

83406

Nr. 1 / Montag, 8. 5. 1989

DM 19,50

sfr 13,50; öS 100,-

GEO **WISSEN**

SEX · GEBURT · GENETIK

EVOLUTION

**Die Erfindung
des Mannes**

LEIHMUTTER

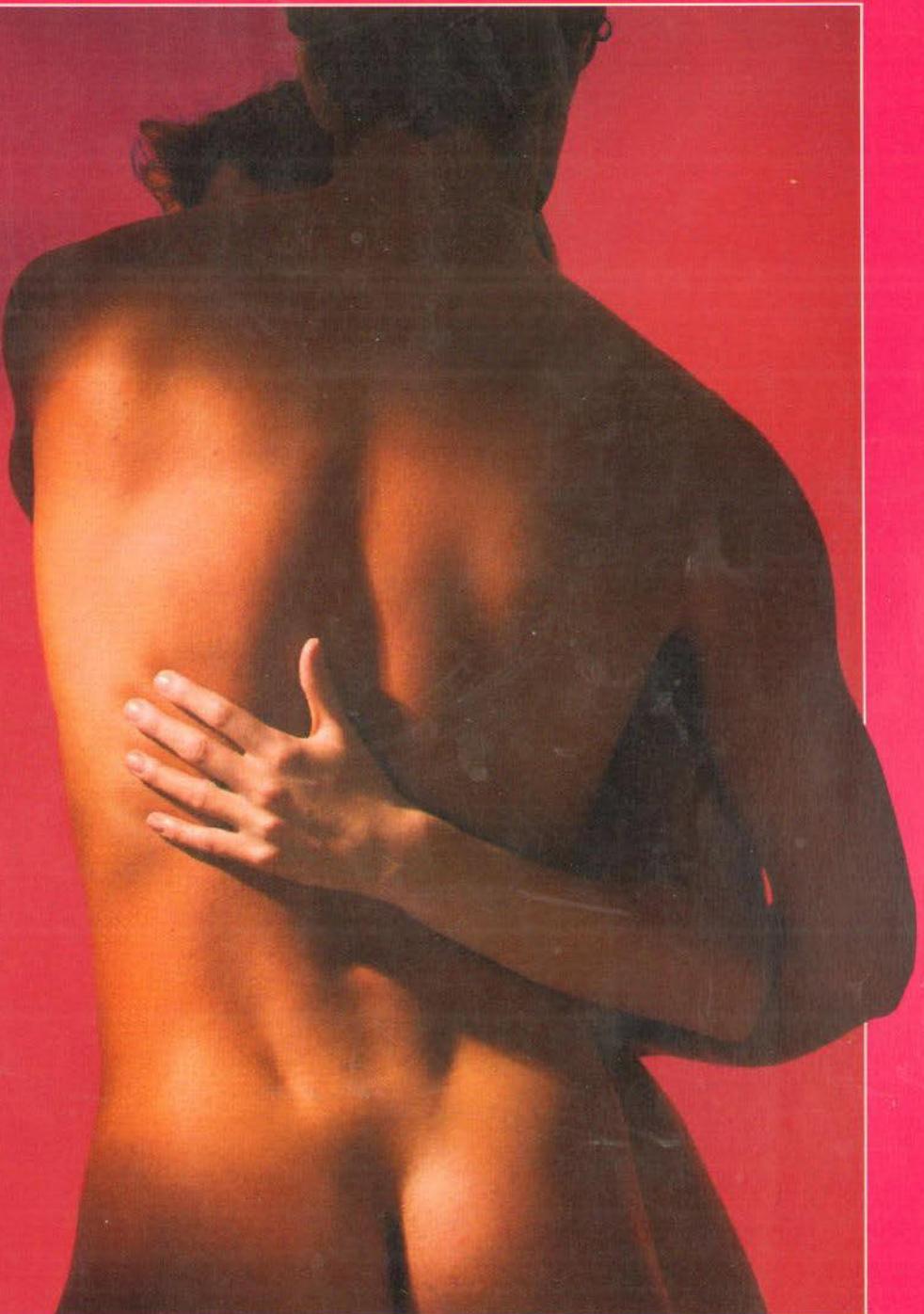
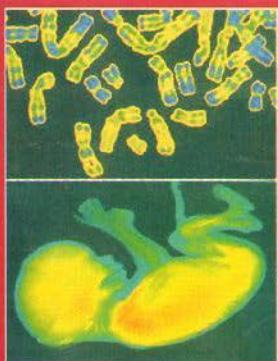
**Mein Bauch
gehört dir**

GEN-THERAPIE

**Kur für kranke
Moleküle**

TIERZUCHT

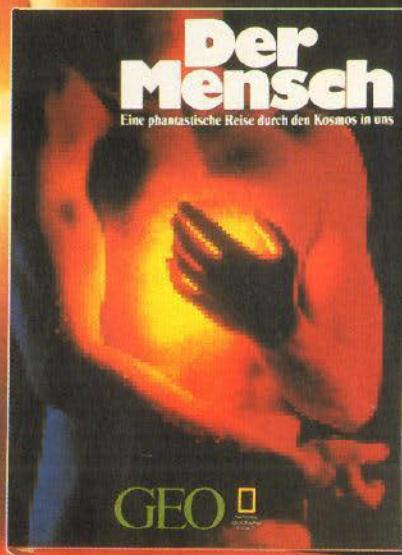
**Der Tanz
um das Goldene
Kalb**



Die phantastische Reise in das Innere des Menschen

Noch vor kurzer Zeit wäre dieses Buch nicht vorstellbar gewesen. Rasante Fortschritte der medizinischen Forschung revolutionieren unser Bild vom Körper des Menschen und seinen Funktionen. Warum werden wir krank? Warum altern wir? Die Wissenschaft ist zu überraschenden Erkenntnissen gekommen. Modernste technische Verfahren wie die Makrofotografie und die Computertomographie machen bisher Unsichtbares sichtbar.

GEO hat in Zusammenarbeit mit der »National Geographic Society« das umfangreiche Fachwissen fesselnd und verständlich aufgearbeitet. Von der Evolution des Menschen bis zur Gen-Forschung: Alle Aspekte unseres Lebens werden auf einzigartige Weise dargestellt. Eines der aufschlußreichsten Bücher über das interessanteste Lebewesen auf Erden.



GEO und
NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY

Der Mensch
Eine phantastische Reise
durch den Kosmos in uns.
384 Seiten mit ca. 400 farbigen
Abbildungen, Format 20,5 x 28 cm,
gebunden, DM 98,-

Abrufkarte Seite 99



GEO WISSEN

Verlag Gruner + Jahr AG & Co, Warburgstraße 50, 2000 Hamburg 36. Redaktion: Warburgstraße 45, 2000 Hamburg 36. Postanschrift für Verlag und Redaktion: Postfach 30 20 40, 2000 Hamburg 36. Telefon: 0 40/4 11 81. Telefax: 0 40/41 18 22 53. Telex: 2 1 952-16 u. 17402277 gigeo. Telex: 402277-GJGEO.

CHEFREDAKTEUR

Hermann Schreiber

STELLVERTRETENDER CHEFREDAKTEUR

Emanuel Eckardt

CHEF VOM DIENST

Ernst Artur Albaum, Wolfgang Vollmert

ART DIRECTOR

Erwin Ehrat

FOTOGRAFIE

Christiane Breustedt

CHEFREPORTER

Peter-Matthias Gaede

TEXTREDAKTION

Günter Haaf (Leitung), Dr. Jürgen Neffe

Wolfgang Michael, Dr. Manfred Pietschmann

BILDREDAKTION

Josef Hurban

LAYOUT

Franz Braun (Leitung), Peter Dasse, Johannes Dönges, Andreas Knoche, Andreas Krell, Peter Voigt

KARTOGRAPHIE

Günter Edelmann

SCHLUSSEDAKTION

Hans-Werner Kuhl, Manfred Feldhoff, Peter Jordan, Hinrich Seelhoff, Assistenz: Hannelore Koehl

Mitarbeiter

Klaus Bachmann, Angelika Blume, Christine Broll, Prof. Dr. Wolfgang van den Daele, Rolf Degen, Dr. Henning Engeln, Ina Fischer, Anita Idel, Franz Mechsner, Prof. Dr. Liselotte Mettler, Prof. Dr. Benno Müller-Hill, Dr. Marianne Oertl, Susanne Paulsen (Dokumentation), Barbara Ritzert, Dr. Horst Rose, Renate Sadrozinski, Prof. Dr. Traute Schroeder-Kurth, Dr. Volker Sommer, Dr. Tilman Spengler, Prof. Dr. Manfred Stauber, Hermann Untersteiger, Katharina Zimmer

ILLUSTRATIONEN

Horst Everling, Jörg Kühn, Barbara Michael, Vladimir Rendin

GEO-BILDLARHV

Birgit Heller, Gunda Guhl-Lerche, Peter Müller,

FARBIMPRIMATUR

Norbert Kunz

GEO-BÜROS

Moskau: Helga Engelbrecht, Kutusowskij Prospekt 7/4, Kw 314, Tel. 2 43 42 64;

New York: Brigitte Barkley, 683 Third Avenue, 23st fl.; New York, N. Y. 10 017, Tel. (212) 599-4040/43/44/45

Verantwortlich für den redaktionellen Inhalt:

Günter Haaf

VERLAGSLEITER

Heiner Eggert

ANZEIGENLEITER

Rolf Grimm

(verantwortlich für Anzeigen)

VERTRIEBSLEITER

Udo Steinmetz

HERSTELLER

Bernd Zahn

GEO-Wissen-LESER-SERVICE

Gruner + Jahr AG & Co

Postfach 10 25, 2000 Hamburg 1

Postscheckkonto Hamburg 240 00-209

BLZ

200 100 20

Tel. 0 40/41 18 32 36

Schweiz: GEO-Wissen-Leser-Service, Seeburgstraße 18, 6002 Luzern, Tel. 0 41-31 37 41

Heftpreis: DM 13,50 · ISBN-Nr.: 3-570-07327-0
Buchhandelsfassung Preis: DM 19,80 · ISBN-Nr.: 3-570-00215-2
Auslandspreise: Schweiz fr 13,50; Österreich 6S 100,-; übriges Ausland auf Anfrage.

© 1989 Gruner + Jahr, Hamburg

ISSN-Nr.

0933-9736

Anzeigenpreisliste Nr. 3 vom 1. 1. 1989.
Bankverbindung: Deutsche Bank AG, 2000 Hamburg 1, Konto-Nr. 03 22 800

Repro: Werner Hirz KG, Hamburg

Druck: Mainpresse Richterdruck, Würzburg

liebe Leser, lieber Leser,

Sex ist trotz seiner drei Buchstaben ein – wie die Amerikaner sagen – *four letter word* geworden. Natürlich ist uns bewußt, daß wir mit diesem Heft in alle möglichen Fettnäpfchen treten werden. Aber Fortpflanzung hat nun einmal etwas mit Sex zu tun, und ein GEO-Wissen-Heft über „Reproduktionsbiologie“ kann nicht bei den Bienen und Blümchen enden. Und schließlich: Was kann interessanter sein als unsere eigene, die menschliche Sexualität?

Hinter „Sex“ verbirgt sich aber auch eine unendliche Geschichte der Natur, in der Wissenschaftler und Ärzte zusehends schrille Pointen setzen – Retortenbabys und Leihmütter, Klone und Chimären. So war mein Kollege Jürgen Neffe nicht zu beneiden, als er sich daranmachte, ein Konzept für das ewige und ewig umstrittene Thema Sexualität zu erarbeiten.

