abgeleitet werden. Wohl aber die Pflicht, dass alles getan wird, um zu verhindern, dass Embryonen *in vitro* hergestellt werden, für die eine Implantation nicht möglich oder nicht vorgesehen ist. Denn es erscheint ethisch unverträglich, Embryonen *in vitro* zu erzeugen, um sie nur zur Gewinnung von Stammzellen zu benutzen. Ein solches Handeln würde grundlegend dem moralphilosophisch gut begründeten Verbot widersprechen, den Menschen, auch den Menschen im embryonalen Stadium seiner Entwicklung, als Mittel für andere Zwecke zu gebrauchen. Mit diesem Argument ist zugleich eine eindeutige ethische Disqualifizierung der »verbrauchenden Embryonenforschung« ausgesprochen.

... wie der geborene Mensch?

Nach dem alten medizinischen Grundsatz: Schaden vermeiden hat Vorrang vor Heilen

Das ethische Verbot einer »verbrauchenden« Embryonenforschung wird auch nicht durch das bereits erwähnte konsequentialistische Argument abgeschwächt, dass durch die Erforschung und den Einsatz gezielt hergestellter embryonaler Zell-Linien eventuell neue Therapien in der Medizin entwickelt werden könnten. Dieselbe ethische Einsicht, die uns heute zur Kritik an einer Praxis führt, in der Embryonen zum Instrument der erhofften Gewinnung neuer Therapien gemacht werden, reflektiert sich bereits im überlieferten ärztlichen Ethos. Es geht davon aus, dass der Imperativ, Schaden zu vermeiden (»nihil nocere!«), einen klaren Vorrang vor dem ärztlichen Heilungsauftrag besitzt. ◆

Anzeige

WERBUNG

Zum Wohl des Kindes?

Präimplantationsdiagnostik
im Spannungsfeld
zwischen Medizin
und Ethik

von Dieter Schäfer

Die Präimplantationsdiagnostik (PID) ist eine besondere Form der vorgeburtlichen Diagnostik. Mit dieser Methode kann ein Embryo bereits nach wenigen Zellteilungen der *in vitro*, also in Zellkultur, befruchteten Eizelle auf Erbkrankheiten und schwere Behinderungen untersucht werden – und zwar vor dem Transfer des Embryos in die Gebärmutter und damit vor dem Eintritt einer Schwangerschaft. Ziel ist es, Eltern zu einem gesunden Kind zu verhelfen, indem nur »gesunde« Embryonen in die Gebärmutter übertragen werden.

Bis heute wurden weit über 400 Kinder geboren, nach deren In-vitro-Zeugung eine PID erfolgte. Weltweit bieten etwa 50 Kliniken diese Methode an. In Deutschland ist es nach dem Embryonenschutzgesetz allerdings verboten, »eine Eizelle zu einem anderen Zweck künstlich zu befruchten, als eine Schwangerschaft der Frau herbeizuführen, von der die Eizelle stammt«. Trotz abweichender Ansichten wird dies überwiegend so interpretiert, dass damit eine PID in Deutschland derzeit nicht zulässig ist und bis heute auch nicht angeboten wird. Vor zwei Jahren veröffentlichte die Bundesärztekammer einen »Diskussionsentwurf zu einer Richtlinie zur Präimplantationsdiagnostik«. Nach dieser Richtlinie wäre eine PID in Deutschland künftig ausschließlich für Paare möglich, für deren Nachkommen ein hohes Risiko für eine bekannte und schwerwiegende, genetisch bedingte Erkrankung besteht.



1 Drei von neun Holzschnitten zur Entwicklung des menschlichen Fetus.

Die ersten Phasen
der Entwicklung menschlichen Lebens

Zahlreiche Zeugnisse belegen, dass die Menschen bereits lange vor unserer Zeitrechnung zutreffende Vorstellungen von den Vorgängen bei der Geburt hatten ^{1, 2/}. Dagegen war das Wissen über die Entwicklung des Menschen im Mutterleib und seine Zeugung noch vor wenigen Jahrhunderten sehr begrenzt 1 2. Heute ist viel über den normalen Verlauf der vorgeburtlichen Entwicklung des Menschen bekannt. Aber erfolgreiche Schwangerschaften sind eher die Ausnahme als die Regel. Weit über die Hälfte aller Schwangerschaften endet vorzeitig. Ursache hierfür sind in erster Linie Chromosomenstörungen des Embryos. Dies ist nicht erstaunlich, denn bei einem gesunden Menschen liegt bei durchschnittlich etwa zehn Prozent der Samenzellen

beziehungsweise 30 Prozent der Eizellen eine Chromosomenanomalie vor. Dennoch weisen nur etwa ein Prozent aller Neugeborenen eine Chromosomenanomalie und etwa drei bis fünf Prozent schwerwiegende Fehlbildungen oder Erbkrankheiten auf. Denn ab der Befruchtung, insbesondere aber im ersten Schwangerschaftsdrittel, findet eine sehr effektive natürliche Selektion statt ^{3/}, die bewirkt, dass sich schwerwiegend geschädigte Embryonen nicht weiter entwickeln. Mit Hilfe des Ultraschalls können heutzutage schon erstaunlich viele Details des Ungeborenen sichtbar gemacht werden **3**. Eine sichere Diagnose ist aber meist erst durch die Untersuchung einer Gewebeprobe der Frucht beziehungsweise des Ungeborenen möglich. Dazu dienen die so genannten invasiven Verfahren der Pränataldiagnostik **4**. Obwohl die PID außerhalb des Mutterleibs vorgenommen wird, ist sie eine Methode der Pränataldiagnostik.

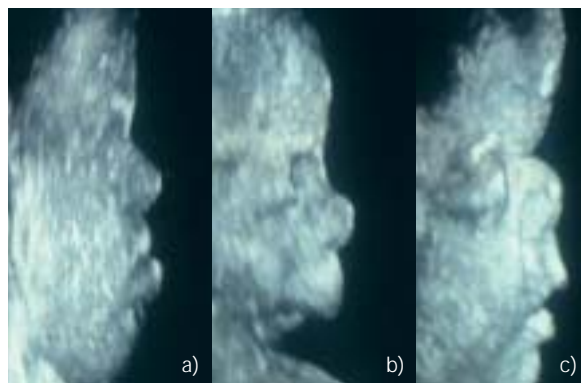
PID und Reproduktionsmedizin

Der Reproduktionsmedizin steht mittlerweile eine ganze Palette von Verfahren zur Verfügung, mit denen eine Schwangerschaft ermöglicht werden kann. Das Spektrum reicht dabei von den verschiedenen Verfahren der Ovulationsinduktion (Eizellreifung; seit etwa 1970) bis hin zur In-vitro-Fertilisierung (IVF; seit 1978) und intracytoplasmatischen Spermieninjektion (ICSI; seit 1992). Immer mehr Phasen des natürlichen Ablaufs der Befruchtung können unterstützt oder ersetzt werden **5** **6**. Zum Beispiel versuchen Mediziner, dem normalerweise im Eileiter erfolgenden »Schlüpfen« des Mehrzellers aus seiner Hülle *in vitro* nachzuhelfen (assisted hatching) und dadurch die immer noch recht bescheidenen Implantationsraten nach IVF/ICSI zu erhöhen ^{4/}. Diese Hülle entsteht nach der Befruchtung aus der Eizelhülle (Zona pellucida) und schützt zunächst die Eizelle vor einer Mehrfachbefruchtung und später den Mehrzeller auf seinem Weg in die Gebärmutter. Um sich dort einnisten zu können, muss er die Hülle allerdings verlassen. Untersuchungen haben gezeigt, dass es bei manchen Paaren möglicherweise deswegen nicht zu einer Einnistung der Frucht nach IVF beziehungsweise ICSI kommt, weil sich der Mehrzeller nicht aus seiner Hülle befreien kann.

Eine künstliche Befruchtung wurde bereits 1770 erstmals versucht: Bei der ersten vaginalen homologen Insemination wurden auf künstlichem Weg Samenzellen des Ehemanns in die Scheide der Frau eingeführt. Die Verwendung von Spendersamen (heterologe Insemination) ist erstmals 1884 dokumentiert. Die PID nutzt die erst jüngst in der Reproduktionsmedizin entwickel-



2 Darstellung eines »Homunculus« im Kopf einer Samenzelle



3 Ultraschall bei a) Down-Syndrom (Trisomie 21), b) Mikro-Retrognathie (Kieferfehlbildung, die als erbliche und nichterbliche Fehlbildung vorkommen kann), c) Apert-Syndrom (erbliches Krankheitsbild mit Fehlbildungen vor allem des Schädels und der Hände).

Pränataldiagnostische Methode	gewonnenes Gewebe	Diagnostik
Chorionbiopsie	Kindliche Plazenta	Chromosomenanalyse Molekulargenetische Analyse
Fruchtwasserpunktion	Fruchtwasserzellen	Chromosomenanalyse Molekulargenetische Analyse Biochemische Analyse
Nabelschnurpunktion	Fetales Blut	Chromosomenanalyse Molekulargenetische Analyse
Fetoskopie	Entnahme verschiedener fetaler Gewebe möglich	Histologie Spezialuntersuchungen
PID	1–2 Blastomere	Chromosomenanalyse Molekulargenetische Analyse

ten Verfahren extrakorporaler Befruchtung **7**. Denn erst die Befruchtung *in vitro* erlaubt den Zugriff auf den frühen Embryo. Sie ist somit sowohl ein Verfahren der Reproduktionsmedizin als auch der Pränataldiagnostik.

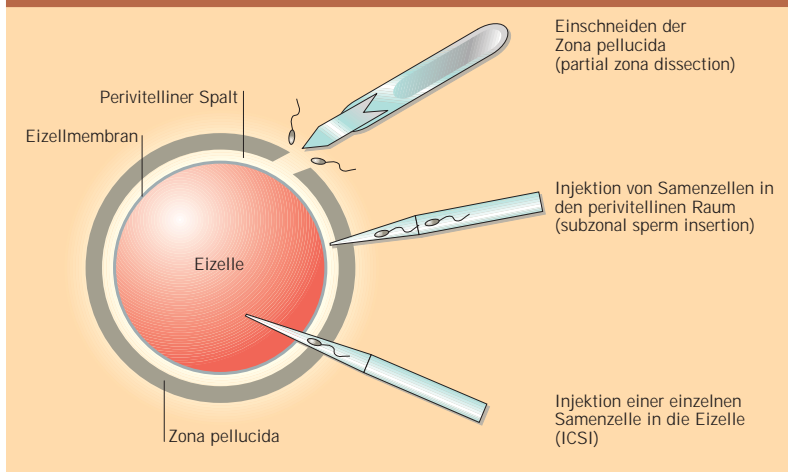
Die umfangreichsten Erfahrungen haben Reproduktionsmediziner bei der In-vitro-Fertilisation gewinnen können. Als erstes Kind wurde 1978 Louise Brown geboren. Sie hat inzwischen bereits eigene Kinder. Zahlreiche Studien zur physischen und psychischen Entwicklung der mittlerweile über 600 000 »IVF-Kinder« lassen bisher kein erhöhtes Risiko für Fehlbildungen,

4 Methoden der Pränataldiagnostik.

Wesentliche Charakteristika von IVF, ICSI und PID	
Normale Befruchtung	<ul style="list-style-type: none"> ● Befruchtung erfolgt im Eileiter ● Samenzellen wandern ohne Unterstützung zur Eizelle ● Samenzelle dringt ohne Unterstützung in die Eizelle ein ● Frucht wandert ohne Unterstützung zur Gebärmutter
IVF	<ul style="list-style-type: none"> ● Befruchtung erfolgt <i>in vitro</i> ● Samenzellen wandern ohne Unterstützung zur Eizelle ● Samenzelle dringt ohne Unterstützung in die Eizelle ein ● Transfer der befruchteten Eizelle oder des Mehrzellers in die Gebärmutter ● Vor allem zur Behandlung weiblicher Fruchtbarkeitsstörungen geeignet
Vorläuferverfahren von ICSI	<ul style="list-style-type: none"> ● Befruchtung erfolgt <i>in vitro</i> ● Samenzellen wird das Eindringen in die Eizelle künstlich erleichtert, z.B. können <ul style="list-style-type: none"> – Teile der Zona pellucida entfernt werden (»partial zona dissection«) – Samenzellen in den perivitellinen Raum verbracht werden (»subzonal sperm insertion«) ● Transfer wie bei IVF ● Vor allem zur Behandlung männlicher Fruchtbarkeitsstörungen entwickelt
ICSI	<ul style="list-style-type: none"> ● Befruchtung erfolgt <i>in vitro</i> ● Einzelne Samenzelle wird direkt in die Eizelle verbracht (»intrazytoplasmatische Spermieninjektion«) ● Transfer wie bei IVF ● Derzeitige Standardbehandlung schwerer männlicher Fruchtbarkeitsstörungen
PID	<ul style="list-style-type: none"> ● Zunächst Befruchtung durch IVF oder ICSI ● Entwicklung der Frucht bis zum Acht- bis Zehn-Zell-Stadium <i>in vitro</i> ● Entnahme von 1 – 2 Zellen (Blastomeren) des Mehrzellers ● Untersuchung dieser Zellen ● Transfer des gewünschten Mehrzellers wie bei IVF

5 Wesentliche Merkmale von IVF, ICSI und PID.

Methoden der assistierten Fertilisation



6 Immer mehr Phasen des natürlichen Ablaufs der Befruchtung können unterstützt werden (ICSI und zwei Vorläufermethoden).

Chromosomenstörungen oder psychische Störungen erkennen ^{5, 6/}.

Das erste Kind nach intrazytoplasmatischer Spermieninjektion (ICSI) wurde 1992 geboren. Daher sind hier die Erfahrungen wesentlich begrenzter. Zahlreiche Studien sind noch im Gange. Trotz einiger gegenteiliger Beobachtungen sprechen die bisher vorliegenden Ergebnisse dafür, dass auch hier wohl keine bedeutende Risikoerhöhung vorhanden ist ^{7/}. Allerdings scheint die Wahrscheinlichkeit für Anomalien der Geschlechtschromosomen von zirka 0,2 auf rund 0,8 Prozent erhöht zu sein ^{8/}. Noch nicht endgültig geklärt ist darüber hinaus die Frage, ob bei der ICSI schädigendes Fremdmaterial in die Eizelle gelangen könnte. Theoretisch ist es zumindest vorstellbar, dass bei der Injektion der Samenzelle unbeabsichtigt Fremdmaterial, zum Beispiel virale Erbsubstanz, aus der direkten Umgebung in die Eizelle eingeschleppt wird. Zudem besteht die Gefahr, dass bei dieser Methode die Zentrosomenfunktion gestört werden könnte. Das Zentrosom ist für die Zellteilung von großer Bedeutung. Würde es bei der Einfüh-

rung der Injektionsnadel mechanisch verletzt, könnte dies zu Störungen der nachfolgenden Zellteilungen und damit zu Chromosomenanomalien führen.

Sowohl die IVF als auch die ICSI sind mit physischen und psychischen Belastungen für das Paar verbunden, insbesondere für die Frau. Dies ist zum einen eine Folge der hormonellen Stimulierung, zum anderen der unangenehmen Punktion der Follikel (Eibläschen) des Eierstocks zur Gewinnung der Eizellen. Diese Belastung konnte inzwischen deutlich reduziert werden. Einerseits durch die Entwicklung verbesserter Stimulationsprotokolle, andererseits dadurch dass eine Follikelpunktion nicht mehr nur durch eine Bauchspiegelung, sondern ultraschallgesteuert und ohne Narkose über die Scheide möglich ist. Das zweite Problem besteht in der erhöhten Mehrlingsrate: Werden drei Embryonen transferiert, ist in etwa 24 bis 27 Prozent der Schwangerschaften mit Zwillingen und in etwa vier bis sechs Prozent mit so genannten »höheren Mehrlingen« (zum Beispiel Drillinge) zu rechnen. Werden nur zwei Embryonen transferiert, reduziert sich die Zwillingsrate zwar nur unwesentlich, höhere Mehrlinge sind aber in weniger als einem Prozent zu erwarten ^{8/}. Das Problem vor allem bei höheren Mehrlingsschwangerschaften ist nicht so sehr die »unerwünscht« hohe Kinderzahl als vielmehr die teils extreme Frühgeburtlichkeit mit allen daraus resultierenden Folgen: Je kürzer die Schwangerschaftsdauer, umso ausgeprägter ist die Unreife der Lunge und desto größer die Gefahr einer Hirnblutung des Frühgeborenen. Zwillinge kommen durchschnittlich lediglich zwei bis vier Wochen, Drillinge bereits etwa sechs bis acht Wochen und höhere Mehrlinge oft sogar 10 bis 15 Wochen vor dem normalen Geburtstermin zur Welt.

Das in der Literatur diskutierte Spektrum für eine PID reicht von klassischen Indikationen einer Pränataldiagnostik wie familiären Erbleiden (familiäre Chromosomenstörungen, monogene Erbleiden) bis zu weitgehend spekulativen Anwendungen (multifaktorielle Erkrankungen). Im Bereich der Forschung wird überlegt, ob die PID nicht auch dazu eingesetzt werden könnte, Risiken und Nutzen des therapeutischen Klonens genauer abzuschätzen ^{9/}. Bislang lassen sich jedoch erst wenige Erkrankungen mit ausreichender Sicherheit diagnostizieren. Eine PID wird daher überwiegend im Rahmen unterstützter Reproduktion aus Sterilitätsgründen vorgenommen, insbesondere zur Chromosomenanalyse wegen eines erhöhten mütterlichen Alters. Zahlreiche Schwierigkeiten und Probleme bedingen, dass eine PID nach wie vor keine Routinediagnostik ist: Eine PID kann nur nach einer In-vitro-Fertilisierung mit allen damit verbundenen Belastungen und Risiken angewendet werden. Weiterhin stehen für die Analyse lediglich ein bis zwei Zellen zur Verfügung. Auch besteht die Gefahr, dass eine Kontamination zum Beispiel mit Spermien, die an der Hülle des Mehrzellers haften, zu falschen Ergebnissen führt. Da das »Zeitfenster« für eine Einnistung nur relativ kurz offen ist, herrscht gleichzeitig ein hoher zeitlicher Druck. Das Einfrieren (Kryokonservierung) der untersuchten Embryonen würde diesen Druck zwar beseitigen, bringt aber andere Nachteile mit sich, etwa die Gefahr so genannter »verwaister« Embryonen und geringere Implantationsraten. Schließlich stehen einer Schwangerschaftsrate von etwa 17 bis 33 Prozent pro Versuch Kosten von etwa 600 bis 4000 Euro pro Zyklus gegenüber ^{10/}.

Auch aus ethischer Sicht sind noch viele Fragen offen: Ist die PID auf dem Weg dazu, ein neues reproduktionsmedizinisches Routineverfahren zu werden? Stellt sie einen weiteren Schritt auf dem Weg zum Klonen des Menschen dar? Wird sie, im Zusammenhang mit embryonalen Stammzellen und therapeutischem Klonen, in absehbarer Zukunft zu therapeutischen Zwecken eingesetzt? Muss sie gar als Tor zur »Optimierung« des Menschen betrachtet werden?

Ethische Gesichtspunkte

Die menschlichen Embryonen sind nicht nur wegen der Stammzellforschung in den Mittelpunkt des öffentlichen Interesses gerückt, sondern auch wegen der PID. Nach Schott ^{/11/} geht es in beiden Fällen letztlich um die Frage, ob menschliche Embryonen unter bestimmten Voraussetzungen getötet werden dürfen. Im ersteren Fall würden zur Gewinnung von Stammzellen Embryonen »verbraucht«, im letzteren Fall geschädigte Embryonen nach genetischer Testung »verworfen«. Nach wie vor wird um die moralische Beurteilung dieses Verfahrens teils heftig gestritten. Während die Bioethik-Kommission des Landes Rheinland-Pfalz zu dem Ergebnis kam, dass die PID unter bestimmten Bedingungen



»ethisch vertretbar und rechtlich zulässig« sei, hat sich die Bundestags-Enquetekommission »Recht und Ethik der modernen Medizin« mit 16 gegen drei Mitglieder in ihrem Abschlussbericht unlängst gegen die Einführung der PID in Deutschland ausgesprochen.

Wie in den übrigen Bereichen der Medizin gelten auch in der Reproduktionsmedizin und Pränataldiagnostik die vier Kernwerte der Medizinethik – Fürsorge, Schadensvermeidung, Autonomie und Gerechtigkeit ^{/12/}. Diese Grundprinzipien kommen dabei in spezifi-

7 Herausziehen einer einzelnen Blastomere aus der Hülle (Zona) des Mehrzellers bei einer PID.

Wann beginnt menschliches Leben?

Wann beginnt menschliches Leben?

- mit der Eizelle/Samenzelle?
- mit der Befruchtung?
- mit der Einnistung?
- nach Abschluss der Organbildung (zirka 12. Schwangerschaftswoche)?
- mit Funktionieren des Nervensystems (zirka 14. Schwangerschaftswoche)?
- mit der Geburt?
- mit der Entwicklung des »Ich«-Bewusstseins?
- mit dem Erwerb der Sprache und des artikulierten Denkens?

Nach der Definition des Embryonenschutzgesetzes spricht man von einem menschlichen Embryo ab dem Zeitpunkt der Verschmelzung der Kerne von Ei- und Samenzelle. Aus wissenschaftlicher Sicht wirft diese Definition allerdings Fragen auf. Denn die genetische Individualität ist bereits im Vorkernstadium festgelegt, das erste Umsetzen des genetischen Programms des neuen Individuums (erste Genexpression) erfolgt jedoch erst im Vier- bis Acht-Zell-Stadium.

Nach der Lehrmeinung der katholischen Kirche ist von einer Beseelung und damit dem Beginn menschlichen Lebens zum Zeitpunkt der Verschmelzung von Ei- und Samenzelle auszugehen. Ab diesem Zeitpunkt kommt der Frucht absoluter Schutz zu.

Innerhalb der evangelischen Konfession finden sich unterschiedliche Argumentationsmodelle. Überwiegend wird zwar auch von der Befruchtung als dem Beginn menschlichen Lebens ausgegangen. Da Menschsein ohne Beziehung jedoch nicht möglich ist, kommt der Einnistung ebenfalls besondere Bedeutung zu. Andere evangelische Positionen halten, auch bei der Frage der PID, eine Güterabwägung für denkbar. Verschiedene Güter (Leben, Gesundheit, Selbstbestimmung, Gleichheit) können zumindest im Prinzip gegeneinander abgewogen werden. Innerhalb der evangelischen Kirche existieren somit durchaus diskrepante Stellungnahmen zur PID. Beispielsweise ist der protestantische Theologe Klaus Tanner einer der drei Befürworter der PID

innerhalb der Bundestags-Enquetekommission »Recht und Ethik der modernen Medizin«.

Nach jüdischem Verständnis besitzt der Mensch ab dem Zeitpunkt der Geburt volle Schutzwürdigkeit, ist jedoch bereits ab der Einnistung mit Respekt zu behandeln. PID und Forschung mit Embryonen vor der Einnistung sind deshalb für Menschen jüdischen Glaubens meist relativ unproblematisch.

Im islamischen Glauben besteht menschliches Leben unstreitig spätestens 120 Tage nach der Befruchtung. Im sunnitischen Islam wird sein Beginn meist auf den 40. Tag nach der Befruchtung, nach anderer Auffassung auf den Zeitpunkt der Befruchtung selbst datiert. Ähnlich wie nach jüdischem Verständnis erhöht die Aufnahme in den »sicheren Ort« der Gebärmutter die Schutzwürdigkeit beträchtlich. In der angelsächsischen Philosophie gibt es eine breite Strömung, die den umfassenden Lebensschutz an das »Personsein« bindet, das Bewusstsein beziehungsweise eigene Interessen voraussetzt. Damit stellt »Personsein« eine empirisch feststellbare geistige Qualität dar, die erworben, aber auch verloren werden kann.

Der Autor



Dr. Dieter Schäfer, 48, studierte in Mainz Biologie sowie in Heidelberg und Mainz Medizin. Die Diplomprüfung in Biologie erfolgte 1981, das Staatsexamen in Medizin

1983, die Promotion in Medizin 1985. Nach seiner Weiterbildung zum Facharzt für Frauenheilkunde und Geburtshilfe an der Universitätsfrauenklinik Frankfurt arbeitete Dieter Schäfer am Institut für Humangenetik des Universitätsklinikums Frankfurt. 1995 wurde er Oberarzt an der humangenetischen Poliklinik. Zwei Jahre später erfolgte die Anerkennung als Facharzt für Humangenetik.

Derzeit leitet Dieter Schäfer ein Forschungsprojekt, das sich im Rahmen des BMBF-Förderkonzeptes »Ethische, rechtliche und soziale Aspekte der Humangenomforschung« mit der Untersuchung von Kommunikationsprozessen und der Bedeutung unterstützender Medien im Bereich der genetischen Beratung befasst. Dieter Schäfer ist als Mitglied des Deutschen Konsortiums für erblichen Brust- und Eierstockkrebs der Deutschen Krebshilfe mitverantwortlich für die genetische Beratung. Er ist Gründungsmitglied des Forums für Ethik in der Medizin Frankfurt am Main und Mitglied der Beratungskommission Gentechnik und Biotechnologie der Evangelischen Kirche Hessen-Nassau.

scher Weise zum Tragen: Die Vermeidung der Weitergabe von schwerwiegenden Beeinträchtigungen an die Nachkommen, die rechtzeitige Behandlung von erkannten kindlichen Beeinträchtigungen, die frühzeitige Einstellung auf nicht behandelbare kindliche Beeinträchtigungen und die Beseitigung von belastender Ungewissheit und Angst bei den künftigen Eltern wären dem Fürsorgeprinzip zuzuordnen. Gleichzeitig erfordert es das Prinzip der Schadensvermeidung, die mit diesen Methoden verbundenen Risiken für alle Betroffenen so klein wie möglich zu halten. Hierunter fallen nicht nur rein medizinische Risiken, sondern auch unerwünschte Auswirkungen in anderen Bereichen wie Diskriminierung und Stigmatisierung. Weiterhin muss die Autonomie aller Beteiligten gewahrt werden, was nur auf der Basis einer wirklich informierten Einwilligung (»infor-

med consent«) möglich ist. Und schließlich darf der Aspekt der Gerechtigkeit nicht zu kurz kommen, was vor allem bedeutet, dass medizinische (und zum Beispiel nicht finanzielle) Kriterien Vorrang bei der Zuteilung der spezifischen Ressourcen haben müssen.

Im Bereich der Pränataldiagnostik gibt es etliche moralisch relevante Besonderheiten. Einige der hierbei auftretenden »wunden« Punkte sind folgende ^{/13/14/}: Die Pränataldiagnostik dient eigentlich der Gesundheit des neu entstehenden Lebens. Aber solange die große Mehrzahl der erkennbaren Beeinträchtigungen des Ungeborenen nicht oder nur ungenügend behandelt werden können, ist sie auch mit Entscheidungen über Leben und Tod verbunden. Meist kann nicht die Behinderung beseitigt, sondern nur der »ungeborene Behinderte« selbst »verhindert« werden. Damit kommt dem moralischen Status des Embryos wesentliche Bedeutung zu – und dieser ist umstritten. So stellen sich zahlreiche Fragen (siehe »Wann beginnt menschliches Leben«, Seite 43):

- Wann beginnt menschliches Leben ?
- Ab wann ist menschliches Leben zu schützen?
- Ist ein absoluter oder ein abgestufter Schutz je nach Entwicklungsstadium am sinnvollsten?
- Wovon hängt es ab, ob ein Schwangerschaftsabbruch nach Pränataldiagnostik beziehungsweise ein Verwerfen des nicht implantierten Embryos nach PID moralisch zu rechtfertigen ist?

Jede von einem Embryo abgespaltene totipotente Zelle muss als eigenständiger Embryo betrachtet werden. Totipotenz einer Zelle bedeutet, dass aus ihr ein vollständiger Mensch entstehen kann. Da jede untersuchte Zelle durch den Untersuchungsprozess zerstört wird, ist bei einer PID die Frage ethisch relevant, wie lange die Zellen eines Embryos Totipotenz besitzen. Neuere Untersuchungen zeigen, dass diese Eigenschaft nach dem Achtzell-Stadium im Wesentlichen verloren ist. Somit wäre nach diesem Stadium eine PID zumindest nicht automatisch mit dem Verlust von Embryonen verbunden.

Literatur

- | | | |
|--|--|--|
| <p>^{/1/} Dericks-Tan J, Martin G: Onans Kinder. Merk-Würdiges zu Sexualität und Fortpflanzung aus Geschichte und Medizin. Abadi-Verlag, Alzenau, 2000, ISBN 3-00-006497-4.</p> <p>^{/2/} Genesis 25.22 – 26 & 38.27 – 30.</p> <p>^{/3/} Engel W, Murphy D, Schmid M: Are there genetic risks associated with microassisted reproduction? Hum Reprod 1996 Nov;11(11), 2359 – 70. Review.</p> <p>^{/4/} De Vos A, Van Steirteghem A: Zona hardening,</p> | <p>zona drilling and assisted hatching: new achievements in assisted reproduction. Cells Tissues Organs 2000, 166(2):220-7. Review.</p> <p>^{/5/} Golombok S, MacCallum F, Goodman E: The »test-tube« generation: parent-child relationships and the psychological well-being of in vitro fertilization children at adolescence. Child Dev. 2001 Mar-Apr; 72(2):599 – 608.</p> <p>^{/6/} Van Steirteghem A: Twenty years of in vitro fertilization: realization and questions for the</p> | <p>future. Verh K Acad Geneesk Belg. 2001; 63(3):193 – 240; discussion 240-1. Review. Dutch.</p> <p>^{/7/} Bonduelle M, Liebaers I, Deketelaere V, Derde MP, Camus M, Devroey P, Van Steirteghem A: Neonatal data on a cohort of 2889 infants born after ICSI (1991 – 1999) and of 2995 infants born after IVF (1983 – 1999). Hum Reprod 2002 Mar;17(3):671 – 94.</p> <p>^{/8/} Engmann L, Maconochie N, Tan SL, Bekir J: Trends in the incidence of births and multiple births and the fac-</p> |
| <p>tors that determine the probability of multiple birth after IVF treatment. Hum Reprod 2001 Dec;16(12):2598-605.</p> <p>^{/9/} Fiddler M, Pergament D, Pergament E: The role of the preimplantation geneticist in human cloning. Prenat Diagn 1999 Dec;19(13):1200-4. Review.</p> <p>^{/10/} Geraedts JP, Harper J, Braude P, Sermon K, Veiga A, Gianaroli L, Agan N, Munne S, Gitlin S, Blenow E, de Boer K, Hussey N, Kanavakis E, Lee SH, Viville S, Krey L, Ray P, Emiliani S,</p> | <p>Liu YH, Vermeulen S: Preimplantation genetic diagnosis (PGD), a collaborative activity of clinical genetic departments and IVF centres. Prenat Diagn 2001 Dec;21(12): 1086 – 92.</p> <p>^{/11/} Schott H.: Embryonenforschung und PID: »Ethik des Heilens« versus »Ethik der Menschenwürde«. Deutsches Ärzteblatt 99, Heft 4 vom 25.01.02, A-172-5.</p> <p>^{/12/} Kettner M, Schäfer D: Identifying Moral Perplexity in Reproductive Medicine. A Discourse Ethics Rationale. Human Re-</p> | <p>production and Genetic Ethics, Vol.4, No.1, 1998, 8 – 17.</p> <p>^{/13/} Kettner M (Hg.): Beratung als Zwang. Schwangerschaftsabbruch, genetische Aufklärung und die Grenzen kommunikativer Vernunft. Campus-Verlag, Frankfurt/New York, 1998, ISBN 3-593-35837-9.</p> <p>^{/14/} Kollek R: Präimplantationsdiagnostik. Embryonenselektion, weibliche Autonomie und Recht. Francke Verlag, Tübingen/Basel, 2000, ISBN 3-7720-2621-4.</p> |

Zum Zeitpunkt der Durchführung einer PID besteht (noch) keine Schwangerschaft. Je nach Blickwinkel kann dies positiv (»Die PID hilft, Schwangerschaftsabbrüche zu vermeiden.«) oder negativ (»Außerhalb des Mutterleibs ist der Embryo ein Wesen für sich. Somit ist das Recht der Frau auf Selbstbestimmung nicht betroffen, kann also auch nicht schwerer wiegen als das Lebensrecht des Embryos.«) bewertet werden.

Welches Gewicht den einzelnen ethischen Grundsätzen bei der Abwägung der verschiedenen Interessen zukommt und welche dabei Vorrang haben sollten wird sehr kontrovers beurteilt. Der Embryo stellt jedoch in jedem Falle menschliches Leben dar. In jedem moralischen Konzept erfordert die Zerstörung menschlichen Lebens besondere Rechtfertigung. Dieser Konflikt ist bei einer Pränataldiagnostik oder PID nicht das Ergebnis einer Notfallsituation, sondern zumindest potenziell bereits bei der Entscheidung für den Einsatz dieser Methoden voraussehbar. Dieser moralischen Verantwortung müssen sich alle hieran Beteiligten stellen.

Mit der Fortpflanzung verknüpfen viele Menschen nach wie vor den Begriff der Natürlichkeit. Für sie erscheint daher ein Eingriff »in den Gang der Natur« durch die Pränataldiagnostik und PID als Ausdruck einer Art Hybris à la Frankenstein und als Abwertung der Elternschaft. Menschliche Spermien, Eizellen und Embryonen sehen unter dem Mikroskop nicht wesentlich anders aus als die anderer Lebewesen. Viele Menschen empfinden daher, dass eine Pränataldiagnostik oder PID den Menschen als tatsächliche oder potenzielle Person auf einen biologischen Organismus »reduziert«. Darüber hinaus können die technischen Möglichkeiten der Pränataldiagnostik auch, vor allem aus feministischer Sicht, als Ausdruck einer patriarchalischen, frauenfeindlichen Biopolitik verstanden werden. Diese Kritik umfasst nicht nur moralische Gesichtspunkte, sondern eine moralische Betroffenheit darüber, dass medizinische Angebote der Pränataldiagnostik (»Serviceleistungen«) zwar vorgeben würden, den Interessen der schwangeren Frau beziehungsweise des Paares zu dienen, dass die Wahrnehmung dieser Angebote in Wirklichkeit jedoch wesentlich mehr den männlichen als den weiblichen Interessen entgegenkäme. Beispielsweise würde allein durch die Existenz dieser Angebote für Frauen ein mehr oder weniger subtiler Zwang entstehen, diese auch wahrzunehmen und im Sinne des männlich geprägten Gesellschaftssystems zu »funktionieren«. Die Pränataldiagnostik sprengt die traditionelle Arzt-Patient-Dyade, denn »Patienten« sind hierbei mindestens zwei: die Mutter oder das Paar und das zum Zeitpunkt der Diagnostik erst im Entstehen begriffene, bei der PID sogar noch nicht einmal empfangene Kind. Dessen unbeeinträchtigte Entwicklung ist das Ziel der Untersuchungen. Moralische Verantwortung bedeutet hierbei, dass die vermutlichen Interessen dieser künftigen Personen von den am Kontrakt Beteiligten (Paar/Arzt) angemessen berücksichtigt werden.

Das werdende menschliche Leben befindet sich in einem Spannungsfeld. Dies gilt nicht erst seit der Entwicklung der PID. Aber die Existenz dieser Methode zwingt dazu, dass wir uns den damit verbundenen Fragen stellen. Ein Ausweichen ist ohne Gesichtsverlust nicht möglich. Vielleicht erklärt sich auch daraus die starke Polarisierung, die bei Diskussionen um die PID immer wieder zutage tritt. ◆

WERBUNG

Plädoyer für ein Höchstmaß an Transparenz: »Forscher müssen von Anfang bis zum Ende Rechenschaft ablegen«

Der Vorsitzende des Nationalen Ethikrats
Prof. Dr. Spiros Simitis
im Gespräch mit Ulrike Jaspers



Die Dynamik der Genforschung ist unaufhaltsam: In rasanter Folge werden ethische Tabus angetastet, und die Gesellschaft ist herausgefordert, Position zu beziehen, Spiegelregeln zu finden. Die Debatten zur Bioethik rühren an die Wurzeln unserer Zivilisation. Ob und wie soll das von den Naturwissenschaften eröffnete Neuland betreten werden? Menschenwürde zum Wohl künftiger Patienten oder zum Schutze bereits existierender Embryonen? Wo sind die Grenzen für die Freiheit der Forschung? Es ist illusionär zu meinen, dass man dem ethischen Dilemma entkommt, wenn man die Tür des Erkenntnisgewinns zuschließt, warnt Wolf-Michael Catenhusen, Staatssekretär im Bundesforschungsministerium. Außerdem darf nicht übersehen werden, dass auch das Streben nach Erkenntniserweiterung und Verbesserung der medizinischen Leistungen Anliegen sind, deren grundsätzlich ethische Wertigkeit auch verfassungsrechtlich geschützt ist, so Prof. Dr. Rüdiger Wolfrum, Direktor des Max-Planck-Instituts für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht. Zu dieser Wertedebatte ein Interview mit dem Frankfurter Rechtswissenschaftler und Vorsitzenden des Nationalen Ethikrats, Prof. Dr. Spiros Simitis.

? In Ihrer Funktion als Vorsitzender des vom Bundeskanzler berufenen Nationalen Ethikrats haben Sie, Herr Professor Simitis, an diesen Wertediskussionen entscheidenden Anteil. Worin sehen Sie Aufgabe und Ziel dieser ethischen Diskussionen?

Simitis: Der Nationale Ethikrat hat eine sehr leicht zu definierende Aufgabe: Der Ethikrat ist eine Instanz,

die dazu da ist, in einem zugegebenermaßen sehr schwierigen und sehr kontroversen Bereich Argumente aufzuarbeiten und damit auch eine Entscheidungshilfe für das Parlament und für die Regierung zu geben. Darin erschöpft sich die Tätigkeit des Ethikrats. Zu keinem Zeitpunkt darf er auch nur den Anschein erwecken, an die Stelle der Regierung oder des Gesetzgebers treten zu wollen.

? Der Ethikrat stand mit seiner Empfehlung zur Stammzellforschung unter einem extremen Zeitdruck; die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), aber auch die Industrie drängten auf eine schnelle Klärung, ob embryonale Stammzellen importiert werden können, damit Deutschland international in der Forschung konkurrenzfähig bleibt. Wie sind die 25 Mitglieder

– Juristen, Philosophen, Biologen, Vertreter aus Wirtschaft und den Kirchen – mit dieser Situation umgegangen?

Simitis: Niemand von meinen Kolleginnen und Kollegen hat das gemocht, das muss ich gleich sagen. Wir waren noch keine zehn Minuten zusammen, da zeichnete sich schon ab, dass das erste Thema unserer Arbeit bereits feststand. Nach unserer gemeinsamen Überzeugung ist die Festlegung des eigenen Programms, also der Gegenstände, die im Mittelpunkt unserer Tätigkeit stehen müssen, eine Grundvoraussetzung der Unabhängigkeit des Rats. Doch das ändert nichts daran, dass es unsere Aufgabe ist, über konkrete, an uns herangetragene Fragen zu beraten. Die Situation hat sich auch deshalb als kompliziert erwiesen, weil die Enquetekommission des Bundestages sich seit längerem mit diesen Fragen beschäftigte. Hinzu kam, dass wir nur einen beschränkten Zeitraum für unsere Überlegungen zur Verfügung hatten; wir mussten sowohl auf die anstehende Entscheidung des Parlaments als auch auf die nicht zuletzt mit Rücksicht auf unsere Beratungen hinausgeschobene Stellungnahme der DFG Rücksicht nehmen. Wir haben es glücklicherweise geschafft, unsere Stellungnahme rechtzeitig vorzulegen, müssen aber sicherlich den einen oder anderen Punkt wieder aufgreifen, etwa im Zusammenhang mit unseren Überlegungen zur pränatalen Diagnostik und zur Präimplantationsdiagnostik.

? Der Nationale Ethikrat hat sich in seiner Stellungnahme vom Dezember 2001 mehrheitlich (14 zu 8) dafür ausgesprochen, den Import menschlicher Stammzellen aus bereits vorhandenen Zelllinien auf drei Jahre begrenzt zuzulassen. Ähnlich fiel dann auch die Entscheidung im Februar im Bundestag aus. Komplexe Themen werden intensiv diskutiert, Entscheidungen fallen offensichtlich schwer, Stimmenmehrheiten entscheiden. Dem Nationalen Ethikrat wurde vorgehalten, er trage dazu bei, dass ethische Argumente für bestimmte forschungs- und allgemeinpolitische Interessen funktionalisiert werden. Wie beurteilen Sie diese Kritik?

Simitis: Ich kann die Kritik verstehen, auch deshalb, weil die Diskussion – und das darf niemand in diesem Zusammenhang vergessen – in einem extrem emotionalisierten Umfeld stattgefunden hat. Die Erwartungen waren zudem außerordentlich hoch gespannt. Eines hat sich inzwischen gezeigt: Die Intervention des Ethikrats hat mit Sicherheit zu einer sehr viel breiteren Beteiligung der Öffentlichkeit an der Diskussion beigetragen. Sie hat sich nicht mehr nur unter den unmittelbar Interessierten abgespielt. Vielmehr hat sich eine stetig wachsende Anzahl von Bürgerinnen und Bürgern eingeschaltet, wie sich allein schon an den vielen Nachfragen und Äußerungen zeigt, die uns erreicht haben. Abgesehen davon kann man, nicht zuletzt an den parlamentarischen Debatten, ablesen, dass sowohl die Stellungnahme der Enquetekommission als auch die fast parallelen Äußerungen des Ethikrats zu einer sehr viel differenzierteren und intensiveren Auseinandersetzung mit den einzelnen Argumenten geführt haben. Aus der

einer möglichst differenzierten Reaktion verhelfen.

? In der öffentlichen Wahrnehmung scheint trotzdem vor allem das Mehrheitsergebnis solcher Abstimmungen haften zu bleiben, aber nicht der Prozess des Argumentierens. Was kann der Nationale Ethikrat dazu beitragen, dass die inhaltliche Auseinandersetzung mit Themen wie Stammzellforschung, therapeutischem Klonen, Präimplantationsdiagnostik stärker in das öffentliche Bewusstsein dringt?

Simitis: Eines gebe ich gleich zu: Ich bin keineswegs glücklich über die Abstimmung. Wir waren bis zur letzten Minute fest entschlossen, sie zu vermeiden. Den Grund habe ich bereits angedeutet. Allen Mitgliedern des Ethikrats ging es darum, Argumente aufzubereiten und Optionen aufzuzeigen, auch und vor allem nicht den Eindruck zu erwecken, diese schwierigen Fragen, um die es hier geht, ließen sich durch eine Abstimmung klären. Leider ist



Perspektive des Ethikrats kam es genau darauf an. Er wollte mit den in seiner Stellungnahme aufgezeigten Optionen demonstrieren, welche Annäherungen an die Probleme möglich sind und damit zugleich zu

es nicht gelungen, sich daran zu halten. Mit ausschlaggebend dafür war die immer schärfer formulierte Erwartung an den Ethikrat, es doch nicht bei abstrakten Überlegungen zu belassen, sondern der Öffentlich-

keit gegenüber auch klar zu stellen, welches die nach Meinung der Mitglieder am ehesten zu wählende Option wäre. Ich bin mir aber sicher, dass die Erfahrungen mit der Abstimmung dazu führen werden, in Zukunft davon abzusehen. Eines möchte ich noch hinzufügen: Wer die Optionen sorgfältig liest und auch die Abstimmungsergebnisse vergleicht, wird schnell feststellen, dass die Empfehlungen des Ethikrats das Ergebnis einer langen Diskussion sind, in der die Mitglieder keineswegs bei vorgefassten Meinungen geblieben sind, sondern im Gegenteil versucht haben, aufeinander zuzugehen und möglichst gemeinsame Standpunkte zu formulieren.