Wie spannend und bizar zugleich Reproduktionsbiologie sein kann, erfuhr Neffe bei seinen Recherchen: Im Südwesten der USA diskutierte er mit (männlichen) Forschern, die keinen rechten evolutionsbiologischen Sinn im Männlichen sehen können; im Nordosten – bei Detroit – war er bei den Vorbereitungen zur Geburt der ersten künstlich gezeugten Leihmutter-Zwillinge dabei.

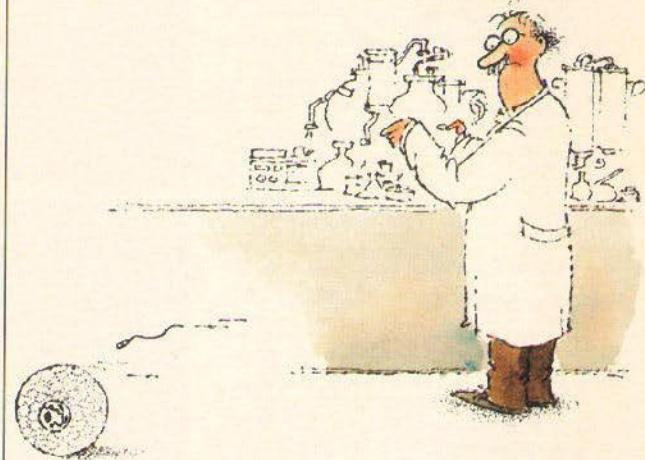
Wissenschaftlich aufregende und ethisch bedenkliche Entwicklungen fand

GEO-Wissen-Redakteur Manfred Pietschmann aber auch im norddeutschen Flachland, wo er für seine Tierzucht-Story unterwegs war: Eizell-Lieferantinnen wie die Spitzkuh „Salve“, eine Bank im genetischen Monopoly moderner Landwirtschaft.

Zu weit mag manchem die Neugier jener

aus geht jedoch die Geschichte der Ina Fischer: Unsere Mitarbeiterin beschreibt – unter Pseudonym – ihren eigenen Versuch, nach zwei Eileiter-schwangerschaften mit Hilfe der modernen Medizin doch noch Mutter zu werden. Die Grafik-Designerin Barbara Michael hat Ina Fischers außergewöhnlichen Text mit ungewöhnlichen Bildern illustriert.

Apropos Grafiken: Das vorliegende Heft birgt mehr Zeichnungen als jede



Forscher gehen, die den biologischen Rahmen der menschlichen Sexualität durch sehr detaillierte Vergleiche mit den „Fortpflanzungsstrukturen“ der Menschenaffen abzusteken versuchen. Volker Sommer, Autor der „Primaten-Story“, eignet sich nicht nur seiner „Schreibe“ wegen für dies heikle Thema: Der promovierte Verhaltensforscher hat selbst viele Jahre lang Affen im Freiland beobachtet – und außerdem noch Theologie studiert.

Am weitesten über das normale Maß an journalistischem Engagement hin-

bisherige GEO-Ausgabe. Die sechs farbigen Panoramen der menschlichen Embryonalentwicklung des Heidelberger Illustrators Jörg Kühn (auf den Seiten 78 bis 89) haben uns so beeindruckt, daß wir sie auf ein 191 x 65 cm großes Poster übertragen haben. Es ist zum Preis von DM 24,- erhältlich, und zwar mit Hilfe der Bestellkarte am Beihetzer hinter Seite 98.

Herzlich Ihr

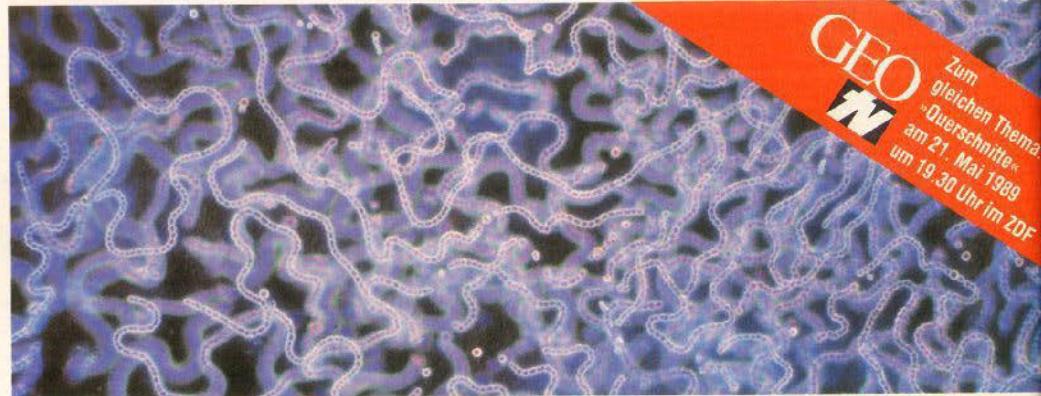
Günter Haaf
Günter Haaf

EVOLUTION

Die Erfindung des Mannes

Über drei Milliarden Jahre vermehrten sich die irdischen Organismen nur durch Teilungen – wie heute noch Bakterien und Blaulalgen. Erst vor einer Milliarde Jahren entstand der Sex. Er machte die Erde so bunt, wie wir sie heute kennen. Und dazu brauchte diese Erfolgsstory des Lebens den Mann.

Seite 26



GEO
W
Zum
gleichen Thema
„Querschnitte“
am 21. Mai 1989
um 19.30 Uhr im ZDF

WUNSCHKIND

Der andere Traum vom eigenen Baby

Ihre letzte Hoffnung suchen ungewollt Kinderlose in den Methoden der Fortpflanzungsmedizin. Durch Reagenzglasbefruchtung und anschließende Übertragung des Embryos in den Mutterleib können „unfruchtbare“ Frauen schwanger werden – allerdings in weniger als einem Fünftel der Fälle. Für viele bleibt der Versuch ein dramatisches Erlebnis voller Verzweigungen.

Seite 46



TIERZUCHT

Der Tanz um das goldene Kalb

In den Labors der Tierzüchter wurden die meisten Verfahren entwickelt, die heute zum Standardrepertoire der Reproduktionsmedizin gehören. Samen und Eizellen lassen sich ebenso einfrieren und sehr lange aufbewahren wie winzige Embryonen. Doch die Wissenschaft ist längst weiter: Im Reagenzglas gezeigte Rinder sollen genetisch manipuliert und vervielfältigt werden.

Seite 62



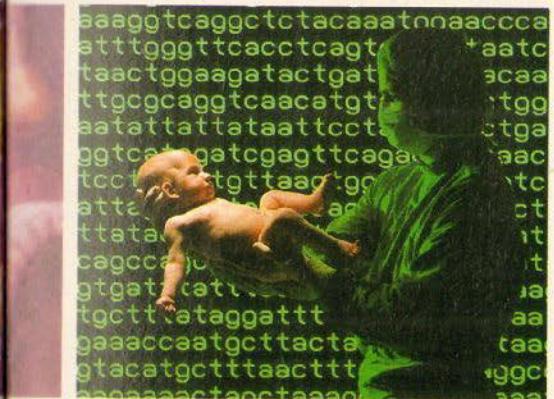
EMBRYOLOGIE

Früh krümmt sich, was zum Menschen werden soll

Selbstverständlich, aber unverständlich: Wie erwächst aus einer winzigen Zelle ein Mensch? Der Embryo entfaltet, wie von unsichtbarer Hand gesteuert, seine Organe. Das fein orchestrale Knospen folgt genetischen Vorgaben, aber auch Signalen bereits entstandener Zellgewebe. Ein Forschungskrimi mit Illustrationen von Jörg Kühn.

Seite 78





LEIHMUTTER

Mein Bauch gehört dir

Zwei GEO-Reporter erlebten eine Weltpremiere: Zum erstenmal geba
in den USA eine „Ersatzmutter“ Zwil
linge, die künstlich aus den Keimzel
len eines anderen Ehepaars ge
zeugt worden waren. Hierzulande verboten, ist Leihmutterchaft in Nordamerika zum großen Geschäft geworden. Unser Team suchte auch den Anwalt auf, der 1976 mit der Vermittlung der sonderbaren Dienstleistung begann. Seite 104

Seite 104

PRIMATEN

Pakte, die der Paarung dienen

Wie es der Gorilla-Mann mit seinen Frauen hält, verrät über den Vergleich der „Fortpflanzungsstrukturen“ auch manches über die menschliche Sexualität. Zwar gehören zur Zeugung von Nachwuchs immer zwei. Wie unterschiedlich jedoch die Geschlechter bei Menschenaffen und beim Menschen zusammenleben und sich paaren, berichtet der Affenforscher Volker Sommer. Seite 132

Seite 132

SITTEN

Trotz allem Lust und Liebe

Selten in der abendländischen Geschichte war erlaubt, was gefällt: Galt etwa die Liebe unter Männern im alten Griechenland noch als edel, wurde sie in der Folgezeit heftig bekämpft. Geistliche und weltliche Herrscher zensierten viele Kapitel der Erotikgeschichte. Doch nicht immer hielten sich die Menschen an die Weisungen von oben. Seite 142

Seite 142

HUMANGENETIK

Das Kreuz mit dem Erbe

Vor allem seine Gene sind es, die den Mensch zum Menschen machen: In den Bausteinen des Erbgutes steckt die Information für Haut- und Augenfarbe, für Rasse und Geschlecht, aber manchmal auch für furchtbare Krankheiten. Genetiker haben die Ursachen wichtiger Erbleiden aufgespürt. Sie lieferten allerdings auch die Argumente für die schlimmsten Auswüchse des Rassismus. Seite 154

Seite 154

Die Last mit der Lust	6
Die unbeherrschte Macht	
Wissenschaft und Medizin erobern die Fortpflanzung	23
Die Erfindung des Mannes	26
Die Kurieri der Sexualität	
Hormone steuern das Geschlechtliche	42
Der andere Traum vom eigenen Baby	46
Wenn kein Kind kommt	
Sterilität und ihre Behandlung	60
Der Tanz um das goldene Kalb	62
Von der Kopfgeburt	
zur körperlosen Zeugung	
Historie der Fortpflanzungsforschung	76
Früh krümmt sich, was zum Menschen werden soll	78
Verkehr mit kleinem Risiko	
Die Methoden der Verhütung	90
Der Kampf um den Abbruch	
Die endlose Abtreibungsdebatte	93
Der erste Check im Mutterleib	
Die Diagnose am ungeborenen Kind	95
Der Streit um den Schluck aus der Brust	
Wie gut ist Stillen?	98
Der (un)heimliche Erguß	
Samenspende und -übertragung	102
Mein Bauch gehört dir	104
Nun hocken sie wieder	
Die Geburt im Wandel der Mode	114
Der rettende Stich ins werdende Leben	
Therapie im Mutterleib	120
Im Falle »Fetus gegen Mutter«	
Der medizinische Fortschritt erzwingt neue Gesetze	128
Pakte, die der Paarung dienen	132
Trotz allem Lust und Liebe	142
Das Kreuz mit dem Erbe	154
Kur für kranke Moleküle	
Gen-Therapie soll Erbleiden heilen	162
Ohne Freud mehr Freud' für die Frauen	
Biologische Theorien zum Orgasmus	168
Wenn sich Kafkas K. bestinnungslos verirrt	
Dichter und Denker tun sich schwer mit dem Höhepunkt der Lust	170
Trieben auf den ersten Blick	
Bildessay zum Thema Liebe mit Texten von Hermann Unterstöger	172
Enzyklopädie der Ignoranz	
Vier renommierte Fachleute antworten	184
Von Abort bis Zygote	
Die wichtigsten Begriffe zu Sex, Geburt und Genetik	188
Bildnachweis, Literatur	
	197

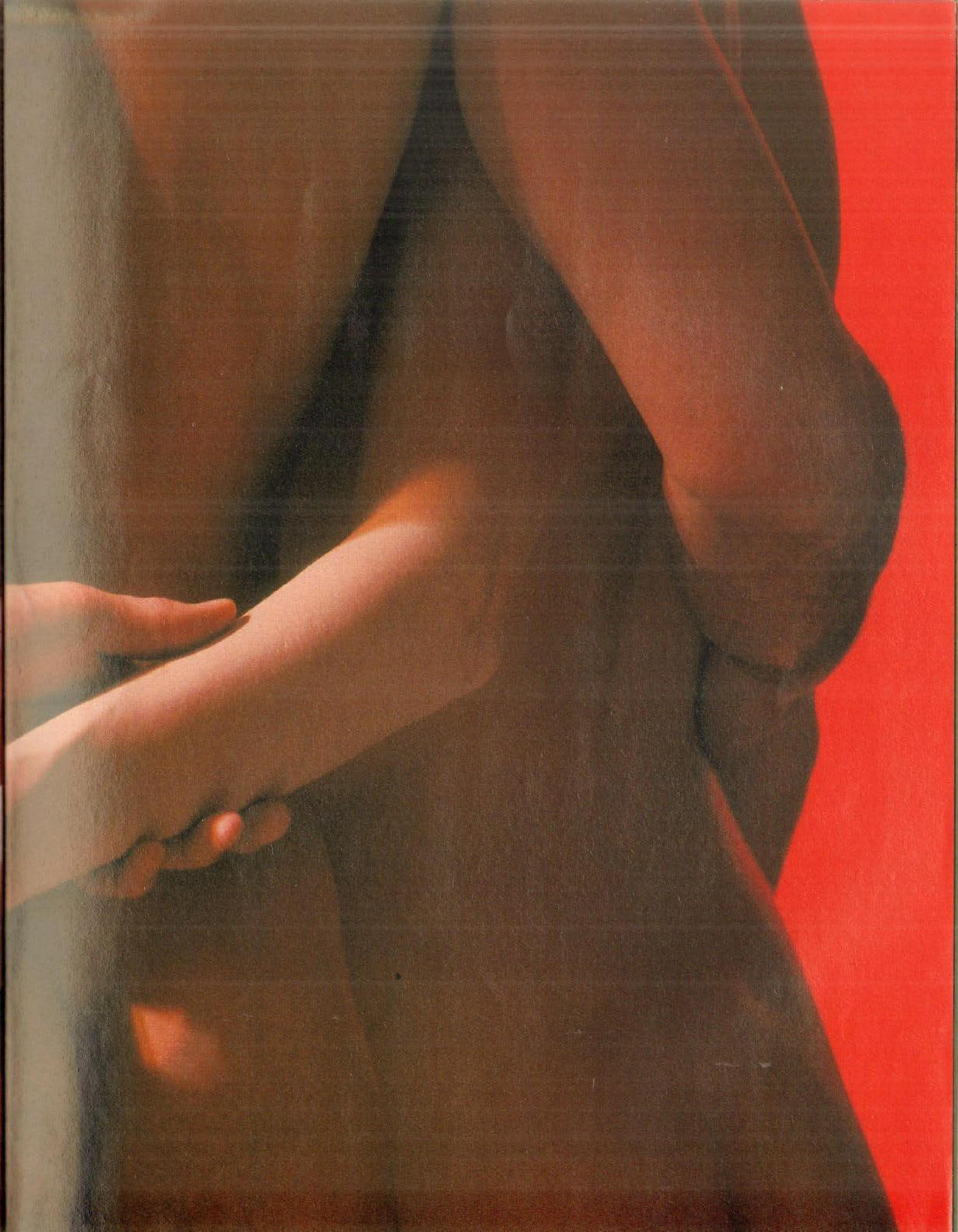
Titelfoto: Holger Scheibe. Kleine Fotos: M. Edelmann/PetitFormat/Focus(oben), CNRI/SPL/Focus(unten)

Redaktionsschluß: 17.3.1989



Die Last mit der Lust

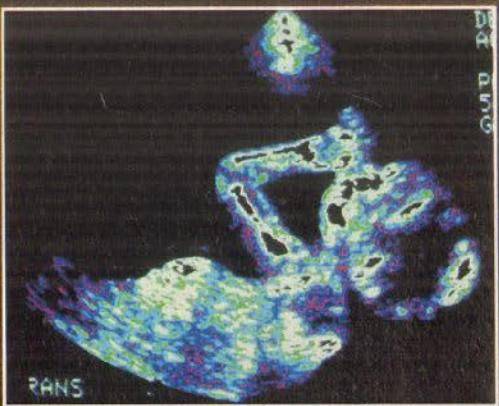
Die Lust am Sex ist zwar weitgehend gelöst von der Last der Fortpflanzung. Doch nach wie vor stürzen unerwünschte Schwangerschaften einerseits und unerfüllte Kinderwünsche andererseits Tausende ins Unglück. Von deren Hoffnungen leben wachsende Wirtschaftsbranchen. Sie verheißen Abhilfe durch neue Verhütungsmittel und die weitere Technisierung des Zeugungsaktes – eine Befreiung, gleichzeitig allerdings auch eine Enteignung der weiblichen Natur





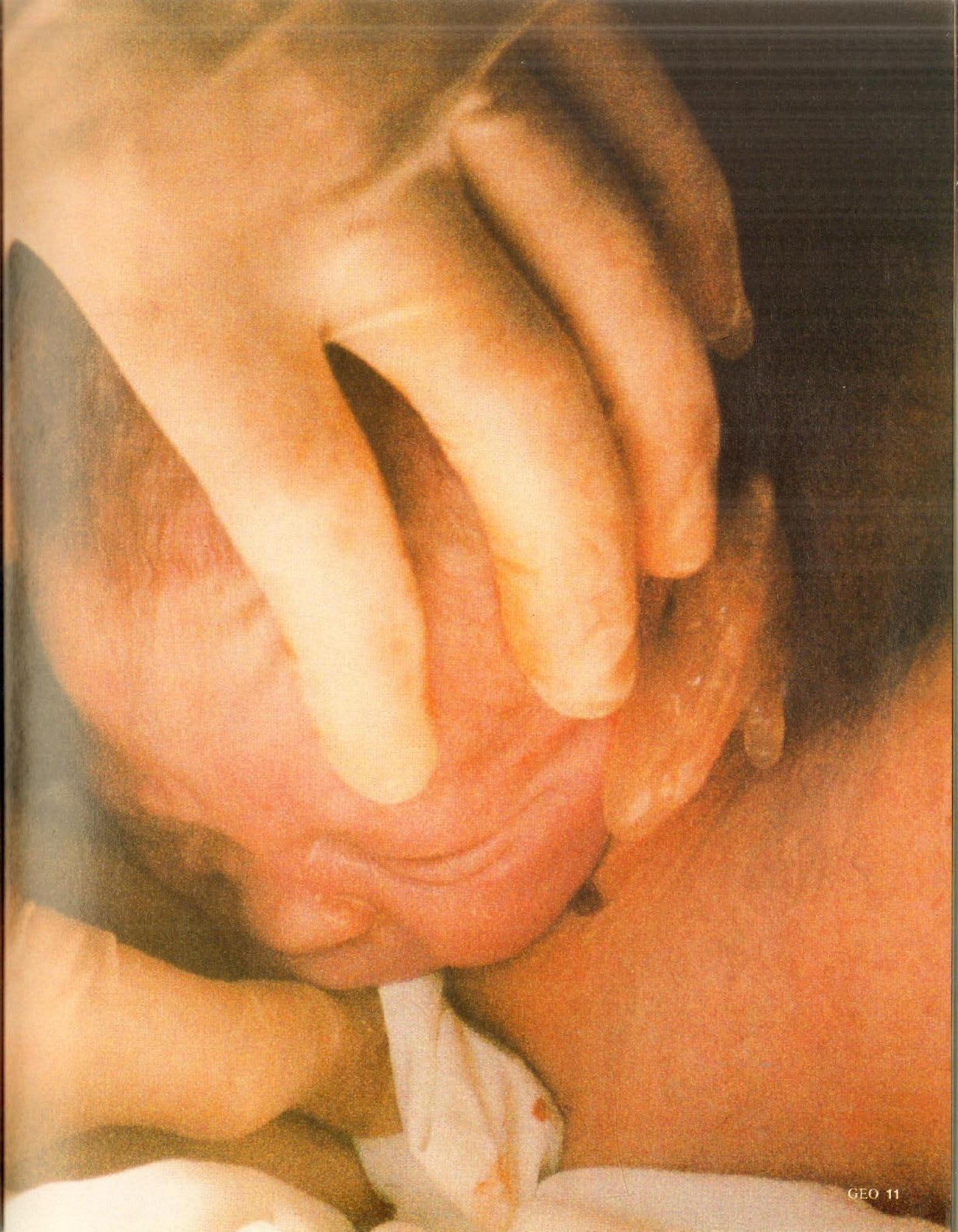
**Sein wahres Gesicht
zeigt der Mensch schon Monate
vor der Geburt**

Fünf Monate nach der Verschmelzung der elterlichen Keimzellen hat die Leibesfrucht im Dunkel der Gebärmutter bereits ein menschliches Antlitz. Schon im dritten Schwangerschaftsmonat war aus der winzigen befruchteten Eizelle ein Fetus mit sämtlichen Organen und Gliedmaßen geworden