Nun zu den weiteren Aufgaben: Der Ethikrat hat beschlossen, zwei Problemkreise aufzugreifen: Die Fortpflanzungsmedizin und die Biobanken. Wir haben es bewusst vermieden, uns ganz auf die Präimplantationsdiagnostik zu konzentrieren, weil wir meinen, dass sie nur ein Ausschnitt einer Entwicklung ist, die mit den In-vitro-Fertilisationen begonnen hat und sich in der pränatalen Diagnostik genau so fortsetzt. Durchweg geht es um die Frage, ob und in welchem Umfang Einfluss



auf die genetische Konstitution genommen werden darf, und durchweg stellt sich das Problem, wie eine Gesellschaft mit den Belastungen umgeht, die sich aus genetischen Defekten und der Behinderung einzelner Menschen ergeben. Parallel dazu wird an den mit der Zunahme von Biobanken verbundenen Pro-

blemen gearbeitet. Ich erinnere nur an die Diskussion über Island. Mittlerweile gibt es Nachahmer, und mehr denn je kommt es darauf an, sich damit auseinanderzusetzen, welche Konsequenzen die systematische Verarbeitung genetischer Daten ganzer Bevölkerungen für ihr Selbstverständnis, die gesellschaftliche Entwicklung, aber auch die Sozial- und Gesundheitspolitik hat. Wir gehen davon aus, dass es möglich sein wird, in der zweiten Jahreshälfte eine Reihe von öffentlichen Diskussionen zu organisieren, um auf die Probleme aufmerksam zu machen.

? Eine moralische Instanz, die letztendlich den Status von menschlichem Leben allgemein verbindlich fest schreibt, gibt es in modernen Gesellschaften nicht mehr. Aber auch ein Abschluss der Debatte mit einem von allen gesellschaftlichen Gruppen akzeptierten Konsens scheint nur schwerlich möglich. Reicht der Diskurs als Weg nach Ihrer Einschätzung aus?

Simitis: Sicher ist es richtig, dass es eine solche Instanz nicht oder nicht mehr gibt. Ebenso richtig ist aber, dass eine Gesellschaft, die nicht nur die Integrität des Einzelnen, sondern genauso seine Selbstbestimmung respektiert, keine Alternative zu einem öffentlichen Diskurs hat. Umso wichtiger ist es deshalb, die Transparenz der Diskussion, die Kenntnis der Forschungsergebnisse und ihre möglichen Konsequenzen sowie die politischen Regelungsabsichten besonders im Sozial- und Gesundheitsbereich sicherzustellen. Kein Zweifel, es ist viel einfacher, fertige Antworten vorgelegt zu bekommen. Kein Zweifel aber auch: genau diese Einstellung sollte der Vergangenheit angehören, so schwer es im übrigen fällt, sich auf eine mühsame und über weite Strecken sehr anspruchsvolle Diskussion einzulassen. Dazu beizutragen, ist auch und gerade Aufgabe des Ethikrats.

? Der Nationale Ethikrat hat sich bisher nur zum Import von Stammzellen geäußert, nun müssen die Standards der Forschung in den Mittelpunkt rücken. Herr Professor Simitis, Sie haben mehrfach öffentlich geäußert, dass sie die Forschung

nicht aus ihrer gesellschaftspolitischen Verantwortung entlassen wollen. Selbstverpflichtungserklärung der Wissenschaftler und vertrauensbildende Maßnahmen der Wissenschaft, wie sie der Vorsitzende der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Professor Ernst-Ludwig Winnacker, präferiert, reichen Ihnen nicht aus. So fordern Sie insbesondere in der Stammzellforschung eine umfassende öffentliche Kontrolle. Wie sollte diese aussehen?

Simitis: In der zweiten Option des Nationalen Ethikrats, der ich auch zugestimmt habe, steht drin: Wenn Forschung in diesem Bereich erlaubt sein soll, muss ein bestimmtes Verfahren durchlaufen werden. Das Verfahren sieht so aus, dass das Projekt angemeldet werden muss, dass die Gründe, die dafür oder dagegen sprechen, bedacht werden müssen, und dass die Projekte registriert werden müssen. Das Register soll auch dazu dienen, die Öffentlichkeit zu informieren und ihr die Möglichkeit zu geben nachzuvollziehen, wie sich spezielle Forschungsvorhaben entwickeln. Was wir wollten, ist ein Höchstmaß an Transparenz. Die Forscher müssen von Anfang bis zum Ende Rechenschaft ablegen. Es ist uns dabei gleichgültig, ob die Forschung im öffentlichen oder im privaten Bereich, in Universitäten oder Unternehmen stattfindet. Wir sind zudem der festen Überzeugung, dass der Staat in diesem Bereich eine ganz besondere Verantwortung hat. Forschungsausgaben müssen dargelegt und begründet werden. Das hat noch eine weitere Folge, auf die ich ganz besonders den Akzent legen möchte. Geforscht wird in einem Zusammenhang, der zum Grundwissen der Gesellschaft gehört. Wenn der Staat also die Finanzierung übernimmt, muss sicher sein, dass die Ergebnisse wirklich öffentlich gemacht werden und öffentlich zu nutzen sind. Ich sage das nicht nur im Hinblick auf die gar nicht lange zurückliegenden Äußerungen des amerikanischen Präsidenten zur Stammzellforschung, sondern auch und vor allem vor dem Hintergrund der gegenwärtigen Diskussionen in der Europäischen Union über die Frage der Patentierung von Lebewesen. Patente begründen immer auch Monopole. Die Forschungsklausel ändert daran

kaum etwas, wie nicht zuletzt die Erfahrungen der vergangenen Jahre gezeigt haben. Im übrigen gilt es, sich rechtzeitig mit der Entwicklung in den Vereinigten Staaten auseinander zu setzen und dem wachsenden Einfluss der Industrie auf die universitäre Forschung. Und schließlich: Genau diese Erfahrungen sprechen mehr denn je für eine Forschungspolitik, die bewusst den Hochschulen ausreichende Mittel zur Verfügung stellt, um eine unabhängige Forschung in Bereichen von zentraler Bedeutung für das Selbstverständnis und die Entwicklung unserer Gesellschaft sicherstellen.

? Ist diese Auffassung zur Transparenz der Forschung innerhalb des Nationalen Ethikrats konsensfähig?

Simitis: Ja, das spiegelt sich auch in den sonst so verschiedenen Voten der Stellungnahme wider. Niemand geht davon aus, dass allein wirtschaftliche oder sonstige ökonomische Gesichtspunkte ausreichen; sondern hier muss argumentiert werden vor dem Hintergrund der Bedeutung dieser Forschung und der Notwendigkeit, über ihre einzelnen Projekte zu reden, die Wissenschaftler zur Rechenschaft heranzuziehen und die Ergebnisse auch nutzen zu können.

? Als »Vater des Datenschutzes« sind Sie immer wieder als Mahner und Bremsen aufgetreten, der das Recht des Einzelnen auf Wissen und Nichtwissen gegen den Zugriff von Staat und Unternehmen verteidigt. Wie wägen Sie nun bei der Stammzellforschung die divergierenden Ansprüche des Individuums – von Embryonen, Patienten, Wissenschaftlern – ab? Wie versuchen Sie den Wertekonflikt zu lösen, in dem das Kollektivgut Gesundheit und die Freiheit der Forschung mit dem Lebensschutz des Embryos kollidieren?

Simitis: In unserer Stellungnahme ist auch sehr klar gesagt, welchen Bedingungen Forschung genügen muss. So heißt es ganz klar, dass Forschung niemals an den Betroffenen vorbei vollzogen werden darf. Und ebenso klar ist, dass überzählige Embryonen kein beliebig zugäng-



liches Material sind. Es ist vielmehr Aufgabe des Gesetzgebers, die Forschungsvoraussetzungen genau zu definieren. Hinzu kommt: Wir befinden uns in einem Bereich, der sich durch eine sich ständig beschleunigende Entwicklung, insbesondere der Biotechnologie, auszeichnet. Der Gesetzgeber kann sich deshalb nicht auf die einmal getroffenen Entscheidungen verlassen. Ganz in diesem Sinn hat der Ethikrat auch eine Befristung der Entscheidungen gefordert. Das Parlament muss sich, mit anderen Worten, selbst verpflichten, immer wieder auf die einzelnen Fragen zurückzukommen, um sich zu vergewissern, ob die früheren Reaktionen noch aufrecht erhalten werden können.

? Die Forschung ist international, die damit zusammenhängenden Fragen global. Wir leben nicht mehr auf nationalen Inseln. Wie beurteilen Sie als engagierter Europäer und Mitglied verschiedener Gremien der Europäischen Union zu Fragen von Ethik und Datenschutz die Notwendigkeit einer nationalen Diskussion?

Simitis: Die nationale Diskussion ist nötig, aber auf keinen Fall ausreichend. Wenn wir Regeln finden wollen, müssen sie mindestens für den Gesamtbereich der Europäischen Union gelten – schon deshalb, weil sich unschwer feststellen lässt, dass die Meinungen innerhalb der Europäischen Union durchaus verschieden sind. So ist die Bereitschaft zur Stammzellforschung in Großbritannien und Schweden weitaus ausgeprägter. Dennoch meine ich, dass es bei aller Verschiedenheit der Positionen von unseren gemeinsamen normativen Grundlagen aus-

Prof. Dr. Spiros Simitis, 67, ist seit Mai 2001 Vorsitzender des vom Bundeskanzler berufenen Nationalen Ethikrats und Mitglied des Ethikrats für Wissenschaft und neue Technologie, der von der Europäischen Kommission ebenfalls 2001 eingesetzt wurde. Seit 1989 ist der Frankfurter Rechtsprofessor bereits Berater der Europäischen Gemeinschaft für Datenschutzfragen, seit 1995 Mitglied des Forums der Europäischen Union für Fragen der Informationsgesellschaft. Simitis gilt als herausragender Experte in allen Fragen des Datenschutzes. Er beeinflusste maßgeblich das erste hessische Datenschutzgesetz aus dem Jahre 1970, das erste dieser Art in der Welt. Auch die schärferen Fassungen von 1978 und 1986 tragen seine Handschrift. 16 Jahre, von 1975 bis 1991, tritt Simitis als hessischer Datenschutzbeauftragter für die Einhaltung dieser Rechtsvorschriften, prangerte an, wenn personenbezogene Daten von öffentlichen Verwaltungen, aber auch von privaten Firmen missbräuchlich genutzt wurden. Zurück als Fulltime-Professor an der Goethe-Universität, an der er seit 1969 lehrt, gründete Simitis 1992 die Forschungsstelle Datenschutz. Dort werden alle internationalen Rechtsnormen zum Thema Datenschutz gesammelt und wissenschaftlich ausgewertet. Zu seinen weiteren Forschungsschwerpunkten gehört die Weiterentwicklung des Familienrechts und des Arbeitsrechts. Seit 1980 ist er auch ständiger Gastprofessor an der renommierten Yale University, USA. Der gebürtige Grieche kam Mitte der fünfziger Jahre – wie sein Bruder Konstantinos Simitis (heute griechischer Ministerpräsident) – zum Jurastudium nach Marburg. In einer traditionsreichen »Juristen-Familie« aufgewachsen gehörte es zum Teil der akademischen Ausbildung, eine Zeit in Deutschland zu verbringen, da sich das griechische Recht stark an die deutsche Rechtstradition anlehnt. Spiros Simitis blieb nach Studium und Promotion in der Bundesrepublik und startete hier seine akademische Karriere.

zugehen gilt. Ich beziehe mich dabei besonders auf die europäische Charta der Grundrechte und den dort geforderten Respekt vor der genetischen Konstitution des Einzelnen. In keinem Fall darf es dazu kommen, dass die unterschiedlichen Perspektiven zu Konflikten vor dem Europäischen Gerichtshof führen und der Umgang mit Embryonen dort nach den für Waren geltenden Grundsätzen beurteilt wird.

? Im Frühjahr hat es eine deutsch-niederländische Konferenz zum Thema »Beginn und Ende des menschlichen Lebens« in Potsdam gegeben. Das vom damaligen niederländischen Ministerpräsidenten Kok favorisierte »Poldermodell« stellt Debatte und Diskussion, Kompromiss und Konsens in den Vordergrund: Denn ein Land, das zu Teilen unter dem Meeresspiegel liege, sei auf das Zusammenwirken aller angewiesen, um nicht unterzugehen. Übertragen auf die Bioethik folge daraus: den biomedizinischen Fortschritt zu kanalisieren statt nur Dämme zu errichten. In der deutschen Debatte dominiert dagegen die Konfrontation der unterschiedlichen Meinungen – stimmen Sie dieser Einschätzung zu?

Simitis: Nein. Mir ist das zu simplistisch. Man spielt mit Begriffen, von denen ich nicht weiß, was sie genau bedeuten. Was heißt etwa Fortschritt? Kann man nur davon reden, wenn einzelne Wissenschaftler alles machen können, was sie wollen,

oder ist es unter Umständen Fortschritt, wenn die Scientific Community bewusst davon Abstand nimmt, mögliche Entwicklungen einzuleiten. Denken Sie nur an das reproduktive Klonen, um noch einen anderen Aspekt aufzugreifen: Welche Rolle muss man den Betroffenen zugestehen? Ist es Fortschritt, ohne ihre Kenntnis Experimente an ihnen vorzunehmen, weil damit bestimmte neue Erkenntnisse gesichert werden können? Für mich steht jedenfalls fest: Wissenschaftliche Reflexion und gesellschaftlicher Diskurs lassen sich nicht voneinander trennen. Eben deshalb kommt es auch ganz besonders darauf an, dass als Teil dieses Diskurses auch und gerade die parlamentarische Begleitung gesehen werden muss.

? Der Sozialphilosoph und emeritierte Frankfurter Professor Jürgen Habermas hat in einem »Zeit«-Interview gesagt: »Die Mehrheit des Ethikrats hat leider die vorhersehbaren Folgeschäden der Eingewöhnung instrumentalisierenden Umgangs mit embryonalen Stammzellen nicht weiter in Betracht gezogen. Mir ist diese Praxis unter dem Gesichtspunkt suspekt, dass sie zum Schrittmacher einer liberalen Eugenik werden kann.« Sehen Sie diese Gefahr auch?

Simitis: Das klingt gut, ist aber viel zu allgemein. Der Nachteil der meisten Diskussionen besteht darin, dass sie sehr schnell bei abstrakten Prinzipien landen, der Gesetzgeber sich aber dafür mit punktuellen Entscheidungen konfrontiert sieht, die

ganz bestimmte Fragenkomplexe betreffen, die sich ihrerseits wieder durch spezifische Merkmale auszeichnen. Nicht von ungefähr hat sich die französische Ethikkommission vor kurzem kategorisch gewei-gert, sich auf den Versuch einzulassen, bestimmte Definitionen zu formulieren und stattdessen kurz und bündig festgestellt, in einem Bereich, der sich von einem Tag auf den anderen wandeln kann, soll es keine Definitionen geben, die den Anspruch erheben, tendenziell zeitlos zu sein. Die Auseinandersetzung um Präimplantationsdiagnostik und das therapeutische Klonen ist ein gutes Beispiel dafür. Der Weg zu einer »liberalen« Eugenik ist kurz. Erst recht gilt es deshalb, stets gerade an diese Konsequenz zu denken. Trotzdem kommt es darauf an, auch und gerade mit Rücksicht auf die Betroffenen, sich auf die Diskussion einzulassen, ihre Erwartungen ernst zu nehmen, auf die scheinbaren oder wirklichen medizinischen Möglichkeiten einzugehen und sie nicht zuletzt vor dem Hintergrund der gesellschaftlichen Konsequenzen zu prüfen. Und noch etwas: Zur notwendigen Diskussion gehört auch die Korrektur falscher Erwartung und die Zurückweisung längst nicht realisierter und auch nicht realisierbarer Vorstellungen.

? Wie lange wird der Nationale Ethikrat eigentlich arbeiten? Ist er in seiner Zeit begrenzt?

Simitis: Er ist für acht Jahr eingesetzt, und die Mitglieder sind für vier Jahre berufen. Arbeit und Themen werden uns nicht ausgehen. ♦

Nationaler Ethikrat
im Internet unter: <http://www.ethikrat.org/>



Anzeige

WERBUNG

Rettung nach dem Herzinfarkt?

Stammzellen in der Kardiologie

Die Zellen des Herzens, die Herzmuskelzellen, können sich ähnlich wie Nervenzellen nicht nennenswert vermehren. Damit ist der Verlust von Herzmuskelzellen nach einem Infarkt nicht ausgleichbar. Dies hat eine Einschränkung der Pumpfunktion des Herzens zur Folge und führt langfristig zu Herzversagen. Die Entwicklung von Ersatzgewebe zur Reparatur des Schadens nach einem Herzinfarkt ist seit langem ein wichtiges Ziel der kardiologisch ausgerichteten Forscher. Dabei spielen Stammzellen eine zunehmend wichtige Rolle: Seit geraumer Zeit ist bekannt, dass sich embry-

onale Vorläuferzellen das Gefäßwachstum und damit die Blutversorgung des Herzens verbessern können.

Regeneration von Herzmuskelzellen durch Stammzellen

Ob und welche Potenz verschiedene Arten von embryonalen und adulten Stammzellen zur Herzmuskelzellregeneration und Gefäßneubildung besitzen, wurde bisher an verschiedenen Tiermodellen untersucht **1**. So können sich embryonale Zellen von Maus oder Mensch prinzipiell zu Herzmuskelzellen entwickeln. Diese embryonalen Zellen wurden bereits erfolgreich in die

sich besonders für diese so genannte »Transdifferenzierung«, also die Differenzierung von Zellen anderer Herkunft zu Herzmuskelzellen, eignen. Eine vergleichende Studie zwischen embryonalen und adulten Stammzellen ist bisher nicht durchgeführt worden. Die derzeit vorliegenden Ergebnisse zeigen aber deutlich, dass auch adulte Stammzellen messbare Funktionsverbesserungen im Experiment erzielen können. Neben der ethischen Problematik ist bei der Transplantation von embryonalen Stammzellen auch zu bedenken, dass die Stammzellen nicht vom Patienten stammen und eine immunologische Intoleranz daher nicht auszuschließen ist. Außerdem besteht das Risiko einer Tumorentwicklung (siehe Beitrag »Stammzellen in der Neurologie« von Karlheinz Plate, Seite 55). Aus praktischer Sicht wäre die Nutzung von Zellen aus dem Blut am einfachsten, da diese durch eine venöse Blutentnahme problemlos – auch wiederholt – zu gewinnen sind. Die Anzahl an Stammzellen im peripheren Blut ist allerdings sehr gering, so dass die Zellen zunächst kultiviert werden müssten, um ausreichende Mengen herzustellen. Diesbezüglich könnte die Isolation von Zellen direkt aus dem Knochenmark von Vorteil sein.

Spezies	Embryonal/Adult	Zelltyp	Verbesserung der Herzfunktion im Tierexperiment	Nachweis der Differenzierung in Herzmuskelzellen	Literatur
Maus	Embryonal	Stammzellen	Nicht untersucht	Ja	Muller et al. FASEB J. 14:2540, 2000
		Endothelzellen	Nicht untersucht	Ja	Condorelli et al. PNAS 98:10733, 2001
	Adult	Knochenmarkstromazellen	Nicht untersucht	Ja	Makino et al. JCI 103:697, 1999
		Knochenmarkstammzellen (verschiedene Subtypen)	Ja	Ja	Orlic et al. Nature 410:701, 2001 Jackson et al. JCI 107:1395, 2001
Mensch	Embryonal	Stammzellen	Nicht untersucht	Ja	Kehat et al. JCI 108:407, 2001
	Adult	Knochenmarkzellen (CD34 ⁺)	Ja	Ja*	Kocher et al. Nature Med 7:430, 2001 * eigene Daten Badorf et al. 2002
		Ex vivo expandierte endotheliale Progenitorzellen	Ja	Ja*	Kawamoto et al. Circulation 103:634, 2001 * eigene Daten Badorf et al. 2002

1 Zelltypen, die zur Regeneration des Herzens beitragen könnten.

nale Stammzellen aus der Maus zu Herzmuskelzellen entwickeln können. Neue aufsehenerregende Befunde geben nun auch Hinweise auf entsprechende Zellen beim erwachsenen Menschen, die das Potenzial haben, sich zu Herzmuskelzellen zu differenzieren. Je nach ihrer Entwicklungsstufe werden diese Zellen als adulte Stamm- oder Vorläuferzellen (»Progenitorzellen«) bezeichnet, wobei die Vorläuferzellen bereits weiter entwickelt sind. Die gezielte Transplantation dieser Zellen in das Infarktgebiet ermöglicht unter Umständen die Regeneration des geschädigten Bereiches. Darüber hinaus zeigen experimentelle Untersuchungen, dass transplantierte

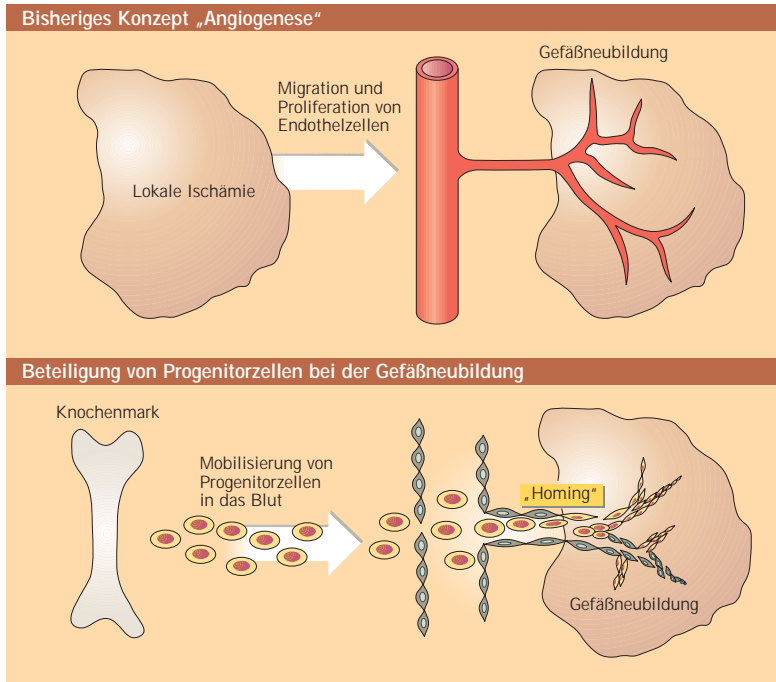
Maus transplantiert, allerdings ohne nachweisbare Verbesserung der Herzfunktion. Aus dem Knochenmark von erwachsenen Menschen oder Mäusen isolierte adulte Stammzellen können sich ebenfalls zu Herzmuskelzellen entwickeln. Hierbei wurden verschiedene Populationen aus dem Knochenmark aufgereinigt, darunter die hämatopoetischen CD34-positiven Zellen, oder die Zellen direkt aus dem Blut isoliert.

Sowohl die Knochenmarkzellen als auch die aus dem Blut isolierten Zellen können sich nach ihrer Transplantation zu Herzmuskelzellen entwickeln und die Funktion des Herzens verbessern. Allerdings ist noch unklar, welche Zelltypen

Gefäßneubildung durch endotheliale Vorläuferzellen

Eine verbesserte Blutversorgung von Herzmuskelgewebe sorgt für eine erhöhte Sauerstoffzufuhr im Herzen. Dadurch werden die Herzmuskelzellen vor einer kritischen Sauerstoffunterversorgung (»Ischämie«) geschützt. Bis vor wenigen Jahren galt die Annahme, dass die Gefäßneubildung, die zur Versorgung des Herzmuskels notwendig ist, beim Erwachsenen durch das Auswachsen von bestehenden Gefäßen in einer Art »Sprossung« erfolgt **2**. Dazu wandern die innersten Zellen der Gefäßwand, die so genannten Endothelzellen, in das zu versorgende Gebiet ein, teilen sich und bilden dadurch neue Ge-

2 Konzepte der Gefäßneubildung. Bisher ist man davon ausgegangen, dass die Gefäßneubildung überwiegend durch das Auswachsen bereits bestehender Gefäßzellen (»Endothelzellen«) bewirkt wird. Dieser Prozess wurde als Angiogenese bezeichnet und ist in der oberen Abbildung veranschaulicht. Neuere Untersuchungen geben Hinweise darauf, dass Vorläuferzellen aus dem Knochenmark freigesetzt werden, die dann in die neu entstehenden Gefäßstrukturen eingebaut werden (untere Abbildung).



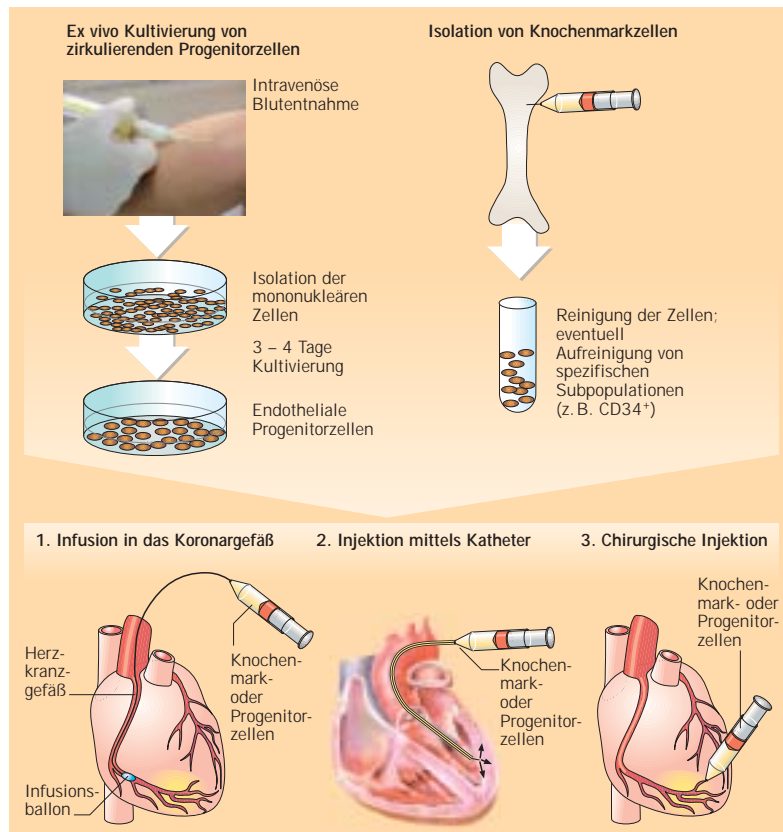
fäßstrukturen. 1997 beschrieb der japanische Wissenschaftler Dr. Takayuki Asahara im Labor von Dr. Jeff Isner, St. Elizabeth's Medical Center, Boston, USA, erstmals, dass im Blut frei zirkulierende Zellen mit endotheliale Charakter existieren, die Gefäßstrukturen bilden können. Diese Zellen wurden als »endotheliale Progenitorzellen« bezeichnet

und stammen vermutlich von hämatopoetischen Stammzellen aus dem Knochenmark ab. Eine Sauerstoffunterversorgung im Gewebe stimuliert die Freisetzung der »endotheliale Progenitorzellen« aus dem Knochenmark. Die zirkulierenden Zellen setzen sich im ischämischen Gewebe fest (Homing) und tragen dort zur Gefäßneubildung bei. Dies

wurde durch Versuche bestätigt, bei denen endotheliale Progenitorzellen, die zuvor aus dem Blut von Erwachsenen isoliert worden waren, bei Mäusen oder Ratten zu einer verbesserten Blutversorgung führten. Diese Tiere zeigten außerdem eine deutlich verbesserte Herzfunktion nach einem Herzinfarkt. Bei weiteren Versuchen wurde die Extremitätendurchblutung gemessen, die zum Beispiel bei Patienten mit Diabetes gestört ist und zu schweren Komplikationen bis hin zur Amputation führen kann. Auch die Infusion von menschlichen endothelialen Progenitorzellen oder hämatopoetischen Stammzellen in verschiedene Tiere hatte eine deutliche Verbesserung der Durchblutung zur Folge. Wenn sich die tierexperimentellen Untersuchungen auf den Menschen übertragen lassen, könnten durch die Infusion von endothelialen Progenitorzellen sowohl Patienten nach einem Herzinfarkt als auch Patienten mit einer peripheren Verschlusskrankheit besser behandelt werden.

Therapeutische Ansatzpunkte

Zu den bisherigen tierexperimentellen Untersuchungen wurden unter anderem menschliche Stamm- und Progenitorzellen verwendet, die intravenös infundiert übertragen wurden. Die Menge an humanen Zellen, die bei diesen Versuchen in das Versuchstier Ratte oder Maus gegeben wurden, war allerdings, verglichen mit dem Körpergewicht dieser Tiere, immens hoch und entsprach mehreren Knochenmarkstransplantaten. Bezogen auf den Menschen wäre ein Vielfaches an Zellen erforderlich. Dies ist jedoch aus verschiedenen Gründen nicht möglich. Sowohl die Isolation von Progenitorzellen aus dem peripheren Blut als auch die Entnahme von Knochenmark ist begrenzt. Daher ist diese Methode beim Menschen vermutlich nicht praktikabel. Mit Hilfe moderner Kathetertechnik besteht aber die Möglichkeit, Stamm- oder Progenitorzellen direkt in das betroffene Gefäß zu übertragen oder zu injizieren und damit eine möglichst große Menge von Zellen direkt im Zielgewebe anzureichern **3**. Diese Infusion kann mit einem handelsüblichen Ballonkatheter vorgenommen werden. Für die Transplantation von Herzmuskel-



3 Mögliche Optionen der Zelltherapie Endotheliale Vorläuferzellen oder Knochenmarkszellen können isoliert und dann in das Herz transplantiert werden. Hierfür bestehen technisch mehrere Möglichkeiten: die Infusion in das Koronargefäß (linke Abbildung), die Injektion mit Hilfe eines speziellen Katheters (mittlere Abbildung) oder die chirurgische Injektion während einer Herzoperation (rechte Abbildung).

vorläuferzellen ist zudem eine Injektion über eine kathetergeführte Injektionskanüle direkt in den Herzmuskel möglich. Ist ein chirurgischer Eingriff erforderlich, können die Stamm- oder Progenitorzellen auch sehr einfach direkt in den Herzmuskel injiziert werden. Die direkte Injektion der Stamm- oder Progenitorzellen hätte den Vorteil, dass die Zellen direkt an den gewünschten Ort im Herzmuskelgewebe gebracht werden könnten, ohne dass sie aus den Gefäßen auswandern müssten, denn dies gelingt in der Regel nur einem Teil von ihnen. Der Nachteil: Die Zellen würden »depotartig« appliziert. Im Vergleich dazu könnte die lokale Infusion eine homogene Verteilung der Zellen sicherstellen.

Mobilisierung von Stammzellen zum Wohle des Patienten

Neben der Infusion von isolierten Stamm- oder Progenitorzellen gibt es die Möglichkeit, die Stammzellen über Stimulanzen, zum Beispiel Zytokine, aus dem Knochenmark in das zirkulierende Blut zu treiben (Mobilisierung) und damit die endogenen Ressourcen und Reparaturmechanismen des Körpers zu nutzen. In der Hämatologie wird dieses Verfahren bereits seit vielen Jahren verwendet. Eine erste Untersuchung aus der Gruppe von Prof. Dr. Bernhard Meier aus Bern beschreibt, dass das Zytokin GM-CSF das Gefäßwachstum bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung verbessert. Es stimuliert die Mobilisierung von endothelialen Progenitorzellen. Allerdings lösen diese Zytokine auch eine Aktivierung des Immunsystems und damit eine Entzündungsreaktion aus. Nach dem momentanen Stand des Wissens ist eine Aktivierung des Immunsystems nachteilig für die Prognose bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung. Inwieweit jedoch eine – allerdings sehr kurze – Aktivierung des Immunsystems anhaltende Nachwirkungen hat, ist nicht bekannt.

In unserer Klinik konnten wir kürzlich zeigen, dass Statine die endothelialen Progenitorzellen im Blut von Patienten drastisch erhöhen. Statine sind potente, das Herz schützende (kardioprotektive) Substanzen, die das Überleben von Patienten mit koronarer Herzerkrankung verbessern. Sie hemmen die HMG-CoA-Reduktase, das

Die Autoren

Prof. Dr. Stefanie Dimmeler, 34, studierte von 1986 bis 1991 Biologie an der Universität Konstanz. Nach ihrer



Promotion 1993 arbeitete sie von 1992 bis 1995 als wissenschaftliche Assistentin in der Bio-

chemischen und Experimentellen Abteilung des II. Chirurgischen Lehrstuhls der Universität zu Köln. Von 1995 bis 1999 war sie in der Medizinischen Klinik IV, Kardiologie, der Johann Wolfgang Goethe-Universität tätig. Nach ihrer Habilitation im November 1998 wurde sie im August 1999 auf eine Professur an die Universität Regensburg berufen. Seit November 2000 hat Stefanie Dimmeler eine Professur für Molekulare Kardiologie der Universität Frankfurt inne. Sie ist Preisträgerin des Fritz-Külz-Preises 1994 der Deutschen Gesellschaft für Pharmakologie und Toxikologie sowie des Forschungspreises der Deutschen Stiftung für Herzforschung 1998.



Prof. Dr. Andreas Zeiher, 46, ist seit 1995 Direktor der Medizinischen Klinik IV, Schwerpunkt

Kardiologie/Nephrologie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Er studierte Medizin an der Universität Freiburg, wo er 1981 promovierte. Nach seiner Approbation zum Arzt arbeitete Andreas Zeiher bis 1986 zunächst als wissenschaftlicher Assistent an der Medizinischen Universitätsklinik, Abteilung Kardiologie. Danach war er bis Ende 1987 am Cedars-Sinai Medical Center der School of Medicine an der Universität von Kalifornien tätig. Zurückgekehrt nach Freiburg habilitierte sich Andreas Zeiher 1990 für das Fach Innere Medizin. Danach war er fünf Jahre als Oberarzt an der Freiburger Universitätsklinik tätig, bevor er 1995 an die Goethe-Universität berufen wurde.

WERBUNG

Schrittmacherenzym der Cholesterin-Synthese, und werden daher bereits seit zirka zehn Jahren zur Senkung des Cholesterinspiegels eingesetzt. Mittlerweile ist jedoch klar, dass Statine auch unabhängig von der Cholesterin-Senkung schützende Effekte auf die Gefäßwand ausüben. Eine erhöhte Zahl von zirkulierenden endothelialen Progenitorzellen als Folge der Statin-Behandlung dürfte sicherlich zur Verbesserung der Herzdurchblutung bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung beitragen.

Neue therapeutische Ansatzpunkte

Die Entdeckung von Stamm- und Vorläuferzellen, die sich zu Gefäßen oder Herzmuskelzellen entwickeln können, bietet völlig neue therapeutische Ansatzpunkte. Diese Verfahren werden momentan klinisch untersucht; bisher liegen allerdings nur Einzelberichte vor. In der Medizinischen Klinik IV/Kardiologie des Universitätsklinikums wurden bisher 28 Zelltherapien durchgeführt,

davon 19 mit endothelialen Progenitorzellen und neun mit Knochenmarkzellen, die aus den Patienten selbst isoliert wurden (Stand März 2002). In allen Fällen konnte die Zelltransplantation ohne Komplikationen erfolgreich durchgeführt werden. Die Nachbeobachtungszeit von vier Monaten ist allerdings noch nicht bei allen Patienten abgeschlossen, so dass noch nicht abschließend beurteilt werden kann, ob die Zelltherapie für den behandelten Patienten von Vorteil ist. Es sind sowohl aus wissenschaftlicher als auch aus klinischer Sicht noch viele Fragen offen. So ist zum Beispiel unklar, ob die Zellen, die aus Patienten mit koronarer Herzerkrankung gewonnen werden, ebenso funktionell aktiv sind wie Zellen aus gesunden Freiwilligen. Erste Untersuchungen haben hier gezeigt, dass Risikofaktoren für Herz-/Kreislauferkrankungen, wie hohe Cholesterinwerte oder hohes Alter, die zirkulierenden Progenitorzellen schädigen können. Außerdem ist noch nicht geklärt, welche Zellen

für den Ersatz der Herzmuskelzellen optimal geeignet sind und welche Oberflächenbeschaffenheit (Rezeptoren) notwendig ist, damit die Zellen in das Herzgewebe einwandern und sich dort funktionell integrieren. Zusammenfassend ist nach momentanem Stand des Wissens die Transplantation von isolierten adulten Stamm- oder Progenitorzellen, die aus dem Patienten selbst stammen, ohne Gefährdung des Patienten möglich und klinisch umsetzbar. Weitere Untersuchungen sind notwendig, um den Erfolg für den Patienten beurteilen zu können. Zum einen ist der Nachweis zu erbringen, dass diese innovative Therapieform gefahrlos und sicher anwendbar ist. Zum anderen gibt es noch viele Optimierungsmöglichkeiten für eine erfolgreiche Behandlung. Langfristig eröffnet die Zelltherapie mit Stamm- oder Progenitorzellen die vielversprechende Perspektive, einer der bedrohlichsten Krankheitsbilder der Gegenwart – die Herzinsuffizienz – kausal behandeln zu können. ◆

Anzeige

Anzeige

Das Gehirn ist reparaturfähig

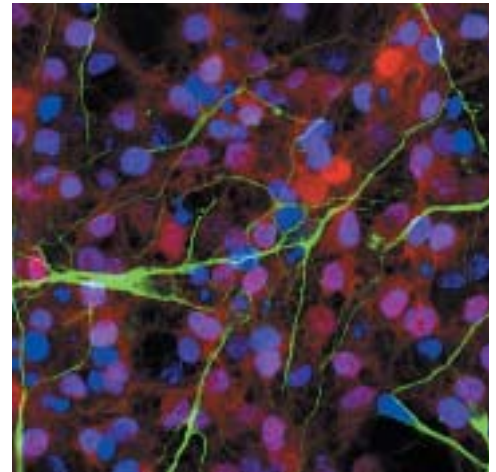
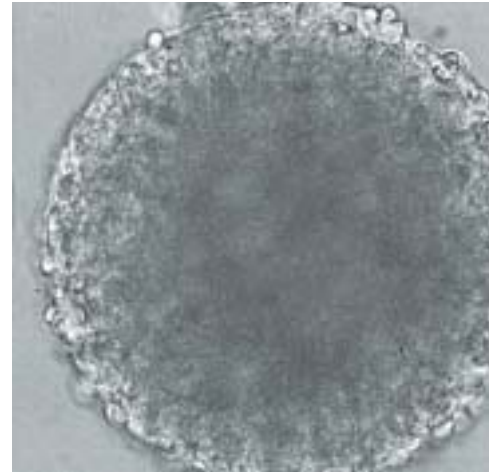
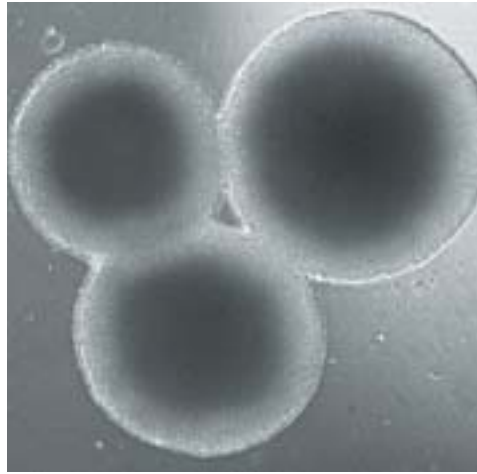
Stammzellen in der Neurologie

Als die 1990er Jahre zur »Dekade des Gehirns« ausgerufen wurden, war noch nicht abzusehen, dass in diesem Zeitraum eines der wichtigsten Dogmen der Neurobiologie aus den Angeln gehoben werden würde. Noch vor zehn Jahren galt es als undenkbar, dass das ausgewachsene (adulte) Nervensystem neue Nervenzellen (Neurone) produzieren kann. Als Grund wurde die geringe Reparaturfähigkeit des zentralen Nervensystems nach traumatischen Verletzungen, wie Verkehrsunfällen, aber auch bei neurodegenerativen Erkrankungen, die mit einem Verlust von Nervenzellen einhergehen, angeführt.

Umso überraschender war die Feststellung, dass im adulten Gehirn Regionen existieren, in denen täglich große Mengen Nervenzellen neu hergestellt werden. Diese Untersuchungen, ursprünglich an Nagern und Singvögeln durchgeführt, sind inzwischen auf Primaten und auf den Menschen ausgedehnt worden. Quintessenz ist, dass im adulten Gehirn in vielen unterschiedlichen Regionen undifferenzierte Stammzellen residieren, die das Potenzial besitzen, neue Nervenzellen zu generieren. Diese neu gebildeten Nervenzellen können sich in vorhandene neuronale Netzwerke integrieren und funktionelle Kontakte mit ihren Nachbarzellen aufnehmen.

Wandlungsfähige Stammzellen

Während der Embryonalentwicklung wird das »Schicksal« von Zellen weitgehend festgelegt. Ein körpereigenes Programm entscheidet darüber, ob eine Zelle beispielsweise zu einer Leberzelle oder einer Nervenzelle heranreift. Ist diese Entscheidung gefallen, ist eine Umkehr normalerweise nicht mehr möglich. Ein einmal eingeschlagener Differenzierungsweg galt als irreversibel. Umso erstaunlicher sind Befunde verschiedener Arbeitsgruppen, die nahelegen, dass aus Knochenmark- und Muskelzellen Gehirnzellen heranreifen können. Auch der umgekehrte Weg scheint möglich zu sein. Dieses Phänomen wird als »Transdifferenzierung« be-



Oben links: Neuronale Stammzellen formen in der Gewebekultur kugelförmige Gebilde, so genannte Neurospheres. Hier sind drei Neurospheres zu erkennen. Oben rechts: Ein einzelnes Neurosphere in stärkerer Vergrößerung. Unten links: Bestimmte Botenstoffe, so genannte Wachstumsfaktoren, führen zu Differenzierungsvorgängen in Neurospheres. In der Abbildung ist das Sprossen von Nervenzellen deutlich zu erkennen. Unten rechts: Innerhalb der Neurospheres entstehen aus den Stammzellen differenzierte Hirnzellen, wie Nervenzellen und Gliazellen, die durch unterschiedliche Farben dargestellt sind (grün = Nervenzellen, rot = Astrozyten, blau = Oligodendrozyten).

zeichnet und deutet auf eine unerwartete Plastizität verschiedener Stammzellpopulationen hin (siehe »Stammzellen bilden Nervenzellen«, Seite 56).

Dies könnte beispielsweise bedeuten, dass zugrunde gegangene Nervenzellen im adulten Gehirn durch im Knochenmark residierende Vorläuferzellen, die in das Gehirn wandern und dort ausdifferenzieren, ersetzt werden. Damit schien zunächst ein weiteres Dogma der Zellbiologie erschüttert worden zu sein. Jüngste Befunde ziehen diese Beobachtungen allerdings wieder in Zweifel. Zukünftige Experimente werden klären müssen, inwieweit

bereits ausgereifte Zellen tatsächlich auf verschiedene Differenzierungswege zurückgreifen können.