**Herzlichen
Glückwunsch zum
Geburts-Tag**

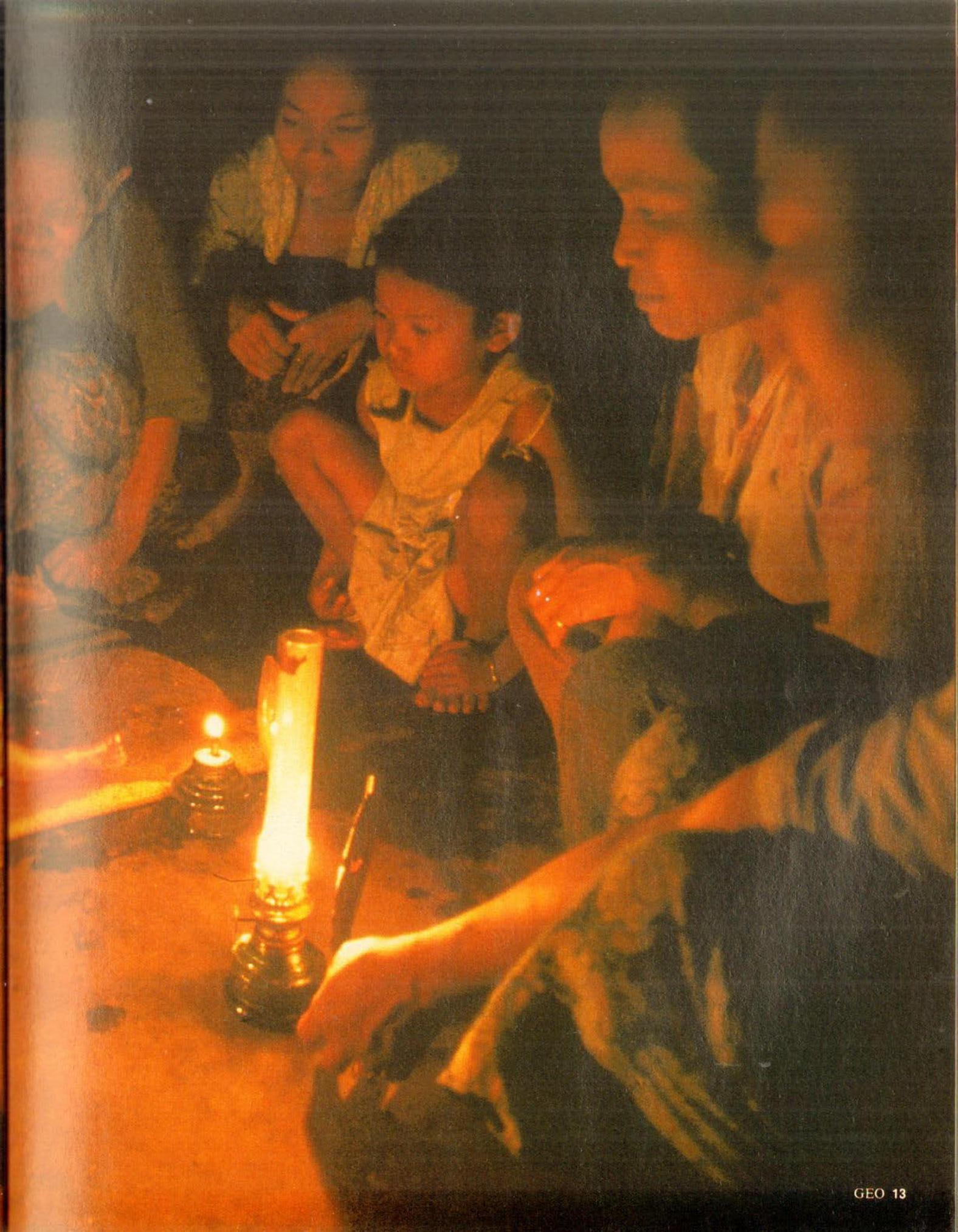
Wenn ein Baby ins Licht der Welt geschoben wird, muß es für seine Eltern heute kein unbekanntes Wesen mehr sein: Mit den Methoden der Pränataldiagnostik konnten sie ihr Kind lange vor der Geburt auf bestimmte Erbleiden untersuchen lassen. Per Ultraschall ließen sich viele Monate seiner Entwicklung verfolgen, das Geschlecht erkennen und dem Säugling im Mutterleib sogar beim Daumenlutschen zusehen





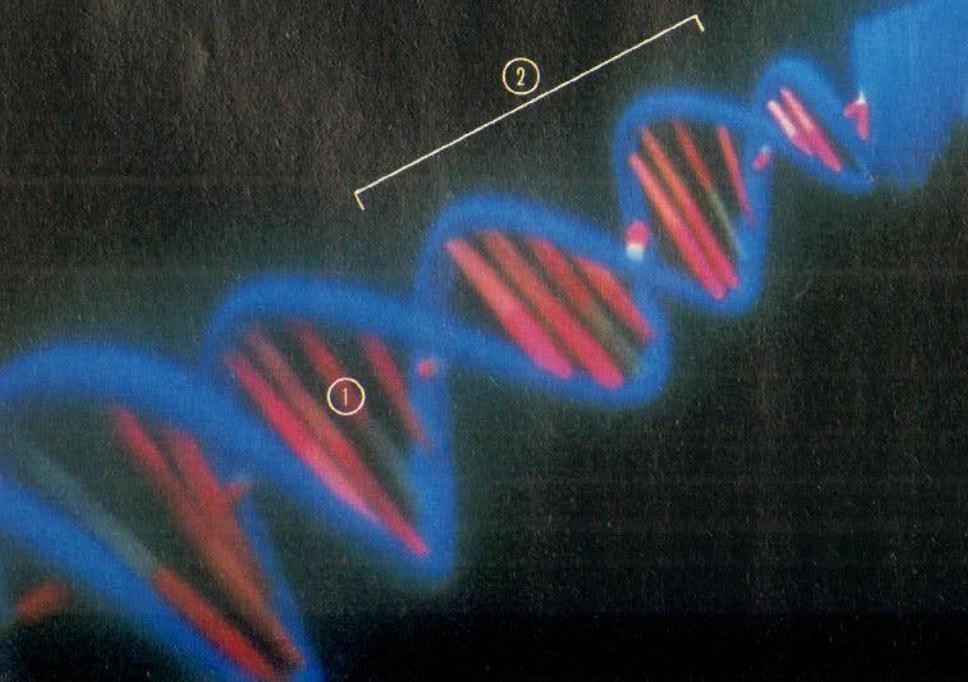
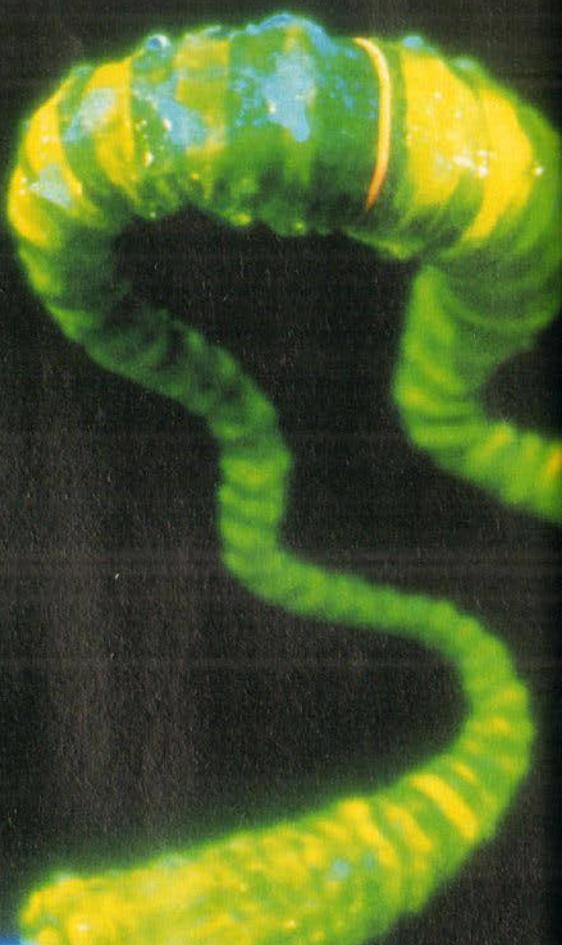
Feierlicher Empfang für einen neuen Erdenbürger

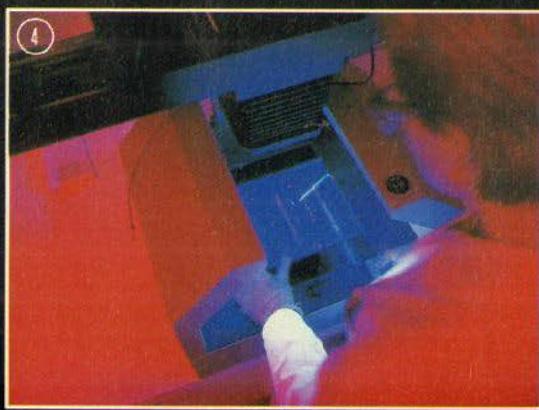
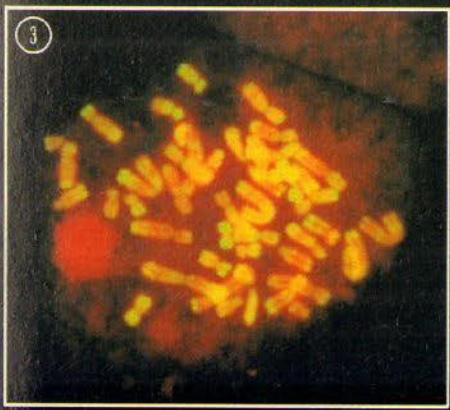
In manchen Teilen Indonesiens wäscht der Vater in einem Fluß das Blut aus der Strohmatte, auf der das Baby geboren wurde. Wenn kein Fluß in der Nähe ist, begräbt er die Matte. So vielfältig die Rituale der Begrüßung von Neugeborenen sind inzwischen auch die Methoden, ein Kind zu gebären – von der »natürlichen« Entbindung nach Art unserer Ahnen bis hin zum Kaiserschnitt im Operationssaal

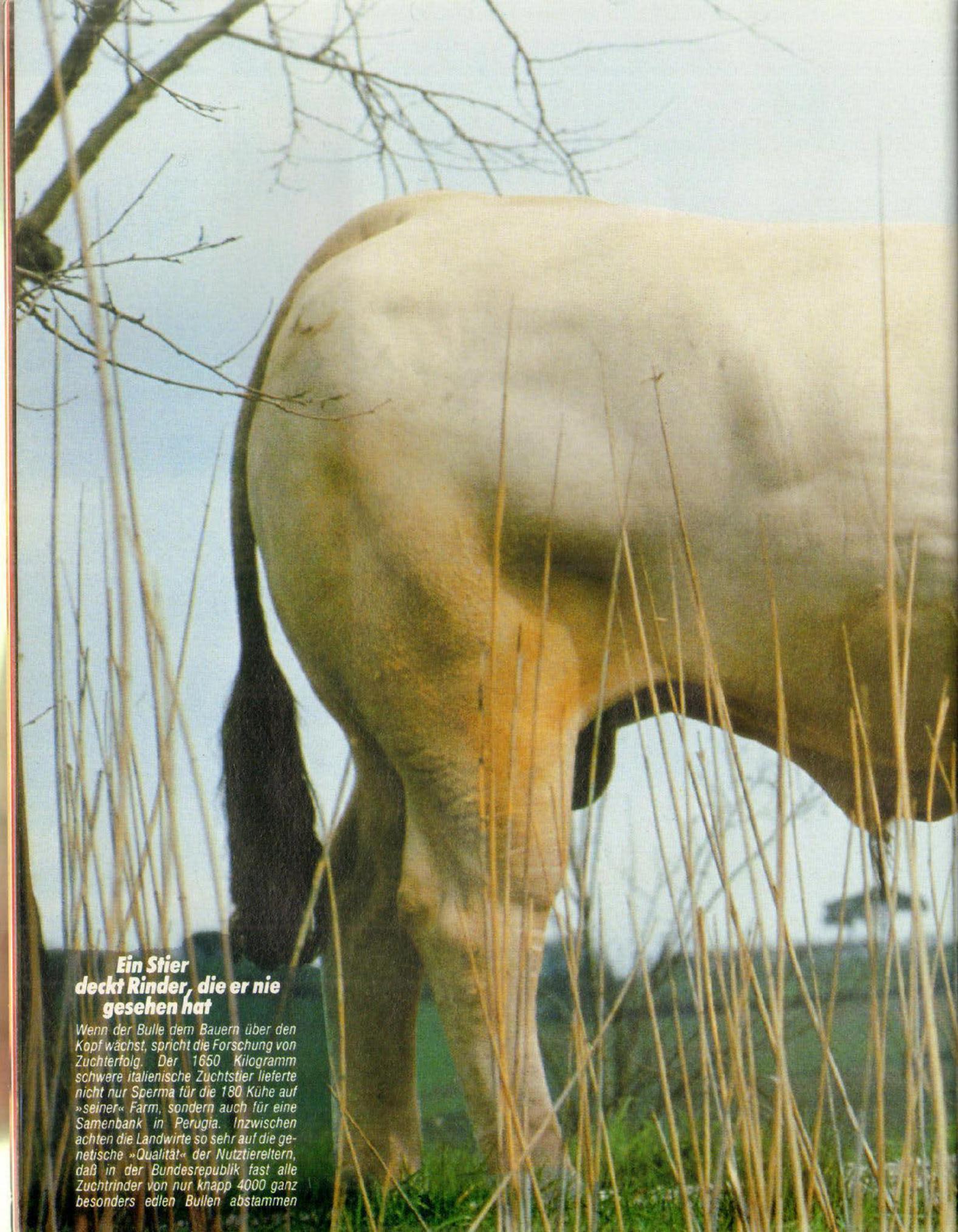


Eine Fliege half beim Angriff auf das mensch- liche Erbgut

Die Erbsubstanz aller höheren Lebewesen ist prinzipiell gleich aufgebaut: In der doppelsträngigen Desoxyribonukleinsäure (DNA) liegen sich jeweils zwei von vier möglichen »Basen« gegenüber ①. Meist machen etwa zehn solcher Basenpaare eine DNA-Windung ②. Die gewundene DNA ist zu Chromosomen aufgedreht. An den Chromosomen der Fruchtfliege (als Modell im großen Bild) wurden viele der Verfahren entwickelt, mit deren Hilfe sich Wissenschaftler heute an die Entschlüsselung des kompletten menschlichen Erbguts machen. In einem internationalen Kraftakt wollen sie menschliche Chromosomen ③ in definierte Stücke zerlegen und mittels biochemischer Trennverfahren ④ jedes der etwa drei Milliarden Basenpaare – und damit auch die rund 100 000 Gene – dechiffrieren. Der Hoffnung, dadurch auf erbliche Ursachen von Krankheiten zu stoßen, steht die Besorgnis vor der Manipulation des Menschen gegenüber







**Ein Stier
deckt Rinder, die er nie
gesehen hat**

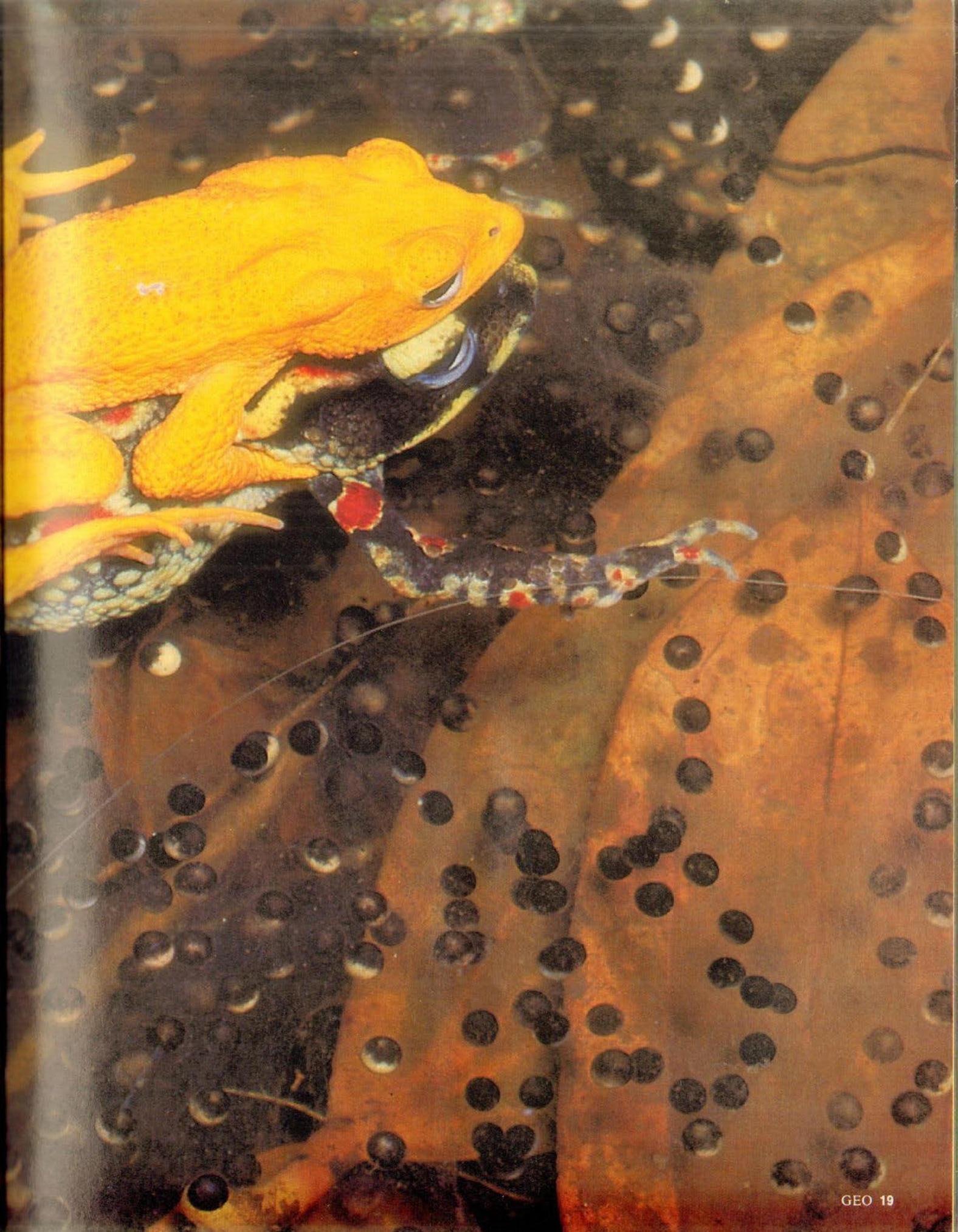
Wenn der Bulle dem Bauern über den Kopf wächst, spricht die Forschung von Zuchterfolg. Der 1650 Kilogramm schwere italienische Zuchttier lieferte nicht nur Sperma für die 180 Kühe auf »seiner« Farm, sondern auch für eine Samenbank in Perugia. Inzwischen achten die Landwirte so sehr auf die genetische »Qualität« der Nutztiere, daß in der Bundesrepublik fast alle Zuchtrinder von nur knapp 4000 ganz besonders edlen Bullen abstammen



Ein Akt im uralten Duett der Geschlechter

Das Männchen der Goldkröte besteigt ein Weibchen und entläßt eine Samenwolke über die reihenweise ins Wasser entlassenen Eier. Vermutlich vor einer Milliarde Jahre entwickelte sich die Sexualität und damit die Vereinigung von Keimzellen zweier Individuen. Diese völlig neuartige Art der Fortpflanzung brachte Schwung in die Evolution: Die Sex-Wesen eroberten den Planeten und brachten die sonderbarsten Formen hervor – zum Beispiel Männchen. Sex machte die Welt bunt. Viele Merkmale und Verhaltensweisen entstanden als Anpassung nicht direkt an die Umwelt, sondern an die Erfordernisse des Geschlechtsaktes: Um männliche Keimzellen mit weiblichen zusammenzubringen, entwickelten Pflanzen und Tiere unzählige Methoden