Die Existenz von Stammzellen im Gehirn und anderen Organen sowie das Phänomen der Transdifferenzierung führt naturgemäß zur Frage der therapeutischen Anwendbarkeit, oder anders formuliert: »Können Gehirnerkrankungen durch eine Stammzelltherapie geheilt werden?« In diesem Zusammenhang wird oft die Kritik geäußert, dass der körpereigene (endogene) Reparaturmechanismus im Nervensystem offenbar wenig effizient sei, sonst müssten neurodegenerative Erkrankungen wie die Alz-

heimer'sche Erkrankung oder die Parkinson'sche Erkrankung (siehe »Können Stammzellen Parkinson-Kranke heilen«, Seite 57) wesentlich seltener vorkommen. Auf diesen Einwand gibt es keine schlüssige Antwort, allerdings ist auch nicht bekannt, ob die Alzheimer'sche Erkrankung nicht wesentlich häufiger wäre oder die Patienten in jüngerem Alter erkranken würden, wenn keine endogenen Reparaturmechanismen durch Stammzellen vorhanden wären. Einige Wissenschaftler

zweifeln die endogene Reparaturfähigkeit des Gehirns an. Deshalb transplantieren sie Zellen in das Gehirn, um Gehirnerkrankungen zu heilen. Wegen ihrer hohen Teilungsfähigkeit außerhalb des Organismus (*in vitro*) und ihrer Fähigkeit, viele unterschiedliche Zelltypen bilden zu können (Pluripotenz), favorisieren diese Wissenschaftler hierfür den Gebrauch von menschlichen embryonalen Stammzellen. In den zum Teil hitzig geführten Diskussionen über den Import

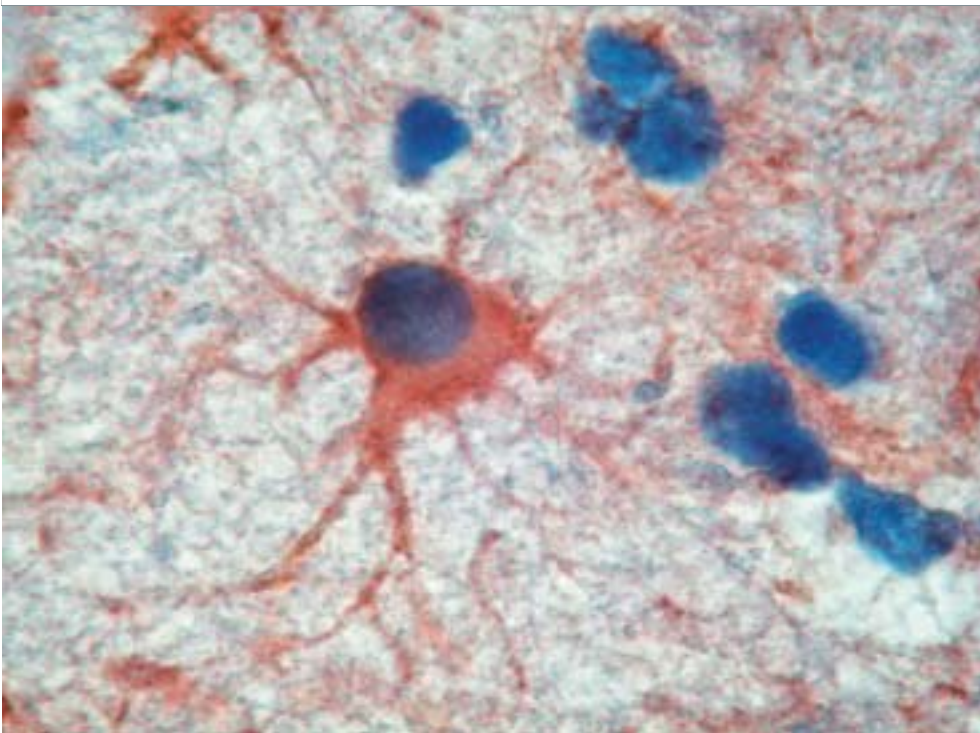
menschlicher embryonaler Stammzellen wurde aber oft unterschlagen, dass auch diese Zellen – ganz abgesehen von den ethischen Bedenken, die mit ihrer Nutzung verbunden sind – erhebliche Nachteile aufweisen: Der Vorteil ihrer hohen Teilungsfähigkeit und Pluripotenz muss mit dem Nachteil »erkauft« werden, dass aus den transplantierten Zellen bösartige Tumoren heranreifen können. Undifferenzierte Zellen können auf eine Vielzahl von genetischen Programmen zugreifen; unter anderem auf solche, die die Tumorbildung fördern. Erst die genaue Kenntnis dieser Programme wird es ermöglichen, die Tumorbildung bei Stammzellen mehr oder weniger sicher zu verhindern.

Unsere eigene Arbeitsgruppe am Neurologischen Institut in Frankfurt am Main beschäftigt sich mit den Mechanismen, die die Aktivität von Stammzellen im adulten Gehirn regulieren. An Nagern konnte von anderen Arbeitsgruppen gezeigt werden, dass beispielsweise physikalische Aktivität, eine abwechslungsreiche Umgebung, aber auch ein Sauerstoffmangel im Gehirn die dort vorhandenen Stammzellen dazu anregen können, neue Nervenzellen zu bilden. Wir untersuchen derzeit, ob ein Protein, dessen Produktion sauerstoffabhängig ist, für diesen Prozess verantwortlich ist. Weiterhin gehen wir der Frage nach, ob nach einer erfolgten Läsion im Gehirn tatsächlich Zellen, die aus dem Knochenmark stammen, Reparaturaufgaben wahrnehmen. Diese Forschungsprojekte werden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft innerhalb des nationalen Schwerpunktprogramms 1109 »Embryonale und gewebespezifische Stammzellen« gefördert. Zusammen mit Mitteln der Ludwig-Edinger-Stiftung stehen dafür in den nächsten fünf Jahren 1,5 Millionen Euro bereit.

Keine leeren
Heilsversprechungen

Die Erforschung der körpereigenen Reparaturfähigkeit des Gehirns durch endogene adulte Stammzellen – unabhängig davon, ob sie aus dem Gehirn selbst oder dem Knochenmark stammen – wird eine der wichtigsten Zukunftsaufgaben der modernen Neurowissenschaften darstellen. Allerdings sind noch viele Arbeiten in der Grundlagenfor-

Stammzellen bilden Nervenzellen



Eine sternförmige Gliazelle (Astrozyt) aus dem menschlichen Gehirn. Man nimmt an, das Astrozyten maßgeblich an der Bildung neuer Nervenzellen beteiligt sind.

Große sternförmige Hirnzellen (Astrozyten) können Stammzellen des Gehirns dazu bringen, neue Nervenzellen zu bilden. Dies zeigten Fred Gage und seine Mitarbeiter vom amerikanischen Salk-Institut in La Jolla in Kalifornien. Sie ließen adulte Stammzellen gemeinsam mit anderen Gehirnzellen in Zellkulturen wachsen und stellten dabei fest, dass nur Astrozyten die Stammzellen zur Neubildung von Neuronen anregen konnten. Diese Fähigkeit war auf Astrozyten aus dem Hippocampus beschränkt, einer Hirnregion, die eng mit der Gedächtnisleistung und Emotionen verknüpft ist. Astrozyten aus dem Rückenmark stimulierten die Neubildung dagegen nicht. Darüber hinaus war

diese so genannte Neurogenese besonders stark ausgeprägt bei Astrozyten aus dem Gehirn neugeborener Ratten und ließ mit zunehmenden Alter – wie beim Menschen – nach. Diese Ergebnisse nähren die Hoffnung, dass »neurogene« Astrozyten in der Nähe von Stammzellen Schäden nach einem Schlaganfall oder neurogenerativen Erkrankungen wie Alzheimer oder Parkinson mildern könnten.

Astrozyten sind Bestandteil des Hüll- und Stützgewebes des Gehirns und waren bisher als reines »Füllmaterial« angesehen worden. Inzwischen mehren sich die Hinweise, dass sie umfangreiche regulatorische Aufgaben wahrnehmen.

schung zu leisten, bevor an eine Anwendung in der Therapie von Patienten mit Erkrankungen des Nervensystems gedacht werden sollte. Das mögliche Spektrum einer therapeutischen Anwendbarkeit ist groß: Neben neurodegenerativen

Erkrankungen, die mit einem Verlust von Nervenzellen einhergehen, ist die Behandlung von Schlaganfall-Patienten, Schädel-Hirn-Verletzten und Patienten mit Hirntumoren denkbar. Umso wichtiger ist es, keine leeren Heilsversprechun-

gen zu wecken. Bei neu angedachten Therapiekonzepten wie der Stammzelltherapie vergehen bis zu einer erfolgreichen Therapie von Patienten häufig Jahre oder Jahrzehnte. In vielen Fällen erfüllen die Therapieergebnisse die hochgesteckten Erwartungen nicht. Die Geschichte sowohl der Krebstherapie als auch der Gentherapie sind hier sehr lehrreich. Die Zukunft wird zeigen, inwieweit Stammzellen zur Behandlung menschlicher Erkrankungen tatsächlich geeignet sind. ♦

Können Stammzellen Parkinson-Kranke heilen?



An der Parkinson'schen Krankheit leiden auch zahlreiche Prominente: Zu ihnen gehören der frühere Boxweltmeister Muhammad Ali und Papst Johannes Paul II.

Bei kaum einer anderen Krankheit setzen Forscher und Patienten so viel Hoffnung in eine Therapie mit Stammzellen wie bei der Parkinson'schen Krankheit. An dieser auch als Schüttellähmung bekannten Erkrankung des zentralen Nervensystems leiden in Deutschland rund 250 000 Menschen. Sie ist bis heute unheilbar, aber nicht akut lebensbedrohlich. Die Symptome, darunter Muskelstarre, eine gebeugte Haltung und unkontrolliertes Zittern, können medikamentös behandelt werden. Die biochemische Ursache der Schüttellähmung ist bekannt: Nach dem Tod einer bestimmten Gruppe von Zellen im Mittelhirn fehlt der Neurotransmitter Dopamin. Dadurch wird die Signalübertragung zwischen den Nervenzellen gestört. Die Folge sind unkontrolliert zitternde und verkrampfte Muskeln. Mit Hilfe der Stammzelltherapie könnten neue Zellen in das abgestorbene Hirnareal gebracht werden, so der therapeutische Ansatz, und dort die Aufgabe der zerstörten Zellen übernehmen, die Dopaminsynthese. Ob dies funktioniert, ist jedoch noch völlig ungewiss.

Entsprechende Versuche an Ratten, die Parkinson-Symptome zeigen, waren vielversprechend: Den Tieren wurden embryonale Stammzellen aus Mäusen ins Gehirn gespritzt. Die Zellen siedelten

sich an, teilten sich und produzierten Dopamin, wodurch sich die Hirnfunktion und das Verhalten der Ratten messbar verbesserte. Diese Ergebnisse zeigen aber nur, dass das Verfahren prinzipiell funktioniert, denn bei rund einem Viertel der Ratten wuchsen die Zellen nicht an, bei weiteren 20 Prozent bildeten sich tödliche krebserähnliche Zellklumpen. Auf die Schlüsselfrage: »Wie können embryonale Stammzellen so gelenkt werden, dass sie nützliches Gewebe schaffen, ohne unkontrolliert zu wuchern?« gibt es bisher keine Antwort.

Eine andere Möglichkeit wäre es, Dopamin bildende Zellen aus abgetriebenen menschlichen Fetten zur Therapie zu verwenden. Dies ist in Ländern wie Mexiko und den USA seit Ende der 1980er Jahre bereits klinische Praxis, birgt aber verschiedene Probleme: Zum einen ist es schwierig, die Zellen zu isolieren – der Embryo ist acht Wochen nach der Befruchtung nur wenige Zentimeter groß –, zum anderen sterben 90 bis 95 Prozent der Zellen nach der Transplantation ab. Hier könnten embryonale Stammzellen des Menschen Abhilfe leisten, vorausgesetzt, diese Zellen lassen sich in Dopamin bildende Zellen umwandeln und in der Zellkultur vermehren.

Der Autor

Prof. Dr. Karlheinz Plate, 43, ist seit September 2001 Direktor des Neurologischen



Instituts (Edinger-Institut) am Universitätsklinikum der Johann Wolfgang Goethe-Universität sowie Geschäftsführer der Ludwig-Edinger-Stiftung. Plate, der von 1999 bis 2001 als Leiter der Neuropathologie

an der Erlanger Universität tätig war, ist ein erfahrener Spezialist in der Hirntumordiagnostik und auf dem Gebiet der stereotaktischen Hirnbiopsie. Der gebürtige Hesse, geboren in Ostheim bei Hanau, studierte von 1978 bis 1986 Medizin in Bochum, Marburg und Glasgow. Danach bildete er sich weiter zum Facharzt für Neuropathologie an den Universitätskliniken in Marburg und Zürich sowie am Max-Planck-Institut für Neurobiologie in Martinsried. Nach Auslandsaufenthalten in London, Southampton und San Francisco war er von 1995 bis 1999 leitender Oberarzt am Neurozentrum der Universitätsklinik Freiburg im Breisgau. Plate ist Mitglied verschiedener Fachgesellschaften, Mitglied und Autor der Weltgesundheitsorganisation WHO zur Klassifizierung von Tumoren des zentralen und peripheren Nervensystems, Verbundkoordinator des Projektes »Angiogene Therapie« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung sowie Projektleiter der Deutschen Krebshilfe. 1994 wurde er mit dem Forschungspreis der Hessischen Krebsgesellschaft und dem Adam-Preis der Goethe-Universität ausgezeichnet. Die wissenschaftlichen Arbeiten des Autors werden unterstützt durch die Schwerpunktprogramme 1069 »Angiogenese: Molekulare Mechanismen und funktionelle Interaktionen« und 1109 »Embryonale und gewebespezifische Stammzellen: Regenerative Zellsysteme für einen Zell- und Gewebeersatz« der Deutschen Forschungsgemeinschaft, den Förderschwerpunkt »Therapie mit molekulargenetischen Methoden« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung sowie die Ludwig-Edinger-Stiftung, die Sturge-Weber-Foundation und die Deutsche Krebshilfe.

Körpereigene Multitalente

Zur Bedeutung der Stammzellen für die Brustdrüse

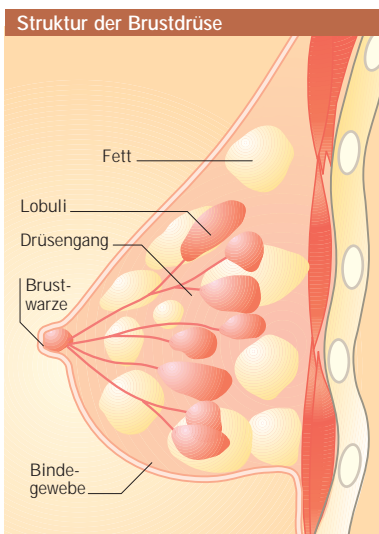
Stammzellen embryonalen Ursprungs oder aus differenzierten Organen erlauben wichtige Einblicke in zentrale Aspekte des Lebens. Die Wissenschaftler versuchen zu ergründen, welche Genex-

pressionen außerhalb zugänglich und manipulierbar. Ihre verschiedenen Zelltypen und die für ihre Funktion wichtigen Hormone sind gut untersucht. Vor allem besitzt die Milchdrüse die einzigartige Fähigkeit, in aufeinanderfolgenden Zyklen von Schwangerschaft und Laktation (Säugen) immer wieder ein funktionelles Epithel auf- und wieder abzubauen. Dieser Prozess lässt auf die Existenz von Stammzellen schließen, die im Verbund der Epithelzellen überdauern.

Aufbau der Brustdrüse

Die Drüsenanlage entsteht im Embryo aus einer Einstülpung der äußeren Zelllage, des Ektoderms, in das darunter liegende Mesoderm, das später Fett- und Bindegewebe der Drüse bilden wird. Durch das Absterben der inneren Zellen entsteht das Lumen des primären Drüsen-

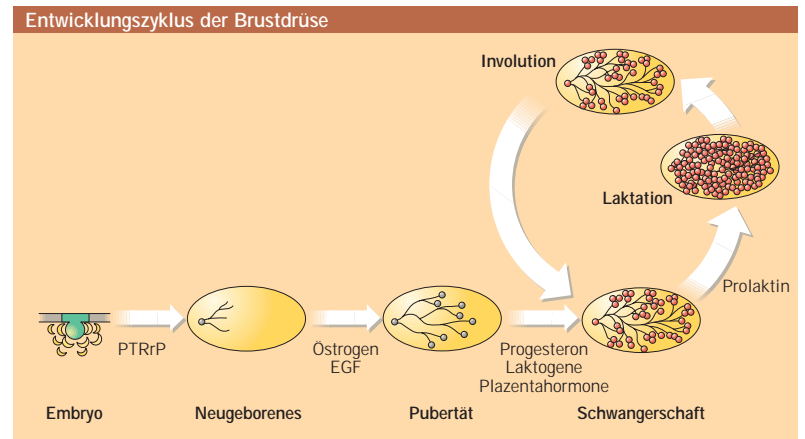
gangs, der sich zu sekundären Drüsen- gängen verzweigt. Nach der Geburt besteht das Brustepithel aus wenig verzweigten Drüsen- gängen, die nur einen kleinen Teil des Fett- gewebes einnehmen. In der Pubertät steuern Steroidhormone das weitere Wachstum, das vor allem von keulenförmigen terminalen Endknospen der Drüsen- gänge ausgeht. Mit Einsetzen der Schwanger- schaft beschleunigt sich dieser Prozess stark: Die Drüsen- gänge wachsen bis an die Grenzen des Fett- gewebes und bilden durch Verzwei- gungen so genannte terminale Lo- buli aus, die wiederum aus einzel- nen Alveoli bestehen. In diesen se- kretorischen Bläschen bilden aus- differenzierte Epithelzellen unter dem Einfluss laktogener Hormone, zum Beispiel Prolaktin, die Milch- proteine. Die funktionellen Milch- drüsen- gänge bestehen aus einer in-



1 Aufbau der Brustdrüse.

pressionen für das ein- drucksvolle Vermehrungspotenzial dieser Zellen verantwortlich sind, welche Gene den Übergang von Stammzellen in Vorläuferzellen und die endgültige Differenzierung steuern und wie diese Prozesse durch Signale von außen in Gang gesetzt werden. Die Ärzte sind daran inter- essiert, diese Fragestellungen prak- tisch zu nutzen. Sie wollen Stamm- zellen zur Unterstützung von Organ- funktionen mobilisieren und für die Organrekonstitution nach Krank- heiten oder Unfällen einsetzen.

Um diese Aspekte zu verstehen und die Möglichkeiten und Grenzen der therapeutischen Nutzung von Stammzellen beurteilen zu können, haben wir das Modellsystem der Brustdrüse gewählt, das uns Auf- schluss über die Fähigkeit von Stammzellen zur Ausbildung von Organstrukturen vermittelt und uns Einblicke in die von benachbarten Zellverbänden ausgehenden Signale erlaubt. Die Wahl dieses Organsys- tems hat mehrere Gründe: Die Milchdrüse 1 ist für die Versuchs- tiere nicht lebenswichtig, leicht von



2 Die Brustdrüsenanlage des Embryos setzt sich aus dem Epithel (grün) und dem Stroma (gelb) zusammen. Die frühen Entwicklungsstadien der Brustdrüse werden vor allem durch Signale zwischen Epithel und umgebendem Mesenchym (gelb) reguliert. Das von PTHrP (parathyroid hormone related peptide) und seinem Rezeptor ausgehende Signal bewirkt beispielsweise das Auswachsen der Drüsenanlage ins Mesenchym, das spätere Fettgewebe der Brustdrüse (gelbes Oval). Nach der Geburt tragen zelluläre Botenstoffe, die mesenchymalen Aktive und Inhibine, und der epidermale Wachstumsfaktor EGF zur weiteren Zellentwicklung und Ausbildung von Drüsen- gängen bei. In der Pubertät und besonders während der Schwangerschaft übernehmen systemisch wirkende Steroidhormone die zentrale Rolle. Ihre Wirkung wird durch Peptidhormone ergänzt: Prolaktin ist für die Vermehrung der Epithelzellen während der Schwangerschaft erforderlich und reguliert gemeinsam mit den Steroidhormonen das Wachstum der sekundären Verzweigungen der Drüsen- gänge. Nach der Geburt be- wirkt Prolaktin als essentieller Bestandteil der laktogenen Hormone die Milchpro- duktion in den sekretorischen Zellen der lobulo- alveolären Strukturen (rot). Die terminal differenzierten Epithelzellen überleben nach der Geburt nur, solange das Prolaktin- signal anhält. Bleibt es aus, sterben die Zellen innerhalb 24 bis 48 Stunden durch Apoptose, und die funktionellen Strukturen bilden sich zurück (Involution).

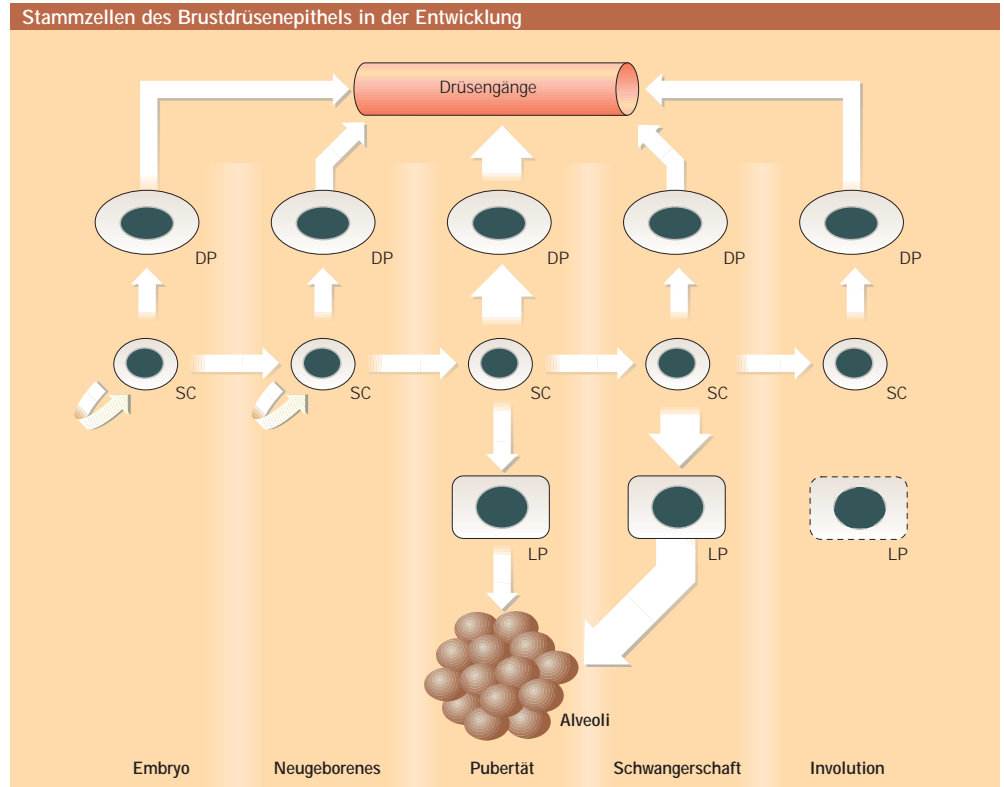
neren Schicht von muskelähnlichen Epithelzellen und einer äußeren Schicht kontraktile myoepitheliale Zellen, die dem Milchtransport dienen. Nach Ende des Säugens sterben die meisten ausdifferenzierten Epithelzellen den programmierten Zelltod (Apoptose), und die Drüse verkleinert sich wieder (Involution) **2**.

Stammzellen des Brustepithels

Die Fähigkeit, bei jeder Schwangerschaft aufs Neue funktionelle, ausdifferenzierte Epithelzellen zu bilden, lässt darauf schließen, dass das Brustepithel eine regenerative Zellpopulation, also Stammzellen, beherbergt. Diesen Schluss stützen Transplantationsexperimente: Kleine Drüsenfragmente einer Spendermaus können im Fettgewebe einer Empfängermaus, deren eigenes Brustepithel entfernt wurde, das gesamte Brustdrüsenepithel regenerieren ^{/5/}.

Gewebsspezifische Stammzellen werden als Zellen definiert, die sich über lange Zeiträume hinweg selbst erhalten und alle differenzierten Zelltypen eines bestimmten Organs ausbilden können. In Organen wie dem Blut, dem Darm oder der Retina behalten die direkten Nachkommen der Stammzellen zunächst die Fähigkeit zur Zellteilung bei. Die primären gewebsspezifischen Stammzellen können demnach sowohl neue Stammzellen als auch teilungsfähige Vorläuferzellen bilden. Diese Zellen dienen dann als Vorläufer für eine begrenzte Anzahl differenzierter Zelltypen und für Vorläufer, aus denen nur noch ein einziger Zelltyp hervorgehen kann.

Multipotente Vorläuferzellen wurden in den Brustdrüsen von Na-



3 Multipotente Stammzellen der Brustdrüse (SC) bringen zwei Typen von linienspezifischen Vorläuferzellen hervor: Vorläufer für Zellen, die Drüsengänge ausbilden (ductal progenitor cells, DP) und Vorläufer für Zellen, die lobuläre Strukturen ausbilden (lobular progenitor, LP). Die für die Ausbildung der Drüsengänge notwendigen Vorläuferzellen sind wahrscheinlich schon in frühen embryonalen Stadien der Brustdrüse vorhanden. Dagegen entstehen die Vorläuferzellen, die die lobulären Strukturen ausbilden, vermutlich erst während der Pubertät und der Schwangerschaft unter dem Einfluss laktogener Hormone, wie zum Beispiel Prolaktin. Insbesondere Progesteron scheint dabei eine entscheidende Rolle zu spielen.

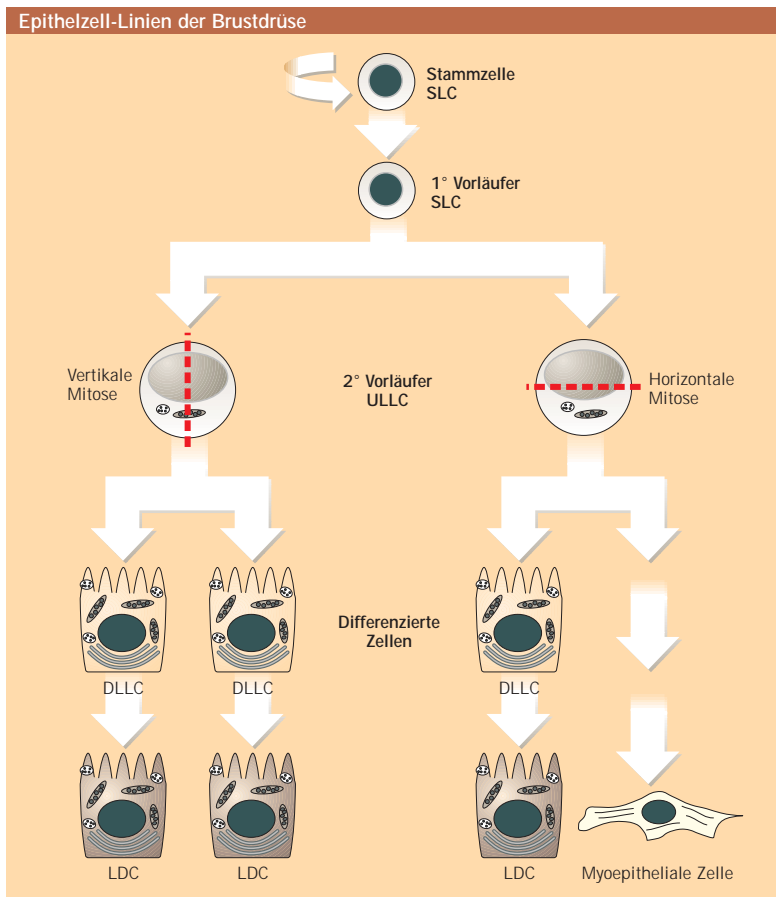
gern und Menschen nachgewiesen ^{/6, 7, 8/}. Transplantationsexperimente mit genetisch markierten Zellen haben gezeigt, dass eine einzige Stammzelle in der Lage ist, das gesamte Epithel einer Mausbrustdrüse wieder aufzubauen ^{/9/}. Zudem kann eine multipotente Stammzelle zwei Typen von linienspezifischen Vorläuferzellen hervorbringen, die entweder sekretorische Lobuli oder verzweigte Drüsengänge ausbilden können **3**.

Merkmale der Stammzellen

Für die Stammzellen des Brustepithels sind bisher noch keine spezifischen Merkmale (Marker) bekannt, die diese Zellen eindeutig als Stammzellen ausweisen würden. Hinweise auf ihre Identität liefert aber ihre charakteristische Ultrastruktur auf elektronenmikroskopischen Aufnahmen, anhand derer die Zellen des Brustepithels auf Grund morphologischer Kriterien klassifiziert

Literatur

- ^{/1/} Wysolmerski, J. J., et al., Rescue of the parathyroid hormone-related protein knockout mouse demonstrates that parathyroid hormone-related protein is essential for mammary gland development. *Development*, 1998. 125 (7): p. 1285–94.
- ^{/2/} Robinson, G. W. and L. Hennighausen, Inhibins and activins regulate mammary epithelial cell differentiation through mesenchymal-epithelial interactions. *Development*, 1997. 124 (14): p. 2701–8.
- ^{/3/} Wiesen, J. F., et al., Signaling through the stromal epidermal growth factor receptor is necessary for mammary ductal development. *Development*, 1999. 126(2): p. 335–44.
- ^{/4/} DeOme, K. B., et al., Development of mammary tumors from hyperplastic alveolar nodules transplanted into gland-free mammary fat pads of female C3H mice. *J Natl Cancer Inst*, 1959. 78: p. 751–57.
- ^{/5/} Smith, G. H., Experimental mammary epithelial morphogenesis in an in vivo model: evidence for distinct cellular progenitors of the ductal and lobular phenotype. *Breast Cancer Res Treat*, 1996. 39(1): p. 21–31.
- ^{/6/} Pechoux, C., et al., Human mammary luminal epithelial cells contain progenitors to myoepithelial cells. *Dev Biol*, 1999. 206(1): p. 88–99.
- ^{/7/} Chepko, G. and Smith, G. H., Three division-competent, structurally-distinct cell populations contribute to murine mammary epithelial renewal. *Tissue Cell*, 1997. 29(2): p. 239–53.
- ^{/8/} Kordon, E. C. and Smith, G. H., An entire functional mammary gland may comprise the progeny from a single cell. *Development*, 1998. 125(10): p. 1921–30.
- ^{/9/} Robinson, G. W., Karpf, A. B., and Kratochwil, K., Regulation of mammary gland development by tissue interaction. *J Mammary Gland Biol Neoplasia*, 1999. 4(1): p. 9–19.
- ^{/10/} Smith, G. H. and Medina, D., A morphologically distinct candidate for an epithelial stem cell in mouse mammary gland. *J Cell Sci*, 1988. 90(Pt 1): p. 173–83.
- ^{/11/} Hennighausen, L. and Robinson, G. W., Signaling pathways in mammary gland development. *Dev Cell*, 2001. 1(4): p. 467–75.



4 Nach Färbung mit Osmiumtetroxyd erscheinen die Stammzellen im Elektronenmikroskop als helle Zellen, die wenig Farbstoff aufnehmen. Sie sind auch mit etwa sieben Mikrometern deutlich kleiner als die Masse der umgebenden Zellen (etwa 15 bis 20 Mikrometer). Diese kleinen hellen Zellen (Small Light Cells, SLC) machen etwa drei Prozent der gesamten epithelialen Zellpopulation aus. Es könnte sich bei ihnen um eine gemischte Population aus Stammzellen und primären Vorläuferzellen handeln. Große helle Zellen machen etwa zehn Prozent der epithelialen Zellpopulation aus. Sie kommen in einem undifferenzierten (Undifferentiated Large Light Cells, ULLC) und einem differenzierten Zustand vor (Differentiated Large Light Cells, DLLC). ULLC sind wahrscheinlich sekundäre Vorläuferzellen und unterscheiden sich von SLC durch ihre Größe sowie einen größeren Kern. ULLC differenzieren weiter in DLLC, die Zellpolarität aufweisen und Lipidvesikel und Milchproteine sekretieren.

Die Autoren



Prof. Dr. Bernd Groner, 55, ist seit 1998 Direktor des Georg-Speyer-Hauses und Professor für Tumorbologie und Infektionskrankheiten an der Universität Frankfurt. Er studierte Biologie an den Universitäten München und Pittsburgh, USA, wo er 1975 im Fach Biochemie promovierte. Nach Postdoc-Aufenthalten an der Columbia-Universität in New York, dem Max-Planck-Institut für Molekulare Genetik und dem Institut für Experimentelle Krebsforschung in Lausanne, Schweiz, arbeitete er am Institut für Genetik des Forschungszentrums Karlsruhe. Von 1983 bis 1988 war Groner Direktor des Ludwig Instituts für Krebsforschung in Bern, Schweiz, fertigte dann seine Habilitationsschrift am Friedrich-Miescher-Institut in Basel und wurde 1993 Direktor des Instituts für Experimentelle Krebsforschung der Klinik für Tumorbologie in Freiburg. Seine wichtigsten wissenschaftlichen Beiträge leistete er auf den Gebieten der molekularen Wirkungsmechanismen von Steroid- und Peptidhormonen und der experimentellen Tumorthherapie.



Dr. Sylvane Fabienne Desrivieres, 34, studierte von 1984 bis 1988 Biologie an der Universität in Paris XI. Ihre Diplomarbeit fertigte sie am St. Louis Hospital des National Institute of Health and Medical Research an. Nach einem Forschungsaufenthalt am Friedrich-Miescher-Institut in Basel, Schweiz, promovierte sie an der Klinik für Tumorbologie in Freiburg. Danach arbeitete sie als Postdoktorandin am Biozentrum der Universität Basel, Schweiz. Dabei sammelte sie umfangreiche Erfahrungen auf den Gebieten der zellulären Signaltransduktion und der ihr zugrunde liegenden Proteinkinasen. Von 2000 bis 2002 war Sylvane Desrivieres am Deutschen Krebsforschungszentrum, Heidelberg, in der Gruppe von Prof. Dr. Peter Kramer tätig und arbeitet heute im Georg-Speyer-Haus in Frankfurt an Fragen der Stammzellbiologie.

werden können **4**. Deswegen wird die Identifikation solcher Marker von entscheidender Bedeutung für die Isolierung und molekulare Charakterisierung von Stammzellen des Brustepithels sein. Wie bei anderen Organsystemen auch werden die nützlichsten Marker solche sein, die an der Zelloberfläche zugänglich sind. Ein Schwerpunkt unserer Anstrengungen in der Zukunft wird daher die Suche nach geeigneten Markermolekülen sein.

Stammzellen:
unbegrenzt teilungsfähig?

Das Proliferationspotenzial der Stammzellen ist sehr eindrucksvoll, wenngleich auch nicht unbegrenzt. Die gesamte Erneuerung des Brustepithels erfordert jedoch nur eine kleine Zahl an Teilungen der zugrunde liegenden Stammzellen. Unter normalen Bedingungen ist die Stammzellproliferation offensichtlich sehr strikt kontrolliert – wie ist im Detail bisher allerdings nur wenig verstanden. In anderen Organen befinden sich Stammzellen oft in privilegierten Nischen und können nur dort richtig funktionieren. In der Brustdrüse breiten sich epitheliale Zellen ausschließlich innerhalb des Fettgewebes aus. Dabei spielt die direkte Wechselwirkung der Stammzellen mit differenzierten Epithel- oder Stromazellen sehr wahrscheinlich eine wichtige Rolle. Molekulare Signale dieser Zellen könnten die Stammzellproliferation auslösen oder verhindern. Eine Kombination von genetischen, molekularbiologischen und zellbiologischen Methoden wird uns Aufschluss darüber geben, wie Stammzellen kontrolliert sind und was den Übergang zwischen Selbsterneuerung (symmetrischer Mitose) und Differenzierung in zelltypspezifische Vorläuferzellen (asymmetrische Mitose) auf molekularer Ebene steuert.

Stammzellen und Brustkrebs

Da Stammzellen die gesamte Lebenszeit eines Organismus über vorhanden sind, tragen sie ein erhöhtes Risiko, Mutationen anzuhäufen. Viele gutartige Zellwucherungen (Hyperplasien) und Tumoren der Brustdrüse können auf eine einzige durch Mutation veränderte Ausgangszelle zurückgeführt werden, bei der es sich um eine Stammzelle handeln könnte. Die unkontrolliert wachsende Zellpopulation des Tu-

mors könnte Eigenschaften der zugrunde liegenden Stammzelle beibehalten. So sind Stammzellen anscheinend unempfindlich gegen die apoptotischen Signale, die die meisten ausdifferenzierten Epithelzellen nach dem Ende des Säugens für die Vernichtung markieren. Da viele Chemotherapeutika den Zelltod durch Apoptose auslösen, hätte diese Unempfindlichkeit wichtige Kon-

sequenzen für die Therapiewahl bei Brustkrebs.

Wir sind überzeugt davon, dass das Verständnis der Stammzellen für die Erforschung der Brustdrüse und die Bekämpfung von Brustkrebs von größter Bedeutung ist. Spezifische Marker werden in Zukunft die Isolierung und Charakterisierung von Stammzellen erlauben, fortgeschrittene genetische Metho-

den (transgene und Knockout-Mäuse, Genomics und Proteomics) und Transplantationstechniken Hinweise auf die molekularen und funktionellen Eigenschaften der Stammzellen geben. Auf Grund dieser Einsichten sollen schließlich Zielstrukturen und Wirkstoffe identifiziert werden, die die Bekämpfung von Brustkrebs effizienter und nebenwirkungärmer ermöglichen. ◆

Auf der Suche nach dem salomonischen Urteil

Aus der Sicht der Sozialethik:
Zwei Argumentationsmodelle für die Debatte um die Embryonenforschung

Vom Urteil Salomos heißt es in der Bibel: »Ganz Israel vernahm das Urteil ... Man bekam Ehrfurcht vor dem König; denn man sah, dass Gottes Weisheit in ihm wohnte, um Rechtsentscheide zu treffen« (1 Könige 3,28). Der Hintergrund war folgender: Im Streit zweier Frauen um ein Kind, die beide behaupteten, die rechtmäßige Mutter zu sein, erkannte Salomo jene Frau als Mutter des Kindes, die uneingeschränkt für das Leben des Kindes eintrat, während die andere Frau – aus welchen Motiven auch immer – das Leben des Kindes instrumentalisierte und für die Teilung des Kindes plädierte.

Es wäre völlig unangemessen, wollte ich einen direkten Bezug zur ethischen Beurteilung der Forschung an Embryonen herstellen. Dennoch ist einerseits der Wunsch nach einem salomonischen Urteil unüberhörbar, das die Kontrahenten in der Sache und auch die Gesellschaft in einer für die Menschheit als Ganze so grundlegenden Frage überzeugt. Andererseits ist es interessant, die Bedingungen zu bedenken, die im Urteil Salomos zu einer für alle überzeugenden Entscheidung geführt haben, nämlich die religiöse Rückbindung des Entscheidenden und die überzeugende Kraft seiner Argumente in der Sache.

Angesichts des für diesen Beitrag sehr eng gesteckten Rahmens kann die ethische Erörterung nur im Telegrammstil erfolgen. Zunächst soll-

ten wir uns vergegenwärtigen, dass der Mensch mit der Gentechnik zum ersten Mal in seiner Geschichte in der Lage ist, die Menschheit als Ganze zum Objekt zu machen. Damit tangiert Gentechnik ethische Grundsätze und Rechtsgüter, die gemäß der »Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte« der Vereinten Nationen zu schützen sind.

Was ist ein menschliches Lebewesen?

Bezogen auf die Embryonenforschung lautet die entscheidende Frage, welchen moralischen Status wir Embryonen zubilligen, von welchem Zeitpunkt wir nicht nur von menschlichem Leben, sondern von einem menschlichen Lebewesen ausgehen wollen, dem dann menschliche Würde zuzusprechen ist. Meiner Ansicht nach muss man von dem Zeitpunkt von einem menschlichen Lebewesen sprechen, zu dem mit den Mitteln unserer Erkenntnis individuiertes menschliches Leben feststellbar ist. Während (wer ist »man«) Mediziner, Theologen und Politiker in der Bundesrepublik zur Zeit der Debatte um die Reform des Paragraphen 218 die Ansicht vertraten, dieser Zeitpunkt sei bei der Einnistung der befruchteten Eizelle in der Gebärmutter gegeben, da dann eine mögliche Zwillingsteilung zu ihrem Abschluss gekommen ist, muss das nach neuen gentechnischen Erkenntnissen anders beurteilt werden. Danach ist



Diese mittelalterliche Darstellung des Salomonischen Urteils in der Krypta der Stiftskirche St. Servatius in Quedlinburg ist um 1180 entstanden; der Künstler der romanischen Malerei ist unbekannt, vermutlich war es ein Mönch dieses Klosters.

schon zu dem Zeitpunkt der Zeugung, also zum Zeitpunkt des Zusammenschlusses der beiden haploiden Chromosomensätze, individuiertes menschliches Leben gegeben, weil bereits in diesem Vorgang

Das Salomonische Urteil

Zwei Frauen erschienen mit einem Säugling vor Salomons Richterstuhl und trugen ihm ihren Fall vor: Sie hätten beide zur gleichen Zeit ein Kind geboren, die eine

Louvre, Paris), der diese alttestamentliche Geschichte in ihrer symbolischen Bedeutung als antiken Mythos verstand. Die göttliche Weisheit Salomons, von der die Bi-

Haupt. Mit ausgestreckten Armen fällt Salomo das Urteil. An eine Waage der Gerechtigkeit erinnernd, senkt sich der rechte Zeigefinger zur echten Mutter. Sein Spruch erschüttert die Anwesenden, treibt die Mütter zu leidenschaftlichen Reaktionen. Die echte Mutter kniet in Licht getaucht vor dem König. Sie ist jung, dem Betrachter mit dem Rücken zugewandt wendet sie sich voll dem König zu. Die Arme sind ausgebreitet, mit einer Hand unwillkürlich gen Himmel weisend. Die andere Mutter dagegen ist hager, gealtert, in dunklen Farben gekleidet. Ihr Arm, ihr scharfes Profil mit hysterischem Ausdruck, aufgerissenem Auge und offenem Mund sind auf den Soldaten mit dem Säugling gerichtet. Sie selbst trägt das tote Kind, dessen sie sich entledigt hatte, auf unbegreifliche Weise wieder im Arm. Der Soldat mit dem Knaben hält diesen am Bein hoch und lässt ihn kopfüber baumeln, bereit zur raschen Tötung. Rechts steht der hagerer Ratgeber. Die übrigen Teilnehmer der Szene sind mit Entsetzen erfüllt. Das Gemälde, so konzentriert und kraftvoll es wirkt – es gilt als eines der vollkommensten im Werk Poussins – wurde von einer bereits deutlich durch die Parkinson'sche Krankheit angegriffenen Hand gemalt. Die Zitterstriche auf dem Skizzenblatt zu diesem Bild (Draw. I, Nr. 31 in Leningrad) zeigen den fortgeschrittenen Grad der Erkrankung. In dieser leidenschaftlich schöpferischen Zeit Poussins, die von der Auseinandersetzung mit seinem Schicksal dominiert wird, entstanden überwiegend Gemälde mit biblischer Thematik.