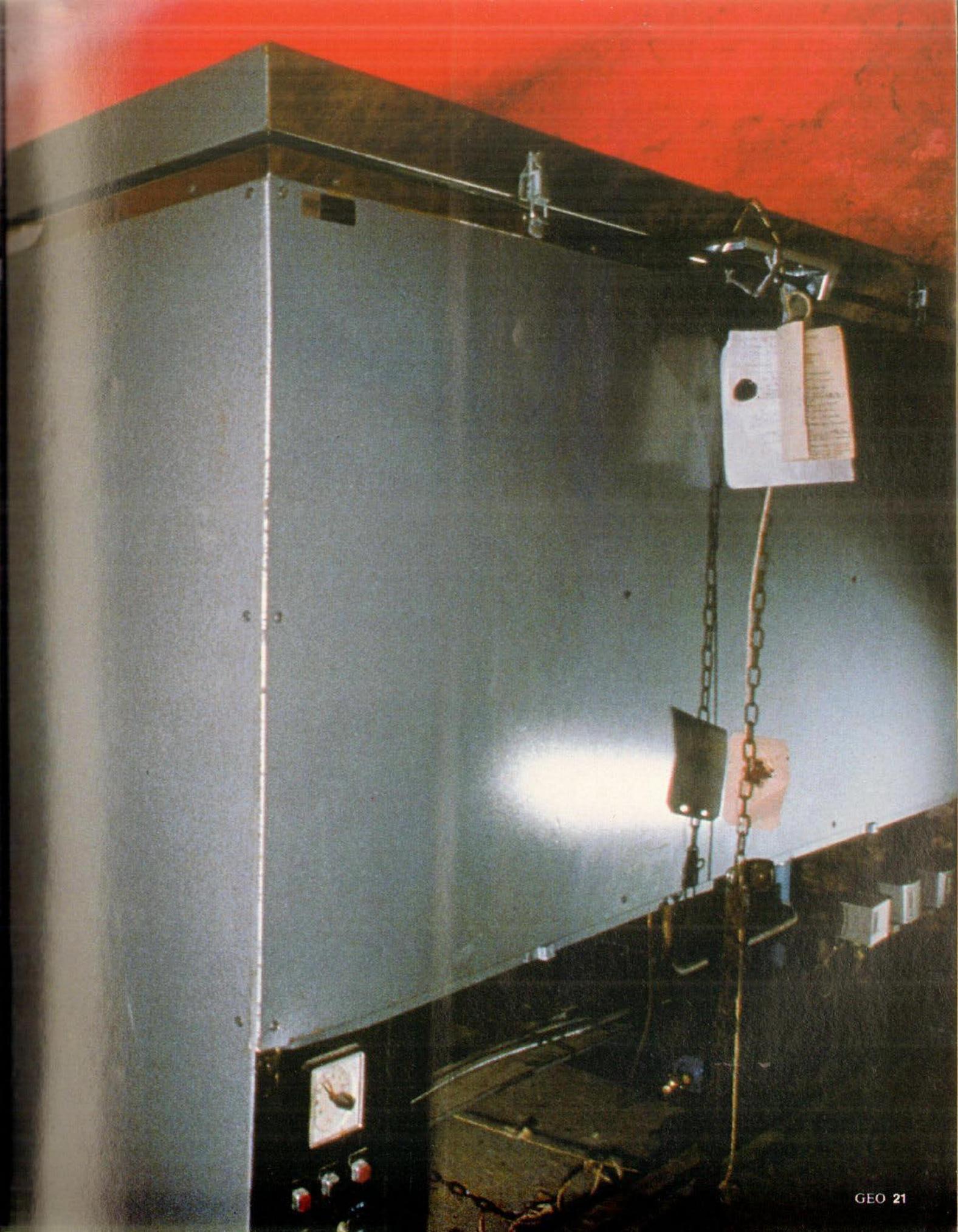


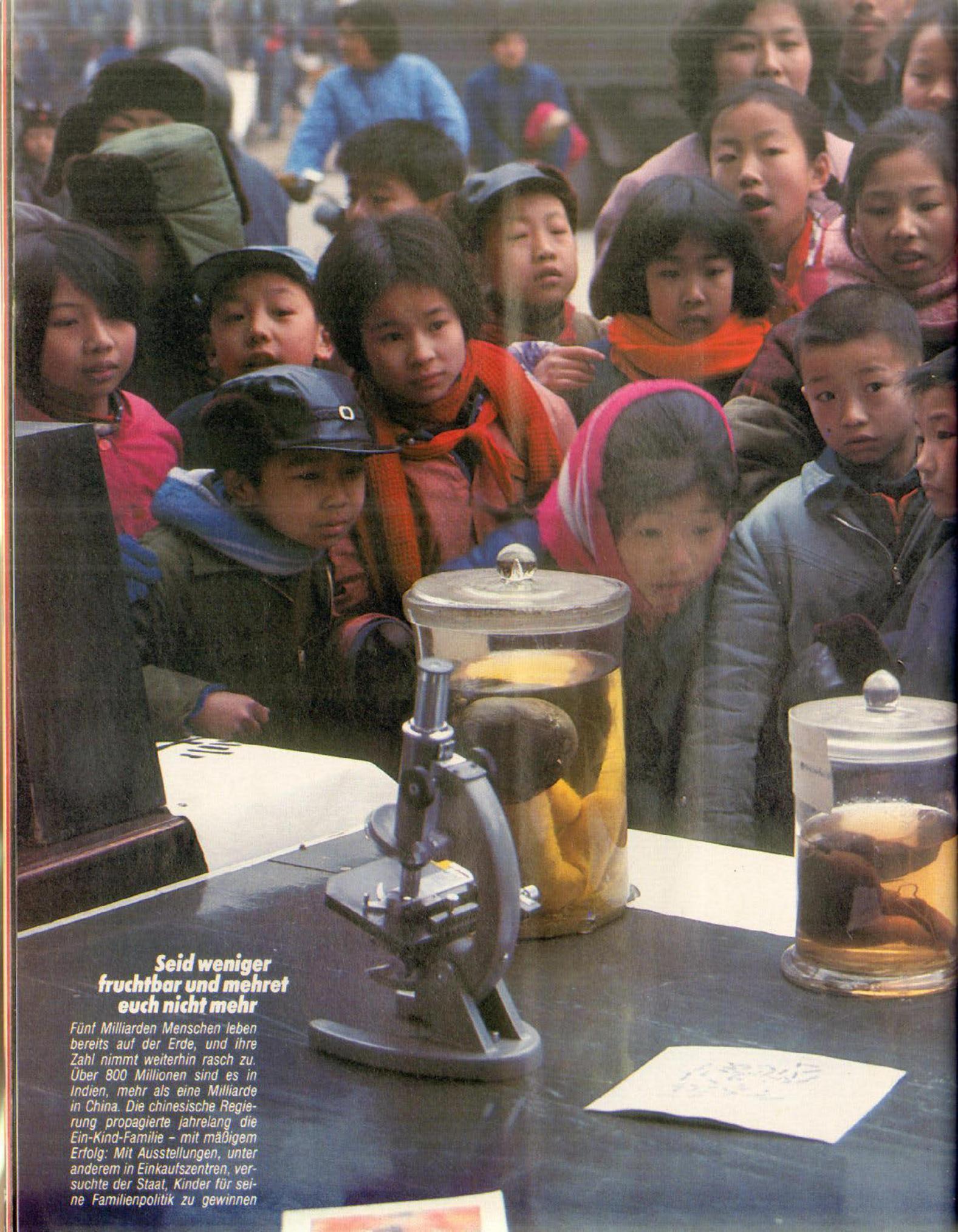




Die Hoffnungen des Professors liegen auf Eis

Im Keller eines Schlosses im französischen Neuil-sur-Layon liegt bei minus 55 Grad Celsius eine Leiche: Monique wurde von ihrem Lebensgefährten Raymond Martinot, einem ehemaligen Medizinprofessor, zehn Stunden nach ihrem Krebstod im Februar 1984 eingefroren. Er hält an seiner Hoffnung fest, die mit 49 Jahren Verstorbene könne wieder aufgetaut und reanimiert werden, wenn – vielleicht in 50 Jahren – eine Chance besteht, den Krebs zu behandeln. Die Erwartung, mittels Gen-Therapie ließen sich einmal heute noch unheilbare Leiden beheben, könnte das Geschäft mit der »Kryokonservierung« blühen lassen – auch wenn seriöse Wissenschaftler solchen Träumen keinerlei Chancen einräumen





**Seid weniger
fruchtbar und mehret
euch nicht mehr**

Fünf Milliarden Menschen leben bereits auf der Erde, und ihre Zahl nimmt weiterhin rasch zu. Über 800 Millionen sind es in Indien, mehr als eine Milliarde in China. Die chinesische Regierung propagierte jahrelang die Ein-Kind-Familie – mit mäßigem Erfolg: Mit Ausstellungen, unter anderem in Einkaufszentren, versuchte der Staat, Kinder für seine Familienpolitik zu gewinnen

1992/93
Foto: S. S. S.

Die unbeherrschte Macht

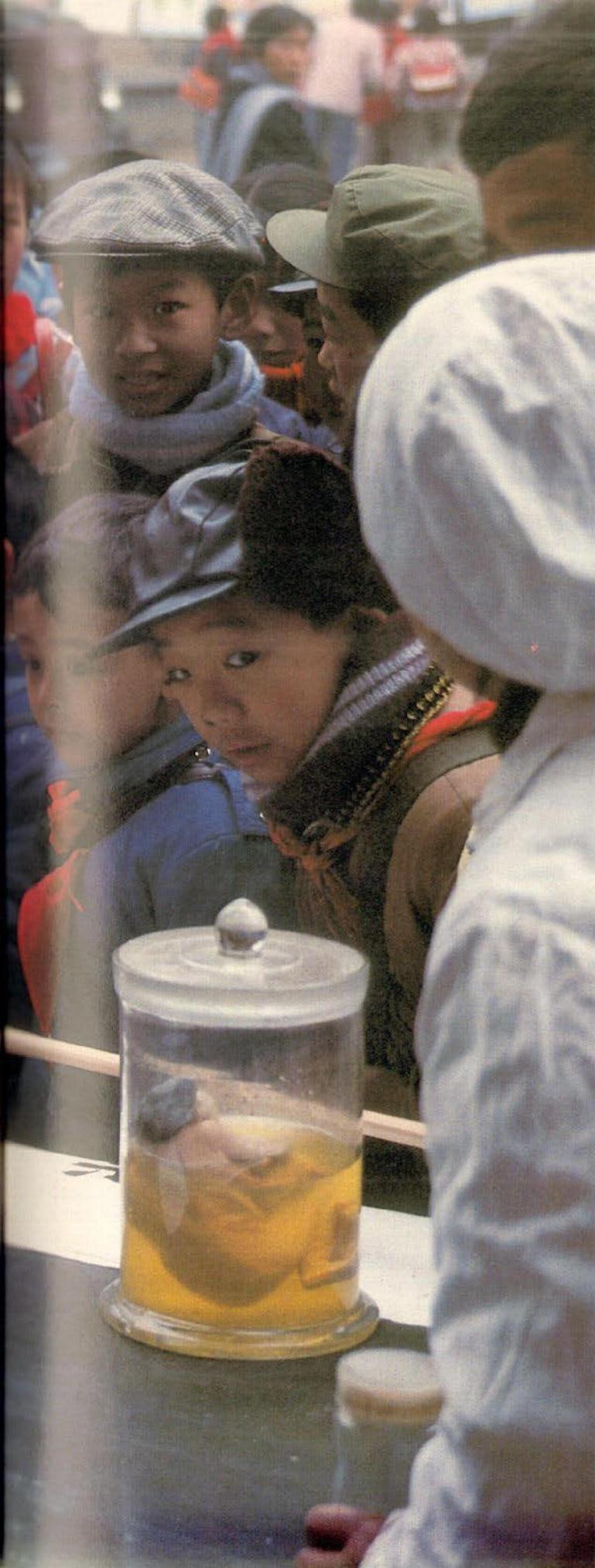
Ein Gespenst geht um in Europa – das Gespenst des „Bevölkerungsschwundes“. Alle Mächte des alten Europa und der Neuen Welt haben sich zu einer heiligen Hetzjagd gegen dieses Gespenst verbündet, der Papst und die Regierungen, französische Gynäkologen und australische Biologen, amerikanische Rechtsanwälte und bayrische Richter. Kaum scheint die – schon von den Rassendeologen angestrebte – Trennung der Sexualität in Fortpflanzung und Lust erreicht zu sein, kaum haben die Frauen das Selbstbestimmungsrecht über ihren Körper gekostet, da schallt es ihnen entgegen: „Die Deutschen sterben aus“, „Kaum noch Bambini bei den Italienern“. Politiker und Klerikale, Juristen und Ärzte rätseln an Rezepten gegen die „Geburtenkrise“, bündeln ihre Erwägungen zu dem, was schließlich „Familienpolitik“ wird: eine Politik im Dienste höherer Geburtenraten. Die Eingriffe der Wissenschaft in die Natur der Fortpflanzung werden zunehmend zu Angriffen auf die weibliche Natur.

Ein Gespenst geht um in der Dritten Welt – das Gespenst der „Überbevölkerung“: „Auf der Erde wird es immer enger“, heißt es. Abgesehen davon, daß unter allen Erdregionen vor allem Mitteleuropa „überbevölkert“ ist, fällt auf, daß die Welt familienpolitisch an zweierlei Maß gemessen wird: In den entwickelten Ländern soll die Geburtenrate mit aller Macht erhöht und in den „Entwicklungsländern“ manchmal mittels drastischer Maßnahmen gesenkt werden.

So gegensätzlich sie auch erscheinen mögen, die beiden Gespenster sind Geschwister, Ausgeburten des medizinischen Fortschritts. Der hat – vor allem durch verbesserte Hygiene – die Zahl überlebender Nachkommen und deren Lebenserwartung erheblich vergrößert und somit die Fortpflanzung kalkulierbar gemacht. Die Dritte Welt hat diesen „Fortschritt“ – in der Regel durch fremde Mächte erzwungen – nachvollzogen, doch die weiteren „Entwicklungen“ sind dort überwiegend ausgeblieben:

- die Befreiung der Frauen von der Gefangenschaft der Gebärerinnenrolle;
- die Bereitstellung aller Methoden der „Geburtenkontrolle“ und Familienplanung;
- der Aufbau sozialer Netze, die eine Altersversorgung unabhängig von der Kinderzahl ermöglichen.

Wie können wir „Reichen“ aber von den „Armen“ eine Bevölkerungspolitik fordern, für die ih-



nen fast alle Voraussetzungen fehlen? Verbirgt sich dahinter nicht eine subtile Form von Rassismus und die schwelende Angst, einmal unterzugehen im Konzert der Völker, in dem wir heute noch den Ton angeben? Gehen wir nicht davon aus, daß – auch ökonomisch – ein indisches oder mexikanisches Baby weniger wert ist als ein deutsches oder italienisches Neugeborenes?

In den entwickelten Ländern sind Kinder nicht nur Mangelware, sondern Investitionsobjekte von Familie und Staat. Wir befinden uns in einem merkwürdigen Circulus vitiosus: Je weniger Kinder geboren werden, desto wertvoller wird das einzelne. Je wichtiger und teurer jedes einzelne Kind ist, desto mehr Rechte werden dem Ungeborenen zugeschlagen, desto mehr Menschen entscheiden sich aber auch gegen Risiken und Pflichten – also gegen Nachwuchs. Folge: Die Kinderzahl nimmt weiter ab.

Reichtum und Geburtenrückgang einer Nation hängen – über längere Zeiträume gesehen – direkt zusammen. Da mit dem Wohlstand auch der wissenschaftliche Fortschritt wächst und umgekehrt, wächst die Bedeutung der Forschung für die Familienplanung.

Verräterisch sind die Worte: Verhüttungspräparate heißen „Anti-Baby-Pille“, als ob sie sich gegen Säuglinge richteten; Schwangerschaftsabbrüche werden je nach Couleur „Abtreibung“ oder „Mord im Mutterleib“ genannt. Der „Fortschritt“ in der Fortpflanzungsmedizin verbirgt sich hinter der Bezeichnung „Sterilitäts-Therapie“. In „aussterbenden“ Völkern – hedonistischen zumal – proklamieren Politiker das Kinderkriegen als hehres Ziel, das vieles rechtfertigt: nicht nur hormonelle Stimulierung des Ei-Sprungs, sondern auch Follikel-Punktion, künstliche Befruchtung und Embryo-Transfer. Zum Samenspender, der sein Sperma für eine „Samenübertragung“ verkauft, ist die Ei-Spenderin gekommen, die ihre Keimzellen inbare Münze umsetzt.

Sterilität ist alles andere als selten – in manchen Fällen ist sie eine Folge von Umweltgiften, wie einige Forscher vermuten. Sie gilt indes als „organisch“ therapierbar. Doch oft hat Kinderlosigkeit psychische Ursachen: Etwa die Hälfte von 1000 Frauen, die eine Münchner „Kinderwunschnach-

Sprechstunde“ aufsuchten, wurde schwanger, ohne organisch behandelt worden zu sein. Die In-Vitro-Fertilisation (IVF), ursprünglich auf Frauen mit gestörter Eileiterfunktion beschränkt, wird heute oft auch bei nicht erkennbaren Ursachen empfohlen. Dabei hat sich an den Bedenken kaum etwas geändert: Die IVF-Behandlung ist für Frauen nach wie vor eine Tortur mit geringer Erfolgsaussicht (um zehn Prozent).

Doch solange Frauen und Ehepaare sich sehnstüchtig eigene Kinder wünschen, werden sie es auch weiterhin sogar auf widrigen Wegen – etwa mit Hilfe von Leihmüttern, wie in den USA – versuchen: Auch die neuen Reproduktionstechniken gehorchen offenbar dem Gesetz von Angebot und Nachfrage – besonders wenn, wie der Münchner Gynäkologe Manfred Stauber sagt, „eine unheilvolle Allianz zwischen einem krankhaften Kinderwunsch und einem Arzt mit unbedingtem Erfolgsstreben“ geschlossen wird.

Mit steigender Investition in ein Kind wird für die Eltern auch die „Qualität“ ihres Sprosses immer wichtiger: Wie Gesundheit und Schmerzfreiheit ist die genetische Unversehrtheit des Kindes zu einer Art ungeschriebenen Grundrecht geworden. Durch die pränatale Früherkennung können schwere Erbleiden identifiziert werden. Doch wo wird die Diagnose haltmachen, wenn erst einmal sehr viel mehr Gene bekannt und analysierbar sind? Wie werden Eltern entscheiden, wenn ihr Kind mit Genen „belastet“ sein wird, als deren Folge womöglich mit Depressionen zu rechnen ist, mit Kreislaufproblemen oder Kurzsichtigkeit?

Solche Fragen sind aus dem Bereich der Spekulation in die Realität gerückt, seit sich Wissenschaftler vor allem in den USA und Japan um die Entschlüsselung des menschlichen Erbgutes, die Totalsequenzierung des Genoms bemühen. Berauscht vom High-Tech-Gerede und einen wissenschaftlichen Rückstand fürchtend, will sich neuerdings auch die Europäische Gemeinschaft an den Bemühungen beteiligen: Zunächst 30 Millionen Mark schießt die EG in ihr Programm mit dem schönfärberischen Namen „Prädiktive Medizin“. Der EG-Forschungsausschuß ist jedoch in die Schußlinie der Kritik besonders aus der Bundesrepublik geraten, weil in seinem Papier auch von „Reihenuntersuchungen“ zum Aufspüren von Erbkrankheiten und „frühzeitigen Eingriffen“ die Rede ist. Kritiker vor allem hierzulande sehen sich an die „rassenhygieni-

der nächsten Jahre mit der ersten Schwangerschaft eines Mannes

schen“ Maßnahmen der Nazis mit Mitteln der modernen Biologie erinnert.

Wie immer bei Fortschritten in der Wissenschaft kann niemand garantieren, daß vorhandenes Wissen nicht irgendwann – „zum Wohle des Kindes“ – mißbraucht wird. Droht uns nicht, wie der Wissenschaftssoziologe Ulrich Beck es formuliert, eine „Eugenik“, die „alle Kennzeichen einer finsternen Verschwörung abgelegt“ hat und das zeitgemäße „Kostüm von Gesundheit und Produktivität“ trägt? Bewegt sich die Menschheit mit großen Schritten auf den fehlerfreien, den gezüchteten „Menschen nach Maß“ zu?

Sollte das, was unter der freundlichen Bezeichnung „Keimbahn-Therapie“ diskutiert – und zur Zeit noch abgelehnt – wird, als Methode zur Veränderung des Erbgutes eingesetzt werden (wie bei Mäusen schon erfolgreich erprobt), sollte dann auch noch die Vervielfältigung von Maß-Menschen durch Klonierung möglich werden, dann wird vielleicht probiert, was in einem deutschen Lehrbuch für Molekularbiologie zu lesen ist: „Replikation von Individuen großen Genies oder großer Schönheit“. Oder auch die „Lieferung großer Mengen erbgleicher Subjekte für wissenschaftliche Studien“. Die Gesellschaft muß sich ernsthaft fragen, ob eine kleine Zahl erbarmungswürdiger Erbkranker und ein paar hundert „extra-korporal“ erzeugter Kinder einen Freibrief für die Forschung rechtfertigen. Ist die Sequenz „Krankheit – Therapie – Mißbrauch“ wirklich selbstverständlich?

Mit dem „Human Genome Project“, das viele Forscher wegen der enormen Kosten und des geringen Nutzens für überflüssig halten, sind „Heilkunde“ und Wissenschaft im Begriff, noch mehr Macht über die Fortpflanzung an sich zu reißen: Seit Lust und Reproduktion voneinander trennbar sind und immer weitere Bereiche der Fortpflanzung unabhängig vom weiblichen Körper werden, wird auch die Schattenseite der sexuellen Revolution immer deutlicher: die Enteignung der weiblichen Natur durch Technik.

Zudem sind auch in der Abtreibungsfrage diejenigen wieder auf dem Vormarsch, die mit dem Selbstbestimmungsrecht der Frauen nicht viel im Sinn haben: Memminger Männer – Staatsanwälte

und Richter – führen vor, wie der Paragraph 218 des Strafgesetzbuches ausgelegt werden kann. Die Vergewaltigung in der Ehe hingegen, die erzwungene Zeugungen ermöglicht, ist nach wie vor straffrei. Und wie ehedem herrscht vielerorten blanker Sexismus, regiert Männermacht und Machotum das Zusammenleben der Geschlechter, aufgeheizt durch Porno und Peep-Show, unterstützt durch Frauen, über die Alice Schwarzer schreibt, „daß es nicht nur den Macker draußen zu bekämpfen gilt, sondern auch das Weibchen drinnen“.

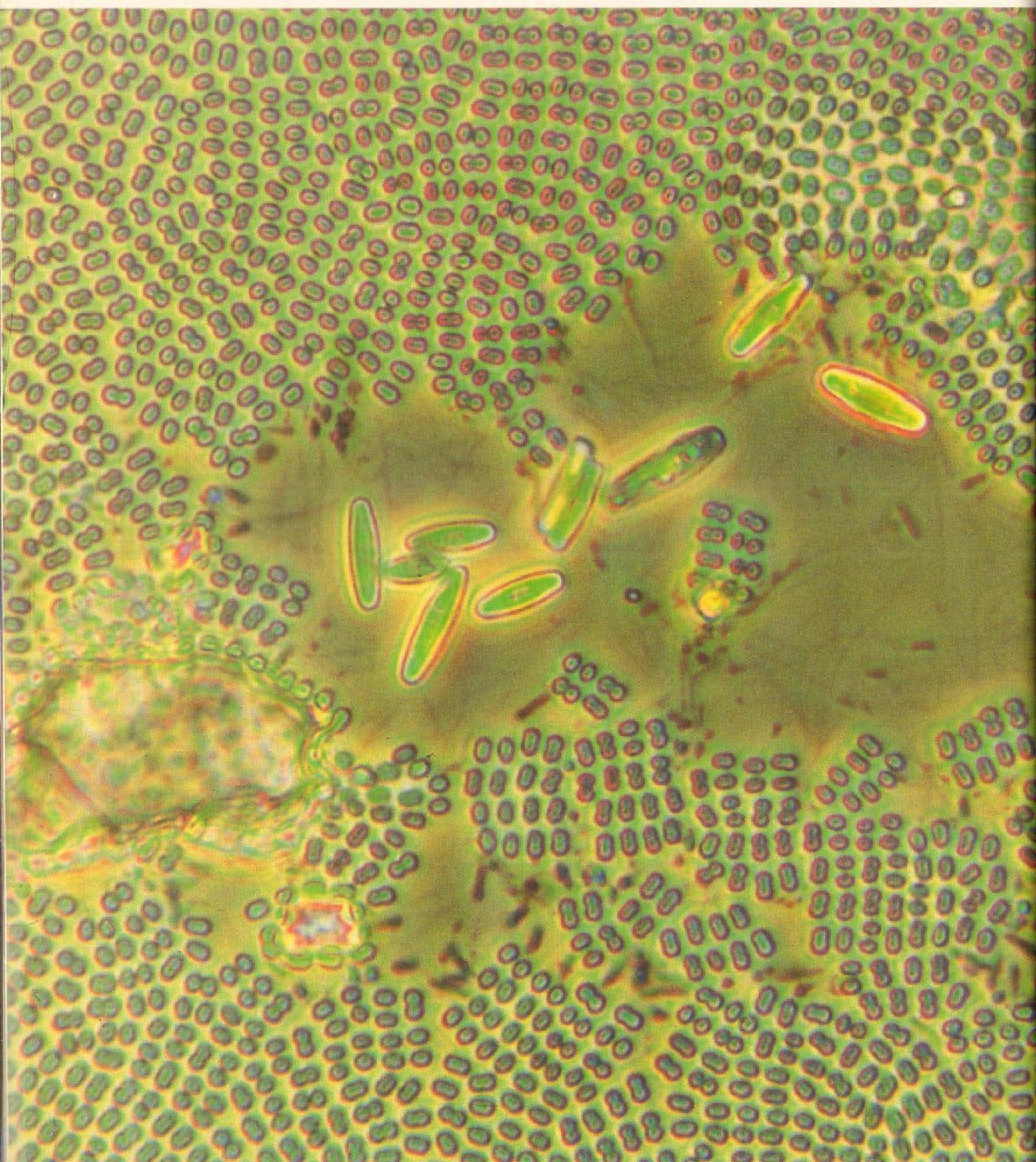
Beruflich werden Frauen nicht für voll genommen, solange sie schwanger zu werden „drohen“. Andrereits betrachtet die Gesellschaft sie, wie die Feministin Verena Stolcke analysiert, als „entbehrlich“, wenn sie „ihre reproduktive Pflicht erfüllt“ haben.

Geht der Same des Aristoteles – für ihn war die Mutter nur ein Nährgefäß, in dem aus dem „Samen“ der Mensch wuchs – abermals auf? Wir erleben heute eine Wiedergeburt der Ideen der griechischen Mythologie: Dort gebar Gottvater Zeus seine Tochter aus dem Kopf. Heute gebären Köpfe Projekte, die Frauen ureigenstes Terrain streitig machen werden: Australische Wissenschaftler rechnen innerhalb der nächsten zwei Jahre mit der ersten Schwangerschaft eines Mannes.