Claudia Döpfner M.A. studierte Kunstwissenschaften und Theologie und ist wissenschaftliche Mitarbeiterin.



ihren Sohn aber im Schlaf erdrückt und den toten Säugling der anderen Mutter untergeschoben und deren lebendes Kind an sich genommen. Als diese erwachte erkannte sie das Geschehene und klagte auf Rückgabe ihres Kindes, während die andere den Tausch leugnete. Salomo fällt den bekannten Urteilsspruch, durch den er die echte Mutter erkannte: Das lebende Kind sei entzwei zu schneiden und jeder Mutter eine Hälfte zu geben. »Ach, Herr, gebt ihr das lebende Kind, nur tötet es nicht!«, flehte die echte Mutter. »Es sei weder mein noch dein, schneidet zu!« sprach die andere. Da entschied Salomo, das Kind der ersten zu geben: »Denn sie ist seine Mutter!« Ganz Israel erkannte nun, dass Gottes Weisheit in Salomo war ... (Buch der Könige 3,16 – 28). Eine besonders dramatische Darstellung des Salomonischen Urteils gelang Nicolas Poussin (um 1650;

bel spricht, offenbart das Wirken der Macht Gottes selbst. Die beiden Mütter, an denen seine Gerechtigkeit sich zeigt, lassen diese Macht sichtbar werden. Schauplatz der Gerichtsszene ist eine monumentale, repräsentative Halle von antiker-römischer Architektur. Der junge König Salomo thront zentral, feierlich-erhaben in der Stellung einer *Maïestas Domini*, die ursprünglich den römischen Kaiser und schließlich Gott selbst darstellte. Er ist hell angestrahlt, gekleidet in herrschaftliches Rot und leuchtend bläuliches Weiß. Sein Thron ist deutlich erhöht und über das Geschehen gerückt. Er steht auf einem Sockel aus hellem, mit dekorativem Relief geschmückten Marmor und ist eingerahmt von dunkel graublauen, monumentalen Säulen. Die Füße des Throns sind von Löwentatzen geziert, in Löwenköpfen endigen die Armlehnen, die Rückenlehne in einer Aureole um Salomons

das beginnende menschliche Leben in allen seinen Merkmalen – einschließlich der Zwillingsteilung – definiert ist. Damit ist unabweisbar, »dass der frühe Embryo ab der vollzogenen Befruchtung ein menschliches Lebewesen ist, das den Bauplan eines ganzen Menschen in sich trägt (Potentialitätsargument) und das zu einem solchen Menschen in

einer Kontinuität steht, die keine Stufen kennt, welche die Entwicklung im Sinne einer Änderung der Substanz markieren (Kontinuitätsargument) ...«^{1/}.

Wer den Sachverhalt so zur Kenntnis nimmt, für den ist es unabweisbar, dass einem solchen menschlichen Lebewesen auf Grund seiner Gattungszugehörigkeit im

vollen Umfang menschliche Würde und Personsein zugesprochen werden muss, dem Abwehrrechte eigen sind, die Vorrang vor Anspruchsrechten haben, wie dem Recht von Eltern auf reproduktive Selbstbestimmung, dem Recht auf Selektion erbkranken Nachwuchses oder dem Recht auf die Erforschung künftiger Therapien.

Diese Position, die die unbedingte Annahme eines Embryos als menschliches Lebewesen impliziert, ist für Menschen, die an die Erschaffung der Welt durch Gott glauben, plausibel. Doch wo diese religiöse Rückbindung nicht geteilt wird, werden die naturalen anthropologischen Gegebenheiten hinterfragt. Und es beginnt ein advokatorisch zu führender Diskurs, der stellvertretend auch für die geführt wird, die noch keine Stimme haben und sich deshalb noch nicht selbst im Diskurs einbringen können, über den moralischen Status von Embryonen, in dem anhand von individuellen, sozialen und kulturellen Verträglichkeitskriterien die differierenden Verstehensansätze erörtert werden müssen. Dabei kommt es darauf an, der normativen Kraft des Faktischen beziehungsweise des »Fiktiven«^{/2/} in der Genforschung mit der faktischen Kraft des Normativen, dem kulturellen Ordnungswissen entgegenzutreten.

Zwei Argumentationsmodelle können eine Hilfe sein: Einerseits das Prinzip der Doppelwirkung einer Handlung und andererseits die Überprüfung anhand einer Rationalitäts-Irrationalitäts-Skala.

Vom Prinzip der Doppelwirkung einer Handlung

Das Prinzip der Doppelwirkung einer Handlung geht schon auf Thomas von Aquin zurück und wurde von Peter Knauer hermeneutisch neu gefasst^{/3/}. Das Prinzip der Doppelwirkung trägt dem Faktum Rechnung, dass es keine Handlung gibt, die nur eine einzige Wirkung – nämlich die intendierte gute – hat. Daher bedarf es zur Rechtfertigung einer Handlung einer hinreichenden Güterabwägung, bei der geprüft wird, ob ein mit der Handlung einhergehender, nicht intendierter Schaden hingenommen werden kann. Nach dem Prinzip der Doppelwirkung kann man einen Schaden in Kauf nehmen oder auch verursachen, wenn man für eine Handlung zur Erreichung eines universal zu erstrebenden Wertes keine Alternative hat, durch die dieser Wert auf Dauer und im Ganzen gesichert werden kann. Um es an einem Beispiel zu verdeutlichen: Solange es ernst zu nehmende Forscher wie Peter Wernet, Düsseldorfer Stammzellforscher, und Gert Kempermann, Wissenschaftler am Max-Delbrück-

Zentrum in Berlin und Träger des Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preises der Deutschen Forschungsgemeinschaft, gibt, die die Ansicht vertreten, dass es Alternativen zur Forschung an embryonalen Stammzellen gibt, müssen diese zuerst ausgeschöpft werden, bevor die Forschung an embryonalen Stammzellen erlaubt sein darf.

Die Rationalismus-Irrationalismus-Skala

In ähnlicher Weise kann eine Prüfung von Entscheidungen im Rahmen der Embryonenforschung anhand der Rationalismus-Irrationalismus-Skala durchgeführt werden. Dieses Entscheidungsmodell wurde in der Ethikgruppe der Interdisziplinären Arbeitsgruppe Technikforschung an dieser Universität entwickelt. Damit kann aufgezeigt werden, wann in einem Forschungs- oder Handlungszusammenhang Irrationalität erkennbar wird und diese auf der Skala, die von Irrationalität bis Rationalität reicht, stärker in Richtung Irrationalität tendiert. Dies ist in diesem Modell immer dann der Fall, wenn Teilbestimmungen zum Ganzen hochstilisiert werden, wenn ein eingegrenzter Rationalitätskontext verabsolutiert wird und/oder wenn ein Begründungszusammenhang willkürlich abgebrochen wird. So wird der Rationalitätskontext »Forschung an embryonalen Stammzellen« absolut gesetzt, wenn man – wie der Bonner Neuropathologe Oliver Brüstle es zu tun scheint – behauptet, diese sei die einzige Möglichkeit, Therapien für Krankheiten wie Multiple Sklerose und Parkinson zu entwickeln, obwohl nicht auszuschließen ist, dass Forscher mit adulten Stammzellen schneller zum Ziel kommen. Wer ferner durch das Schüren hoher Erwartungen die Rechtfertigung eines schnellen Einstiegs in die Forschung mit embryonalen Stammzellen erzwingen will und damit alle anderen ernstzunehmenden Gegenargumente vom

Tisch zu fegen versucht, bricht den ethischen Diskurs willkürlich ab, der zu einer hinreichenden ethischen Bewertung einer Forschungsentwicklung im Entstehungsprozess führen könnte. Natürlich kann auch die Problemlösungsthese von Befürwortern der Embryonenforschung damit in ihrer Tragweite transparent gemacht werden. Irrationalität überwiegt, wenn mit einer Problemlösung gleichzeitig neue und komplexere Probleme aufgeworfen werden. Eine Mindestbedingung wäre auch hier eine hinreichende Abschätzung. Desgleichen ließe sich auf die Gefährlichkeit der ungeheuren Beschleunigung in der Genforschung und das damit einhergehende hohe Maß an Unwägbarkeit aufmerksam machen. Mit der Verlangsamung dieses Prozesses käme mehr Nüchternheit und mehr ethische Vernunft zum Zuge, was eine humane Beherrschung der durch Embryonenforschung gegebenen Möglichkeiten und Gefahren eröffnen könnte. Indem der Druck auf die Beschleunigung der Embryonenforschung gemildert wird, besteht auch die Aussicht, dass die Verwertungsinteressen nicht absolut gesetzt werden.

Damit haben wir zwar noch kein salomonisches Urteil, aber ein differenzierteres Problembewusstsein in der Gesellschaft und mehr Partizipationsmöglichkeiten für die Mitwirkung an sozial- und kulturverträglichen Entscheidungen in Fragen der Embryonenforschung. ♦

Der Autor



Prof. Dr. Johannes Hoffmann, 65, lehrt seit 1976 Moralthologie und Sozialethik am Fachbereich Katholische Theologie der Universität Frankfurt. Zu seinen Forschungsschwerpunkten gehören Themen der Technikbewertung und ethische Kriterien für Geldanlagen. So ist Hoffmann seit 1985 Projektleiter der Ethikgruppe der »Interdisziplinären Arbeitsgruppe Technik-Forschung« der Universität Frankfurt, außerdem leitet er seit über zehn Jahren das Projekt »Ethisch-Ökologisches Rating« und bekleidet in diesem Zusammenhang verschiedene Ämter; so ist er erster Vorsitzender von »Corporate Responsibility Interface Center« (CRIC), ein Verein für ethisch orientierte Investoren. Hoffmann studierte Theologie, Volkswirtschaftslehre und Psychologie in Münster, München, Bonn und Saarbrücken und war vor seiner Berufung nach Frankfurt Professor an der Pädagogischen Hochschule in Münster für den Bereich Theologische Anthropologie und Moralpädagogik.

Anmerkungen

^{/1/} Dietmar Mieth, Die Diktatur der Gene. Bioethik zwischen Machbarkeit und Menschenwürde, Freiburg, 2001, Seite 109.

^{/2/} Dietmar Mieth, a. a. O., Seite 18.

^{/3/} Peter Knauer, Handlungsverflechtungen. Neue Fundamentelethik aus dem Prinzip Doppelwirkung, Manuskript, Frankfurt 2001.

Die Einheit in Zweiheit

Anmerkungen aus Sicht der Medizinethik
zur feministischen Debatte um den Zugriff auf den Embryo

Die Hoffnung auf Heilungschancen für schwerwiegende, vor allem neurologische Erkrankungen hat in der Medizin ebenso wie in der Öffentlichkeit zu einer hochkontroversen Diskussion um die Frage der Legitimität einer »Ethik des Heilens« in Konkurrenz zu einer »Ethik des Lebensschutzes« geführt. Damit ist die uralte Menschheitsfrage wieder entflammt, ob der Zugriff auf die frühe Form menschlichen Lebens gestattet sein

schaft sowie den medizinischen Reproduktionstechnologien in das Blickfeld gerückt.

Der Rückgriff auf Analogien, die die Embryonenforschung rechtfertigen oder ablehnen, hat die Rolle der Frauen allerdings bisher fast völlig ausgeklammert. Welche Bedeutung hat der Zugriff auf den Embryo für die davon unmittelbar betroffenen Frauen, und was kann deren Perspektive zu der Kontroverse beitragen?

An dieser Stelle sollen zwei Probleme, die Symbiose von Frau und Embryo sowie die so genannte »reproduktive Autonomie« der Frau, angesprochen und Hinweise auf fruchtbare Potenziale wie problematische Defizite der Feminismusdebatte gegeben werden.

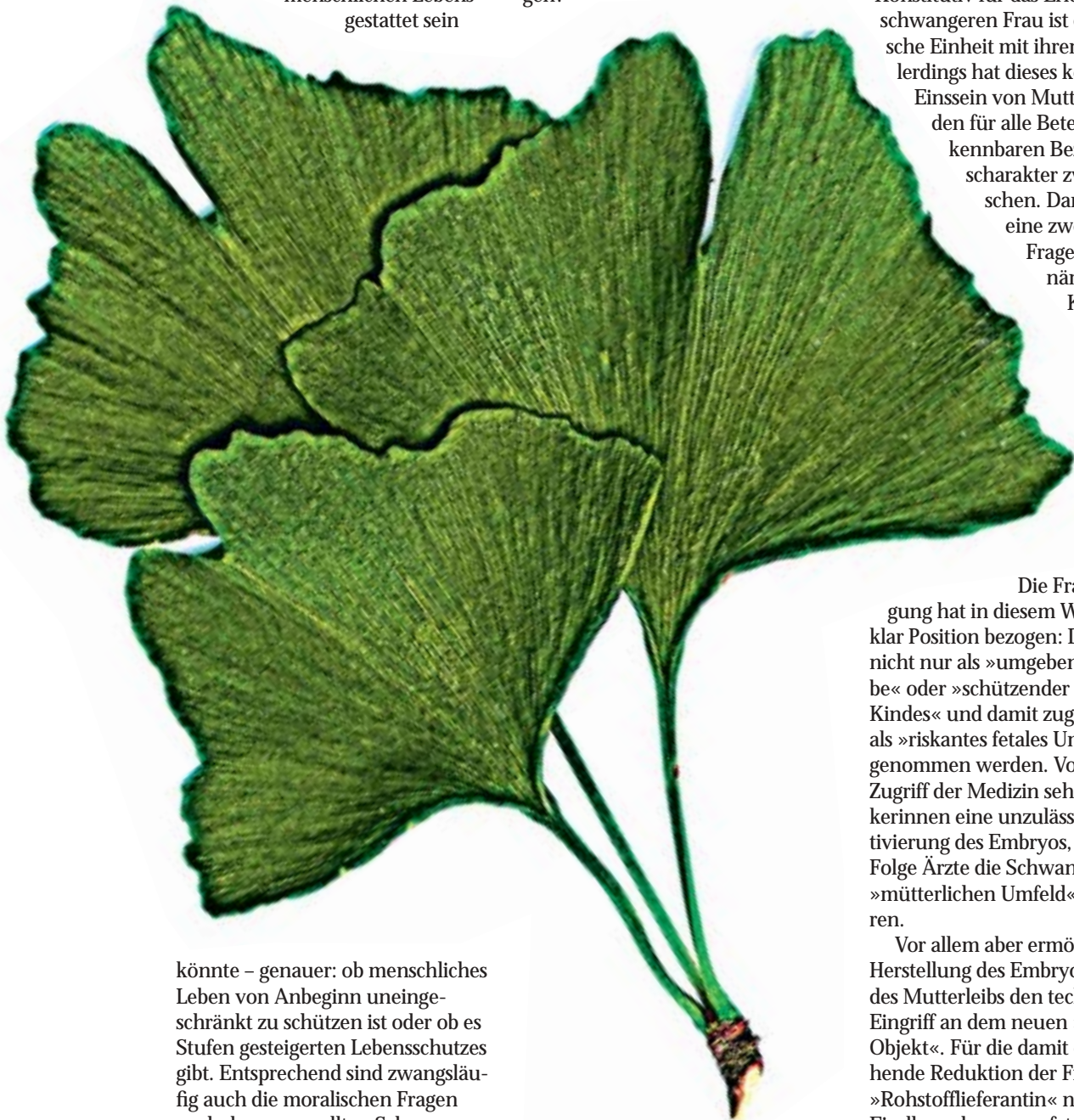
Frau als »Rohstofflieferantin« und »fetales Umfeld« – Reduktion weckt Widerspruch

Konstitutiv für das Erleben der schwangeren Frau ist die biologische Einheit mit ihrem Kind. Allerdings hat dieses körperliche Einssein von Mutter und Kind den für alle Beteiligten erkennbaren Beziehungscharakter zweier Menschen. Damit taucht eine zweite uralte Frage auf, ob nämlich das Kind »Teil« des weiblichen Körpers ist oder sich nur »im« weiblichen Körper befindet.

Die Frauenbewegung hat in diesem Widerstreit klar Position bezogen: Die Frau darf nicht nur als »umgebendes Gewebe« oder »schützender Raum des Kindes« und damit zugleich auch als »riskantes fetales Umfeld« wahrgenommen werden. Vor allem im Zugriff der Medizin sehen die Kritikerinnen eine unzulässige Subjektivierung des Embryos, in deren Folge Ärzte die Schwangere zum »mütterlichen Umfeld« degradieren.

Vor allem aber ermöglicht die Herstellung des Embryos außerhalb des Mutterleibs den technischen Eingriff an dem neuen »Subjekt/Objekt«. Für die damit einhergehende Reduktion der Frau zur »Rohstofflieferantin« notwendiger Eizellen oder zum »fetalen Um-

könnte – genauer: ob menschliches Leben von Anbeginn uneingeschränkt zu schützen ist oder ob es Stufen gesteigerten Lebensschutzes gibt. Entsprechend sind zwangsläufig auch die moralischen Fragen nach der ungewollten Schwanger-



feld« ist es typisch, dass die Frau sowohl in der medizinisch-wissenschaftlichen als auch in der ethischen Diskussion um die moralische Bedeutung der embryonalen Entwicklung, um Fertilisationstechniken oder Forschung ausgeblendet wird. Würde und Gesundheit der Frau sind jedoch in besonderer Weise gefährdet, wenn die Möglichkeit des therapeutischen Klonens den Bedarf an Eizellen für die Forschung erhöht und Frauen durch Überredung oder gegen Bezahlung zur »Spende« von Eizellen gedrängt oder gar zu »Auftragsproduzentinnen« würden.

Auch im Recht werden Embryo und Fetus subjektiviert und als Träger eigenen Lebensrechts verstanden. Für die Frau bedeutet dies in der Zeit der Schwangerschaft die soziale Pflicht, sich im Interesse des Fetus der medizinischen Kontrolle zu unterwerfen. In der Debatte um Präimplantationsdiagnostik und Stammzellforschung wird zudem bereits der totipotenten Zygote (Zelle, deren Differenzierung noch nicht festgelegt ist) absoluter Lebensschutz zuerkannt. Damit kann über den Embryo verhandelt werden, ohne die Rechte und Interessen der Frau zu berücksichtigen, der er seine Existenz und die einzige Möglichkeit zum Überleben verdankt. Die Frage, ob die Verfügungsgewalt über den Körper der Frau und die Herstellung von Embryonen überhaupt zulässig und legitimierbar sind, wird in der Forschung und medizinischen Anwendung nicht mehr gestellt. Jede Subjektivierung des Fetus wird daher im Feminismus einhellig als »Fötusismus« zurückgewiesen, und der »Embryo in vitro« als soziales Konstrukt verstanden, das in der menschlichen Erfahrung von »gezeugt« und »geboren« nicht vorkommt.

Die körperliche Untrennbarkeit von Mutter und Kind liefert den feministisch orientierten Frauen schließlich auch ein wesentliches Argument, um die ethische Unvergleichbarkeit der Abtreibung mit Formen des Zugriffs auf den »Embryo in vitro« zu verteidigen. Diese einmalige Form körperlicher Beziehung ließe bei einem Verbot der Abtreibung zum Schutz des Embryos den Erhalt einer ungewollten Schwangerschaft nur unter erheblicher Verletzung der körperlichen Integrität der Frau zu. Der »Embryo

in vitro« bedarf innerhalb dieser Argumentation hingegen des absoluten Schutzes, da ihn die künstliche Trennung vom mütterlichen Leib zu einem Objekt der Manipulation durch Dritte macht und die Rechtfertigung des Zugriffs durch die Rechte der Frau auf körperliche Unversehrtheit fehlt.

Die »reproduktive Autonomie«

Besonders heftig stellen Feministinnen die These in Frage, vorgeburtliche Diagnostik und neue Reproduktionstechnologien seien Instrumente zur Befreiung der Frau. Im Streit darum, wie Fortpflanzungsmedizin – von effektiver Empfängnisverhütung bis zur In-vitro-Fertilisation (IVF) nach Präimplantationsdiagnostik – zu bewerten ist, wurde die »reproduktive Autonomie« der Frau für die Befürworter der Technik zum Schlüsselbegriff. Aber können Frauen – so die Position vieler Feministinnen – überhaupt die Befähigung zu selbstbestimmten Entscheidungen entfalten, während die Angebote der Medizin und damit auch der gesellschaftliche Druck zum »perfekten Wunschkind« erheblich wachsen? Auch die Tatsache, dass Frauen Techniken für sich nutzen und das ersehnte Wunschkind bekommen haben, kann nicht darüber hinwegtäuschen, dass ihnen allein die Verantwortung für aufgedrängte Entscheidungen zugewiesen wird, und dass ihnen Chancen suggeriert wer-

den, ohne die physischen wie psychischen Belastungen etwa im Rahmen der vorgeburtlichen Diagnostik oder der In-vitro-Fertilisation zu benennen.

Die Frauenbewegung kritisiert daher heftig, dass

die Lebenswirklichkeit von Frauen im Zusammenhang mit der Fortpflanzung ausgeklammert wird. Frauen erleben sich als Versuchsobjekte einer Medizin, die soziale Fragen, wie den Umgang mit Behinderung oder ungewollte Kinderlosigkeit, technisch zu lösen versucht. Angesichts dieser gesellschaftlichen Situation erklärt die Frauenbewegung »weibliche reproduktive Autonomie« zum Mythos. Die Dominanz und Kontrolle der Männer in der Wissenschaft sowie bei der medizinisch assistierten Reproduktion ist für feministische Frauen der eklatante Beweis, dass dadurch die Geschlechterhierarchie aufrechterhalten wird.



Die Autorin

Dr. Gisela Bockenheimer-Lucius, 56, approbierte Ärztin, promovierte 1978 am Institut für Geschichte der Medizin der Universität Freiburg/Breisgau und arbeitete dort ab 1981 regelmäßig am Aufbau des Bereichs Ethik in der Medizin mit. Von 1981 bis 1999 gab Bockenheimer-Lucius gemeinsam mit Eduard Seidler die Beilage »Ethik in der Medizin« im Ärzteblatt Baden-Württemberg heraus und war an der Einrichtung einer Ethik-Kommission an der Landesärztekammer Baden-Württemberg beteiligt. Die Medizinerin war 1986 Gründungsmitglied der Akademie für Ethik in der Medizin e.V. (Göttingen), deren Publikationsorgan (»Ethik in der Medizin«, Springer Verlag Heidelberg) sie redaktionell betreut. Darüber hinaus ist sie Mitglied verschiedener Beratungskommissionen. Seit dem Sommersemester



1997 hat sie einen Lehrauftrag des Fachbereichs Medizin der Universität Frankfurt für Ethik in der Medizin, seit Juli 1998 ist Bockenheimer-Lucius Vorstandsmitglied des Forums für Ethik in der Medizin Frankfurt am Main e.V. und seit Oktober 1999 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Senckenbergischen Institut für Geschichte der Medizin, Schwerpunkt Ethik in der Medizin, des Frankfurter Universitätsklinikums. Ihre umfassenden Sachkenntnisse bringt die Expertin seit Oktober 2000 auch ein als Mitglied der Ethik-Kommission des Fachbereichs Medizin und als Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats der Akademie für Medizin und Gesundheit in den Medien, München e.V. Bockenheimer-Lucius ist seit 1972 mit Prof. Dr. med. Stephan Bockenheimer verheiratet und ist Mutter von drei Töchtern. Sie hat zahlreiche Beiträge zu den Themen des Lebensbeginns, der Reproduktionsmedizin, der Palliativmedizin und der Medizinethik in den Medien veröffentlicht.

Nachholbedarf für die medizinethische Reflexion

Die ethischen Herausforderungen durch Reproduktionstechnologien oder Embryonenforschung betreffen die Medizin unmittelbar: Vor allem in der Frauenheilkunde werden Ärzte oder Ärztinnen mit Frauen und deren Partnern konfrontiert, die sich im Rahmen ihrer Familienplanung mit derartigen Fragen beschäftigen. Bisher gibt es in der Medizinethik aber erst vereinzelt Ansätze, die sich der feministischen Debatte widmen. Zweifellos kommt die psychosomatische Gynäkologie und Geburtshilfe den Phänomenen und der Problematik am nächsten. Dennoch gilt es, Begriffe von Autonomie, weiblicher Gesundheit und Krankheit zu erarbeiten, die weniger abstrakt sind und die spezifische Lebenswirklichkeit der Frauen weniger ausblenden. Gerade darum geht es feministischen Analysen. Sie befassen sich damit, wie die Frau in ein soziales Netz eingebunden ist, das von frei gewählten Zuwendungen wie Abhängigkeiten ebenso geprägt ist wie von hierarchischen Strukturen und frauenfeindlichen Rahmenbedingungen.

Reproduktionstechniken werden unter diesem »weiblichen Blick« als »Medikalisierung« von Zeugung, Schwangerschaft und Geburt (das heißt zum »medizinischen Problem« gemacht) und in ihrer Einmischung in tradierte soziale Lebensbezüge als frauenfeindlich interpretiert. Feministische Theorien dienen dazu, soziale und kulturelle Bedingungen offen zu legen, die diese Medikalisierung erst möglich gemacht haben und die heute vielen als einzige Chance erscheint, Leiden zu beheben. Dadurch gehen zweifellos oftmals auch wesentliche ärztliche Tugenden der Geburtshilfe wie Geduld, Zuwarten und Erkennen des richtigen Augenblicks verloren.

Die Privatheit von Sexualität, Schwangerschaft, Gebären und Kinderaufziehen muss in ihren Rahmenbedingungen allerdings auch als Politikum verstanden werden,

wobei die Belange von Frauen keinesfalls ausreichend berücksichtigt werden. Auch dies ist ein Feld, auf dem Nachholbedarf für medizinethische Reflexion besteht. Frauenarzt oder Frauenärztin als »Arzt oder Ärztin der Frau« müssen die tragen-

den medizinethischen Konzepte zu Sexualität und Fortpflanzung kritisch auf ihre Begrifflichkeiten prüfen.

Kontroversen der feministischen Diskussion und kritische Anmerkungen

Das feministische Denken ist allerdings durchaus ambivalent und die Diskussion um eine feministische Ethik äußerst kontrovers. Wie weit die hier dargestellten Positionen in ethischer Hinsicht plausibel sind, soll an dieser Stelle nicht kritisch diskutiert werden. Die Spannung zwischen aktiver offensiver Beteiligung von Feministinnen am Entscheidungsprozess wie bei der Nutzung der neueren Entwicklungen in der Reproduktionsmedizin und einer heftigen Ablehnung durchzieht jedoch die aktuelle feministische Debatte.

Kontroverse ethische Positionen innerhalb der Frauenbewegung zeigen sich beispielsweise bei der angesprochenen Kommerzialisierung der Eizellen, die nicht nur mit einer Ausbeutung von Frauen einhergehen kann, sondern möglicherweise auch mit einer folgenreichen mora-

lischen Verpflichtung zur Spende. Einige Frauen fordern aber statt eines Verbots die freie Entscheidung zur Eizellenspende als Pendant zur männlichen Samentespende und eine finanzielle Beteiligung an Erfolgen von Technologien, die sich wesentlich ihrer Mitwirkung verdanken.

Offene Fragen bestehen auch in der Abtreibungsproblematik. Bezieht man sich nur auf den Konfliktcharakter der ungewollten Schwangerschaft, so ist fraglich, ob er tatsächlich so unvergleichlich ist, dass Analogien zu anderen Konflikten in weiblichen Lebenszusammenhängen nicht erlaubt sind. Sieht man die Abtreibungsfrage – wie viele Frauen es tun – ausschließlich als Recht der Frau, über das Austragen eines Kindes selbstbestimmt zu

entscheiden, so muss man ihr auch das Recht zugestehen, über das Austragen eines schwer geschädigten Kindes zu entscheiden. Das zugrunde liegende Kriterium der »individuellen Zumutbarkeit« für eine betroffene Frau angesichts ihrer verfügbaren physischen und seelischen Kräfte ist dann in beiden Fällen die ethische Richtschnur. Einen analog schwerwiegenden Konflikt zum Beispiel bei der Präimplantationsdiagnostik dennoch zu negieren, vereinfacht das Problem unzulässig. Eine »Schwangerschaft auf Probe« birgt potenziell die gleiche Entscheidung zum Abbruch in sich wie eine »Zeugung auf Probe« in der Petrischale. Die Möglichkeit, auf ein Kind zu verzichten, kann in dieser Situation ein hilfreicher Rat sein, legitimiert jedoch nicht ein kategorisches Verbot medizinischer Hilfestellung.

Ein Recht auf Erfüllung des Kinderwunsches mit medizinisch-technischer Hilfe kann es nicht geben, schon gar nicht auf ein gesundes Kind. Jedoch gibt es ein Recht auf Zugang zu anerkannten medizinischen Verfahren und deren Nutzung. Vieles spricht dafür, dass die Ablehnung artifizieller technischer Reproduktion innerhalb der Frauenbewegung eine »Abwehr der Medizin« ist und keine grundsätzliche Verweigerung einer assistierten Fortpflanzung. Die Macht medizinischer Zwänge und Normierungen ist



im Kontext ärztlichen Eingreifens tatsächlich nicht zu leugnen und vollständig zu eliminieren. Diese Zwänge können aber durchaus auch zugunsten von Freiheit und Selbstbestimmtheit abgebaut werden

Empathie und Solidarität mit der Frau, die sich gemeinsam mit ihrem Partner einen Kinderwunsch erfüllen will, der ohne medizinische Hilfe nicht zu realisieren ist, sollten ebenfalls Teil eines feministischen Denkens sein. Frauen als »Opfertie-

re auf dem Altar der Wissenschaft« sind ein feministisches Konstrukt und ignorieren, dass das ärztliche Eingreifen auch als Hilfeleistung empfunden wird und dass Frauen, die – das sei noch einmal betont – ihr Leben zumeist bewusst in gelingender Partnerschaft verwirklichen wollen, selbst aktiv werden.

Wenn Feministinnen weibliche Autonomie als »Mythos« bezeichnen, so kommt dies einer Entmündigung der Frau gleich. Hier liegt ein

wesentliches Defizit des Feminismus. Abstrakte Bestimmungen von Autonomie, bei denen weibliche Fürsorge- und Beziehungsaspekte völlig vernachlässigt werden, bedürfen zweifellos einer Ergänzung: Dies darf aber nicht als Kompensation mangelnder Selbstbestimmtheit verstanden werden, sondern als offensive Antwort auf die Herausforderungen eines weiblichen Lebensentwurfs jenseits der traditionellen Geschlechterhierarchien. ◆

Wo ziehen wir die Grenzen?

Sammelband mit Beiträgen zu ethischen und rechtlichen Aspekten der Stammzellforschung

Im November 1998 haben zwei Arbeitsgruppen unter James A. Thomson und John D. Gearhart mit unterschiedlichen Techniken erstmals menschliche embryonale Stammzellen gewonnen. Seither wird die Forschung gleichermaßen von großen therapeutischen Hoffnungen wie von heftigen öffentlichen Diskussionen um den moralischen Status des Embryos begleitet. Die Beiträge dieses von Gisela Bockenheimer-Lucius herausgegebenen Buchs gehen wesentlichen, sehr unterschiedlichen ethischen Einzelfragen nach, die oftmals in Vergessenheit geraten, wenn über die normative Bedeutung biologischer Entwicklungsprozesse und über die moralische Frage nach absolutem oder gestuftem Schutz des menschlichen Embryos kontrovers diskutiert wird.

Dies betrifft beispielsweise das moralphilosophische Problem, ob es grundsätzlich verwerfliche Handlungen gibt, die unter allen Bedingungen verboten sind und auch mit dem Hinweis auf einen guten Zweck unterlassen werden müssen, und ob eine Forschung, die den menschlichen Embryo tötet, eine solche Handlung darstellt. Auch das Problem, ob der Arzt in jedem Falle schuldig wird, weil er entweder seinem leidenden Patienten hoffnungsvolle Heilungschancen verwehrt oder zustimmt, dass Embryonen für einen moralisch umstrittenen Fortschritt getötet werden, ist in der öffentlichen Debatte zur

Gisela Bockenheimer-Lucius (Hrsg.) **Forschung an embryonalen Stammzellen – Ethische und rechtliche Aspekte.**

Mit Beiträgen von Sybille Ackermann, Gisela Badura-Lotter, Gisela Bockenheimer-Lucius, Reinhard Merkel, Klaus-Peter Rippe, Eberhard Schockenhoff, Bettina Schöne-Seifert und Rüdiger Wolfrum und der Dokumentation der 18. Jahresversammlung des Arbeitskreises Medizinischer Ethik-Kommissionen in der Bundesrepublik Deutschland am 25.11.2001, Köln, Deutscher Ärzte-Verlag (Medizin-Ethik 14), ISBN 3-7691-0417-X, 180 Seiten, 39,95 Euro.

Ethik des Heilens mit schwierigen Fragen von Rechtfertigungspflichten und Güterabwägungen verbunden. Was bedeutet in diesem Zusammenhang »Schuld«?

Zunehmend deutlicher werden auch die Stimmen der Frauen vernommen. So wird innerhalb der Frauenbewegung mit Nachdruck unterschieden zwischen einem Schwangerschaftskonflikt, der zugunsten des Embryos nicht ohne Eingriff in die körperliche Integrität und Würde der Frau gelöst werden kann, und dem Konflikt um eine Forschung, auf die zugunsten des Embryos prinzipiell verzichtet werden kann. Damit bricht die Debatte auf, ob der Embryo im Leib der Frau einen anderen moralischen Status hat als in der Petrischale. Aber auch



die Beteiligung der Frauen wird höchst kontrovers behandelt. Sind sie »Rohstofflieferantinnen« und ausgebeutet, oder gehört es zur weiblichen Selbstbestimmtheit, die Fortschritte im Bereich der Reproduktionstechnologien zu nutzen und entsprechend eine finanzielle Beteiligung am Forschungserfolg einzufordern?

Theoretische und praktische Fragen zum therapeutischen Klonen, zum Import von Stammzell-Linien sowie wichtige ethische Aspekte mit Blick auf begriffliche Ungenauigkeiten in der öffentlichen Diskussion oder mögliche Auswirkungen für unser menschliches Selbstverständnis und unsere moralische Kultur werden in weiteren Beiträgen bearbeitet.

Die in diesem Buch dargelegten Argumente lassen allerdings deutlich erkennen, dass die so kontrovers diskutierten Probleme weder in ihren moralischen Voraussetzungen noch in ihren praktischen Konsequenzen einmütig beantwortet werden können. Sie können daher ebenso wenig wie der Streit um eine Letztbegründung des moralischen Status des Embryos zu einer einvernehmlichen Lösung beitragen. Sie dienen aber der Einsicht in ein hochkomplexes Problem, das angesichts der Pluralität der Wertvorstellungen in einer demokratisch verfassten Gesellschaft nur dann in einen verantwortbaren Handlungsrahmen gefasst werden kann, wenn alle Beteiligten sich um eine redliche Argumentation bemühen.

Literatur

Bockenheimer-Lucius, Gisela (2002) (Hrsg.): *Forschung an embryonalen Stammzellen. Ethische und rechtliche Aspekte.* Deutscher Ärzte-Verlag, Köln.

Graumann, Sigrid (2001): *Zwischen Zeugung und Erzeugung von menschlichem Leben besteht ein ethisch relevanter Unterschied.* In: Graumann Sigrid (Hrsg.) *Die Genkontroverse.* Verlag Herder, Freiburg im Breisgau.

Pauer-Studer, Herlinde (2000): *Autonom leben. Reflexionen über Freiheit und Gleichheit.* Suhrkamp-Verlag, Frankfurt am Main.

Schindele, Eva (2001): *Weibliche Lebensentwürfe im Kontext von Fortpflanzungsmedizin und Pränataldiagnostik.* In: Graumann Sigrid (Hrsg.) *Die Genkontroverse.* Verlag Herder, Freiburg im Breisgau.

Sherwin, Susan (1993): *Feministische Ethik und In-vitro-Fertilisation.* In: Nagl-Docekal Herta, Pauer-Studer Herlinde (Hrsg.) *Jenseits der Geschlechtermoral. Beiträge zur feministischen Ethik.* Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt am Main.

Offene Anzeige

Menschenwürde im »Menschenpark«?

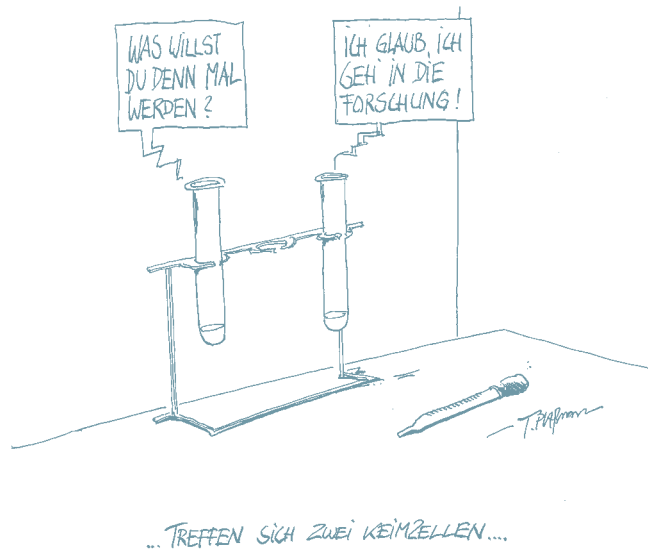
Sprachkritische Anmerkungen zur aktuellen Ethik-Debatte

Die Würde des Menschen ist unantastbar«, so schlicht und scheinbar unmissverständlich beginnt unser Grundgesetz. Diese Vorrangstellung eines allgemeinen Menschenrechts vor jeder Regelung konkreter staatlicher Angelegenheiten war nicht zuletzt eine Reaktion auf Erfahrungen mit einem Staat, der die Würde des Menschen systematisch mit Füßen getreten hatte. Die Reaktion auf den SS-Staat wäre aber in puncto Menschenwürde wahrscheinlich weniger pauschal ausgefallen, hätte jenes Regime bereits die medizinischen und biotechnischen Möglichkeiten nutzen können, die heute zur Verfügung stehen und die der Rassenhygiene unseligen noch grausamere Erfolge beschert hätten. Der verfassungsrechtliche Terminus Menschenwürde ist – ausgedehnt auf imposante medizinische Visionen, etwa die Heilung bislang unheilbarer Krankheiten – längst kein fester ethischer Anker mehr, wenn es um fundamentale Alternativen in medizinischer Forschung und Forschungspolitik geht.

Die »Würde des Menschen« auf dem Weg zum Plastikwort

In der Bundestagsdebatte vom 30. Januar 2002, in der es um den Import von embryonalen Stammzellen zu Forschungszwecken ging, hat jedenfalls keine Seite der anderen vorgeworfen, wahrscheinlich auch gar nicht mehr vorwerfen können, die jeweils anderen nähmen einen Standpunkt ein, der mit dem Grundgesetzartikel von der unantastbaren Menschenwürde nicht mehr vertretbar sei. Und auch die kürzlich aus dem Amt geschiedene Präsidentin des Bundesverfassungsgerichts,

Jutta Limbach, wie der Frankfurter Öffentlichrechtler und Rechtsphilosoph Erhard Denninger haben erst vor kurzem unabhängig voneinander davor gewarnt, das Grundgesetz



einseitig für die eine oder andere Position im medizinethischen Streit in Anspruch nehmen zu wollen^{1/}.

Was bedeutet das? – Die Erkenntnislage der Wissenschaften ist inzwischen so differenziert, dass die Einzelheiten offenbar nicht mehr von einem einzigen Wort für einen Grundwert unserer Gesellschaft umfasst werden können. Diese Entkonkretisierung, um nicht zu sagen: Pauschalierung eines Wertbegriffs bis zu seiner Unbrauchbarkeit ist in der Sprachgeschichte übrigens kein Einzelfall. Schaut man auf Begriffe wie *Ehre*, *Treue*, *Wahrheit*, so entdeckt man in einer Frühphase ihrer Gebrauchsgeschichte häufig sehr konkrete Vorstellungen und Normen, die sich im Laufe der Zeit verflüchtigt und diese Termini fast zu »Plastikwörtern« gemacht haben, die für alles oder nichts taugen.

Vom »Retortenkind« zum »Designerbaby«

Die aktuelle öffentliche Debatte um die Stammzellforschung wird jedoch keineswegs nur von philosophischen oder gar bedeutungsgeschichtlichen Erwägungen bestimmt. Durch alle Medien geistern inzwischen terminologische Bruchstücke, deren Handhabung nur noch selten einen Blick auf das Gesamt der »biopolitischen Wende« erlauben, die unsere wie andere Industriegesellschaften schon längst vollzogen haben. Der von Bundespräsident Johannes Rau in seiner »Berliner Rede« vom Mai vorigen Jahres beschworene *Rubikon* war spätestens mit den ersten, britischen Experimenten mit Embryonen (euphemistisch *observations* genannt) überschritten, die 1978 zur In-vitro-Zeugung und zur Geburt des ersten *Retortenbabys* führten, dem dann 1982 das erste erfolgreiche deutsche Experiment in Erlangen folgte^{2/}.

Die despektierliche Bezeichnung *Retortenbaby* ist inzwischen fast

Unser Sprößling
Der erste geklonte menschliche Embryo stellt die Machtfrage
Wir sollen nicht den Kopf schütteln

gänzlich verdrängt worden durch einen Terminus, der zum Leitbegriff biotechnischer Vorstellungen insgesamt zu werden scheint: das Wunschkind, das nicht mehr – wie früher – ein auf natürlichem Wege bewusst gezeugtes, sondern das reproduktionstechnisch ermöglichte Kind meint. Und schon taucht am Horizont sächlich wie sprachlich das gentechnisch perfektionierte *Design-*

erbaby auf, das ganz den Wünschen der Auftraggeber (alias Eltern) entsprechen soll.

Durch die technische Zerlegung und Nachahmung natürlicher Vorgänge (schon gibt es auch erste erfolgreiche Versuche,

wickelt. Was also früher nur Fachtermini von Biologen und Medizinern sowie Juristen (beim Abtreibungsrecht) waren, gehört bereits weitgehend zur Alltagssprache. Und

importieren, weil das gesetzlich nicht verboten wäre.

So gibt es also inzwischen – eigentlich gegen jede biologische Logik – drei Klassen von Embryonen: 1. absolut geschützte deutsche, 2. für Forschungszwecke zugelassene nichtdeutsche und 3. weitere überzählige Embryonen verschiedenster Herkunft und Zukunftserwartung. Beruft sich der deutsche Embryonenschutz noch auf die *Maxime Menschenwürde vom Lebensbeginn an*, gilt diese Menschenwürde offenbar nicht mehr für alle Embryonen gleichermaßen. Das Attribut *überzählig* bietet für diese Ausgrenzung eine sprachlich verführerische Handhabe (die Abstufung zwischen deutschen und israelischen, also jüdischen Embryonen ist dabei besonders pikant). Wie lange aber wird der von einer Bundestagsmehrheit beschworene Damm zum Schutz »deutscher« Embryonen noch halten, da die Unlogik dieser Unterscheidung doch offenkundig ist? Es gibt biologisch gesehen eben-

Schamlose Schöpfer

Genmanipulation oder: die Endlosspirale zum Metamenschen

eine extrakorporal funktionierende Gebärmutter herzustellen) hat sich zwangsläufig ein Bedarf an differenzierenden Benennungen für die einzelnen Komponenten und Phasen der Entwicklung menschlichen Lebens ergeben, die weit von den geradezu schon archaisch wirkenden früheren Bezeich-

mit größter Selbstverständlichkeit wird heute öffentlich auch von überzähligen Embryonen gesprochen, um die es in der aktuellen Ethik-Debatte allerdings ganz wesentlich geht.

Drei Klassen von Embryonen Dabei handelt es sich um befruchtete Eizellen, die man in Überzahl »produziert«, um dadurch die Chancen für eine technisch assi-

Geburt nach neun Jahren Kälteschlaf der Eizelle

Künstliche Befruchtung macht langfristige Familienplanung möglich / Ethische Probleme

nungen für eine Schwangerschaft entfernt sind. Bereits der Terminus Schwangerschaft selbst hat etwa ab Mitte des vorigen Jahrhunderts Umschreibungen wie in anderen Umständen sein (vgl. noch Umstands-Mode!) völlig verdrängt. Nun aber muss eine werdende Mutter zusätzlich wissen, dass aus der Verschmelzung von Ei- und Samenzelle (intra- oder extrakorporal) ein Embryo entsteht, der sich zum Fötus/Fetus ent-

stierte Schwangerschaft zu erhöhen. In einigen Ländern geht man damit so »großzügig« um, dass – wie in den USA – jährlich etliche Tausend solcher nichtgebrauchter Embryonen anfallen können. Aber auch in Deutschland, wo gesetzlich fixiert maximal drei Embryonen implantiert werden dürfen, bleiben nichtimplantierte Embryonen übrig und fristen ein ungewisses Dasein in Tiefkühldepots. Die Verlockung, damit weiterzuarbeiten (»zum Wegwerfen zu schade«), ist bei Forschern verständlicherweise sehr groß. Nun verbietet das (noch) geltende deutsche Embryonenschutzgesetz die Beforschung deutscher Embryonen, aber man könnte ja – so eine starke inner- und außerparlamentarische Lobby um die Bonner Neuropathologen Oliver Brüstle und Otmar D. Wiestler – nichtdeutsche Embryonen, zum Beispiel aus Israel (wie es auch der NRW-Ministerpräsident Wolfgang Clement favorisiert hat),

so wenig eine eingeschränkte embryonale Qualität, wie es ein »bisschen schwanger« gibt! Die Unzufriedenheit der Bonner Forscher wie der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit den jüngst getroffenen gesetzlichen Regelungen zum Import embryonaler Stammzellen entspringt längst einer anderen Logik: Alles, was wir beforschen wollen, ist ja

Der Bioputsch

doch nur *Material*, muss also wissenschaftlich frei verfügbar sein (nennen wir es noch einschränken-der *Zellhäufchen!*). Längst hat diese sprachliche »Materialisierung« und Degradierung von Befunden menschlichen Lebens, die sich schon seit längerem im Medizinerjargon eingenistet hat, auch in unsere Alltagssprache Einzug gehalten. Transplantationsmediziner sind vorgegangen, als sie anfangen, mit

Anmerkungen

/1/ siehe ihre Veröffentlichungen in: Frankfurter Rundschau 1.6.2001 bzw. 15.1.2002.

/2/ H. D. Schlosser/Marion Grabka, *Medizin und Sprache im technischen Wandel. In-Vitro-Fertilisation zwischen Zeugungshilfe und Reproduktionstechnik*, Frankfurt a. M. 1990.

/3/ H. D. Schlosser (Hrsg.): *Mit Hippokrates zur Organgewinnung? Medizinische Ethik und Sprache*, Frankfurt a.M. 1998.

/4/ Beispielsweise hatte die Bundesministerin Bülmann 2001 das »Jahr der Lebenswissenschaften« ausgerufen.

/5/ H. D. Schlosser, »Mehrlebensredukti-

on durch Fetozid«. Die schöne neue Welt in der Sprache der Medizin, in: Rektor der Hochschule Zittau-Görlitz (Hrsg.): *Zusammenleben mit Nachbarn. Sprachliche, psychische und soziale Probleme im Dreiländereck*, Zittau 2001, S. 187 – 197.

Text auch in: www.uni-frankfurt.de/fb10/schlosser.

sprachlichen Anleihen beim Bergbau von *Biorohstoffen* und *Organgewinnung* zu reden^{/3/}. Sprechen wir nicht bereits allgemein ziemlich unbekümmert auch von *genetischem Material*, wenn es schlicht um Erbanlagen geht?

- »Anthropotechniken« als
- »Lebenswissenschaften«

Dazu im Widerspruch scheint indes ein Begriff zu stehen, der sich inzwischen anschickt, alles zu überwölben, was derzeit schon geschieht, von der Gewebezüchtung (etwa bei der Maus mit menschlichem Ohr) bis zur Ausmerzungen von Gendefekten – ein Begriff, der sich aber faktisch nur auf

Forschungsansätze um einen Begriff, den die kommerzielle Werbung nicht besser hätte erfinden können, wie überhaupt manche neuere medizinische Wortschöpfung rein überredenden (persuasiver)

ehrlicher. Dass aber Sloterdijk, der Philosoph für alle Fälle, sowohl die historischen Versuche einer Menschenbildung durch Humanismus als auch die aktuellen gentechnischen Manipulationen sprachlich

Gibt es noch eine Würde jenseits des Genoms?

ven) Charakter hat und damit ethische Reflexionen unterdrückt. (Man denke nur an das Wort von der *Organ-spende*, die immer noch in über neunzig Prozent der Fälle faktisch gar keine freiwillige *Spende* sein kann! Auch die in

(und damit auch sächlich) auf eine Stufe stellt, indem er beides als *Menschenzüchtung* bezeichnet, müsste schon in einem germanistischen Proseminar gerügt werden, da hier eigentliche und uneigentliche

Ich sehe eine moralische Pflicht zum Embryoverbrauch

Der amerikanische Nobelpreisträger Harold Varmus über hoffnungsfrohe Biomediziner, Schurkenwissenschaftler und seinen Kampf um Stammzellen

Segmente der biotechnischen Entwicklung beziehen lässt, und das auch nur, weil dabei ethisch alles Mögliche zusammengemischt wird. Dieser Begriff heißt auch regierungsoffiziell *Lebenswissenschaften*^{/4/}. Damit wird das Hochwertwort *Leben* auf Dauer genauso semantisch überdehnt wie die Vorsilbe Bio-

Deutschland (noch) verbotene *Präimplantationsdiagnostik* kommt angesichts der kaum vermeidbaren Selektionsfolgen verbal reichlich euphemistisch daher)^{/5/}.

Da ist dann schon die Wortschöpfung *Anthropotechniken*, die Peter Sloterdijk in seiner Elmauer Rede von 2000 eingeführt hat, etwas

gentliche (metaphorische) Sprechweise auf fahrlässigste Art vermengt wird. In dem von Sloterdijk sprachlich eingefriedeten *Menschenpark*, in dem die Gentechniker als die neuen Humanisten walten, bedarf es eigentlich keiner Parkwächter mehr, sondern nur noch der Sprachakrobaten, die auch die Menschenwürde zum Salto mortale bewegen können. ◆

Hat der Embryo wirklich ein Interesse am Leben?

(*Biobauer*, *-brot*, *-kartoffeln*, *Bioethik*): von der »Optimierung« des Lebensbeginns über neue Pharmaprodukte bis zur Heilung schon manifester unheilbarer Krankheiten. Dazu soll unter anderem auch *therapeutisches Klonen* verhelfen, eine Begriffsbildung, die selbst Wiestler in einem Fernsehbeitrag 2001 als unangemessen bewertet hat, weil sie zum gegenwärtigen Zeitpunkt falsche Hoffnungen wecke.

Lebenswissenschaften ist eine Lehnübersetzung von *life sciences*. Dass diese Bezeichnung sehr früh, wenn nicht gar ursprünglich von der amerikanischen Pharmaindustrie verwendet wurde, gibt zu denken. In jedem Fall handelt es sich angesichts der Disparität der davon mehr als unscharf umrissenen

Der Autor

Prof. Dr. Horst Dieter Schlosser, 65, lehrt seit 1972 im Fachbereich Neuere Philologien der Johann Wolfgang Goethe-Universität Geschichte und Soziolinguistik der deutschen Sprache mit einem Schwerpunkt in der Gegenwärtssprache. Neben intensiven Studien zur deutsch-deutschen Sprachdifferenzierung (unter anderem Monographie »Die deutsche Sprache in der DDR zwischen Stalinismus und Demokratie. Histori-



sche, politische und kommunikative Bedingungen«, Köln, 2. Auflage, 1999) beschäftigt er sich seit 1990 mit theoretischen und praktischen Fragen der Sprachkritik; er ist Initiator und Sprecher der Sprachkritischen Aktion »Unwort des Jahres«, die ihren Niederschlag unter anderem in seinem »Lexikon der Unwörter« (Gütersloh 2000) gefunden hat. Über seine Mitarbeit in der interdisziplinären Arbeitsgruppe Technikforschung kam er Ende der achtziger Jahre zu medizintechnischen und medizinethischen Fragestellungen. Er ist Gründungsmitglied des »Forums Ethik in der Medizin« an der Frankfurter Universitätsklinik.

Der Schnecke auf die Spur kommen

Was Mucoproteine zur Erforschung der Artenvielfalt beitragen können – Forschungsvielfalt in der Arbeitsgruppe »Ökologie und Evolution«



Eine *Trichia speciosa* in der typischen Lebensumgebung im Laubwald. Die Analyse des Erbguts und der Schleimproteine wird dazu beitragen, die Geschichte der Entstehung auch dieser Schneckenart zu verstehen.

Schnecken können es sich einfach nicht leisten, sinnlos in der Gegend herumzulaufen; bei ihrer sprichwörtlichen »Geschwindigkeit« kostet jeder Umweg zu viel Zeit und Energie. Bei ihrer gezielten Partnersuche orientieren sie sich deshalb an der »richtigen« Schleimspur. Doch wie stoßen sie auf die zielführende Spur? Die Mucoproteine, aus denen die Schleimspur besteht, scheinen beim Erkennen des erfolgreichen Weges eine wichtige Rolle zu spielen. Finden sich zwei oder mehr eng verwandte Arten am gleichen Ort, so muss die Schnecke zwischen Spuren der eigenen und einer fremden Art unterscheiden können, um sinnlose Paarungen zu vermeiden. Unsere Hypothese, die wir in der Abteilung »Ökologie und Evolution« von Prof. Dr. Bruno Streit testen wollen, lautet: Die Schleimspuren der einzelnen Arten unterscheiden sich in der Zusammensetzung der Proteine und dienen der Arterkennung. Das Forschungspro-

Der Autor

Dr. Markus Pfenninger, Diplom-Biologe und wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung »Ökologie und Evolution« des Zoologischen Instituts, erhielt Anfang Juni den Adolf-Messer-Stiftungspreis 2002.

jekt zur Analyse der Signalproteine im Kriechschleim von Landschnecken wird nun aus dem Preisgeld des Adolf-Messer-Stiftungspreises 2002 in Höhe von 25 000 Euro zu weiten Teilen finanziert werden können.

Die Analyse wollen wir mit Hilfe von Techniken voranbringen, wie sie in jüngster Zeit in der biomedizinischen Forschung unter dem Stichwort »Proteomics« entwickelt wurden. In der Proteomics-Forschung werden, im Gegensatz zur Genom-Forschung, nicht die Gene, sondern deren Produkte, die Proteine, in ihrer Gesamtheit untersucht. Unsere Gruppe arbeitet bei diesem Vorhaben mit dem Team von Prof. Dr. Michael Karas (Pharmazeutische Chemie) zusammen, die über modernste massenspektrometrische Verfahren verfügt. Die Protein-Daten sollen dann anschließend in Kooperation mit dem neu berufenen Bioinformatiker Prof. Dr. Gisbert Schneider ausgewertet werden. Auch dieses Forschungsteilprojekt »Proteomics« kann aus dem Preisgeld der Messer-Stiftung mitfinanziert werden.

Evolutionäre Mechanismen und die Artenbildung

Eine der grundlegenden Fragen in der Evolutionsforschung seit Darwin lautet: Durch welche Prozesse entstehen Arten und wodurch bleiben Artsschranken erhalten? Wir beschreiten verschiedene Wege, um unserer übergeordneten Forschungsfrage zur Evolutionsgenetik einen Schritt näher zu kommen: Welche evolutionären Mechanismen führen zur Bildung von evolutionären Linien und damit auch zur Artbildung? Dabei interessiert mich exemplarisch die Artbildung der Weichtiere, der Mollusken. Diese Fragen sind nicht nur von akademischem Interesse, denn wenn wir langfristig die Vielfalt des Lebens auf der Erde erhalten wollen, müssen

wir wissen, wie groß die Vielfalt des Lebens tatsächlich ist. Dazu kann diese Forschung beitragen. Unsere Arbeitsgruppe wählt zur Aufklärung der Fragen einen umfassenden Ansatz, dabei setzen wir Methoden aus verschiedenen Teildisziplinen der Biologie ein: Molekulargenetische DNA-Marker erzählen etwas über die Geschichte der untersuchten Populationen und zeigen an, ob es unter ihnen noch genetischen Austausch gibt. Weiterhin ermitteln wir die Form der Organismen durch Vermessung der Schale und gegebenenfalls der inneren Anatomie. Die ökologischen Lebensumstände der Populationen erfassen wir ebenfalls möglichst vollständig. Durch sorgfältige statistische Auswertung der Daten ist es später möglich, etwas über die Gründe für die beobachtete genetische, morphologische und ökologische Vielfalt und somit über die Gründe der Artbildung zu erfahren.



Der Evolutionsökologe und Schnecken-spezialist Markus Pfenninger bei der Forschungsarbeit im Labor.

Zu den untersuchten Molluskengattungen gehören die Heideschnecken (*Candidula*, *Trochoidea*) in Südfrankreich und Deutschland, die Flussmützenschnecke (*Ancylus*) in ganz Europa und Nordafrika, die erst in den 1980er Jahren in Europa eingewanderte Körbchenmuschel (*Corbicula*) sowie marine Watt-schnecken (*Hydrobia*), die ich in Zusammenarbeit mit Dr. Tom Wilke bearbeite. Die phylogeographischen Untersuchungen, bei der die stammesgeschichtliche Verbreitung einer Art betrachtet wird, haben bei den

Heideschnecken ergeben, dass die Art *Candidula unifasciata* Deutschland erst nach der letzten Eiszeit besiedelt hat, als das Klima wärmer wurde. Während es sehr wahrscheinlich ist, dass eine andere Heideschnecke mit Namen *Trochoidea geyeri* mehrere Kaltzeiten in kleinräumigen Refugien überlebt hat. Dies zeigt, dass unterschiedliche Arten mit eigentlich sehr ähnlichen ökologischen Ansprüchen durchaus sehr verschieden auf Klimaänderungen reagieren können – eine Erkenntnis, die im Zuge des zu erwartenden globalen Klimawandels wichtig ist, um seine Folgen auf die Biodiversität abschätzen zu können.

Molekulargenetische, morphologische und ökologische Untersuchungen an *Candidula unifasciata* haben erwiesen, dass in Südfrankreich nicht – wie von klassischen Taxonomen angenommen – nur eine Art vorkommt, sondern dass es sich um zwei getrennte Arten mit unterschiedlichen ökologischen Nischen handelt, wobei die Anpassung an diese Nischen ausschlaggebend für die Artbildung war. Offen-

sichtlich ist diese zweite Art bereits im 19. Jahrhundert als *C. rugosiuscula* beschrieben worden, aber dann wieder in Vergessenheit geraten.

Ein unfreiwilliges evolutionäres Experiment: Exotische Arten in heimischen Flüssen

Oft ist die Vielfalt nur durch detaillierte Betrachtung mit unterschiedlichen Methoden erkennbar. So zeigte die europaweite genetische Untersuchung der Flussmützen-schnecke *Ancylus fluviatilis*, dass es trotz eines zwar lokal variablen, aber insgesamt weitgehend einheitlichen Aussehens der Tiere mindestens vier verschiedene Linien gibt, die seit über zwei Millionen Jahren nichts mehr miteinander zu tun haben. Jetzt diskutieren wir, ob man sie als unterschiedliche Arten bezeichnen sollte.

In einem weiteren Projekt unserer Arbeitsgruppe »Ökologie und Evolution« dreht es sich um neu eingewanderte Tiere oder Neozoen im Rhein. Mit dem zunehmenden internationalen Schiffsverkehr gelangen immer mehr exotische Arten

im Ballastwasser in Gebiete, in denen sie zuvor nicht vorkamen. Dort sind sie dann oft nicht auffällig; manchmal können sie sich aber massiv vermehren und so die einheimische Fauna und Flora schädigen oder andere wirtschaftliche Schäden verursachen. Also ist es wichtig, die Identität der Einwanderer aufzuklären, um zu wissen, wo sie herkommen und was man eventuell gegen sie unternehmen kann. Im Falle der Körbchenmuschel *Corbicula* war nicht klar, wie viele verschiedene Arten den Rhein und andere europäische Flüsse in den 1980er Jahren besiedelt haben. Unsere Untersuchungen haben gezeigt, dass viele verschiedene Linien aus allen Teilen der Welt eingewandert sind, die obendrein noch in der Lage sind, untereinander Nachkommen, also Hybride, zu bilden. Bei der Einführung der Muscheln nach Europa hat man also ein unfreiwilliges evolutionäres Experiment im großen Maßstab begonnen, an dessen Ende durchaus die Bildung von neuen Arten stehen könnte. Wir werden diesen Prozess weiter verfolgen. ♦

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Auf der Suche nach Nahrung in die Todesfalle

Über die merkwürdigen Ernährungsgewohnheiten der fleischfressenden Kannenpflanze *Nepenthes albomarginata*



Die etwa fingergroße, zur insektenfangenden Kanne umgewandelte Blattspreite von *N. albomarginata* weist eine Besonderheit auf: Unterhalb des Kannenrandes befindet sich ein weißer haariger Rand, der als Köder für Termiten der Unterfamilie Nasutitermitinae dient.

Fleischfressende Kannenpflanzen sind Fallensteller. Sie locken ihre Beute meist mit Nektar, Farbe und manchmal auch Duft auf den glatten Rand ihrer zu Fallgruben umgewandelten Blätter. Die Beute besteht vor allem aus Ameisen, aber auch aus Käfern, Schaben, Fliegen und anderem Getier, das sich auf der Suche nach Nektar zu weit vorwagt.

Die Ernährungsgewohnheiten der auf Borneo, Sumatra und der Malaiischen Halbinsel heimische *Nepenthes albomarginata* fallen aus dem Rahmen. Schon mehrfach fanden Forscher in ihren Kannen große Mengen von Termiten; aber weder gab es eine Erklärung für die Beobachtungen, noch war man sicher, ob es sich nicht doch um Zufallsfänge handelte. Denn Termiten passen nicht ins Beuteschema der Kannenpflanzen. Nektar und Süßes sind ih-

nen egal, und Farben und Muster sehen sie nicht, denn die Arbeiter sind blind.

Bei unseren Forschungen über die Ökologie der Kannenpflanzen in Brunei Darussalam (Nord-Borneo) stießen wir auch auf *Nepenthes albomarginata*. Schnell zeigte sich, dass Termiten wirklich eine besondere Rolle in ihrer Ernährung spielen. Das Ergebnis der Beutezählungen ist mehr als nur ungewöhnlich: Entweder finden sich keine toten Termiten in den Kannen – dann ist ihr Fang mit wenigen Dutzend Ameisen und anderen Insekten eher unauffällig – oder es sind Hunderte, ja Tausende. Dazwischen gibt es, bis auf wenige Ausnahmen, nichts. Der Rekord liegt bei mehr als 6000 Termitenleichen in einer einzigen, kaum mehr als fingerlangen Kanne. Und noch etwas ist auffällig: Alle Termiten in



Marlis Merbach im Gelände mit der Kannenpflanze *N. rafflesiana* (giant form), die in Brunei Darussalam die größten Kannen ausbildet.

Termiten der Unterfamilie Nasutitermitinae weiden den haarigen weißen Rand ab und fallen dabei zu Tausenden in die Kanne. Wenn der Rand abgefressen ist, verliert sie ihre Attraktivität für Termiten und verdaut den Rest ihres Lebens die reiche Beute.



einer Kanne sind im selben Zustand der Zersetzung, sie scheinen zur gleichen Zeit gefangen worden zu sein. Von Zufallsfunden kann also keine Rede mehr sein. Aber wie schafft es *Nepenthes albomarginata*, sich den Bauch so vollzuschlagen? Fangorgane anderer Arten, die dicht daneben, ja manchmal sogar im selben Strauch rankten, fingen praktisch nie auch nur eine einzige Termiten.

Was der weiße Kannenrand mit dem Termitenfang zu tun hat

Neben ihrer Nahrungsvorliebe weist *N. albomarginata* noch eine weitere Besonderheit auf: einen samtigen Rand aus weißen Haaren knapp unterhalb der Kannenöffnung. Über seine Funktion war nichts bekannt, man spekulierte lediglich, dass er fliegende Insekten anlocken könnte. Vielleicht war es diese Fixierung auf die optische Qualität des Haarkranzes, die den Blick von der Lösung des Rätsels ablenkte. Auch wir brauchten eine Weile, bis wir beim Fotografieren der Kannen entdeckten, was von Anfang an vor uns lag: Der weiße Rand, der bei vielen Kannen gelblich und verdorrt erschien, ist nicht einfach welk. Er fehlt, und zwar genau bei jenen Kannen, die Termiten fangen.

Damit passen die Puzzleteile zusammen. Weißer Rand und Termitenfang, die beiden Besonderheiten von *Nepenthes albomarginata*, gehö-



Die Arbeiterinnen der auf *N. bicalcarata* lebenden *C. schmitzi*-Kolonie wechseln häufig vom hohlen Kannenstiel (Domatium, wo die Brut aufgezogen wird) zur Kanne, wo sich die meisten Arbeiterinnen aufhalten und Nektar von den Peristomzähnen oder Beute aus der Kannenflüssigkeit ernten.



Ein Massenfang von Nasutitermitinae. Wir fanden bis über 6000 Tiere einer Art in einer Kanne. Die Kanne von *N. bicalcarata* ist der Lebensraum der Ameisenart *Camponotus schmitzi*. Sie weist unterhalb des Deckels zwei zahnartige Dornen auf, die riesige Nektarien enthalten, die Hauptzuckerquelle der in ihr lebenden Ameisen.

ren zusammen. Nur die Termiten können ihn abgefressen haben. Was uns jetzt noch fehlte, war die experimentelle Bestätigung. Alle Termiten, die wir in den Kannen fanden, gehören zu einer besonderen, nur im tropischen Asien verbreiteten Gruppe. Die Unterfamilie Nasutitermitinae leben nicht verborgen in totem Holz, wie man es von ihren Verwandten kennt. In riesigen Kolonnen von Zehntausenden von Tieren suchen sie oberirdisch nach Pilzen, Algen, Flechten oder toten Pflanzenteilen. Lebendes Pflanzenmaterial steht normalerweise nicht auf ihrem Speiseplan. *Nepenthes albomarginata* sollte also eigentlich gänzlich uninteressant für die Termiten sein.

Um unsere Vermutung zu prüfen, suchten wir Termitenkolonnen und platzierten Kannen in der Nähe des Kolonnenkopfs, wo die Späher nach Nahrungsquellen Ausschau

hielten. Sobald sie den weißen Rand einer Kanne entdeckt hatten, liefen sie zurück zu ihren Kameraden, und kurze Zeit später strömten die Termiten in Scharen zu den vermeintlich reichen Nahrungsgründen. Dicht gedrängt knabberten sie am weißen Haarkranz, fraßen und formten kleine Nahrungsbällchen für den Rücktransport zum Nest. Dabei geschah das Unvermeidliche: Tiere, die sich im Gedränge zu weit nach oben vorwagten, gerieten auf den schlüpfrigen Kannenrand, verloren den Halt und rutschten in die Kanne. In unseren Experimenten zählten wir bis zu 22 Opfer pro Minute, aber es müssen weit höhere Fangraten vorkommen. Denn nach kaum mehr als einer Stunde ist der Rand einer Kanne abgeweidet, und die Termiten verlieren damit ihr Interesse. Die Kolonne zieht weiter, und zurück bleibt eine bis unter den Rand mit um ihr Leben kämpfenden Termiten gefüllte Kanne.

Die Termiten haben keine Chance zu entkommen. Anders als Ameisen können sie keinen Halt an den glatten Kannenwänden finden. Sie sterben, ertrinken in der Kannenflüssigkeit oder werden unter ihren Artgenossen erdrückt und erstickt. Am nächsten Tag holen sich Ameisen ihren Teil der Beute, bald darauf bahnen sich Fliegenmaden ihren Weg durch die verfallenden Termitenleichen. Der weiße Rand wächst nicht mehr nach, er ist nicht



Die symbiontischen Ameisen *C. schmitzi* tauchen in der Kannenflüssigkeit von *N. bicalcarata* und holen frisch gefangene Beutetiere oder Mosquitolarven aus der Kanne.



C. schmitzi zieht die Brut in den hohlen Kannenstielen (hier Längsschnitt) auf.

mehr notwendig. Die Kanne, die noch Monate leben kann, ist überreichlich mit Nährstoffen versorgt. Die Pflanze rankt weiter und bildet neue Blätter, jedes mit einer neuen Kanne an der Spitze.

Andere Kannenpflanzen lassen sich nicht so bereitwillig anknabbern. Denn obwohl sie von Tieren leben, sind sie selber, wie alle Pflanzen, Nahrung für Pflanzenfresser. Aber gefressen zu werden, ist für sie vielleicht noch dramatischer als für andere Pflanzen. Denn ihre Blätter betreiben nicht nur Photosynthese, sie versorgen die Pflanze auch mit Nährstoffen. *Nepenthes bicalcarata* lebt in den Torfsumpfwäldern Nord-Borneos nicht weit von den Standorten der termitenfressenden *N. albobmarginata*. Mit ihren zwei dolchartigen Zähnen unter dem Kannendeckel ist sie eine der auffälligsten Pflanzen ihrer Gattung. Um sich vor ihren Fressfeinden zu schützen, ist sie eine Partnerschaft mit Ameisen eingegangen.

Die Ameise *Camponotus schmitzi* und ihr Leben am Abgrund

Die Kannenstiele von *N. bicalcarata* sind, anders als bei allen anderen Kannenpflanzen, hohl. Hier nistet die Ameise *Camponotus schmitzi*, die auf keiner anderen Pflanze gefunden wird. Bis hierhin ist diese Lebensgemeinschaft nicht ungewöhnlich, viele Ameisenpflanzen sind solche Partnerschaften eingegangen. *Camponotus schmitzi* aber führt ein besonderes Leben am Rande des Abgrunds. Die Larven werden in den hohlen Stielen aufgezogen, auch die Königin ist meist hier zu finden. Die erwachsenen Arbeiter dagegen halten sich die meiste Zeit unter dem Rand der Kanne auf, dort, wo alle anderen Tiere in den sicheren Tod rutschen würden. Von dieser Basis aus tauchen sie in die Kannenflüssigkeit, suchen nach frischen Opfern oder jagen nach Mückenlarven und anderen Bewohnern des winzigen Kannensees. Keine andere Ameise schafft es, freischwimmend unter Wasser zu jagen. Die nur wenig aggressive Kannenflüssigkeit kann ihnen nichts anhaben.

Für die Ameise *C. schmitzi* scheint die Kannenpflanze *N. bicalcarata* also ein idealer Lebensraum zu sein. Die Pflanze bietet Wohnraum und Nahrung. Die Vorteile für die Pflan-

ze dagegen sind weit weniger offensichtlich. Denn während andere Pflanzenameisen ihre Wirte verteidigen und fremde Insekten verjagen, scheint *C. schmitzi* anderen Pflanzenbesuchern gegenüber völlig desinteressiert. Ein anderes Verhalten wäre auch kontraproduktiv, denn als fleischfressende Pflanze ist *N. bicalcarata* auf ihre Besucher angewiesen. Eine undifferenzierte Verteidigung würde der Pflanze letztlich mehr schaden als nützen.

Aber Pflanzenameisen verteidigen ihre Pflanze nicht aus freien Stücken. Sie kämpfen für ihre Nahrungsquelle, Proteine aus Beutetieren und Zucker aus Nektar. Proteine finden die Ameisen in genügender Menge in der Kannenbeute, aber Nektar gibt es ausgerechnet dort am meisten, wo die Pflanze ihre Beute fängt: am Rand der Kanne. Warum verteidigen die Ameisen ihn dann nicht?

Die Auflösung für diesen Widerspruch fanden wir in den namensgebenden Zähnen von *N. bicalcarata*. Mikroskopische Studien zeigen riesige Nektardrüsen in ihrem Inneren – über einen Millimeter breit und bis zu zwei Zentimeter lang.

Bisher haben Forscher den Zähnen eine Abschreckungswirkung gegen Beuteräuber zugeschrieben, einige haben im vergangenen Jahrhundert sogar vermutet, dass sie sich in den Nacken von Makis bohren, wenn diese Insekten aus der Kanne zu fischen versuchten. Wieder hat niemand die zwei auffälligen Eigenheiten der Pflanze, diesmal den Ameisenpartner und die Zähne, miteinander in Verbindung gebracht.

Nach der Entdeckung der Riesennektarien bekam das Verhalten der Ameisen für uns einen neuen Sinn. Alle paar Minuten kommt eine Ameise unter dem Kannenrand hervor, läuft zu den Zähnen und wieder zurück: Sie sammelt dort Nektar! Kaum eine andere Ameise und kein anderes Insekt vermag so geschickt auf dem Kannenrand und den Zähnen zu laufen wie *C. schmitzi*. Warum sollte die Partnerameise also den Kannenrand mit den winzigen Nektardrüsen verteidigen, wenn die Zähne einen beständig reich gedeckten Tisch bieten? Sie dienen weder der Verteidigung noch der Abschreckung, sondern der Versorgung und damit der Ablenkung der Ameisen.



Wie nutzt die Ameise der Pflanze in der Lebensgemeinschaft?

Trotz dieser Beobachtung fehlte ein entscheidendes Teil zur Erklärung dieser Lebensgemeinschaft. Der Nutzen für die Ameise ist klar, und wir verstehen nun auch, warum die Ameise nicht die Beute unserer Wirtspflanze vertreibt. Aber wo liegt der Vorteil der Pflanze. Zwei Entdeckungen brachten Klarheit. Wir stellten fest, dass die sonst so friedlichen Ameisen erregt ausschwärmen, wenn wir ein Blatt ihrer Wirtspflanze anschneiden und zerreiben. Sie reagieren also auf Verletzungen ihres Wirtes. Dann entdeckten wir den gefährlichsten Feind der Kannenpflanzen, einen Feinschmecker unter den Rüsselkäfern. Wir fanden ihn trotz intensiver Suche nur auf Kannenpflanzen, und dort nur auf den jüngsten, empfindlichsten und wertvollsten Teilen, den jungen Blättern und Kannenknospen. Der Schaden, den er hier anrichtet, ist maximal. Eine zerfressene Knospe bildet nur noch unvollständige Blätter, meist ohne Kanne. Für die Pflanze fällt damit weit mehr als nur Fläche zur Photosynthese aus. Im mageren Torfsumpfwald verliert sie mit jeder Kanne ein Stück ihrer Nährstoffversorgung.

Wir konfrontierten Ameisen und Käfer, und die Reaktion von *C. schmitzi* war ganz anders, als wir sie bei allen anderen Pflanzengästen beobachtet hatten: Sie greifen an

und verbeißen sich, bis der Käfer entweder von der Pflanze fällt oder überwältigt ist und in die Kanne geschleppt wird. Keine andere Pflanzenameise zeigt ein so differenziertes Verhalten gegen unterschiedliche Besucher ihrer Wirtspflanze.

Kannenpflanzen der Gattung *Nepenthes* sind mit über 80 Arten von Madagaskar bis Neuguinea, von China bis Australien verbreitet. So einheitlich das Prinzip Fallgrube für alle Kannentypen gilt, so unterschiedlich ist doch die Ausgestaltung der Kannen bei den einzelnen Arten. Bei *Nepenthes lowii* wird bereits diskutiert, dass sie auf das Sammeln von Vogelkot spezialisiert sein könnte. *N. ampullaria* scheint mit ihren dichten Nestern offener Kannen neben Bodentieren alles zu sammeln, was vom Kronendach des Waldes fällt, Tiere und Kot ebenso wie Pflanzenreste. Für viele andere auffällige Kannentypen fehlt jeder Erklärungsansatz. Forschungen hierzu gibt es praktisch nicht. Überraschend wäre es nicht, wenn sich hier noch zahlreiche einmalige Anpassungen finden würden. ◆

Der Rüsselkäfer *Alcidodes* sp. bohrt die jungen sich entwickelnden Kannenknospen von *N. bicalcarata* an und verhindert so die Bildung von Fangorganen. Die Ameisenart *C. schmitzi* verteidigt ihre Wirtspflanze gegen diesen Fraßfeind.

Die Autoren

Dennis und **Marlis Merbach** sind Diplom-Biologen und erforschten von 1995 bis 2000 die Kannenpflanzen auf Borneo. Marlis Merbach promoviert zur Zeit über dieses Thema und wird von dem Zoologen Prof. Dr. Ulrich Maschwitz und dem Botaniker Prof. Dr. Georg Zizka betreut.

Wie Olivenöl in die Provinz Obergermanien kam

Amphoren geben Aufschluss über Essgewohnheiten im römischen Mainz



Was wurde in diesen Amphoren von den Römern transportiert? Von links: Amphoren für südspanisches Olivenöl (Form »Dressel 20«), eingelegte Oliven aus der Baetica (Form »Haltern 70«), Wein aus Kleinasien (Form-Variante zu »Camulodunum 184«, ähnlich »Pompeji XXXI«) sowie hispanische, bei Lyon abgefüllte Würzsauce aus Fisch (Form »Dressel 9 similis«).

Amphoren geben – wie keine anderen archäologischen Funde – Einblick in antike Ernährungs- und Essgewohnheiten. In ihnen transportierte man flüssige und eingelegte Lebensmittel aus dem Mittelmeergebiet nach Norden. Ihre Formen, Pinnelaufschriften und Inhaltsreste geben darüber Aufschluss, welche Waren von wo kamen. So wie heute Flaschen für Wasser, Wein oder Bier verschiedene Formen haben, sahen auch vor 2000 Jahren Amphoren für Olivenöl, Wein und Würzsauce unterschiedlich aus. Üblicherweise wurde eine bestimmte Form für einen speziellen Inhalt verwendet. Heute informiert über den genauen Flascheninhalt ein Etikett. Ähnlich waren in der Antike alle Amphoren, die aus dem

Süden geliefert wurden, beschriftet. In der Regel enthalten die Aufschriften Angaben zum Produkt, seiner Herkunft und Qualität. Von diesen so genannten »tituli picti« haben sich aus Siedlungen in den römischen Nordwest-Provinzen vergleichsweise selten lesbare Reste erhalten. Noch seltener haben Rückstände in den Amphoren bis heute überdauert.

Trotz ihres hohen Aussagewerts über wirtschaftliche Verhältnisse blieben die Amphoren im Gebiet des römischen Deutschland bis in jüngste Zeit fast völlig unbearbeitet. Dagegen erfolgte die erste und noch immer grundlegende Beschreibung von Amphoren bereits am Ende des 19. Jahrhunderts: Heinrich Dressel bearbeitete in Rom einen umfangreichen Amphorenfund. Er unterschied und definierte auf dieser

Grundlage mehr als 40 verschiedene Typen. Einen Teil davon konnte er mit einem bestimmten Inhalt verbinden, etwa die Form »Dressel 20« mit Olivenöl aus Südspanien. Anders als in Deutschland entwickelte sich in den Mittelmeerländern seit den 1950er Jahren, insbesondere durch die Ergebnisse der Unterwasserarchäologie, eine eigenständige Amphorenforschung.

In meiner Dissertation zum Thema »Die römischen Amphoren aus Mainz« werden Amphoren erstmals hierzulande als wirtschaftsgeschichtliche Quelle umfassend archäologisch und interdisziplinär ausgewertet. Betreut wurde die Arbeit von Prof. Dr. Hans-Markus von Kaenel am Seminar für Griechische und Römische Geschichte, Abteilung II. Sie entstand in enger Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Denk-

malpflege Rheinland-Pfalz, Abteilung Archäologische Denkmalpflege, Amt Mainz. Mit der Untersuchung der Amphoren aus Mogontiacum (Mainz) wurde der Bestand eines der bedeutendsten Fundorte nördlich der Alpen ausgewählt. Seit seiner Gründung im Jahre 13/12 v. Chr. war Mainz Legionsstandort: Bis gegen Ende des 1. Jahrhunderts n. Chr. standen hier zwei Legionen, rund 12 000 Mann, und Mainz blieb Truppenstandort bis in das 5. Jahrhundert. Mit der Einrichtung der germanischen Provinzen unter Kaiser Domitian wurde Mainz im späten 1. Jahrhundert Hauptstadt der Provinz Germania Superior, eines Gebietes vom Neuwieder Becken bis zum Genfer See.

Im Mittelpunkt der Studie zu den Amphoren aus Mainz steht die Frage, welche Waren darin von wann und in welchen Mengen geliefert wurden. Insgesamt konnten für Mainz aus öffentlichen und privaten Sammlungen knapp 5000 Amphoren zusammengetragen werden. Sie gehören über 60 verschiedenen Typen an. Für ihre Auswertung wurden Methoden der Archäologie, Epigraphik, Philologie, Mineralogie und Zoologie angewendet. Damit lässt sich feststellen, dass in Mainz Produkte aus dem gesamten römischen Reich angeboten und konsumiert wurden: Olivenöl wurde vor allem aus Andalusien, dem Gebiet zwischen Cordoba und Sevilla, bezogen. Gleiches gilt für schwarze Oliven, die in süßen Most eingelegt wurden. Grüne Oliven kamen aus Südfrankreich und dem Rhönetal. Weine wurden aus Katalonien, Südfrankreich, Italien, Nordafrika, Kreta und Rhodos geliefert. Zu ihrer Konservierung und geschmacklichen Verbesserung wurde Harz zugesetzt und die Innenseite der Amphoren mit flüssigem Teer ausgestrichen. In Mainz haben sich in zahlreichen Exemplaren Reste davon erhalten.

Von den Küsten der iberischen Halbinsel gelangten Würzsaucen aus Fisch nach Mainz. Die Pinselaufschriften auf den Amphoren verzeichnen mehr als ein halbes Dutzend verschiedener Saucen. Hergestellt wurden sie, indem man Fische einkochte oder aber mehrere Monate in der Sonne gären ließ und abschließend durchsiebte. Verkauft und in Amphoren gehandelt wurde sowohl die durchgeseigte Flüssig-



© 2002 – Les Éditions Albert René / Goscinny-Uderzo

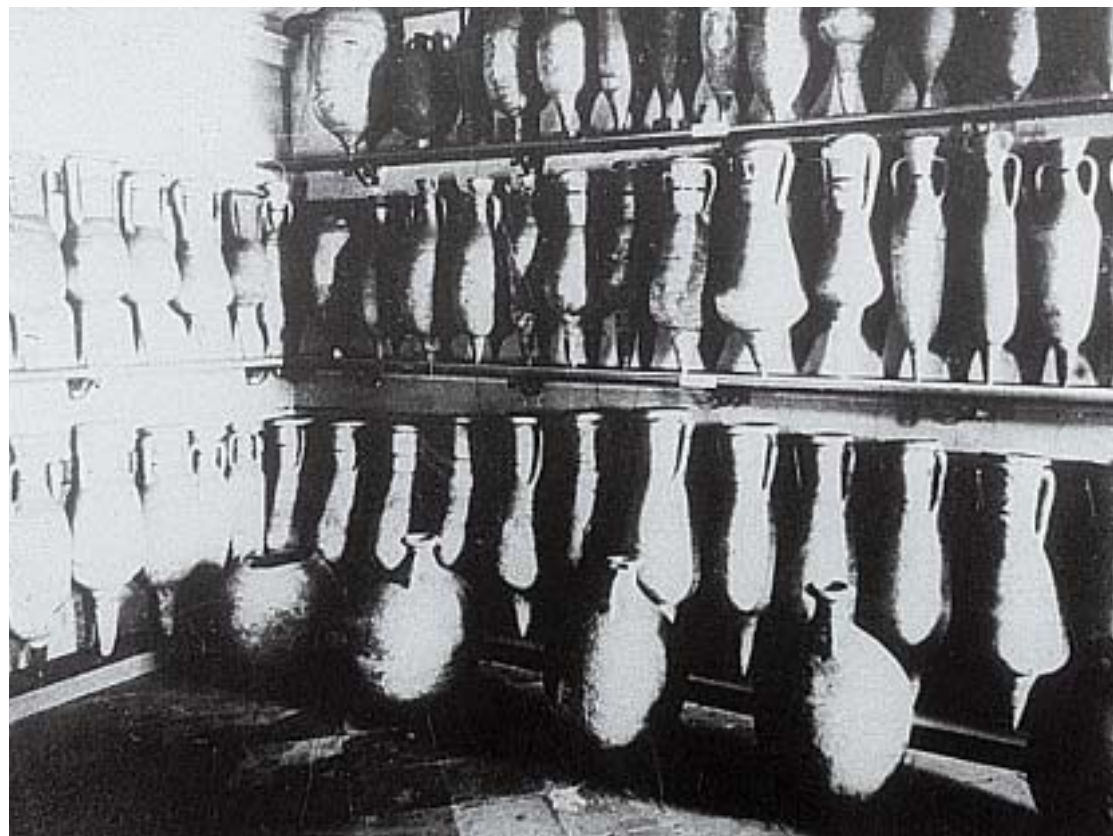


keit wie auch der dabei entstandene Rückstand. Hiervon haben sich in zwei Mainzer Amphoren jeweils rund 1000 Fischgräten erhalten. Ihre Bestimmung ließ erkennen, dass man für die Sauce ausschließlich Makrelen verwendete. Aus Ägypten und Syrien gelangten ab der Mitte des 1. Jahrhunderts n. Chr. Datteln und Feigen nach Mainz.

Die Auswertung der Mainzer Amphoren allein erlaubt noch keine Einschätzung, ob es sich hier um

ein typisches Warenspektrum handelt oder ob besondere Importe nach Mainz kamen. Das lässt sich nur in Vergleichen beurteilen. Bislang aber sind die Amphoren anderer Legionsstandorte und Provinzhauptstädte, etwa Köln, Augsburg, Vindonissa, Straßburg oder Nijmegen, nicht entsprechend bearbeitet, um sie dem Mainzer Bestand gegenüberzustellen. Lediglich die Amphoren der unter Kaiser Augustus gegründeten römischen Kolonie-

Abfallentsorgung der Römer und ihre Folgen – aus »Asterix, Die goldene Sichel«.



Vorkriegszeitliche Aufstellung der Mainzer Amphoren im Altertumsmuseum der Stadt. Rund 200 Amphoren wurden bei Bauarbeiten in der Mainzer Neustadt ab der Mitte des 19. Jahrhunderts entdeckt. Sie waren dort um 100 n. Chr. deponiert worden, um das Gelände für eine spätere Nutzung zu entwässern, zu ebnen und anzuheben. Ähnliche Depots sind aus Norditalien und dem Rhönetal gut bekannt.



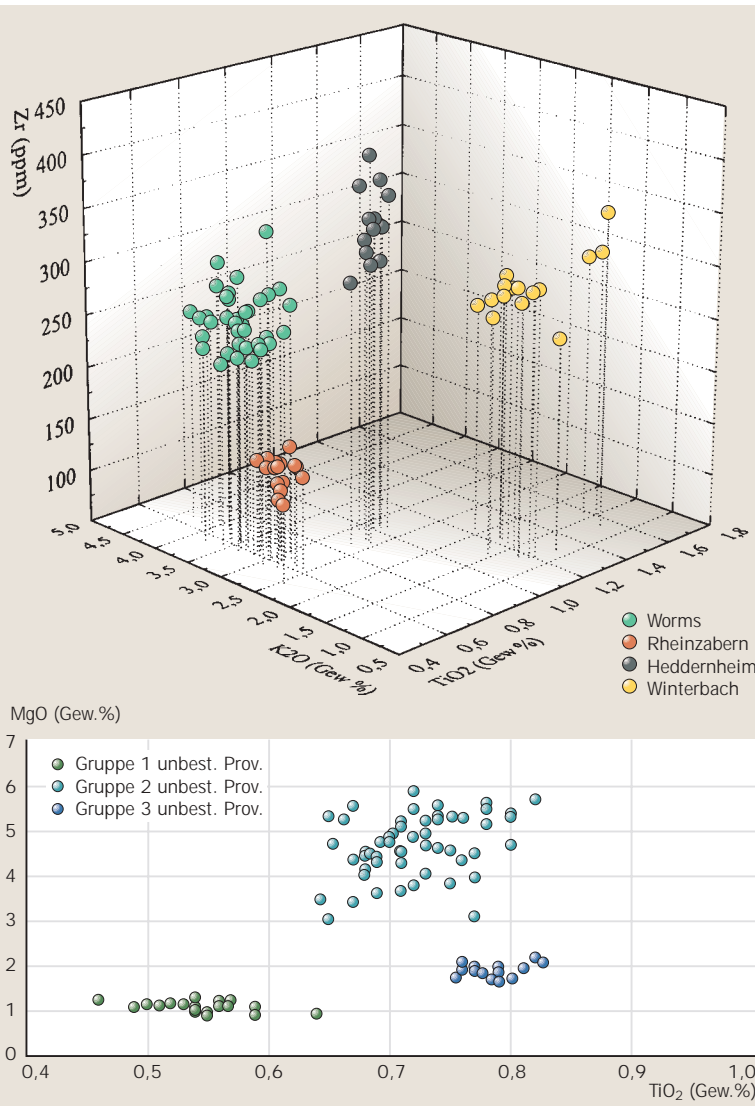
In Obergermanien hergestellte Amphore, Form »Dressel 20 similis«. In ihrer Form entspricht sie den südspanischen Ölamphoren, doch unterscheidet sie sich fertigungstechnisch zum Beispiel dadurch, dass die Henkel in die Wandung eingezapft und nicht auf sie aufgesetzt sind. Im Foto ist die durchgehende Tonstruktur der Henkel erkennbar, ferner die Risse an der unteren Einzapfungsstelle.

stadt Augst/Kaiseraugst am Oberrhein sind vollständig vorgelegt. Der Vergleich beider Bestände hat interessante Übereinstimmungen erkennen lassen.

Überraschendes Ergebnis der Frankfurter Untersuchung ist, dass Amphoren nicht nur in den Mittelmeerländern hergestellt und für dortige Erzeugnisse verwendet wurden. Vielmehr wurden Behälter, die genau wie die aus Südspanien importierten Ölamphoren aussehen, ab dem späten 2. Jahrhundert n. Chr. in großer Anzahl auch im weiteren Rhein-Main-Gebiet produziert. Von diesen finden sich mehr als 100 Exemplare auch in Mainz. Um Genaueres über ihre Herkunft zu erfahren und einzelne Töpfereien zu lokalisieren, habe ich im Rahmen eines dreijährigen Stipendiums im Frankfurter Graduiertenkolleg »Archäologische Analytik« unter Anleitung von Prof. Dr. Gerhard Brey, Institut für Mineralo-



Saucenamphore von der iberischen Halbinsel. Auf der Amphore ist der Adressat der Würzsauce vermerkt: ein Centurio der in Carnuntum nahe Wien stationierten XV. Legion.



Anteile von Titan, Kalium und Zirkon in obergermanischen Amphoren der Form »Dressel 20 similis« und Referenzmaterial (Ziegel, Gebrauchskeramik). Anhand ihrer chemischen Zusammensetzung lassen sich die Produkte aus den verschiedenen Töpfereien voneinander unterscheiden.

gie, rund 260 derartige Amphoren aus Mainz, dem Limes-Kastell Kleiner Feldberg und anderen Fundorten geochemisch analysiert. Für die Analyse wird ein kleines Stück der Amphore pulverisiert und ein Gramm davon in einem speziellen Verfahren zu einer Tablette aufgeschmolzen. An dieser werden mit dem Verfahren der Röntgenfluoreszenzanalyse die Anteile von 22 chemischen Elementen bestimmt, die in der Keramik enthalten sind. Die Daten erlauben im Vergleich mit Referenzen Rückschlüsse auf die Herkunft der Amphoren. Derartige Referenzkeramik, deren Herkunft sicher bekannt ist, sind vor allem Fehlbrände aus Töpfereien und gestempelten Ziegeln, deren Produktion aus historischen Gründen gut zu lokalisieren ist.

Die Analysen zeigen: Die untersuchten Amphoren stimmen mit Ziegeln, die in Worms und Rheinzabern hergestellt wurden, sowie mit Gebrauchskeramik aus Heddernheim und Winterbach bei Bad Kreuznach überein. Interessant ist,

dass die in Hedderheim hergestellten Amphoren offenbar nicht über den Rhein nach Mainz gelangten, während sich am Limes keine Behälter aus Worms finden. Unklar ist noch der Inhalt dieser lokalen Amphoren. Trotz ihrer Ähnlichkeit mit den südspanischen Ölamphoren kommt ein entsprechender Inhalt nicht in Betracht, denn Oliven wuchsen auch in römischer Zeit nicht am Rhein. In zwei vergleichbaren Amphoren aus Walldürn in Baden-Württemberg haben sich den publizierten Analysen zufolge Reste eines Weizenproduktes erhalten. Sie legen den Gedanken nahe, dass in den Amphoren Bier transportiert worden sein könnte. Bier ist als beliebtes Getränk in den antiken Schriftquellen häufig belegt, und es gehörte zur Versorgung des Militärs. Mit aktuellen Analysen wird untersucht, ob tatsächlich in diesen Amphoren Bier nach Mainz gelangte. Derzeit werden die in der Dissertation auf Mainz konzentrierten Studien erweitert: Seit Mai 2001 stehen

die Amphoren aus dem Mainzer Umland im Mittelpunkt wissenschaftlicher Untersuchungen eines gemeinsamen Projektes des Seminars für Griechische und Römische Geschichte, Abteilung II, und des Landesamtes für Denkmalpflege Rheinland-Pfalz, Abteilung Archäologische Denkmalpflege, Amt Mainz. Die Studie wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziert. Hierbei erfolgt die Auswertung der Amphoren von Fundplätzen in Rheinhessen, Südhessen und dem Hinterland des Limes. Konkret sind das die Bestände von militärischen Anlagen (Rödgen, Hofheim, Altenstadt und andere),

Hauptorten römischer Civitates (Worms, Wiesbaden, Hedderheim, Dieburg), Vici (Alzey, Groß-Gerau und andere) und Villen (Bad Kreuznach, Haselburg bei Hummetroth und andere). Ziel ist es, erstmals für einen Siedlungsraum die Arten und Mengen importierter und lokal produzierter Waren zusammenzustellen und dann vergleichend auszuwerten. ◆

Informationen zum Projekt:

www.uni-frankfurt.de/fb08/provroem/frames/indexfr.html und gep.dfg.de/gepinter_doku_bin/dokuclient.py?dok=218029&lang=de

Die Autorin

Dr. Ulrike Ehmig vom Seminar für Griechische und Römische Geschichte, Abteilung II, wurde im Februar 2002 für ihre Dissertation mit dem 9. Eduard-Anthes-Preis für Archäologie ausgezeichnet. Der Preis wird alle zwei Jahre vom Verein der Altertumsfreunde im Regierungsbezirk Darmstadt und dem Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst verliehen. Die Archäologin war von 1997 bis 2000 Stipendiatin des Graduiertenkollegs »Archäologische Analytik« an der Frankfurter Universität.

Anzeige

Anzeige

Theaterschriftsteller. Der gebürtige Rheinhesse war erstmals 1920 und nach einem Intermezzo als Dramaturg in Kiel und München 1923 erneut in die Metropole Berlin gekommen, wo der expressionistisch ambitionierte Autor auf den literarischen Durchbruch hoffte. Der stellte sich zu Weihnachten 1925 endlich ein mit der Erfolgskomödie *Der fröhliche Weinberg* und begründete Zuckmayers Laufbahn auf dem deutschen Theater, der er mit dem *Hauptmann von Köpenick* (1931) einen weiteren Erfolg zufügte. Nach dessen Uraufführung zog sich der vom *Völkischen Beobachter* als »Halbjude« titulierte Zuckmayer in sein Domizil in Henndorf bei Salzburg zurück, das er 1926 erworben hatte. Nach dem Einmarsch der deutschen Truppen in Österreich 1938 emigrierte Zuckmayer mit seiner Familie zunächst in die Schweiz und übersiedelte dann 1939 in die USA, wo er von 1941 an eine kleine Farm in Vermont bewirtschaftete. Dort entstand der *Geheimreport*, fernab von aktuellen Informationen über die Entwicklungen in Deutschland. Auf diese Wissenslücke wies Zuckmayer in seinen einleitenden Bemerkungen selbst hin. Er wollte deshalb versuchen, »nur zu berichten, was aus eigener Beobachtung oder sichersten Quellen feststeht«. Es ist daher nicht erstaunlich, dass ihm einige Irrtümer und Fehleinschätzungen unterliefen, besonders dann, wenn er sich auf Auskünfte Dritter verließ. So beschrieb er etwa Veit Harlan, der 1940 den berühmten *Jud Süß*-Film drehte, als über jeden Verdacht erhaben: »Ich habe von zuverlässigen Leuten aus der Nazizeit nur Gutes« von ihm gehört.

Rühmann: »Charakterlich ein vorzüglicher Mann«

Überwiegend schöpfte Zuckmayer aber aus der Quelle eigener Erfahrungen und persönlicher Erinnerungen. Bestens vertraut war der Drehbuchautor des nach dem Roman *Professor Unrat* von Heinrich Mann verfilmten *Blauen Engels* (1930) auch mit der Filmszene. Entschieden trat er für Heinz Rühmann ein, der die zerrüttete Ehe mit seiner jüdischen Frau Maria Bernheim unter großen Anfeindungen lange aufrechterhalten habe, nachdem »Hitler zur Macht kam und jeder Schuft sich von seiner nichtarischen

Frau scheiden liess. Dieser Umstand zwang R. aus Gründen der Selbstachtung und der Zivilcourage, vor allem wohl der Anständigkeit gegen die Frau, jahrelang eine an sich überlebte Ehe weiterzuführen [...]. Mehr braucht eigentlich über R.s einwandfreien Charakter und seine wirklich bezaubernde Persönlichkeit nicht ausgesagt zu werden.« Zuckmayer kam zum Schluss: »Charakterlich ist er in jedem Fall ein vorzüglicher Mann.« Diese Einschätzung bestätigen die neueren Biographien: Nachdem Rühmann sich 1938 schließlich von seiner Frau getrennt hatte, unterstützte er Bernheim regelmäßig und ermöglichte ihr 1943 die Flucht nach Schweden.

Gustaf Gründgens:
»Kein abgründiger Bösewicht«

Zuckmayer zeigte, dass sich Menschen nicht in Schablonen fügen. Einleitend stellte er fest: »In vielen Fällen weicht meine charakterologische Auffassung der einzelnen Personen vom allgemeinen Antinazischema ab.« Seine Porträts ordnete er in die Kategorien »aktive Nazis und böswillige Mitläufer«, »gutgläubige Mitläufer«, »Indifferente

und Hilflose« und die »bewussten Träger des inneren Widerstands«. Dazu gesellten sich »noch kompliziertere Einzelfälle, die in keine Einteilung passen«. Zuckmayer wollte die Beweggründe verstehen, die die



Die Identitätskarte des amerikanischen »War Department« – ausgestellt am 8. Oktober 1946: Carl Zuckmayer wurde erst im Januar 1946 die amerikanische Staatsbürgerschaft, die er schon 1943 beantragt hatte, zuerkannt. Er bewarb sich daraufhin beim »War Department« und bekam dort eine Stelle als ziviler Kulturbeauftragter in Deutschland. Am 4. November 1946 erhielt Zuckmayer den Marschbefehl nach Berlin mit dem Auftrag, »die größeren Städte in der amerikanischen Besatzungszone Deutschlands und Österreichs zu besuchen ... und einen ausführlichen Bericht über den Stand aller kulturellen Institutionen sowie Vorschläge für deren Verbesserung und zur Aktivierung des geistigen Lebens in den besetzten Ländern zu machen«, so Zuckmayer in seiner Autobiographie.



Zuckmayers Farm in Vermont: Hier entstand der *Geheimreport* fernab von aktuellen Informationen über die Entwicklungen in Deutschland. Nachdem seine Versuche, sich in Amerika als Schriftsteller zu etablieren, gescheitert waren, ließen sich Alice und Carl Zuckmayer 1941 als Farmer nieder. Seine Frau, die auch dieses Foto mit handschriftlichen Notizen ergänzte, schilderte den Beginn des Landlebens mit 57 Hühnern, 20 Enten, fünf Gänsen, vier Ziegen, zwei Schweinen, zwei Hunden und drei Katzen in ihrem Buch *Die Farm in den grünen Bergen*.



verschiedenen Personen während des Dritten Reiches in Deutschland gehalten hatten. Er glaubte, im Charakter von Individuen diejenigen Grundzüge ausmachen zu können, die Verhalten prägten. In seinen Skizzen versuchte er, diesen Charakter nachzuzeichnen und mit Blick darauf seine Urteile abzuwägen: »So halte ich zum Beispiel sogar Gustav [!] Gründgens nicht für den abgründigen Bösewicht, als den ihn die Enttäuschung seiner früheren Freunde sieht.« Den von Klaus Mann im *Mephisto* so dämonisch gezeichneten Intendanten beleuchtet Zuckmayer in einem mitreißenden

Wiedersehen in Deutschland: Zuckmayer traf den Regisseur Heinz Hilpert (rechts) 1947 in Frankfurt wieder. Er hielt ihn für einen der aufrechtesten Menschen »im verworrenen Ameisenbau des Nazistaates« – »von allen in Deutschland verbliebenen Theaterleuten der unterschiedenste, aktivste leidenschaftliche Nazigegner. Man wird fragen: wie geht das damit zusammen – dass er als Leiter des vom Propagandaministerium subventionierten Deutschen Theaters... ein ausgesprochener Exponent des kulturellen Lebens ... ist? Antwort: es geht zusammen – wie so vieles – anscheinend Unvereinbares.« Auch dies ein Zeugnis für Zuckmayers differenzierte Betrachtungsweise ohne Schablonen.

Zuckmayers Begegnung mit der Frankfurter Universität

Vom »Soldatenrat« zum Mitglied des »Revolutionären Studentenrates« – im Herbst 1918 schrieb sich der eben aus dem Krieg heimgekehrte Carl Zuckmayer auf Wunsch seines Vaters zum Jura-Studium an der Frankfurter Universität ein. Doch der »trübe Frankfurter Revolutionswinter«, so Zuckmayer in seiner Autobiographie *Als wär's ein Stück von mir*, war gar nicht nach dem Geschmack des Dramatikers. Nur kümmerliche Gestalten habe er an der Universität kennengelernt: »Die Majorität der Studierenden bestand in einem dumpfen, verärgerten Haufen, der – in feindseliger Verachtung der neuen Republik und aller sozialen Entwicklung – dem verlorenen Nimbus seiner Kaste und der höher gehängten Futterkrippe nachtrauerte.« Einen radikalen und tabereiten Verächter der neuen Republik beobachtete Zuckmayer drei Jahre später als Besucher einer Veranstaltung in Frankfurt, bei der Walter Rathenau über die deutsche Außenpolitik sprach: Ernst von Salomon, der 1922 an der Ermordung des Außenministers beteiligt war, versuchte damals dessen Vortrag zu stören. Dem »Sonderfall« Salomon sollte Zuckmayer zwei Jahrzehnte später im *Geheimreport* ein tiefgründiges Charakterporträt widmen.

An der Frankfurter Universität fühlte sich der angehende Dichter



Anmeldekarte des Studenten Carl Zuckmayer aus dem Archiv der Universität Frankfurt: Zuckmayer begann im Oktober 1918 in Frankfurt mit dem Jurastudium. Doch das politische Klima behagte ihm nicht: »Die Majorität der Studierenden bestand in einem dumpfen, verärgerten Haufen...« Schon im Frühjahr wechselte Zuckmayer nach Heidelberg.

nicht besonders wohl. »Statt die unsagbar langweiligen Kollegs über römisches Recht und klassische Volkswirtschaft zu besuchen«, berichtet Zuckmayer in seiner Autobiographie, »arbeitete ich in meiner kleinen, schlechtgeheizten Bude in Sachsenhausen an dramatischen

Versuchen«. Schon nach einem Semester drehte Zuckmayer der ihm so »unbekömmlichen Universität« wieder den Rücken. Im Frühjahr 1919 schrieb er sich an der Universität in Heidelberg ein, wo es – zumindest in Zuckmayers Erinnerung – im Gegensatz zu Frankfurt kein schlechtes Wetter gegeben haben soll. Dort studierte er Literatur- und Kunstgeschichte und Soziologie.

Immerhin verdankt Zuckmayer der Stadt am Main seine äußerst fruchtbare Begegnung mit dem Theater. Das Frankfurter Schauspielhaus, damals die »Hochburg des expressionistischen Theaters«, hatte es dem Studenten angetan: »Jetzt sah ich zum ersten Mal mit bewußtem Blick ein Ensemble blendender und hervorragender Schauspieler, das in einem Geist geführt war, der unserem Zeitgefühl entsprach.« Die aufregendsten Inszenierungen und die avantgardistischen Theaterkünstler der Zeit lernte Zuckmayer dort kennen, unter ihnen den Regisseur Richard Weichert, den Schauspieler Heinrich George und die Schauspielerin Gerda Müller, die er auch im *Geheimreport* beschrieb. Ganz ohne persönliche, künstlerische und politische Folgen ist das Frankfurter Intermezzo für Zuckmayer also nicht geblieben.

Literarische Geheimdienstarbeit – Carl Zuckmayers »Geheimreport«



Carl Zuckmayer
Geheimreport
 herausgegeben,
 kommentiert und
 mit einem Nachwort
 versehen von
 Gunter Nickel und
 Johanna Schrön,
 Wallstein Verlag,
 Göttingen 2002,
 ISBN 3-89244-599-0
 527 Seiten, 32 Euro.

Selten einmütig befand das Feuilleton, dass es sich hier um Literatur handele. Nun, es ist eine Arbeit für den Geheimdienst, aber die Kritiker hatten Recht: Es ist Literatur, und sie sticht, wie Gustav Seibt in der *Süddeutschen Zeitung* meinte, die Debütanten der Saison mühelos aus. Ein posthumer Ruhm für einen, dessen Stücke nur noch selten gespielt werden – aber es ist ja auch kein Stück von ihm. Oder doch? Die knapp 150 Porträts im nationalsozialistischen Deutschland gebliebener Kulturschaffender sind Studien fürs Theater, so will es scheinen, die »Guten« nicht wirklich interessant, die »Negativen«, die »Ranschmeißer« sind es umso mehr. Die »Indifferenten« haben oft unser schwankendes Mitgefühl, und da, »wo wir nichts wissen, dürfen wir bona fides und Anständig-

keit eher als das Gegenteil annehmen«. Es ist also noch mehr darin, Zuckmayers an Bekanntschäften so übervolles Leben nämlich, und so es ist doch ein *Stück von ihm*. Dabei war kühle, systematische Distanz seine Sache nicht, er war auch Partei, wie er bekennt: »Ich liebe die alte Sau.« – es war Emil Jannings.

Die von seiner Betreuerin im Office for Strategic Services (OSS), Emmy Rado, gewünschten Gerüchte, den »dirt«, hat er nicht hinein getan. Er hat – zumeist – Gerechtigkeit walten lassen. Gerechtigkeit? Als Deutscher in seinem Gastland, ein *alien enemy*, schreibt er, der Emigrierte, für eben dessen Geheimdienst. Eigentlich aber schreibt er für ein Nachkriegsdeutschland, dass er den Aufrechten in die Hand geben will. Und er will die Üblen benannt haben, ohne jedoch *die Deutschen* zu verteufeln. *Des Teufels General*, sein Stück mit dem Panorama menschlichen Verhaltens unter der Nazidiktatur war zeitweise dem Verdikt der Verharmlosung anheim gefallen. Und nun der *Geheimreport*? Fernab von Kollektivschuld wieder eine Spanne der Menschlichkeit, von gut zu böse, eine bedeutsame Differenzierung in einer Studie für den amerikanischen Geheimdienst. War das nun Verharmlosung oder war es das Gegenteil – Verleumdung? Die Debatte ist angestoßen, kritikfrei wird die Sache nicht ausgehen. Gut so. Dass die offensichtlich höchst faszinierte Öffentlichkeit nun Zuckmayers Porträts komplett in Händen hält, ist das Verdienst von Gunter Nickel, bis 2002 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Deutschen Literaturarchiv Marbach, und

Johanna Schrön, Studentin an der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Ihre sorgfältige Edition stellt dem Geheimreport einen unheimen kenntnisreichen, informativen und außerordentlich lesbaren Kommentar zur Seite, ebenso ein Nachwort, das den Report in seiner historischen Dimension beleuchtet. Natürlich können die Auslassungen, Lücken und Irrtümer Zuckmayers nicht der Ausgabe zur Last gelegt werden; im Gegenteil kennzeichnen die Herausgeber die offensichtlichen Fehler. Das Wort hat nun die Forschung. Ungeachtet aber dieser noch kaum abschätzbaren Bedeutung: Selten kann man von einer kommentierten Ausgabe eines Werkes sagen, sie sei ein Lesevergnügen. Diese jedoch ist es, über den eigentlichen Text hinaus. Sie ist auch damit die Grundlage einer Forschung, die sich hier aus erster Hand über vieles ein Bild machen kann – über das Verhältnis der Emigration zum nationalsozialistischen Deutschland, zum besiegten Deutschland, und immer: zu den Deutschen. Auch hier war Deutschland – und es war ein Stück von ihm.

Thomas Kailer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungskolleg »Wissenskultur und gesellschaftlicher Wandel«.

Porträt auf ganz andere und wohl auch gerechtere Weise: »Das Theater steckt ihm in jedem Nerv, es ist untrennbar von seiner persönlichen Existenz, Spiel und Leben sind für ihn kongruent, und zwar Spiel ebenso sehr im Sinn des riskanten Einsatzes, des Roulettes und des Pokerbluffs, als in seiner Spiegelung und Bemeisterung durch die Kunst. Aus dieser künstlerisch sublimierten Spielernatur ist seine Karriere bei den Nazis zu verstehen, aus der Lust am Gewagten, am Jonglieren und der glänzenden Equilibristik, am Sprung auf einen schwindelhaften Gipfel, an Wurf und Gewinn, an Repräsentation, grosser Schaustellung und fabelhaft beherrschter Maske, – an Macht und Gefahr«.

Zuckmayers Auftraggeber, das OSS, sammelte Daten über hochrangige Personen des Dritten Reiches, um sie als kriegsrelevante Information einsetzen zu können. Für

diese Aufgabe zog der amerikanische Geheimdienst zahlreiche Emigranten heran, unter anderem die ehemaligen Mitarbeiter des Frankfurter Instituts für Sozialforschung Franz Neumann, Otto Kirchheimer und Herbert Marcuse, deren Arbeit in der theoretischen Analyse der gesellschaftlichen Bedingungen des totalitären Dritten Reiches bestand. Zuckmayer arbeitete dagegen für die »Biographical Records«, die sich ausschließlich der biographischen Datenerhebung widmeten. Sein Bericht ist bei weitem nicht der einzige dieser Art: Mehr als 5000 solcher Interviews wurden 1943 allein in New York geführt.

Verblüffende Weitsicht
im Fall Ernst Jüngers

Von diesen Dossiers mit »politischen Führungszeugnissen« unterscheidet sich Zuckmayers Report durch seine charakteristischen und

zugleich zwerchfellerschütternden Beispiele sowie seine geradezu verblüffende Weitsicht. So urteilt der Emigrant über den »Sonderfall« Ernst Jünger schon 1943/44 auf eine Weise, die erst in den letzten Jahren Common Sense der Forschung geworden ist: »Ernst Jüngers Kriegsverherrlichung hat nichts mit Agression [!] und Weltbeherrschungsplänen zu tun – sein Herren-Ideal nichts mit demagogischem Unsinn a la Herren->Rasse«. Ohne Pazifist oder Demokrat zu sein ist es ihm bestimmt ernst mit der Vorstellung einer Weltgestaltung vom Geist her [...].« Ernst und sein Bruder Friedrich Georg Jünger »mögen in einem gegen die Nazis gewandten Nachkriegsdeutschland noch isolierter sein als jetzt, und werden vermutlich von der Mehrheit der Linkskreise als »reaktionär« abgetan und abgelehnt werden. In Wirklichkeit sind sie weniger reaktionär als

viele der ›Progressiven‹, die nichts dazugelernt haben. Es wäre ein grosser Fehler sie nicht ernst zu nehmen und ihr Schaffen nicht mit grösster Aufmerksamkeit und Vorurteilslosigkeit zu beobachten«.

Wider die Kollektivschuld - Zuckmayers Motivation

Die Beweggründe für die Zusammenarbeit mit dem amerikanischen Geheimdienst nannte Zuckmayer selbst 1947 in der *Neuen Zeitung*, wo er das Porträt des Schauspielers Werner Krauß veröffentlichte. Er habe »die künftige Besatzungsmacht in Form von möglichst objektiven Charakterstudien über führende Persönlichkeiten des deutschen Kulturlebens« informieren wollen. Die Ergebnisse des Reports wurden in den Entnazifizierungsverfahren jedoch nicht herangezogen. Die von der Behörde erhobenen Daten, so der ehemalige OSS-Mitarbeiter Louis A. Wiesner, wurden durch die Entdeckung der vollständigen NSDAP-Ordner in Deutschland überflüssig gemacht.

Zuckmayers *Geheimreport* erschließt sich in seiner politischen Bedeutung und Zielrichtung vollends erst vor dem Hintergrund der Auseinandersetzungen um die Zukunft Deutschlands unter den amerikanischen Emigranten. Mit Erika Mann, der Tochter Thomas Manns, setzte sich Zuckmayer 1944 in der New Yorker Exilzeitung *Aufbau* über die Kollektivschuld Deutschlands auseinander. Erika Mann hatte in einem Artikel die Existenz eines »anderen Deutschland«, in dem »eine Majorität ›guter‹, wenngleich verblüffend inaktiver Deutscher von den Nazis niedergehalten sei«, als einen »Wunschtraum« abgelehnt. Stattdessen sei ein »bis zu den Zähnen bewaffnetes Reich, weit davon entfernt, seine Waffen gegen seine ›Versklaver‹ zu erheben, über Europa hergefallen.« Zuckmayer reagierte darauf mit einem offenen Brief, in dem er der kollektiven Verurteilung Deutschlands widersprach: »Völker sind aus Menschen zusammengesetzt, und Menschen sind Geschöpfe, die beide Wesenspole, den

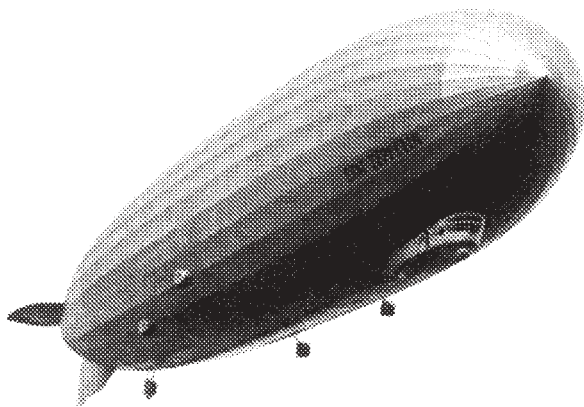
des Guten, den des Bösen, in sich tragen. Eine prinzipielle Einteilung in ›gute‹ und ›böse‹ Völker, oder auch in die ›Guten‹ und die ›Bösen‹ innerhalb der Völker, ist sinnlos.« Zuckmayer glaubte daran, dass »eine tiefgehende und ehrliche Katharsis« möglich sei: »Die Reinigung Deutschlands muss tiefgehend und gründlich sein, aber sie kann der Welt nichts nützen, wenn sie nur eine Zwangsmassnahme ist, wenn sie nicht von Innen kommt, und wenn ihr die Hilfe und das Vertrauen versagt bleibt«.

Eine ähnliche Auseinandersetzung hatte zuvor zwischen Brecht und Thomas Mann stattgefunden, und nur vor diesem politischen Hintergrund wird der *Geheimreport* vollends verständlich. Er ist darauf angelegt, integere Persönlichkeiten zu benennen, die für den Aufbau eines demokratischen Deutschlands eine vorbildhafte und prägende Funktion übernehmen sollten. Für einen der aufrechtsten Menschen im verworrenen »Ameisenbau des Nazi-staates« hielt Zuckmayer neben dem Verleger Peter Suhrkamp den Regisseur Heinz Hilpert: »Von allen in Deutschland verbliebenen Theaterleuten der entschiedenste, aktivste leidenschaftliche Nazigegner. [...] Wer nicht selbst miterlebt hat, wie Hilpert zum Beispiel, auf einer Probe im Jahre 1936 (der der Verf., damals auf einem ›illegalen Besuch‹ in Berlin, im dunklen Zuschauerraum beiwohnte), dem ›Heil-Hitler‹ eines beflissenen Statisten nach langem, vernichtenden Blick, Räuspern, Spucken und bedeutsamen Kopfschütteln, mit einem breiten ›Guten Mor'jn‹, antwortete, kann sich von dem Ton der an seinen Bühnen herrschte und von dem, was er sich trotz dauernder Denunziationen erlauben konnte, keine Vorstellung machen. [...] Er, und seine Getreuen, sollten den Untergang des Nazi-reiches überleben und würden dann – wenn es je dazu kommt – zum Kernstock eines neuen lebendigen Deutschland gehören.«

Die Autorin

Johanna Schrön studiert Geschichte und Germanistik an der Universität Frankfurt. Zwei Jahre lang arbeitete sie gemeinsam mit dem Literaturwissenschaftler Gunther Nickel an der Edition von Carl Zuckmayers *Geheimreport*. Gegenwärtig befasst sie sich mit ihrer Magisterarbeit über Konzepte der Hygiene im 19. Jahrhundert.

Anzeige



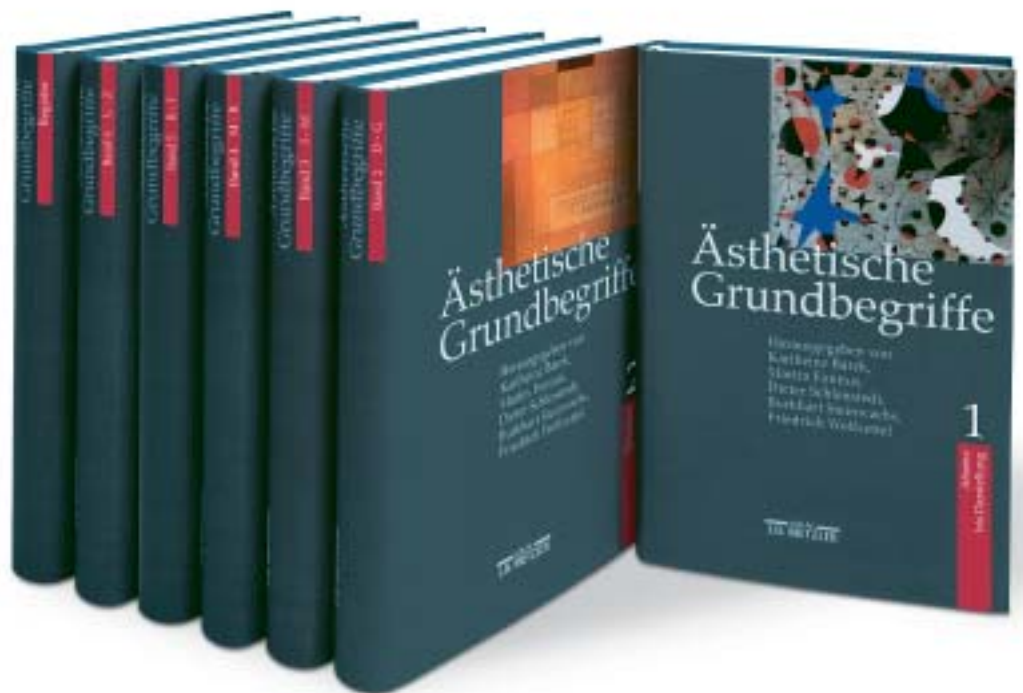
Graf Zeppelin hinterließ der Welt das Luftschiff. Auch wenn Sie kein Erfinder sind: Sie können etwas Bleibendes für die Nachwelt schaffen. Mit einem Testament oder einer Stiftung zugunsten von UNICEF. Wir informieren Sie gern: UNICEF, Höniger Weg 104, 50969 Köln.

www.unicef.de

unicef 
Kinderhilfswerk der Vereinten Nationen

Ein begriffsgeschichtliches Wörterbuch
zwischen Kunst und Alltagswelt:

Ästhetisierung ohne Ende oder Warum gerade jetzt eine Bilanz der Ästhetikgeschichte?



Da war wohl keiner der fünf Herausgeber und der redaktionellen Mitarbeiter, dem nicht ein Stein vom Herzen fiel, als nach langjährigen Vorarbeiten im Frühsommer des Jahres 2000 der erste Band des historischen Wörterbuchs *Ästhetische Grundbegriffe* vom Metzler-Verlag in Stuttgart ausgeliefert und kurz darauf im Brecht-Haus in Berlin vorgestellt wurde. Das Publikationsjahr mag dabei insofern eine symbolische Bedeutung haben, als die Zeit der großen geisteswissenschaftlichen Gesamtprojekte vorbei ist und das auf sieben Bände angelegte Wörterbuch das zur Zeit wohl ambitionierteste und konzeptionell originellste Nachschlagewerk im Bereich der ästhetischen Theorie ist und voraussichtlich auch lange bleiben wird. Als eines der wenigen »deutsch-deutschen« Forschungsvorhaben hat dieses Projekt die Wende über-

standen und stellt heute das einzige Beispiel eines gelungenen gesamtdeutschen Großvorhabens in den Geisteswissenschaften dar, das voraussichtlich in zwei Jahren abgeschlossen sein wird. Die ersten drei Bände mit Stichworten von *Absenz* bis *Material* sind bereits erschienen, der vierte Band von *Medien* bis *Produktion/Poiesis* geht im Sommer in den Druck.

Zur Vorgeschichte des Wörterbuchs: Ein »deutsch-deutsches« Projekt

Tatsächlich hat das Wörterbuch aber eine längere Vorgeschichte. Aus einem Mitte der 1980er Jahre am Zentralinstitut für Literaturgeschichte der Akademie der Wissenschaften der DDR konzipierten Projekt ging zunächst 1990 die noch vorläufige, von Karlheinz Barck, Martin Fontius und Wolfgang Thierse publizierte

Studie *Ästhetische Grundbegriffe. Studien zu einem historischen Wörterbuch* hervor. Um diese Zeit hatten die Berliner bereits enge Kontakte zu einer noch nicht institutionalisierten Konstanzer Forschungsgruppe unter der Leitung von Hans Robert Jauss aufgenommen, aus der dann Burkhard Steinwachs als Mitherausgeber hervorging. Als die Vorbereitungen in die endgültige Phase eines Projektantrags bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft eintraten, legte Jauss seine Aufgaben in die Hände des Frankfurter Professors Friedrich Wolfzettel. Von da an hatte und hat das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Unternehmen seinen redaktionellen Sitz am Institut für Romanische Sprachen und Literaturen der Johann Wolfgang Goethe-Universität und im Berliner Zentrum für Literaturforschung.

Ästhetische Nachschlagewerke haben mittlerweile durchaus wieder Konjunktur. Aber nicht nur der beträchtliche Umfang (etwa 180 Stichworte) hebt das Wörterbuch von ähnlichen Unternehmungen ab; er erlaubt immerhin eine Artikellänge von bis zu 80 doppelspaltigen Seiten, auf denen das jeweilige Lemma ausführlich behandelt und belegt werden kann. Der entscheidende Gewinn liegt nach Meinung der Herausgeber, so Wolfzettel, »auch in der begriffsgeschichtlichen Ausrichtung, die in gewisser Weise als Korrektiv zu herkömmlichen problemgeschichtlichen Aufrissen fungiert und in der engeren wortgeschichtlichen Perspektive als auch in der Be-

griffe in Frankreich 1680–1820 von Rolf Reichardt repräsentiert wurde. Wolfzettel betont, dass Grundbegriffe in dieser Perspektive »als Ausdruck sedimentierter ästhetischer Theorie und Praxis verstanden werden können. Sie bezeichnen keinen linguistisch scharf umgrenzten, begriffstheoretisch und semiotisch abgesicherten Lemmatyp, vielmehr erscheinen sie als zusammenfassende Lexeme, die ästhetische Theorie ebenso wie ästhetisches Verhalten im Alltag in vielfältigen Lebens- und Praxisbereichen spiegeln und sich nicht selten durch ihre charakteristische ›Verfranstheit‹ (die Engländer sprechen hier von *fuzzy concepts*) auszeichnen.« Und er führt weiter aus, dass »es dementsprechend auch immer eine – freilich nicht jederzeit einlösbare – Leitidee gewesen war, der Breite der Anwendungskontexte durch eine möglichst weite Fächerung der Belegstellen gerecht zu werden. Ästhetische Grundbegriffe sind so auf eine Vielfalt ästhetischer und gestalterischer Gegebenheiten bezogen und treten in den unterschiedlichsten Epochen, Formen, Schulen, Klassen und Traditionszusammenhängen auf.«

Vielfalt und Interdisziplinarität als Stärke des Werks

Eben diese Vielfalt, die manche Kritiker als »Gemischtwarenladen« titulieren, machen nach der Meinung der Herausgeber die Stärke des Werks aus. So kann man die Artikel beispielsweise in folgende Gruppen einteilen: Wertungsbegriffe (wie *schön, hässlich, Kitsch*), produktions- und rezeptionsästhetische Begriffe (wie *Autonomie, Einbildungskraft/Imagination, Genie, Subjektivität, Geschmack, Wirkung*), auf Kunstarten bezogene und von Epochen abgeleitete Begriffe (wie *Avantgarde, barock, klassisch/Klassik/Klassizismus, romantisch/Romantik*), kunst- und medien-spezifische Begriffe (wie *Bildende Kunst, gotisch, malerisch/pittoresk, Film/filmisch, Fotografie/fotografisch*) sowie Begriffe im Grenzbereich von Rhetorik und Ästhetik (wie *allegorisch, Anagramm, ironisch/Ironie, Metapher*). Die große Bandbreite des Werkes, die keine detaillierte Kategorisierung zulässt, soll dabei der aktuellen Entgrenzung des Ästhetikbegriffs Rechnung tragen. Lebensnahe Lemmata wie *alltäglich/Alltag, Fest/Feier, Mode, Performance, Unter-*

haltung, Urbanität stehen somit in diesem Lexikon neben poetologischen Begriffen wie *erhaben, komisch, lyrisch/episch/dramatisch, poetisch*; nationalspezifische Lemmata wie *Aura/Aneignung* neben solchen von internationaler Signifikanz (wie *Ideal, Katharsis*); spezifisch moderne Begriffe wie *Montage/Collage, Film/filmisch* neben Begriffen der ›longue durée‹ wie *tragisch* oder Begriffen, die im 18. Jahrhundert geboren wurden und im ganzen europäischen Bereich Geltung bekamen wie *Autonomie* oder *erhaben*. Ferner finden sich stimmungsbesetzte, sinnliche Begriffe (*erotisch/Erotik, Gefühl, Genuss/Vergnügen, Intimität/intim, Melancholie/melancholisch*) neben abstrakten Termini und solchen, die auf neue Wahrnehmungen verweisen (wie z. B. *Absenz, ephemere, Simulation*), oder Begriffe, die in mehreren Kunstgattungen relevant sind und deren Entwicklung – wie im Artikel *Landschaft* – in der Malerei und Literatur getrennt voneinander verfolgt worden ist.

Angesagt war von vorneherein nicht nur Interdisziplinarität, sondern auch Internationalität. Denn erst im Nebeneinander und im Vergleich der verschiedenen nationalen Traditionen und ihrer jeweiligen sprachlichen Äquivalente werden interessante nationale Besonderheiten manifest. Wolfzettel macht auf die vielen »Lehnwörter, unübersetzte Sprachtransfers oder Bedeutungsverschiebungen in den übersetzten Termini beziehungsweise in den entsprechenden nationalsprachlichen Äquivalenten« aufmerksam, die »sich selbst als ein Stück Ästhetikgeschichte« erweisen. So wurden Begriffe wie *Avantgarde* oder *Kitsch* unverändert in mehrere europäische Sprachen übernommen. Oder nehmen wir den Begriffsbereich des *Ästhetischen* selbst, der sich außerhalb Deutschlands erst mit hundert Jahren Verspätung durchsetzte und eine Diskussion hervorbrachte, die in anderen Ländern nicht zu finden ist; so gesehen wäre die so genannte »Kunstperiode« von der Frühklassik bis zur Romantik auch durch eine begriffsgeschichtliche Neuerung zu erklären. Als weiteres Beispiel unter vielen führt Wolfzettel den Begriff des *Hässlichen* an. »Der englische Theoretiker des Erhabenen Edmund Burke ersetzte den herkömmlichen Begriff *deformity*, der durch



Prof. Dr. Friedrich Wolfzettel, 60, studierte Romanistik, Anglistik und Slawistik in Heidelberg und Lyon und lehrt seit 1988 Romanische Philologie (Literaturwissenschaft) an der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Seine wissenschaftlichen Arbeitsschwerpunkte sind die französische, italienische und spanische Literaturgeschichte vom Mittelalter bis zum 20. Jahrhundert, die Wissenschaftsgeschichte der Literaturwissenschaft sowie Reiseliteratur. Er ist Mitherausgeber der »Ästhetischen Grundbegriffe« und leitet die Frankfurter Redaktion.

griffsfeldanalyse einschließlich verwandter oder konträrer Begriffsbereiche ein neues Feld historischer Forschung eröffnet.«

Das Wörterbuch steht in der großen begriffsgeschichtlichen Tradition, die in den letzten Jahrzehnten in Deutschland durch das *Historische Wörterbuch der Philosophie* von Joachim Ritter und Karlfried Gründer, die *Geschichtlichen Grundbegriffe* von Reinhart Koselleck und das *Handbuch politisch-sozialer Grundbe-*

Ein wahres Leselexikon zur Ästhetik

Über ein sechsbändiges Nachschlagewerk, das mehr ist als ein monumentales Handbuch

Wenn sich Epochen ideologischer Konfrontationen ihrem Ende neigen, findet die Wissenschaft wieder Zeit, ihren Fokus auf Elementares zu richten. In solchen gleichermaßen dogmatikfreien wie orientierungsbedürftigen Etappen der Wissenschaftsgeschichte erscheinen in der Regel zahlreiche Wörterbücher und Lexika. Auch die Gegenwart vollzieht selbstbewußt den Schritt von der Instrumentalisierung zur Inventarisierung und leistet eine beachtliche Bestandsaufnahme der Geisteswissenschaften in den derzeit allerorten erscheinenden Nachschlagewerken.

Eine Sonderstellung nimmt dabei das historische Wörterbuch *Ästhetische Grundbegriffe* (ÄGB) ein. Es erscheint im Stuttgarter Metzler-Verlag, der in jüngster Zeit durch eine beachtliche Publikationszahl an Nachschlagewerken hervortritt. Genannt sei hier nur die Neubearbeitung des »Brecht-Handbuchs« oder das bereits in zweiter Auflage vorliegende *Lexikon der Literatur- und Kulturtheorie*. Schon allein das ganze Projekt der *Ästhetischen Grundbegriffe* als eines »inter- und transdisziplinär angelegten Nachschlagewerks« zum Komplex des Ästhetischen und der Kunst, das Philosophie, Geschichte, Soziologie und sämtliche Philologien zu integrieren versucht, stellt ein Novum dar. Reiz und Risiko eines solchen Unternehmens reflektieren die Herausgeber in ihrem von hohem Problembewußtsein getragenen Vorwort: »Mehr als philosophische, religiöse, politische und historische Begriffe zeichnen sich ästhetische Begriffe durch ihre ›Verfrantheit‹ [...] aus. Daher sollten ideengeschichtliche ›Gipfelwanderungen‹ in einer Abfolge von philosophischen bzw. systematischen Ästhetiken vermieden werden und statt dessen eine möglichst breite Fächerung der Belegstellen nach theoretischem Niveau, nach



Karlheinz Barck, Martin Fontius, Dieter Schlenstedt, Burkhardt Steinwachs, Friedrich Wolfzettel (Hrsg.): **Ästhetische Grundbegriffe** (ÄGB). Historisches Wörterbuch in sieben Bänden. Verlag J. B. Metzler, Stuttgart 2000–2003, ISBN 3-479-00913-0, sechs Bände, ein Registerband, 99 Euro pro Band.

Anwendungskontexten und Kunst und Alltagsbereichen angestrebt werden.«

Zur positiven Eigenart der *Ästhetischen Grundbegriffe* trägt besonders die eigenwillige Strukturierung der Artikel bei. Sie beginnen in der Regel, nach den obligatorischen Angaben zu den fremdsprachlichen Korrespondenzbegriffen in den wichtigsten europäischen Sprachen und einem Überblick des Artikels, zunächst mit dem aktuellen, derzeitigen Verständnis des behandelten Begriffs – und nicht mit seinem ideengeschichtlichen Ursprung oder seiner Etymologie. Im Gegensatz zum *Historischen Wörterbuch der Philosophie* von Joachim Ritter und Karlfried Gründer muß der Leser der *Ästhetischen Grundbegriffe* nicht am Ende eines Eintrags suchen, um sich über den derzeitigen Diskussionsstand zu informieren. Gleich zu Beginn führen die Autoren anhand der aktuellen Problemlage in das Thema ein. So hebt der Artikel *Landschaft* selbstredend mit Textbeispielen zur Landschaftszerstörung und Umweltverschmutzung an

oder der Artikel *Kritisch/Kritik* mit dem jüngst erörterten Ableben der Kritischen Theorie. Die Textauswahl dieser »approaches« bleibt dabei naturgemäß eher subjektiv.

Eine weitere positive Auffälligkeit scheint die Bündelung angrenzender oder sich überschneidender Stichwörter zu sein, die das Abdrucken bloßer Platzhalterartikel mit nur einem Verweis auf andere Einträge vermeiden. Nicht nur werden Substantive und Adjektive, wie *Exotisch/Exotismus* oder *Fotografie/Fotografisch* zusammengefaßt, auch der Sache nach eng verwandte Begriffe wie *Engagement/Tendenz/Parteilichkeit* oder *Autor/Künstler* werden in einem Text behandelt. Diese Verbindung stellt schon eine – für manche sicher nicht unproblematische – Interpretationsleistung, aber auch eine Orientierungshilfe dar.

Der größte Vorzug der *Ästhetischen Grundbegriffe* bleibt aber die ausgesprochen gute Lesbarkeit und Lesefülle der Artikel. Es ist leider immer noch nicht selbstverständlich, dass Verständlichkeit und Gelehrsamkeit in der Akademie zusammengehen. Noch immer verfahren einige Geisteswissenschaftler nach Nietzsches berühmten Diktum: Sie trüben ihr Wasserchen, um es tiefer erscheinen zu lassen. In diese Gefahr gerät das ÄGB niemals. Man hat beim Lesen und Wiederlesen der Artikel stets den Eindruck, nicht nur sachliche Kompetenz, sondern auch didaktische wahrzunehmen. Die *Ästhetischen Grundbegriffe* sind mehr als nur ein monumentales Handbuch, sie sind ein wahres »Leselexikon«. Alles in allem ist das historische Wörterbuch *Ästhetischen Grundbegriffe* ein gelungenes Unternehmen mit einem ungemain reichhaltigen kulturwissenschaftlichen Forschungsstand, das neue Maßstäbe setzt. Von den insgesamt acht Bänden sind bisher drei erschienen, die Begriffe von *Absenz* bis *Material* beinhalten.

Wolfgang Jordan M.A.

ist wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Philosophie.

den traditionellen Gegensatz zum Schönen bestimmt war, durch das umgangssprachliche *ugliness*; damit verlagerte sich der Schwerpunkt von Vorstellungen der Disproportion und Formlosigkeit, die auch das ethisch Böse umfassen, auf die affektauslösende Seite. Was in der englischen Ästhetiktradition als Umbruch erscheint, ist aber am deutschen Wort *hässlich* nicht nachvollziehbar.«

Ein kurzer Einblick in die Redaktionsarbeit

Aus dem konsequenten Prinzip der Originalbelege vom Altgriechischen bis zum Russischen ergab sich für die Redaktionsarbeit eine erhebliche Herausforderung. Neben der notwendigen Vereinheitlichung der Manuskripte nach entsprechenden Richtlinien, die die Normierung der Texte betreffen, erfordert die selbstverständliche Überprüfung der Zitate und bibliographischen Angaben auch die Kontrolle der fremdsprachlichen Originalquellen beziehungsweise im schlimmsten Fall auch deren Ergänzung, wenn ein Autor nach einer deutschen Ausgabe zitiert und die Redaktionsregeln missachtet hat. Griechische, lateinische, englische, französische, italienische, spanische, russische Quellen, um nur die wichtigsten zu nennen, nicht nur schnellstens zu finden, sondern auch auf ihre Herkunft zu überprüfen – das setzt höchste Sorgfalt und eine breite und solide Kenntnis voraus sowie viel Geschick beim Umgang mit den unterschiedlichsten Nachschlagewerken und dem Internet. Die Möglichkeit der Online-Recherche erwies sich als ein wahrer Segen, erleichterte es doch den Redakteuren (in Frankfurt sind zur Zeit drei beschäftigt) ihre Recherchen ganz wesentlich und macht nun oft enorme Umwege über Bibliothekskataloge und Fernleihen überflüssig. Doch auch so bleiben noch genug Probleme, bevor ein Artikel endlich für die Drucklegung autorisiert werden kann. Kriminalistischer Spürsinn der Redakteure ist hauptsächlich

dann gefragt, wenn der Autor beispielsweise lapidar behauptet, dieses oder jenes Zitat sei in Goethes Gesamtwerk zu finden oder man nach langer Suche feststellen muss, dass das auf Seite 193 angegebene Zitat schließlich auf Seite 931 zu finden ist. Um solchen Zahlenverdrehern auf die Spur zu kommen, bedarf es einer großen Portion Geduld und Glück.

Im Spannungsfeld zwischen Aktualität und Geschichtlichkeit

Aber um von den redaktionellen Niederungen nun nochmals auf die Konzeption des Wörterbuchs zurückzukommen: Mindestens ebenso wichtig wie die interdisziplinäre und internationale Ausrichtung ist nach Wolfzettel »die historische Situation der Nachzeitigkeit«, aus der heraus das Wörterbuch entstanden ist. »*Postmodern* ist in dem Fall nicht nur ein beliebiger Grundbegriff, sondern verweist auch auf den geschichtlichen Standort des Werkes insgesamt.« *Die Ästhetischen Grundbegriffe* stehen nämlich historisch am Ende der fast drei Jahrhunderte umfassenden Ästhetikperiode, die spätestens mit dem Erscheinen der *Aesthetica* von Alexander Baumgarten 1750/1758 und der Geburt der Ästhetik als philosophischer Disziplin in die entscheidende Phase trat, und spiegeln die gegenwärtige Problematik der Entgrenzung des Ästhetischen – man denke nur an die zahlreichen »Genitiv-Ästhetiken« von der »Ästhetik der Existenz« (Michel Foucault) über die »Ästhetik des Verschwindens« (Paul Virilio) über die »Ästhetik des Schreckens« (Karl Heinz Bohrer) bis zur »Ästhetik der Gewalt« (Wolf Lepenies) und anderer – und des Übergangs zu einer »vierten Kulturtechnik« (Marshall McLuhan) der digitalisierten Welt. Aus diesem historischen Befund ergaben sich zwei wesentliche konzeptionelle Folgerungen, die, wie Wolfzettel ironisch anmerkt, den potentiellen Autoren überraschenderweise die größten Probleme bereitet haben und nicht selten das energische Eingreifen der Herausgeber angesichts der ersten Artikelentwürfe erforderlich machten:

– Der Akzent sollte zum einen auf eben dieser inzwischen weitgehend abgeschlossenen ästhetischen Periode liegen, aus der ein

wesentlicher Teil der Stichwörter oder zumindest ihrer neueren Bedeutung stammt. Im Lichte der ‚Ästhetik-Periode‘, nämlich erscheinen die früheren Epochen seit der Antike in ihrer Bedeutung als »Vorgeschichte«.

– Auf den »größten Widerstand«, stieß die Forderung nach dem so genannten »aktuellen Einstieg«. Dazu erläutert Wolfzettel: »Aus der genannten Umbruchsperspektive heraus argumentieren und Geschichtlichkeit hermeneutisch ernst nehmen, heißt immer schon von einem gegenwärtigen Erkenntnisinteresse und nicht von einem hypothetischen geschichtlichen Beginn ausgehen. Traditionelle Begriffsgeschichte lief ja immer wieder Gefahr, begriffliche Abweichungen auszugrenzen, Invarianzen festzuschreiben und hypothetische Chronologieachsen zu konstruieren, die der Komplexität der geschichtlichen Abläufe nicht gerecht werden und die vielbeschworene Krise der Geschichtsphilosophie ignorieren.« Die mögliche Gefahr des raschen Alterns, auf die Kritiker immer wieder aufmerksam gemacht haben, wiege dagegen nur gering und werde durch das historische Problembewusstsein einer solchen aktuellen Perspektive mehr als wettgemacht.

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Abkehr von der philosophischen Ästhetik und der Hinwendung zur ursprünglichen Bedeutung der *aisthesis* (als Rehabilitierung der sinnlichen Wahrnehmung) vermitteln die *Ästhetischen Grundbegriffe* beides, historische Information und ästhetische Theorie. Und sie leisten dies, so Wolfzettel, »in der dem heutigen »postmodernen« Wissenshorizont einzig noch angemessenen Form der »Parzellierung«: An die Stelle der *einen* Geschichte sind viele Geschichten getreten«, die – wie der geplante Registerband zeigen wird – in einem Verhältnis der Vernetzung, nicht der Unterordnung zueinander stehen. Will man dem Wörterbuch den Status einer Summe des gegenwärtigen ästhetischen Wissens zuerkennen, dann nur in dem Sinn, »dass es auf aktuelle Fragen enzyklopädisch pluralisierte Antworten gibt, deren einzelne Standpunkte sich durchaus wechselseitig berühren, überschneiden oder auch widersprechen können.«

Die Autorin

Sandra Luckert studiert Romanistik, Anglistik sowie Mittlere und Neuere Geschichte und schreibt gerade ihre Magisterarbeit. Sie ist seit mehreren Jahren als studentische Hilfskraft Mitarbeiterin der Frankfurter Redaktion des historischen Wörterbuchs *Ästhetische Grundbegriffe*.

Anzeige

Spender sollen auch etwas davon haben: Spendierfreude über Identifikation mit Vorhaben steigern

Hilmar Kopper, Vorsitzender des Vorstands der Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität, im Gespräch mit Ulrike Jaspers



Wie lässt sich die finanzielle »Manövriermasse«, die die Vereinigung von Freunden und Förderern der Universität Frankfurt jährlich zur Verfügung stellen kann, erhöhen? Es ist ein schwieriges Geschäft, Menschen zum Spenden zu motivieren, das weiß der neue Vorsitzende der Vereinigung auch aus seinem Engagement im kulturellen Bereich. Doch eines erscheint Kopper dabei besonders wichtig: »Die Unterstützer sollen das Gefühl haben, dass es ein Geben und Nehmen ist.«

? Als Sie, Herr Kopper, im vergangenen Herbst den Vorsitz der Vereinigung von Freunden und Förderern übernahmen, haben Sie sich ehrgeizige Ziele gesteckt. Sie wollen den Aufbruch der Johann Wolfgang Goethe-Universität in die Zukunft aktiv begleiten und nachhaltig unterstützen. Passt das mit dem bisherigen Image und den Aktivitäten der Freundesvereinigung zusammen?

Kopper: Zunächst mal sehe ich keinen Widerspruch, weil auch die Ver-

einigung bisher genau dasselbe wollte wie die Universität. Über die Frage des Images reden wir dann mal später. Wir brauchen eine Situation, wo wir als wirkungsvolle Förderer der Frankfurter Universität wahrgenommen werden. Da gibt es eine Wechselwirkung zwischen den Leistungen der Vereinigung an die Universität und den finanziellen Beiträgen unserer Mitglieder an die Vereinigung, die solche Leistungen ermöglichen. Das versuchen wir ganz verstärkt rüberzubringen, damit wir auf der Zeitachse einen deutlich größeren Beitrag zur Erfül-

lung der Aufgaben der Universität Frankfurt leisten können.

? Die Vereinigung hat die Tradition der Stiftungsuniversität in den vergangenen Jahren versucht zu pflegen, doch waren die nicht durch gezielte Stiftungen gebundenen Mittel immer sehr begrenzt. Was wird sich unter Ihrem Vorsitz ändern? Wo setzen Sie die Schwerpunkte der Förderpolitik?

Kopper: Wir haben uns über die Schwerpunkte mangels Masse noch

keine Gedanken gemacht. Wir müssen erst mal die Masse kreieren. Das Problem der Vereinigung ist, dass sie zu wenig Geld hat. Wie Sie völlig richtig sagen, sind die freien Mittel durchaus begrenzt. Einen Teil brauchen wir für die Eigenverwaltung. Die ist sehr umfangreich und ist wegen der Mitverwaltung der unselbstständigen Stiftungen auch aufwändig. Ich möchte versuchen, das auf der Zeitachse zu ändern. Das geht alles nicht über Nacht. Dafür brauchen wir einen langen Atem. Deswegen haben wir eigentlich noch gar keine Strategie im Einzelnen entwickelt, sondern wir sind dabei, in einem weitgehend neuen Kreis – die Zusammensetzung des Vorstandes hat sich wesentlich verändert – nun diese Strategie gemeinsam zu erarbeiten.

? Wie lange wird die Neuausrichtung in Anspruch nehmen?

Kopper: Im Herbst dieses Jahres werden wir mehr wissen. Aber dann geht's ans Umsetzen; und das wird schwierig genug. Geld einzusammeln in diesem Umfeld ist nicht einfach. Wir sind nicht alleine auf der Welt. Überall zieht sich die öffentliche Hand zurück, nicht nur bei den Wissenschaften und bei der Ausbildung, auch bei der Kultur, beim Sport, überall wird nun private Hilfe gefordert. Und irgendwo stoßen wir natürlich an Grenzen. Private sagen, jetzt können wir auch nicht mehr, wir haben ja schon hohe Steuern gezahlt. Außerdem ist dieses Einsammeln auch schwieriger geworden, weil es der Wirtschaft nicht so gut geht.

? Während die Zahl der Einzelmitglieder stieg, war bei den Unternehmen in den vergangenen Jahren eher ein stagnierender bis rückläufiger Trend zu beobachten. Wie wollen Sie Bürgersinn und Bewusstsein stärken und vermitteln, dass sich das Engagement für diese Universität lohnt, die ohne die großzügigen Stifteraktivitäten Frankfurter Bürger vor neunzig Jahren nie hätte entstehen können?

Kopper: Ja, das ist die Krux, die wir überall beobachten: Die institutionellen Mitglieder werden weniger; das liegt an Firmenzusammenschlüssen, an Wegzügen. Was da zusammenkommt, das ist in den

letzten zehn Jahren deutlich geschrumpft. Die Einzelmitglieder müssen wir davon überzeugen, dass es sich lohnt, indem wir ihnen etwas bieten. Sie müssen sehen, was wir tun wollen. Erst kommt die Leistung der Vereinigung. Und erst wenn wir wissen, was wir für die Universität leisten können und leisten wollen, dürfen wir uns wieder umdrehen und dafür mehr Geld bei den Bürgern einfordern. Das ist die Reihenfolge, wie ich sie sehe, nicht erst Geld fordern und noch nicht mal genau definieren können, wofür. Die Mitglieder müssen doch das Bewusstsein haben, dass sie Mitgliedsbeiträge, möglicherweise sogar darüber hinaus Spenden, an eine Vereinigung zahlen, die lebt. Der hervorragende Vortrag des Nobelpreisträgers Professor Blobel nach der Mitgliederversammlung im April war ein gelungener Auftakt derartiger Aktivitäten.

? Im Vorstand der Vereinigung sitzen viele erfahrene Manager. Welche personellen Änderungen haben Sie zur Verjüngung dieses Gremiums vorgesehen?

Kopper: Der Vorstand ist weitgehend neu zusammengesetzt. Er ist ganz wesentlich verjüngt, das sind alle Leute, die aus der Aktivität kommen, und zwar aus völlig unterschiedlichen Bereichen. Sie können die Vereinigung wirklich aktiv unterstützen. Im übrigen werden wir den Beirat in ein vor allem finanziell aktiv förderndes Kuratorium umgestalten.

? Wie sieht es aus mit Frauen in dieser Leitungsrunde?

Kopper: Wir haben mit Frau von Metzler jetzt erstmalig eine Frau in unserem Vorstand. Ich würde den Frauenanteil gerne weiter ausbauen. Frau von Metzler hat sich bereits in den vergangenen Jahren sehr für die Universität eingesetzt und insbesondere im Bereich der Geisteswissenschaften einiges angeschoben, was sonst nicht möglich gewesen wäre – wie die Unterstützung beim Goethe-Festival.

? Die Frankfurter Universität hat zahlreiche kluge Köpfe hervorgebracht. Die Absolventen sind heute in internationalen Wirtschaftsunternehmen, an anderen Universitäten im In- und Aus-

land, an bedeutenden Institutionen und in der Politik vertreten, doch für ihre Alma Mater setzen sie sich nur begrenzt ein. Möchte die Vereinigung von Freunden und Förderern in Zukunft auch die Alumni ansprechen und herausragende Persönlichkeiten aus diesem Kreis für sich gewinnen?

Kopper: Förderer sollen die sein, die auch fördern können, nicht die Studierenden, sondern die Ehemaligen – vor allem, wenn sie erfolgreich im Berufsleben Tritt gefasst haben. Zwar sind viele Alumni schon von



Hilmar Kopper, 67, engagiert sich seit Oktober 2001 als Vorsitzender des Vorstandes der Vereinigung von Freunden und Förderern für die Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main und kann dabei seine umfangreiche Erfahrung aus dem Bankgeschäft, der Industrie und wissenschaftlich-kulturellen Unternehmungen einbringen. Kopper startete nach dem Abitur eine Ausbildung zum Bankkaufmann bei der Rheinisch-Westfälischen Bank in Köln-Mühlheim. Nach verschiedenen Etappen im In- und Ausland rückte Kopper 1977 in den Vorstand der Deutschen Bank auf, dessen Vorstandssprecher er 1989 wurde. Im Mai 1997 wechselte Kopper in den Aufsichtsrat der Deutschen Bank, dessen Vorsitzender er bis zum 22. Mai dieses Jahres war. Aktuell ist er Aufsichtsratsvorsitzender der DaimlerChrysler AG, einem der weltweit größten Automobilkonzerne. Im Auftrag der Bundesregierung fungiert Kopper seit Mitte 1998 als Beauftragter der Bundesregierung für Auslandsinvestitionen in Deutschland. Ferner war er viele Jahre in der Förderung der Wissenschaft aktiv, so zum Beispiel als Kurator der Universitäten Witten-Herdecke, St. Gallen und der im vergangenen Jahr gegründeten International University Bremen. Er ist Träger des Merton-Rings. Sein besonderes Engagement gilt seit Jahren der Kunst als Mitglied der Administration im Städtischen Kunstinstitut.

den Fachbereichen und ihren Alumni-Vereinigungen umworben; und ich kann nicht unbedingt erwarten, dass sich jemand gleich in zwei Fördervereinen engagiert. Aber ich freue mich natürlich über jeden Ehemaligen, der auch Mitglied in unserer breit angelegten Fördervereinigung wird. Dabei möchte ich insbesondere auch die Alumni mobilisieren, die heute Positionen in Firmen inne haben, die mit Frankfurt direkt wenig zu tun haben, die sich aber trotzdem daran erinnern, dass für sie die Universität Frankfurt das Sprungbrett war, um in diese Positionen zu kommen. Das heißt, ich will über sie die von ihnen vertretenen Firmen und Institutionen ansprechen.

? »Stiften gehen« ist das neue Stichwort. So finden sich immer wieder Privatpersonen, die wissenschaftliche Erkenntnisse in einem Gebiet fördern wollen, das ihnen persönlich wichtig erscheint. Doch manche scheuen den bürokratischen Aufwand.

bitten, etwas extra zu spenden. Ähnlich macht es der Verein der Freunde des Städtels, wenn ein bestimmtes Bild angekauft werden soll, dessen Anschaffung den Rahmen der Jahresmitgliederbeiträge sprengt. Das möchte ich in der Freundesvereinigung der Universität auch ganz pragmatisch versuchen, Menschen gezielt anzusprechen, ob sie ein bestimmtes Projekt unterstützen möchten – und wenn dieses dann zustande kommt und Erfolg hat, sollen die Spender das auch wissen und sich mit uns über den Erfolg freuen. Dazu brauchen wir keine separate Stiftung, das sollten wir nicht mit einem großen Bürokratismus behaften.

? Während der Dritten Frankfurter Stiftungswoche im Februar wurde auch die Idee einer Universitätsstiftung ins Gespräch gebracht, der jeder Freund der Wissenschaft zustiften kann, was er möchte. Unter dem Dach dieser Stiftung sollen alle anderen Stiftungen zwar ihren Namen wei-

unserer Mitglieder. Die geben jedes Jahr ihre Beiträge und wollen, dass wir damit bestimmte Dinge bestreiten. Die Vereinigung unterscheidet sich da grundsätzlich von Stiftungen, die ihr Kapital nicht mehr angreifen dürfen, sondern nur die daraus erzielten Erträge ausgeben können. Es ist natürlich für die Universität sinnvoll, eine Stiftung zu haben. Die Frage ist, ist es möglich? Ist das ein Erfolg versprechendes Vorhaben? Es wäre auch möglich, dieser Stiftung die heute von uns mitverwalteten unselbstständigen Stiftungen, die aber alle zweckgebunden sind, zuzuordnen. Aber heute eine Initiative für eine große Stiftung für eine Universität zu gründen, ist kein einfaches Vorhaben. Ich beobachte das in drei anderen Fällen, da bin ich sogar involviert, und ich muss Ihnen sagen, es ist ganz, ganz schwer.

Da müssen schon erhebliche Gelder zur Verfügung stehen: Wenn sie beispielsweise zehn Millionen Euro haben und erhalten darauf fünf Prozent Zinsen, dann sind das 500 000 Euro im Jahr, das ist nicht allzu viel. Damit kann eine Universität keine großen Sprünge machen. Also wenn das wirkungsvoll sein sollte und in größere Ordnungen geht, die wir aus den angelsächsischen Ländern kennen, dann müssten wir ein Stiftungskapital von einigen 100 Millionen Euro haben. Das Einbringen in große Stiftungen im Sinne von Zustiftungen wird bei möglichen Stiftern nur beschränkt Anklang finden. Viele Menschen wollen mit einer größeren finanziellen Zuwendung auch ihren Namen dauerhaft verbunden wissen. Wir werden über alle Möglichkeiten in diesem Zusammenhang nachdenken und hoffentlich vermehrt sowohl größere finanzielle Zuwendungen als auch höher dotierte Einzelstiftungen mit einem bestimmten Stiftungszweck bekommen.

? Nach der neuen Satzung der Vereinigung soll das Kuratorium den Vorstand unterstützen. Welche Impulse sollen von diesem Gremium für die Arbeit der Vereinigung und für die Universität vor allem ausgehen?

Kopper: Wir sollten nicht drumherum reden. Kuratorien hat man zwar in aller Regel auch, damit sie mit eigenen Ideen und Vorschlägen



Welche Hilfestellung kann die Freundesvereinigung diesen potenziellen Stiftern anbieten?

Kopper: Eine unserer Überlegungen ist, in Zusammenarbeit mit der Universität bestimmte Vorhaben zu identifizieren – nicht die ganz großen, aber bestimmte Dinge, die einzelne Fakultäten vorantreiben können. Für diese Einzelvorhaben wollen wir dann unsere Mitglieder

tertragen, aber doch vereinigt werden. Halten Sie eine solche Stiftung für sinnvoll und können Sie sich vorstellen, dass sich die Vereinigung von Freunden und Förderern an einer solchen Universitätsstiftung beteiligt?

Kopper: Dass die Freundesvereinigung sich an einer Dachstiftung beteiligt, kann ich mir eigentlich nicht vorstellen. Das wäre nicht im Sinne

den Vorstand unterstützen. Aber bei einer Vereinigung wie der unsrigen soll das Kuratorium, wie ich schon sagte, vor allem das Mittelaufkommen fördern.

? Im Wettbewerb der Universitäten ist Profilbildung ein wichtiges Anliegen. Wie will die Freundesvereinigung dies unterstützen? Wird sie sich auch mit den Zielsetzungen des Hochschulentwicklungsplanes auseinandersetzen und danach ihre Förderpolitik ausrichten?

Kopper: Wir sind auch in dieser Beziehung offen, wie die Vereinigung das schon in der Vergangenheit war. Als eine Institution, die jedes Jahr neu Beiträge und Spenden einwirbt, können wir nur ganz schwer mittelfristige, geschweige denn langfristige Verpflichtungen eingehen. Außerdem hätten wir dann unseren Ausgabenetat um Jahre im voraus weitgehend blockiert. Wir müssen mit dem, was wir haben, sehr haushalterisch umgehen. Ich hoffe, dass wir die Manövriermasse vergrößern und dass wir dann auch mutiger bestimmte Projekte unterstützen können, die sich manchmal nicht nur in einem Jahr abwickeln lassen.

? Zur Profilbildung trägt insbesondere die Berufung hervorragender Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bei; das kostet viel Geld und ist aus öffentlichen Mitteln allein oft nicht zu finanzieren. Kann die Universität bei diesem Geschäft auf die Unterstützung der Freunde und Förderer zählen?

Kopper: Wir haben das in der Vergangenheit in Einzelfällen gemacht und werden ausgewählte Berufungen auch in Zukunft unterstützen.

? Naturwissenschaften und Medizin, aber auch Rechtswissenschaften und Wirtschaftswissenschaften finden häufig Sponsoren aus der Wirtschaft. Die soeben eingerichtete T-Mobile-Stiftungsprofessur ist nur ein Beispiel. Wesentlich härter ist es für die Geisteswissenschaften, an solche Mittel heranzukommen. Können sie mit der Unterstützung der Freunde und Förderer rechnen?



Kopper: Die Freundesvereinigung hat immer eine ganz besondere Schwäche für die Geisteswissenschaften gehabt, wenn ich es mal so definieren darf. Ich will dies nicht in die Zukunft projizieren, aber ein »Geneigtsein« wird sicherlich auch zukünftig vorstellbar sein, just weil wir wissen, dass zum Beispiel die Naturwissenschaften mit direkten

Hilfen der Wirtschaft mehr rechnen können als die Geisteswissenschaften. Ich bin optimistisch, dass die Vereinigung durch ihre Aktivitäten wesentlich dazu beitragen kann, dass die Universität mit allen ihren Möglichkeiten, den wundervollen Campus Westend eingeschlossen, eine für Forschung und Lehre gleichermaßen attraktive Universität bleibt. ♦

Neuer Vorstand der Freundesvereinigung

Die Mitglieder der Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main wählten auf ihrer außerordentlichen Mitgliederversammlung, die im April im Casino auf dem Campus Westend stattfand, einen neuen Vorstand (in alphabetischer Reihenfolge):

Dr. Sönke Bästlein, Principal der McKinsey & Company, Inc.

Alexander Demuth, Geschäftsführender Gesellschafter der Citigate Demuth GmbH

Dr. Utz-Hellmuth Felcht, Vorsitzender des Vorstandes der Degussa AG

Dr. Thomas R. Fischer, ehemaliges Vorstandsmitglied der Deutschen Bank AG

Dr. Thomas Gauly, Generalbevollmächtigter der Altana AG, Stellvertretender Vorsitzender der Freundesvereinigung

Prof. Dr. Hans-Jürgen Hellwig, Hengeler & Müller Rechtsanwälte, Schriftführer der Freundesvereinigung

Hilmar Kopper, Aufsichtsratsvorsitzender DaimlerChrysler AG, Vorsitzender des Vorstandes der Freundesvereinigung

Prof. Dr. Manfred Schiedermaier, Schiedermaier Rechtsanwälte, Schatzmeister der Freundesvereinigung

Renate von Metzler

Bernhard Walter, ehemaliger Vorstandsvorsitzender der Dresdner Bank AG

Kraft ihres Amtes sind Mitglieder des Vorstandes auch:

Prof. Dr. Rudolf Steinberg, Universitätspräsident

Prof. Dr. Brita Rang, Vizepräsidentin

Dr. Wolfgang Busch, Kanzler

»Mich zog es zu den Roten, weil nur sie den Kampf gegen die Nazis ernsthaft und kompromisslos führten«

Die Frankfurter Studienjahre der »roten Gräfin« Marion Dönhoff



Fund im Universitätsarchiv: Frankfurter Studentenausweis Marion Gräfin Dönhoff, Wintersemester 1931/32 bis Wintersemester 1933/34 aus den Akten des Studentensekretariats.

Marion Gräfin Dönhoff war ein politischer Mensch. Bereits als Frankfurter Studentin bezog sie politisch Partei und beließ es nicht dabei, nur Vorlesungen und Seminare zu besuchen. »Meist ging es um Politik, angeregt durch immer neue Schreckensmeldungen, die die Taten oder Pläne der Nazis auslösten«, erinnerte sie sich an die Gespräche in den Monaten vor der Machtübernahme Hitlers. Gräfin Dönhoff studierte zunächst in Königsberg und belegte dann vom Wintersemester 1931/32 bis zum Wintersemester 1933/34 an der Universität Frankfurt Nationalökonomie. An der Frankfurter Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät legte sie auch ihr Examen ab und begann ihre Dissertation über »Entstehung und Bewirtschaftung eines ostdeutschen Großbetriebs. Die Friedrichsteiner Güter von der Ordenszeit bis zur Bauernbefreiung«.

Zu Beginn der dreißiger Jahre zählte die Universität Frankfurt zu den besten Hochschulen des Reichs. Professoren wie Carl Pribram, Franz Oppenheimer, Karl Mannheim sowie Adolph Lowe prägten die »fünfte Fakultät« und zogen Studenten scharenweise in die Stadt am Main. Frankfurt galt als weltoffen, die Universität als modern und progressiv.

Gräfin Dönhoff wohnte in der Wiesenhüttenstraße 11 bei Familie von Metzler und fand Aufnahme in den Kreis um Kurt Riezler. Im Wohnhaus des damaligen Kurators der Universität trafen sich Professoren und diskutierten nicht nur fachwissenschaftliche Probleme, sondern sprachen auch über die tagespolitische Situation. »Ich war für sie ‚der Stud.‘ und sie waren für mich aufregend interessante Professoren und gleichzeitig ganz einfach ungewöhnlich liebenswerte Menschen«, erinnerte sie sich an diese Zusam-

menkünfte. »Ich glaube, es amüsierte die gelehrten Herren, einen Menschen vom Land – frisch aus Ostpreußen importiert, durch Herkunft in mancher Weise welterfahren, gleichzeitig aber naiv – in ihren Kreis aufzunehmen.« Hier lernte Marion Gräfin Dönhoff auch Mitglieder aus den vier anderen Fakultäten kennen wie den Historiker Ernst Kantorowicz, der seit dem Wintersemester 1932/33 auf dem Lehrstuhl für mittelalterliche Ge-

Quellen

Studentenakte Marion Gräfin Dönhoff (Archiv Studentensekretariat)

Marion Dönhoff, Ernst Kantorowicz, in: Robert L. Benson, Johannes Fried (Hrsg.), Ernst Kantorowicz. (Frankfurter Historische Abhandlungen, 39.) Stuttgart 1997, S. 11 – 13.

Marion Dönhoff, » ... so wurde ich fast unmerklich zu einem kritischen Weltbürger erzogen.« Laudatio für Adolph Lowe, in: Forschung Frankfurt 3/2000, S. 144 – 146.

Der Autor
Dr. Michael Maaser
leitet das Universitätsarchiv.

schichte las und mit dem sie über die Frankfurter Zeit hinaus freundschaftlich verbunden blieb.

Marion Gräfin Dönhoff bewegte sich in Frankfurt nicht nur in Gelehrtenzirkeln. Vor allem die politische Studentenschaft faszinierte sie. Die Studenten waren in zwei Lager gespalten, Nationalsozialisten und Kommunisten. »Es gab gelegentlich interessante Auseinandersetzungen und häufig heftige Prügeleien«, sagte sie rückblickend auf ihre Jahre in Frankfurt. Und weiter: »Mich zog es zu den Roten, weil nur sie den Kampf gegen die Nazis ernsthaft und kompromisslos führten. Gelegentlich kam Eka [d. i. Ernst Kantorowicz; der Vf.] mit, wenn wir irgendeine berühmte Größe aus Rußland oder auch aus der heimischen KP als Redner gewonnen hatten, aber natürlich nahm er sie und ihre Ideologie nicht ernst.« Ihre politische Haltung brachte der Studentin den Spitznamen »rote Gräfin« ein.

Zu Beginn des Jahres 1933 war der Kampf gegen die Nationalsozialisten verloren. »90 Professoren und Dozenten [wurden] von der Universität entlassen, weil sie links waren, oder jüdisch oder beides zugleich«, schrieb die Gräfin rückblickend auf ihre Frankfurter Studienzeit. Für das Sommersemester 1933 beantragte sie »wegen Vorbereitung auf das Abschlußexamen« ein Urlaubssemester, im Mai bestand sie ihre Prüfung zum Diplom-Volkswirt. Danach kehrte sie Frankfurt den Rücken und ging auf das elterliche Rittergut nach Friedrichstein zurück, um – wie sie dem damaligen Rektor Ernst Kriek mitteilte – ihre Dissertation fortzuführen. Sie exmatrikulierte sich schriftlich, ihr Abgangszeugnis ließ sie sich im Mai 1934 nach Basel schicken, wo sie ein Jahr später beim Ökonomen Edgar Salin zum Dr. rer. pol. promovierte. Dann zog sie wieder zurück nach Ostpreußen und verwirklichte das Ziel,

das sie anlässlich ihrer Immatrikulation in Frankfurt am 2. November 1931 auf die studentische Anmeldekarte als erstrebten Lebensberuf eingetragen hatte: Sie wirkte frei von jedem Beruf als Verwalterin der Dönhoff'schen Familiengüter. ♦



Ernst Kantorowicz (1895 – 1963) gehörte zu den prägenden Persönlichkeiten, mit denen Marion Gräfin Dönhoff auch noch lange über ihre Frankfurter Zeit hinaus freundschaftlich verbunden war. Er lehrte von 1932 bis zu seiner Zwangsemeritierung als ordentlicher Professor für mittelalterliche und neuzeitliche Geschichte an der Universität Frankfurt am Main. Diese Büste (um 1930) von Alexander Zschokke steht noch heute im Historischen Seminar.

»Aber was war ich schon?
Ein Student, der Betriebswirtschaft
lernen wollte, aber von
volkswirtschaftlichem
Eifer besessen war.«

Ludwig Erhard und sein Studium
beim Frankfurter Nationalökonom
Franz Oppenheimer

Ludwig Erhard war ein Wirtschaftspraktiker. Nach dem Zusammenbruch des Dritten Reiches legte er die Grundlagen für den Wiederaufbau Deutschlands. Er prägte als Wirtschaftsminister die junge Bundesrepublik und propagierte »Wohlstand für alle«. Seine entscheidenden Studienjahre 1922 bis 1925 verbrachte Erhard an der Universität Frankfurt am Main. Hier zählte der Wirtschaftswissenschaftler Prof. Dr. Franz Oppenheimer zu seinen Lehrern. »Ich werde glück-

lich sein«, schrieb Erhard als Bundeskanzler bei der Gedenkfeier zu Oppenheimers 100. Geburtstag Ende April 1964, »wenn die soziale Marktwirtschaft – so vollkommen oder so unvollkommen sie auch sein mag – weiter zeugen wird für das Werk, für den geistigen Ansatz der Gedanken und die Lehre von Franz Oppenheimer.«

Erhards beruflicher Weg war nicht klar vorgezeichnet: »Nach dem ersten Weltkrieg habe ich – schwer verwundet –, wie das üblich



Zum Wissenschaftler tauglich, zum Politiker geboren: Der Vater des deutschen Wirtschaftswunders Ludwig Erhard 1958.



Der Nationalökonom Franz Oppenheimer (1864 – 1943) war von 1919 bis 1929 Inhaber des Stiftungslehrstuhls für »Soziologie und Nationalökonomie« an der Universität Frankfurt. Die Aufnahme stammt aus dem Jahre 1910 und zeigt Oppenheimer als Privatdozent. In Ludwig Erhards Arbeitszimmer stand lange Zeit nur ein Bild – das seines verehrten Lehrers Oppenheimer.

war, ein akademisches Studium angefangen. Diplomkaufmann zu werden war gar nicht meine Absicht, und das Studium hat mir auch in den Anfängen nicht sehr viel bedeutet«, erinnerte sich Erhard in den sechziger Jahren. Er begann sein Studium an der Handelshochschule Nürnberg und wechselte

nach drei Semestern an die Universität Erlangen, wo er sich am 5. Mai 1922 als Studierender der Volkswirtschaft einschrieb. Sowohl Erhards Kollegienbuch aus Nürnberg als auch das aus Erlangen sind der Frankfurter Studentenakte im Original beigelegt und geben genaue Auskünfte über die von ihm besuchten Vorlesungen und Seminare.

Dann ging Erhard an die Universität Frankfurt. «Die Fortsetzung des Studiums in Frankfurt lag mal durchaus im Fahrplan der Diplomkaufleute«, begründete er diesen Studienortwechsel. Er immatrikulierte sich am 4. November 1922 und studierte an der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät. Erhard begann sich für das Fach Nationalökonomie zu interessieren. 1961 begründete er diesen Fachwechsel mit den Worten: «Aber was war ich schon? Ein Student, der Betriebswirtschaft lernen wollte, aber von volkswirtschaftlichem Eifer besessen war.»

In Frankfurt ereignete sich etwas Merkwürdiges. Dazu Erhard: «Dort herrschte bereits der Massenbetrieb unserer heutigen Universitäten. (...) Gerade in meiner Disziplin gab es einige sehr gesuchte Professoren – über die ich gewiß kein nachträgliches Urteil fällen möchte. Das war eben so, daß wer sein Examen leicht und schnell hinter sich bringen mochte, zu dem und jenem Lehrer ging; also habe auch ich mir Vorlesungen angehört – und war todunglücklich. Denn ich suchte wirklich Brot und fand meist nur Steine.»

Das Dekanat der Fakultät machte den Studenten auf Franz Oppenheimer aufmerksam. Oppenheimer hatte den Lehrstuhl für theoretische Nationalökonomie und Soziologie inne und war in der stark betriebswirtschaftlich orientierten Fakultät ein Exot. «Es ist wohl ein guter Zufall gewesen«, schrieb Erhard rückschauend auf seine Frankfurter Studienzeit, «daß mir in der ersten Seminar-Diskussion etwas Brauchbares eingefallen ist. So lebte ich mich schnell ein und gehörte schon bald zu dem engen Kreis, ja man kann sagen Freundeskreis dieses wahrhaft großen Gelehrten.»

Nach sieben Semestern schloss Erhard sein wirtschaftswissenschaft-

liches Studium in Frankfurt mit der Promotion zum Dr. rer. pol. ab. Das Thema seiner Dissertation vom 12. Dezember 1925 lautete: «Wesen und Inhalt der Werteinheit«. Darin setzte er sich mit tausch- und güterwirtschaftlichen Vorgängen auseinander, beschrieb den Kreislauf der Wirtschaft von der Einkommensbildung bis zur Güterverteilung und bestimmte das «Wesen der Inflation«. Kurios war der Ablauf seiner Disputation: Oppenheimer, der sich wegen einer Bronchitis im Engadin aufhielt, sagte zu Erhard: «Wenn Sie Zeit haben, kommen Sie doch zu mir nach Cellerina.« Erhard reiste also zur Prüfung in die Schweiz zu seinem Doktorvater. «Ja, was soll ich Sie eigentlich prüfen«, fragte dort Oppenheimer den Promovenden, «ich kenne Sie so gut und wir haben soviel diskutiert, daß alles klar ist.« Dann gingen beide in die Berge wandern. Auf einem Berggipfel stoppte Oppenheimer und promovierte Erhard mit den Worten: «Jetzt verleihe ich Ihnen den »höchsten« akademischen Grad – nämlich in 3000 Meter Höhe!«

In der Rückschau würdigte Erhard seinen wichtigsten Lehrer mit den Worten: «Franz Oppenheimer, mein geliebter Lehrer, war ein Mann, der mit heißem Herzen, aber mit kühlem Kopfe an die Probleme herangegangen ist, und er hat alle verachtet, die in der Umkehrung mit schwülem Kopf und kaltem Herzen ein Volk beglücken zu können glaubten. Er hatte das rechte Augenmaß für die Dinge.»

Übrigens war Ludwig Erhard nicht der einzige Frankfurter Student, der später einmal Bundeskanzler wurde: Helmut Kohl besuchte Anfang der fünfziger Jahre die Johann Wolfgang Goethe-Universität. ◆

Quellen

Studentenakte Ludwig Erhard (Archiv Studentensekretariat).

Ludwig Erhard, Wesen und Inhalt der Werteinheit [maschinenschriftl.], Frankfurt 1926.

Ludwig Erhard, Franz Oppenheimer, dem Lehrer und Freund, in: Ders., Gedanken aus fünf Jahrzehnten, Reden und Schriften, hrsg. v. Karl Hohmann, Düsseldorf u. a. 1988, S. 858 – 864.

Franz Oppenheimer, Erlebtes, Erstrebtes, Erreichtes. Lebenserinnerungen, hrsg. v. L. Y. Oppenheimer, Düsseldorf 1964.

Universität Frankfurt a. Main
Anmeldekarte
 Familienname: *Erhard*
 Vorname (inkl. Zuname): *Ludwig*
 Geburtsjahr und Tag: *4. 1. 1897* Alter in Jahren: *25*
 Geburtsort: *Fürth Bayern Mittelfranken*
 Staatsangehörigkeit: *Bayer. König. Beamtenver. prof.*
 Stand des Vaters: *Kaufmann*
 Wohnort der Eltern: *Fürth Bayern*
Reinhardtstr. 5
 Schulbildung (welcher Schulart u. mit Erfolg absolvierte Kurse):
1. Realhöch. Fürth
 Prof. Vorbildung für Studierende der Wirtschaftswissenschaftl. Fakultät:
Kaufmannslehre Fürth
 Zahl der bisherigen Universitätssemester: *1*
 Zahl d. bisher. Sem. an Technisch. Hochsch.-Hochschulen usw.: *5*
 Institut besucht: *Universität Erlangen*
 Bisheriges Studium (Fach): *Nationalökonomie*
 Letztes Studium in Frankfurt (Fach): *Nationalökonomie*
 Wohnung: *Fürth Hauptstr. 13382/13382*
 Straßenzahl:
 Besondere Bemerkungen:
 Datum: *4 NOV 1922*
 Matrikel-Nr.: *13382*
 13382

Frankfurter Student mit Matrikel Nr. 13582: Ludwig Erhard. Diese Anmeldekarte des Studentensekretariats vom 4. November 1922 befindet sich im Universitätsarchiv.

Der Autor

Dr. Michael Maaser leitet das Universitätsarchiv.

Abonnement FORSCHUNG FRANKFURT



FORSCHUNG FRANKFURT, das Wissenschaftsmagazin der Johann Wolfgang Goethe-Universität, stellt viermal im Jahr Forschungsaktivitäten der Universität Frankfurt vor. Es wendet sich an die wissenschaftlich interessierte Öffentlichkeit und die Mitglieder und Freunde der Universität innerhalb und außerhalb des Rhein-Main-Gebiets.

- Hiermit bestelle ich FORSCHUNG FRANKFURT zum Preis von 14 Euro pro Jahr einschließlich Porto. Die Kündigung ist jeweils zum Jahresende möglich.
- Hiermit bestelle ich FORSCHUNG FRANKFURT zum Preis von 10 Euro als Schüler- bzw. Studentenabo einschließlich Porto (Kopie des Schüler- bzw. Studentenausweise lege ich bei).

Name

Vorname

Straße, Nr.

PLZ, Wohnort

(nur für Universitätsangehörige:) Hauspost-Anschrift

Datum

Unterschrift

Widerrufsrecht: Mir ist bekannt, dass ich diese Bestellung innerhalb von zehn Tagen schriftlich beim Präsidenten der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Vertrieb FORSCHUNG FRANKFURT, widerrufen kann und zur Wahrung der Frist die rechtzeitige Absendung des Widerrufs genügt. Ich bestätige diesen Hinweis durch meine zweite Unterschrift.

Datum

Unterschrift

- Ich bin damit einverstanden, dass die Abonnementsgebühren aufgrund der obigen Bestellung einmal jährlich von meinem Konto abgebucht werden.

Konto-Nr.

Bankinstitut

Bankleitzahl

Ort

Datum

Unterschrift

- Ich zahle die Abonnementsgebühren nach Erhalt der Rechnung per Einzahlung oder Überweisung.

Bitte richten Sie
Ihre Bestellung:

An den Präsident
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
»FORSCHUNG FRANKFURT«
Postfach 11 19 32
60054 Frankfurt

Das Wissen und sein schillernder Charakter

Über das Zusammenspiel von wissenschaftlichem Wissen, Praxis- und Alltagswissen als Forschungsgegenstand



Unterstützung der Deutschen Bank veranstaltet wurde. In sieben Beiträgen beschäftigen sich Archäologen, Ethnologen, Philosophen und Historiker mit der Produktion von Wissen, indem sie sich auseinandersetzen mit der Materialität der Dinge in der Welt, mit Rezeption und Weitergabe von Wissen, mit Erkenntnistheorie. Bei aller Pluralität

Johannes Fried/
Johannes Süßmann (Hrsg.)
Revolutionen des Wissens.
Von der Steinzeit bis zur Moderne
Verlag C.H. Beck, München 2001,
ISBN 3-406-47576-0,
192 Seiten, 9,90 Euro.

Wissen ist ein eigentümlich Ding.« Bereits in dieser einleitenden Bestimmung heben die Frankfurter Herausgeber den schillernden Charakter ihres Gegenstandes hervor: Unverzichtbar und doch rätselhaft sei das Wissen, es könne »Meinung« genannt werden oder »gesicherte Erkenntnis«, es sei erfolgreiche Problemlösung und zugleich sozial ausgehandelt. Vor allem aber sei Wissen der historische Gegenstand schlechthin, es sei Symbol und Herrschaft, es enthalte Erfahrung und Erinnerung. Die Praktiken seiner Produktion, seiner Weitergabe, Verteilung und seiner Kontrolle schließlich seien ein Fenster in die Vergangenheit. Und doch: »Das Fenster ist beschlagen, das Wissen opak (undurchsichtig, d. Red.)«. Wissen repräsentiere, und das meint diese zentrale Analogie, immer Antworten und keine offenen Fragen, »es half Krisen überwinden – verdeckt eben damit den Blick auf sie«. Jene Situation vor dem Wissen, den Prozess der Wissensgenerierung, aufzusuchen, ist das Ziel dieses Sammelbandes. Er ging aus einer Vorlesungsreihe im Rahmen der Stiftungsgastprofessur »Wissenschaft und Gesellschaft« im Wintersemester 1998/99 hervor, die mit

bleibt jedoch zu konstatieren: Immer sind die gesellschaftlichen Funktionen von Wissen der Angelpunkt der Beiträge.

Der Archäologe Conlin Renfrew widmet sich der Sesshaftwerdung des Menschen vor rund 10 000 Jahren und dem damit verbundenen, verstärkt materiellen Umgang des Menschen mit der Welt. Einen breiten Bogen spannt der Anthropologe Jack R. Goody, dessen Beitrag verschiedene Arten der Weitergabe von Wissen zum Thema hat. Der Ägyptologe Jan Assmann zeichnet auf gewohnt kenntnisreiche Weise die Rezeption Altägyptens in der Wissenskultur des Abendlandes nach. Veränderungen in Transzendenz und Ethik in der christlichen Religion stehen im Beitrag des Kirchenhistorikers Arnold Angenendt im Mittelpunkt. Der Philosoph und Wissenschaftshistoriker Geoffrey Lloyd beschäftigt sich mit Wissenschaft, speziell mit Astronomie, und Gesellschaft in antiken Kulturen. In der unmittelbaren Vergangenheit angeht, stellt der Philosoph John McDowell moderne Auffassungen von Wissenschaft und der Philosophie des Geistes vor, während der Historiker Steven E. Aschheim abschließend die jüdische Erneuerungsbe-

wegung in der Weimarer Republik untersucht.

Insgesamt scheint, dass entgegen überkommener Trennungen die verschiedenen Wissensarten, wie etwa wissenschaftliches Wissen, Praxis- und Alltagswissen, in ein neues Verhältnis zueinander – besser vielleicht: miteinander – gerückt werden müssen. Hier setzt auch das Frankfurter Forschungskolleg »Wissenskultur und gesellschaftlicher Wandel« an, zu dessen Eröffnung die Vortragsreihe abgehalten wurde: Wissen wird hier in seinem umfassenden Sinn gebraucht. Es meint nicht nur gesicherte, wissenschaftliche Erkenntnis, sondern ebenso das in den sozialen Objekten verborgene, implizite Wissen der Sachkultur, das Wertungswissen oder das religiöse Offenbarungswissen, so auch die Herausgeber. Der Mediävist Prof. Dr. Johannes Fried ist Sprecher des Frankfurter Forschungskollegs, Dr. Johannes Süßmann war Mitarbeiter dort.

Dem breiten Ansatz des Forschungskollegs werden auch die Beiträge des vorliegenden Sammelbands gerecht – auf Grund ihres Themen- und Disziplinspektrums, aber auch auf Grund ihrer zeitlichen Streuung. Forschungsfelder einer Geschichte des Wissens deuten sich an, eine Geschichte, die über die »großen« Erfindungen, Errungenschaften, Theorien hinausgehen kann. In den vielfältigen Möglichkeiten wissenschaftlicher Untersuchungen liegt zudem die Chance, Kontinuitäten und Brüche, Bindeglieder und Voraussetzungen von Wissen zu erforschen und damit die Bedeutung dieser zentralen Ressource heutiger (und vergangener?) Wissensgesellschaften zu bestimmen. Der hier vorliegende Sammelband ist ein erster Schritt in diese Richtung – sicherlich wird er nicht der letzte bleiben. ♦

Thomas Kailer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungskolleg »Wissenskultur und gesellschaftlicher Wandel«.

Hinterlassene Spuren

Frankfurter Soziologe untersuchte ostdeutsche Lebensläufe im Umbruch

Im wissenschaftlichen Austausch mit Sozialwissenschaftlern in Europa, Amerika und Asien habe ich immer wieder die Erfahrung gemacht, dass der Gestaltung der deutschen Wiedervereinigung außerordentliche Hochachtung entgegengebracht wird. Es gibt sicherlich kaum ein Land, das einen solchen staatspolitischen Zusammenschluss so wie Deutschland wirtschaftlich hätte bewältigen können. Nur wir scheinen damit Probleme zu haben. Es drängen sich dabei unwillkürlich die Fragen auf: »Ist das etwas typisch Deutsches?« – »Handelt es sich dabei um eine Strategie bestimmter Meinungsbildner?«

Die Differenzen, die sich zwischen den Bürgern der neuen und alten Bundesländer bis heute profilieren, belegen aus meiner Sicht eher ein Stück Normalität im sozialen Umgang: Je näher man sich kommt, um so mehr schärft sich auch immer das Bewusstsein von Unterschieden, die je nach Interessenlage schwerer oder leichter überbrückt oder neutralisiert werden können. Die Schwierigkeiten, die das Zusammenwachsen beider Teile Deutschlands begleiten, sind aber auch besonderer Art, und sie werden nur dann verständlich, wenn wir sie vor dem Hintergrund der Spuren betrachtet, welche die SED-Diktatur im Kollektivbewusstsein der Bevölkerung der neuen Bundesländer hinterlassen hat.

Der Frankfurter Professor für Soziologie und Sozialpsychologie Manfred Clemenz, der auch als Psychotherapeut und Gruppenanalytiker tätig ist, hat in »Wir können nicht besser klagen. Ostdeutsche Lebensläufe im Umbruch« eine umfangreiche Untersuchung vorgelegt, mit der er uns die Auswirkungen eines autoritären Regimes auf die Biografien und die Anforderungen des Alltags auf Gefühle, Erinnerungen und Wünsche vor Augen führt. Dabei handelt es sich um die Ergebnisse eines zehnjährigen Forschungsprojekts. Es wurden mehr als 100 Interviews von drei bis zehn Stunden geführt. Das Projekt war in die Lehre eingebettet, so dass auch Studenten im Rahmen ihrer soziologi-

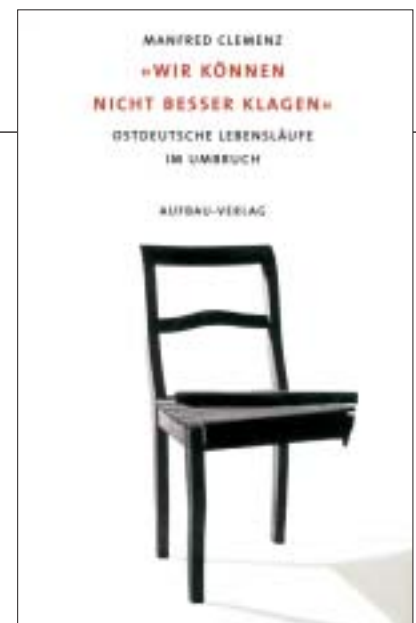
schen Ausbildung an ihm teilhaben konnten. Es wurde von der Sozialpsychologin und Gruppentherapeutin Sylvia Buchen mit initiiert.

Die vorgelegten dichten Beschreibungen möchten dazu beitragen, besser zu verstehen, warum man ein solches Regime unterstützt, sich opportunistisch verhält oder sich ihm gegenüber zur Wehr setzt. Um den Hintergrund der Unterschiede zu verdeutlichen, die zwischen Westdeutschland und dem kollektiven Schicksal der Lebenswege unter der SED-Diktatur bestanden, wählt Clemenz eine ethnologische Vorgehensweise. Dabei war das leitende Forschungsinteresse, wie die Gesprächspartner ihr Leben unter der SED-Diktatur und in der Folge die grundsätzlich veränderte Situation nach der deutschen Wiedervereinigung kognitiv und emotional bewältigt haben. Das ist ein fruchtbarer Zugang, um den Auswirkungen und Empfindungen dieses absoluten Kontinuitätsbruchs in der Biografie näherzukommen, auf den die Betroffenen in keiner Weise vorbereitet waren und der mit illusionären Erwartungen verbunden war. In den vorgelegten Fallanalysen wird eine strukturelle Typologie entwickelt, um eine soziologisch orientierte Mentalitätsgeschichte der Bevölkerung des SED-Regimes und der gesellschaftlichen Transformationsprozesse zu entwickeln. Die dichten Beschreibungen der Fallanalysen schließen sich an Lévi-Strauss' Strukturalismus in der ethnologischen Erforschung des Fremden an, da sie davon ausgehen und gleichzeitig exemplifizieren, dass das für uns Exotische nur die Oberfläche des Verhaltens, aber nicht die Struktur betrifft. Sie verbinden aber auch die strukturelle mit einer psychoanalytischen Analyse des Alltagsbewusstseins. Insofern verfolgen sie einen durchaus originellen Ansatz. Gerade das Zusammenwirken dieser beiden Ansätze enthüllt in den Fallanalysen, dass die Selbstgenügsamkeit des Alltagsbewusstseins zu DDR-Zeiten ein sehr fragiles Konstrukt war.

Die Untersuchungen von Clemenz sind gerade in der gegenwärtigen Situation jedem zur Lektüre

zu empfehlen. Während wir in den Medien immer wieder dem Bild einer eigenständigen ostdeutschen Identität begegnen, werden wir durch diese Fallstudien dahingehend sensibilisiert, dass es sich dabei um eine Fiktion handelt. Das heißt aber nicht, dass es, wie es die Fallgeschichte Heikos zeigt, keine charakteristischen Affektlagen gibt, die sich nach der Wiedervereinigung als Auswirkungen der Geschichte des SED-Regimes herausbildeten. Beispiele dafür sind die kollektiv narzisstische Kränkung in Verbindung mit der sie ergänzenden narzisstischen Wut als eine Antwort auf die wirtschaftliche Benachteiligung oder das kollektive Misstrauen als Folge des Überwachungssystems der Stasi.

Manfred Clemenz
Wir können nicht besser klagen.
Ostdeutsche Lebensläufe im Umbruch,
 Aufbau Verlag,
 Berlin 2001,
 ISBN 3-351-02508-4,
 307 Seiten,
 18,50 Euro.



Die Darstellung der Strukturanalysen sind durchgängig anregend und lesenswert, zum Beispiel im Fall »Goetz«: Mit Einblendungstechnik von anderen Texten und Dokumenten tritt die kollektive Erinnerung und die Sicht auf die Wirklichkeit des SED-Regimes in den Blick. Mit seinen dichten Beschreibungen im Bezugsrahmen einer strukturalen und psychoanalytischen Analyse von Alltagsbewusstsein macht uns Clemenz deutlich, dass die hinterlassenen Spuren von Widersprüchen und Wunden der Ausdruck eines Umbruchs sind, mit

dem niemand, vor allem in seiner Plötzlichkeit und Schnelligkeit, gerechnet hat.

Die jeweilige objektive Lebenssituation und ihre subjektive Bewertung können erheblich auseinander driften. Das Klagen wird in den heranwachsenden Generationen verstummen, da sie eine Selbstbeziehung ausbilden werden, die nicht mehr durch die Verbreitung von

kollektivem Schrecken geprägt sein wird. Als ergänzende Lektüre, die die von Clemenz vorgelegte Problemsicht ergänzt, sei noch auf die Sammlung von weiteren Forschungen hingewiesen: »Der Vereinigungsschock. Vergleichende Betrachtung zehn Jahre danach«, Herausgeber Wolfgang Schluchter und Peter E. Quint, Velbrück Wissenschaft, Weilerswist 2001, ISBN

3-934730-44-2, 522 Seiten, 30,40 Euro, die als ergänzende Lektüre zu empfehlen ist. Sie stützen eher die von Clemenz vorgelegte Problemsicht. ◆

Privatdozent Dr. habil. Gerhard Preyer lehrt am Fachbereich Gesellschaftswissenschaften. Er ist Herausgeber der Zeitschrift »Protosociology«. Das Projekt findet sich im Internet unter www.uni-rz.frankfurt.de/protosociology

Populäres von und für Zukunftsdenker

Ein Buch über die allgegenwärtige Gentechnik

Ob Bio, Neuro oder Nano – die neuen Technologien liefern viel Stoff für kontroverse Diskussionen über ihre Machbarkeit, Wünschbarkeit und Verantwortung im gesellschaftlichen Kontext. In der aktuellen Debatte um die Gentechnik wird dabei ständig mit Begriffen hantiert, deren Verständnis beim in-

ständig erläutert werden. Dies leistet das »Populäre Lexikon der Gentechnik«.

Die Autoren Thilo Spahl und Thomas Deichmann sind keine aktiven Wissenschaftler aus den »Life Sciences«, sondern Journalisten, die sich in den letzten Jahren intensiv mit der biotechnologischen Entwicklung beschäftigt haben. In ihrem Buch behandeln sie nach einer kurzen Einleitung zunächst die Grundlagen der Gentechnik, um in weiteren Abschnitten die Entwicklung, den Einsatz und die Diskussion der neuen Techniken in der Landwirtschaft (»grüne Gentechnik«), im Lebensmittelbereich und in der Medizin (»rote Gentechnik«) darzustellen. Die folgenden Abschnitte widmen sie den Risiken der Biotechnologie sowie ihrer gesellschaftlichen Diskussion, um dann zuletzt noch einige Blicke in die Zukunft der schönen neuen Welt zu werfen.

Das Buch ist kein Lexikon, sondern eine Sammlung von etwa einhundert Artikeln, die in thematischen Abschnitten alphabetisch geordnet sind. Darin liegen auch seine Vorzüge: Der Leser kann sich je nach Geschmack gezielt informieren oder auch einfach schmökern. Wer wissen möchte, was es mit Prio-ri-ten auf sich hat, was Biopiraterie, Ethnobomben oder Tissue engineering bedeuten und welche Aussichten das therapeutische Klonen oder die Pharmakogenetik bieten, der findet entsprechende Einträge im passenden Kontext und liest Grundlegendes und Anregendes auf zwei bis drei gut verdaulichen Seiten.

Die Verantwortlichen waren gut beraten, ihr lexikonartiges Kom-

pendium mit »populär« zu übertiteln. Damit werden eindeutig diejenigen angesprochen, die nicht »vom Fach« sind. Was aber irritiert und beim Lesen zuweilen verärgert, ist die kalkuliert-provokative »Reinwaschung« der Gentechnik nach dem Motto »Alles halb so wild«: Das Autorenteam diagnostiziert in der gegenwärtigen Situation den »Beginn einer tief greifenden Biologisierung der Technik« und eine »Technisierung des Lebens«. Diesen »Eintritt in eine neue Ära der Naturbeherrschung« betrachten die beiden Fortschrittsoptimisten fasziniert. Was sie daran einzig zu stören scheint, ist die gegenwärtige Diskussion in Deutschland, die sie von Innovationsmuffeln beherrscht sehen und als überkritisch empfinden. Und so leisten Spahl und Deichmann – letzterer ist auch als Chefredakteur von »NOVO – das Magazin für Zukunftsdenker« missionarisch unterwegs – ihren entschiedenen Beitrag für mehr Innovationsfreundlichkeit, indem sie konsequent unausgewogen das Potenzial der Biotechnologien herausstellen. Wer sich von so viel Fortschritts-euphorie gegenüber einer »Biotechnologie als Superwissenschaft« nicht abschrecken lässt oder gar gezielt einen Kontrast zur Schwarzmalerei sucht, kann in diesem Plädoyer für die Gentechnik reichlich anregendes Material finden, um seine Wissenslücken auszufüllen. ◆

Stefan Kieß, Diplom-Biologe, ist redaktioneller Mitarbeiter am Institut für Biochemie II des Frankfurter Universitätsklinikums.



Thilo Spahl,
Thomas
Deichmann
**Das populäre
Lexikon der
Gentechnik –
Überraschende
Fakten von
Allergie über
Killerkartoffeln
bis Zelltherapie**
Eichborn Verlag,
Frankfurt am Main,
2001,
ISBN 3-8218-
1697-X,
463 Seiten,
24,90 Euro.

teressierten Beobachter nicht unbedingt vorausgesetzt werden kann: embryonale Stammzellen, transgene Therapien, Klonen, PID, DNA-Computer, funktionelle Genomik, Proteomik und vieles mehr. In dieser Situation ist es nützlich, auf ein aktuelles Kompendium zurückgreifen zu können, in dem die neuen Biobegriffe zu finden sind, die rasante technologische Entwicklung nachvollzogen wird und die komplizierten Verfahren kurz und ver-

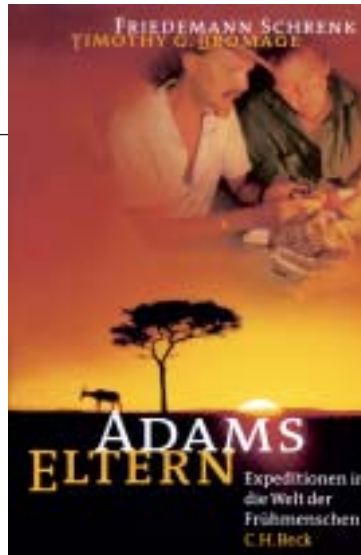
Auf Fossilienjagd in Afrika

Adams Eltern – Expeditionen in die Welt des Frühmenschen

Das die Geschichte der Menschheit spannend ist, wird niemand ernstlich bestreiten. Wo liegen unsere Wurzeln? Woher kommen wir? Doch selten wird die Frage unserer Herkunft so spannend, anschaulich und humorvoll erzählt, wie in dem Buch »Adams Eltern« von Friedemann Schrenk und Timothy G. Bromage. Die beiden weltweit anerkannten und seit Jahren miteinander befreundeten Forscher erzählen nicht nur die Geschichte ihres eigenen Forscherdaseins, sondern gleichzeitig die Geschichte der gesamten Menschheit. Die Liebe zu alten Dingen begann bei beiden bereits in der Kindheit. Friedemann Schrenk, immer auf der Flucht vor der Enge seiner schwäbischen Heimat, suchte bereits in jungen Jahren erfolgreich Ammoniten in der Schwäbischen Alb. Heute leitet Schrenk die Forschungsabteilung Paläoanthropologie am Senckenberg-Museum in Frankfurt und lehrt an der Universität Frankfurt. Bromage ist Professor für Anthropologie am Hunter College in New York. Die Geschichte ihrer Forscherfreundschaft begann Anfang der 1980er Jahre in Südafrika. Sowohl in Süd- als auch in Ostafrika gab es vor Millionen Jahren Urmenschen – nur in der Region dazwischen, dem 3000 Kilometer breiten, so genannten »Hominidenkorridor«, hatten sich bisher keine Spuren finden lassen. Doch getreu dem Motto »Wer sucht, der findet« entschieden sich die beiden Wissenschaftler für Malawi als Grabungsort – aus mehreren Gründen: Erstens sind in Malawi Schichten desjenigen Erdzeitalters zu finden, in dem unsere Vorfahren dort gelebt haben mussten. Und zweitens ist Malawi ein friedliches afrikanisches Land – die Alternative wäre das bürgerkriegsgeschüttelte Mosambik gewesen. Da jedoch nicht kurzfristig mit Erfolgen wie einem Hominidenfund zu rechnen war, untersuchten Schrenk und Bromage im Rahmen ihres »Hominid Corridor Research Project« den gesamten Lebensraum von »Adams Eltern« und konnten so ein Gesamtbild zeichnen von der Umgebung, der Entwicklung und

der Lebensweise der Frühmenschen. 1991 dann der sensationelle Fund: der 2,5 Millionen Jahre alte Unterkiefer eines Hominiden, genauer eines »Homo rudolfensis«. Die Beschreibung des Fundtages ist eine Liebeserklärung an das Forscher-

der Kultur der Menschen in Malawi, eines ansonsten relativ wenig bekannten afrikanischen Landes. Episoden wie die Überführung eines diebischen Kochs mit Hilfe eines afrikanischen »Witchdoktors« oder die gelungene Darstellung des in



Friedemann Schrenk,
Timothy G. Bromage
**Adams Eltern –
Expeditionen in die
Welt der Frühmenschen**
C. H. Beck,
München, 2002,
gebunden,
ISBN 3-406-48615-0,
255 Seiten,
19,90 Euro.

leben und die Menschen von Malawi. Und wie ein Jahr später mit Hilfe von drei deutschen Studenten das überaus wichtige, aber leider fehlende Viertel des Backenzahns von »Homo rudolfensis« gefunden wurde, liest sich wie ein Abenteuerroman: 90 Sandsäcke mit einem Gesamtgewicht von etwa sieben Tonnen mussten fein säuberlich durchgesiebt werden, bevor sie fündig wurden – am letzten Tag der Grabungssaison und im letzten Sack! Selbstironisch stellen sie denn auch fest, dass die Suche nach Fossilien keine besonders schwierige Angelegenheit ist – legale Suche und Durchhaltevermögen vorausgesetzt. Lebendig und humorvoll berichten Schrenk und Bromage von den Alltagsorgen und Höhepunkten des Forscheralltags, und fast nebenbei lernt der Leser eine Menge über unsere Vorfahren. Nach Lektüre des Buches ist, zumindest im Ansatz, der komplizierte Stammbaum des Menschen mit seinen Haupt- und Nebenlinien, wie etwa dem ausgestorbenen Neandertal-Zweig, verständlich. Nicht zuletzt aber vermittelt das Buch einiges vom Alltag und

Malawi beliebten Brettspiels Bawo sind eingebettet in eine Mischung aus Expeditionsbericht, fundierter Information und Kulturreportage.

Seine Sympathie für die Menschen in Malawi bringt Schrenk auch dadurch zum Ausdruck, dass er seine Wissenschaft den Einheimischen nahe bringen will. Er hat – beharrlich, kreativ und unkonventionell – den Bau eines Kulturzentrums in Koronga durchgesetzt. Dort sollen neben alten Knochen auch lokale Tanzgruppen und Theateraufführungen zu sehen sein.

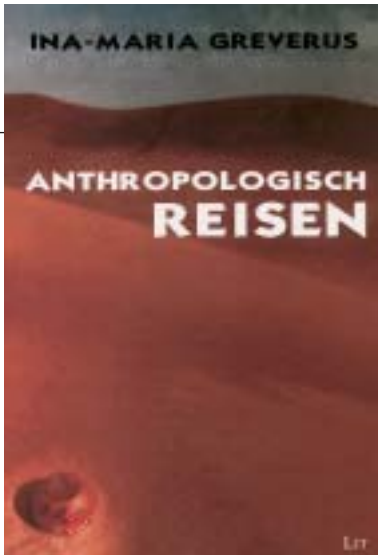
Das Buch »Adams Eltern« nimmt den Leser mit auf eine Reise durch fünf Millionen Jahre, die seit der Entwicklung des aufrechten Ganges bis zur Entstehung des modernen Menschen vergangen sind. Die Autoren zeichnen mit profundem Sachkenntnis ein allgemeinverständliches Bild der modernen Paläoanthropologie, die auch die Geschichte jedes einzelnen von uns ist. ♦

Dr. Beate Meichsner, Chemikerin,
ist freie Wissenschaftsjournalistin
in Frankfurt.

Von der nahen Fremde und der fremden Nähe

Texte über das Unterwegssein –
Reisen mit der Frankfurter Kulturanthropologin Ina-Maria Greverus

Anthropologisches Reisen« will anders als das kommerzielle touristische Reisen »die Vielfalt menschlicher Lebensentwürfe er-



Ina-Maria Greverus
Anthropologisch Reisen,
LIT Verlag,
Münster,
Hamburg,
London, 2002,
ISBN 3-8258-57020-4,
395 Seiten,
20,90 Euro.

fahren, sie vergleichen, sie in ihre Geschichte einordnen, Machtverhältnisse und Ungleichzeitigkeiten erkennen, Zukunftschancen prüfen«. Die Bezeichnung »Anthropologisch Reisen« könnte als Widerspruch in sich verstanden werden, denn das Ideal der anthropologischen Zunft ist die stationäre Feldforschung in der Fremde, um durch eine »sekundäre Sozialisation« zu lernen, die fremde Gesellschaft mit den Augen der Einheimischen zu sehen. Ebenfalls anders als es der Titel vermuten lassen könnte, ist »Anthropologisch Reisen« auch kein Anleitungsbuch im Sinne eines »do-it-yourself«, sondern vielmehr ein Plädoyer für eine mobile, vergleichende Feldforschung.

Im Vorwort bezeichnet Ina-Maria Greverus, emeritierte Professorin für Kulturanthropologie und Europäische Ethnologie der Universität Frankfurt, ihr Buch als Variante eines »Unterwegsseins«, das auf die dialogische Begegnung mit dem/den Anderen gerichtet ist. Das anthropologische Reisen – das als Ergänzung zur stationären Feldforschung ver-

standen wird – erfordert eine »Aufmerksamkeit für den Augenblick«, durch den sich unter Umständen auch Phänomene erschließen lassen, »nach denen gar nicht gesucht wurde«. Ina-Maria Greverus versteht anthropologisches Reisen als Element einer vergleichenden Anthropologie, die eine »dialogische Reflexion zwischen Fremdem und Eigenem, die Frage nach dem historisch, lokal und sozial Gemeinsamen und Verschiedenen in den menschlichen Kulturgestaltungen und Kulturaneignungen, die Bewegungen und Begegnungen, die Trennungen und die Missverständnisse« umfasst.

Viele Reisen führten Ina-Maria Greverus in ferne Länder (USA, Nicaragua, Haiti, Borneo, Mauretanien, Griechenland, Italien, Mongolei). »Unterwegssein« meint aber nicht nur die exotische Ferne, sondern auch »die nahe Fremde und die fremde Nähe«, die durch einen Perspektivwechsel und das Hinterfragen scheinbar gegebener, alltäglicher Konstellationen im eigenen Land erfahrbar werden. Die Texte über dieses Unterwegssein folgen nicht nur den jeweiligen Routen und Erlebnissen, sondern passieren auch verschiedene Zeithorizonte und Reflexionsebenen. Den einzelnen Kapiteln, die jeweils eine oder mehrere Reisen an bestimmte Orte schildern, sind »Hauptworte« zugeordnet, unter denen »Schlüsselthemen« eines Reiseziels (oder seiner Repräsentation) diskutiert werden, zum Beispiel »Moving on« für die USA, »Nomadisieren« für Mauretanien, oder »eine andere Flexibilität« für ein deutsches Aussteigerprojekt auf einer griechischen Insel. Dabei verfährt die Autorin nach einem Collage-Prinzip, das Länderinformationen, Tagebuchauszüge, Sekundärliteratur, Interviewpassagen, Gedichte und Anekdoten assoziativ miteinander verknüpft.

Der Bezug auf frühere Reisen und Texte macht besonders deutlich, dass die Autorin seit langem ein Projekt mit einem utopischen Impe-

tus verfolgt, nämlich Orte des »anderen Lebens« aufzusuchen, in denen sich eine »gekonnte Collage« manifestiert: »In meiner Definition bedarf die gekonnte Collage des Aufbruchs aus verfestigten Selbstverständlichkeiten, der Freiheit für Suchbewegungen und des ›Funkens Poesie‹ im Prozess kulturellen Gestaltens einer ›besseren Welt‹«. Genau hier wird auch die Problematik eines solchen Projekts deutlich: von welcher Position aus kann denn beurteilt werden, ob eine »gekonnte Collage« oder »Zukunftschancen« vorliegen? Die Autorin ist sich der Möglichkeit einer ethno- oder egozentrischen Wertung bewusst: »Die Gefahr, sich auf ›glücklichen Inseln‹, und sei es auch nur gedanklich, einzurichten zu wollen, ist für den reisenden Ethnologen ebenso gegeben wie für den langfristig versesshäfteten Ethnologen. Das emotionale ›going native‹ lauert im gedachten Glück der ›menschlicheren‹ Kulturen, die dann leicht zur Idylle gerinnen«. So sprechen die Texte oft weniger von Idyllen, sondern von der Auseinandersetzung mit »den Menschen und den Bedeutungen, die sie diesen Landschaften gegeben haben«, auch wenn diese Bedeutungen – zum Beispiel in der Gestalt nationalistischer Ideologien – nicht geteilt werden können.

»Anthropologisch Reisen« erinnert in seiner kultur- und wissenschaftskritischen Haltung an »Klassiker« wie »Traurige Tropen« (Lévi-Strauss) oder »Phantom Afrika« (Leiris). Ebenso wie diese richtet es sich nicht nur an die eigene wissenschaftliche Gemeinschaft, sondern an eine breitere Leserschaft, die bereit ist, die eigenen touristischen Stereotypen und Projektionen zu hinterfragen und sich zum Prinzip des anthropologischen Reisens anregen zu lassen. ◆

Katja Werthmann, ehemalige Studentin von Ina-Maria Greverus, ist zur Zeit wissenschaftliche Assistentin am Institut für Ethnologie und Afrikastudien an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz.

Stellenanzeigen



Die Frankfurter Skyline – heute imposant und prägend, städtebaulich bis in die 1950er Jahre unerwünscht. Denn in Deutschland wollte man zunächst nur »maßvolle Hochhäuser« bauen. Die Gründe dafür, dass Frankfurts Silhouette nun der amerikanischen Großstädte ähnelt, lassen sich aus einem Vergleich mit der Hochhausentwicklung in anderen deutschen Städten schließen.

Die nächste Ausgabe von »Forschung Frankfurt« erscheint Anfang Oktober 2002

Frankfurt und die »Metropolitan RheinMain«

Frankfurt und sein Umland tun sich schwer im internationalen Wettbewerb der Metropolregionen wie »Greater London Area« oder der »Megastadt« Tokio. Die Finanzmetropole muss sich in harter Konkurrenz behaupten und erfreut sich bei den Top-Managern nicht besonderer Beliebtheit. Kann die »Metropolitana RheinMain« im Reigen der »global cities« in Zukunft mitspielen und wenn, auf welcher Ebene? Als einzige deutsche Stadt hat Frankfurt eine Skyline ausgebildet, obwohl man in Deutschland die Wolkenkratzer in den USA explizit abgelehnt hat. Warum wurde Frankfurt nun doch »amerikanisch«? Autorinnen und Autoren nehmen in der

nächsten Ausgabe von Forschung Frankfurt die Rhein-Main-Region unter ihre wissenschaftliche Lupe. Dabei geht es auch um die Frage, welche wirtschaftliche Bedeutung die Johann Wolfgang Goethe-Universität in der Region hat. Immerhin gaben Studierende und Beschäftigte der Universität Ende der 1990er Jahre 1,12 Milliarden DM (0,57 Milliarden Euro) in der Region aus.

Von den anderen spannenden Themen aus der Forschung lassen Sie sich überraschen. Das nächste Heft erscheint Anfang Oktober.

Ihre Redaktion

Wissenschaftsmagazin der Johann Wolfgang Goethe-Universität

Impressum

Herausgeber

Der Präsident der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Redaktion

Ulrike Jaspers und Monika Mölders,
Referentinnen für Wissenschaftsberichterstattung,
Senckenberganlage 31, Raum 1053, 60054 Frankfurt am Main
Telefon (069)798-23266, Telefax (069) 798-28530
E-Mail: jaspers@ltg.uni-frankfurt.de und moelders@ltg.uni-frankfurt.de

Vertrieb

Ingrid Steier, Senckenberganlage 31,
60054 Frankfurt am Main, Raum 1052, Telefon (069)798-22472
E-Mail: I.Steier@vdv.uni-frankfurt.de

Anzeigenverwaltung und Druck

Anzeigenagentur Alpha, Informationsgesellschaft mbH,
Finkenstraße 10, Postfach 14 80, 68623 Lampertheim,
Telefon (06206)939-0, Telefax (06206) 939-232

Illustrationen, Layout und Herstellung

schreiberVIS, Visuelle Gestaltung, Joachim Schreiber,
Villastraße 9A, 64342 Seeheim,
Telefon (06257) 962131, Telefax (06257) 962132, ISDN-Leo (06257) 962133,
E-Mail: joachim@schreibervis.de, Internet: www.schreibervis.de

Graphisches Konzept

Elmar Lixenfeld, Büro für Redaktion und Gestaltung
Werrastraße 2, 60486 Frankfurt am Main
Telefon (069) 7075828, Telefax (069) 7075829, E-Mail: e.lixenfeld@t-online.de

Bezugsbedingungen

»Forschung Frankfurt« kann gegen eine jährliche Gebühr von 14 Euro abonniert werden. Das Einzelheft kostet 3,50 Euro. Einzelverkauf u. a. im Buch- und Zeitschriftenhandel in Uni-Nähe und beim Vertrieb.

Die Beilage »Forschung Frankfurt extra« erscheint zur Buchmesse im Oktober und wird kostenlos mit der vierten Ausgabe des Wissenschaftsmagazins geliefert.

Für Mitglieder der Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main e.V. sind die Abonnementgebühren für »Forschung Frankfurt« im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Hinweis für Bezieher von »Forschung Frankfurt«

(gem. Hess. Datenschutzgesetz): Für Vertrieb und Abonnementverwaltung von »Forschung Frankfurt« werden die erforderlichen Daten der Bezieher in einer automatisierten Datei gespeichert, die folgende Angaben enthält: Name, Vorname, Anschrift, Bezugszeitraum und – bei Teilnahme am Abbuchungsverfahren – die Bankverbindung. Die Daten werden nach Beendigung des Bezugs gelöscht.

Die Beiträge geben die Meinung der Autoren wieder. Der Nachdruck von Beiträgen ist nach Absprache möglich.

Titelblatt: Foto von Jürgen Berger/Max-Planck-Institut/SPL, Agentur Focus.

Editorial: Fotos von Uwe Dettmar, Frankfurt.

Inhalt: Hinweise bei den jeweiligen Beiträgen.

Nachrichten: Foto Seite 4 von Robert Tampé; Foto Seite 5 von Walter Ried; Foto Seite 6 von Markus Pfenninger.

Forschung intensiv – Aromaforschung: alle Fotos und Grafiken Seite 8 bis 15 von Matthias Wüst und Armin Mosandl, Autorenfoto Seite 13 von Christian Büchi, Kriftel.

Forschung intensiv – Luftbild-Monitoring: alle Fotos und Grafiken Seite 16 bis 21 von Irene Marzoff, Klaus-Dieter Albert und Johannes B. Ries.

Forschung intensiv – Embryonale Stammzellen: Foto Seite 24 von Jürgen Berger/Max-Planck-Institut/SPL, Agentur Focus; Grafiken Seite 25 bis 27 von Theodor Dinger-mann; Autorenfoto Seite 30 von Christian Büchi.

Forschung intensiv – Adulte Stammzellen: Bild Seite 31 aus Folia Haematologica 8, 125-134 (1909), Internationales Zentralorgan für Blut- und Serumforschung; Grafik Seite 32 oben von Hans Martin mit Fotos von dpa Bildarchiv, Grafiken 32 unten, 33 und 35 von Hans Martin; Autorenfotos Seite 34 von Christian Büchi.

Forschung intensiv – Ethische Aspekte: Fotos Seite 36 bis 39 SPL, Agentur Focus, Hamburg; Autorenfoto Seite 38 von Christian Büchi.

Forschung intensiv – Präimplantationsdiagnostik: Bild Seite 40 aus: Putscher, M., Geschichte der medizinischen Abbildung, Von 1600 bis zur Gegenwart, Heinz Moos Verlag, München, 1972, ISBN 3-7879-0060-8; Bild Seite 41 oben aus: Wolpert, L., Beddington, R., Brockes, J., Jessell, T., Lawrence, P., Meyerowitz, E., Principles of Development, Current Biology Ltd., London, Oxford University Press, Oxford, ISBN 0-19-850263-X, 1998; Bild Seite 41 Mitte aus: International Hospital Equipment & Solutions, Februar/März 1999; Grafiken Seite 41 unten und 42 oben von Schäfer, Grafik Seite 42 unten modifiziert nach Geraedts, J.P. et al., Preimplantation genetic diagnosis (PGD), Prenat Diagn. December 2001, 21 (12): 1086-92; Foto Seite 43 aus: A. G. Schmutzler, Focus on Reproduction, Brüssel, 1/1991; Autorenfoto Seite 44 von Christian Büchi.

Forschung aktuell – Stammzellforschung: Fotos Seite 46 bis 49 von Uwe Dettmar; Grafiken Seite 51 und 52 von Stefanie Dimmeler, Autorenbilder Seite 53 von Christian Büchi; Fotos Seite 55 von Hans Georg Kuhn, Neurologische Universitätsklinik Regensburg, Foto Seite 56 von Anne Schänzer, Neurologisches Institut, Frankfurt, Fotos Seite 57 von dpa Bildarchiv, Autorenbild Seite 57 von Christian Büchi; Grafiken Seite 58, 59, 60 oben von Sylvane Desrivières, Autorenbilder Seite 60 von Christian Büchi; Foto Seite 61 von Jutta Brüdern, Braunschweig, Bild Seite 62 aus dem Kunstgeschichtlichen Institut der Universität Frankfurt, Autorenfoto Seite 63 von Claus Koch Corporate Communications, Düsseldorf; Illustration Seite 64 bis 66 von Elmar Lixenfeld, Frankfurt, Autorenfoto Seite 65 von Christian Büchi; Autorenfoto Seite 71 von Christian Büchi; Fotos Seite 72 von Markus Pfenninger; Fotos Seite 74 bis 77 von Marlis & Dennis Merbach, Foto Seite 75 unten von Webber E. Booth; Fotos Seite 78 und Seite 80 rechts oben von Franz Ehmgig, Mainz, Asterix-Illustration aus René Goscinny/Albert Uderzo, Die goldene Sichel. Großer Asterix-Band 5, Foto Seite 79 aus dem Archiv Landesamt für Denkmalpflege Rheinland-Pfalz, Abteilung Archäologische Denkmalpflege, Amt Mainz, Foto Seite 80 links oben von Gerd Rupprecht, Landesamt für Denkmalpflege Rheinland-Pfalz, Abteilung Archäologische Denkmalpflege, Amt Mainz, Grafik Seite 80 von Ulrike Ehmgig, Frankfurt; Fotos Seite 82 bis 84 alle aus dem Deutschen Literaturarchiv Marbach am Neckar, Foto Seite 84 von Ullstein aus Deutschen Literaturarchiv Marbach am Neckar.

Stifter und Sponsoren: Fotos Seite 92 bis 95 von Jan Jacob Hofmann, Frankfurt.

Universitätsgeschichte: alle Dokumente Seite 96 bis 98 aus dem Universitätsarchiv der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt; Foto Seite 97 unten aus dem Keystone Bildarchiv, Berlin.

Vorschau: Foto Seite 108 von Uwe Dettmar, Frankfurt.