Können wir angesichts dessen ein Vorbild für die Dritte Welt sein? Sollen wir unsere Neuerungen, wie die in Frankreich entwickelte und zugelassene, hierzulande aber umstrittene „Abtreibungspille“ exportieren, die nur unter medizinischer Überwachung verwendet werden darf? Wie „erfolgreich“ neue medizinische Verfahren in Ländern der Dritten Welt „umgesetzt“ werden, zeigt das Beispiel Indien: Dort werden – nach Geschlechtsbestimmung mittels Pränataldiagnostik – unerwünschte Feten in großer Zahl „selektiv abgetrieben“: Vor allem weibliche Keime, die als Mädchen ihre Eltern viel Geld kosten würden, finden den Tod – am Ende einer Ursache-Wirkungs-Kette von Forschung, Anwendung und Zweckentfremdung.

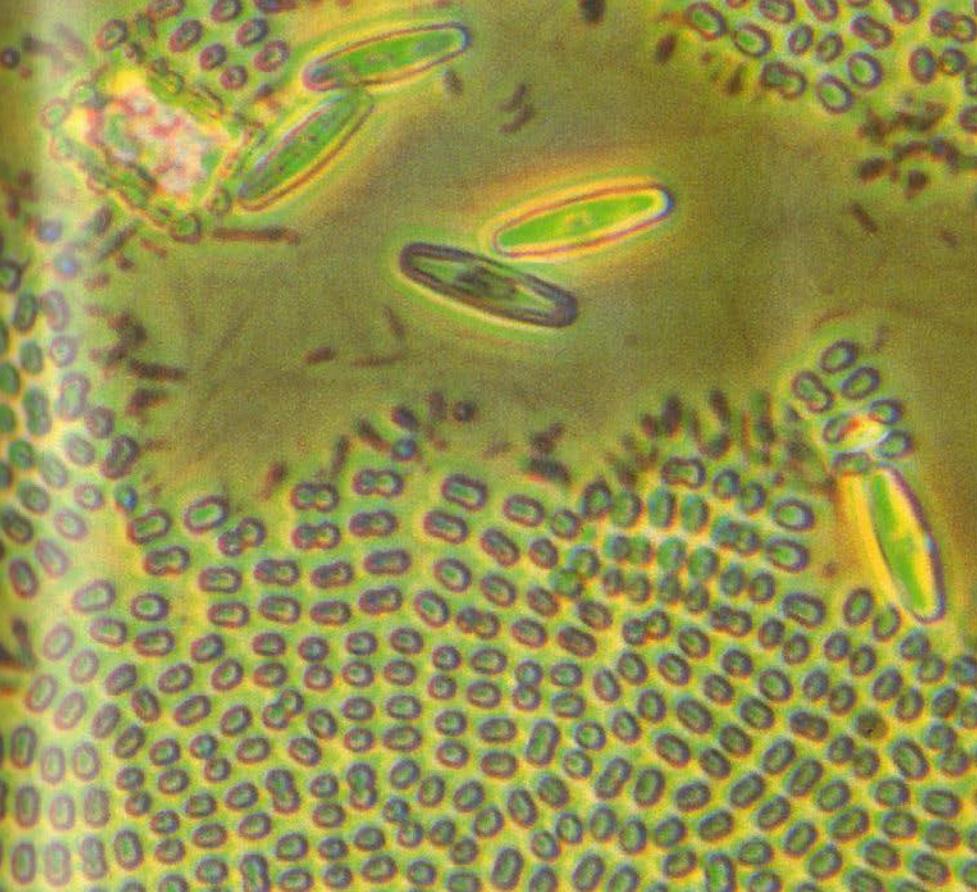
Die Statistik spricht eine eigene Sprache: Nach einer Schätzung der Vereinten Nationen werden in den nächsten Jahren in der Dritten Welt allein rund 600 000 Kinder sterben, weil sie mit Untergewicht zur Welt kommen. Etwa 100mal so viele, wie weltweit – mit gewaltigen wissenschaftlichen und ökonomischen Anstrengungen – bislang als „IVF-Kinder“ geboren worden sind.

Jürgen Neffe



Das Leben ist rund vier Milliarden Jahre alt und war die ersten drei Milliarden Jahre nicht auf »echten« Sex angewie-

Die Erfindung des Mannes



sen. Die Urwesen vermehrten sich einfach durch Teilung – wie Blaualgen das noch heute tun

Sexualität ist eines der größten Mysterien des Lebens. Seit Jahren streiten Wissenschaftler sich darüber, wie Sex überhaupt entstehen konnte. Kaum eine ihrer Theorien ist für Männer schmeichelhaft – gleich welcher Spezies. Bestenfalls gelten Männchen noch als Quelle für genetische Vielfalt. Oder als Vorratslager für intaktes Erbmaterial, auf das Weibchen zurückgreifen können. Und manche Forscher betrachten Sex sogar als Krankheit, bei der Männchen Weibchen infizieren



Sex ist die Königin", schreibt Graham Bell aus Montreal und meint „die Königin der Probleme“ bei seinen Forschungen: „Vielleicht hat kein anderes Naturphänomen so viel Interesse geweckt; gewiß hat keines vergleichbare Verwirrung gestiftet.“

Denn Sex ist Ansichtssache, auch unter Forschern.

„Billigerweise“, sagt Michael Rose im kalifornischen Irvine, „kann Sex als eine Art Krankheit verstanden werden, an die sich Tiere und Pflanzen anzupassen lernten.“

Sein Kollege Rick Michod aus Tucson in Arizona fügt hinzu: „Paradox ist, gemessen am scheinbar geringen Nutzen, der enorme Aufwand für Sex.“

„Sitzt wir“, fragt schließlich John Maynard Smith aus dem englischen Brighton, „etwa fest mit dem Sex?“

Es sind keine Sexualforscher, die hier zu Wort kommen. Die röhren ja vor allem im weiten Feld zwischen Lust und Frust. Die Debatte führen vielmehr Evolutionsbiologen, denen – wie schon manch geistlich Haupt beklagte – nichts heilig ist. Denn sie röhren mit ihren Fragen an Grundsätzliches:

- Warum ist Sex überhaupt entstanden?
- Wozu ist Sex gut – so gut, daß er sich im Laufe der Evolution nicht nur halten, sondern sich über den gesamten Planeten verbreiten konnte?

Jahrzehntelang herrschte relative Ruhe an der Sex-Front jener Biologen, die sich mit der Entstehung und Entwicklung des Lebens beschäftigen. Das mag nicht zuletzt an den Schwierigkeiten gelegen haben, die ihnen der Erkenntnisprozeß bereitete. Schließlich gibt es, wie Michael Rose beklagt, „keine Zeitmaschine, die uns in die ferne Vergangenheit zurückbefördert“. Dennoch ist in jüngerer Zeit wieder Bewegung in die Reihen geraten: Die Methoden der Molekularbiologie und raffinierte Computersimulationen haben vor allem junge Forscher zu völlig neuen Hypothesen gebracht.

Ihre Ideen sind nicht gerade ermutigend für jenen Teil der Menschheit, dessen Selbstbewußtsein vornehmlich am Mann-Sein hängt: Degradiert zu nützlichen Lieferanten von Erbmaterial, zu Überbleibseln einer aus dem Ruder gelaufenen Evolution, biologisch womöglich völlig überflüssig, müssen sich Väter und Faschingsprinzen, Machos und Malocher die Frage gefallen lassen: Ist der Mann ein Fehlgriff der Natur?

Warum, so mag mancher Phallusträger grübeln, steht nicht gleichberechtigt auch das andere Geschlecht zur Diskussion? „Männlich“ ist zunächst nichts als die Definition eines Geschlechts – was einschließt, daß es mehr als eines geben muß. „Männchen“ oder – menschlich gesehen – „Männer“ heißen jene Lebewesen, die Samenzellen (bzw. bei Pflanzen Pollen) produzieren, kleine Keimzellen im Überschuß, Massenware, bei der das einzelne nicht viel zählt – es sei denn, es gewinnt den Wettlauf zur Eizelle. 350 Millionen Spermien verschleudert der Mann bei einem Samenerguß. Wieviel mögen es beim Keiler sein, der auf einen Schlag einen halben Liter Ejakulat in die Vagina der Wildsau spritzt?

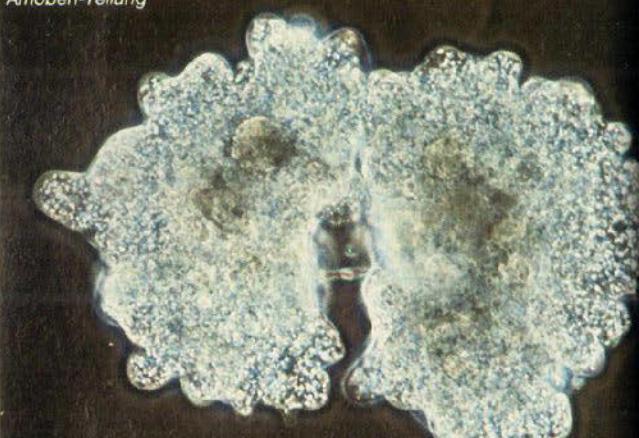
Die Existenz kleinerer Keimzellen unterstellt indes nicht nur, daß es auch größere, die Eier, gibt. Sie lenkt auch das (Unter-)Bewußtsein auf Verschmelzung und Befruchtung, auf Kopulation – aus männlicher Sicht alles notwendig für die Fortpflanzung. Mit den Augen der Männer betrachtet, könnten Frauen auch Auswüchse von Eiern sein, die neue Eier hervorbringen wollen und dazu Sperma brauchen.

Prinzipiell kämen die Eier jedoch auch ohne männliche Zutaten aus. Bei manchen Eidechsen etwa entwickeln sie sich tatsächlich ohne Samen:

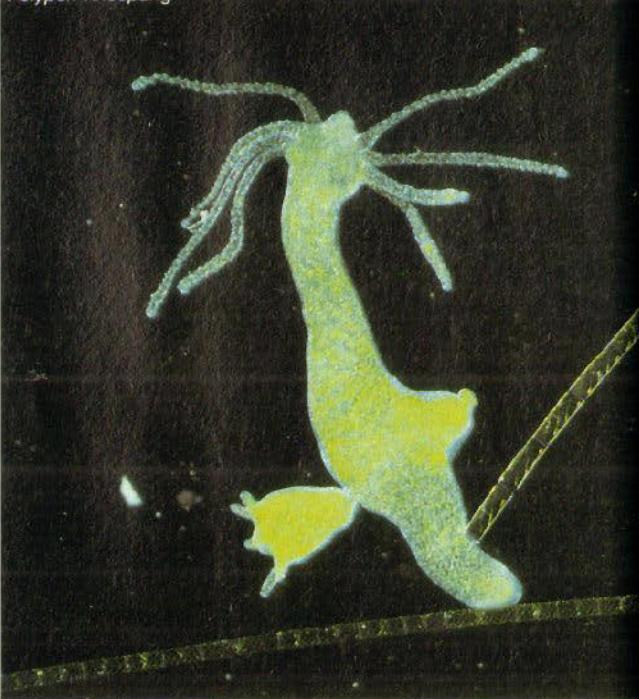
Bakterien-Konjugation – Vorform des Sex



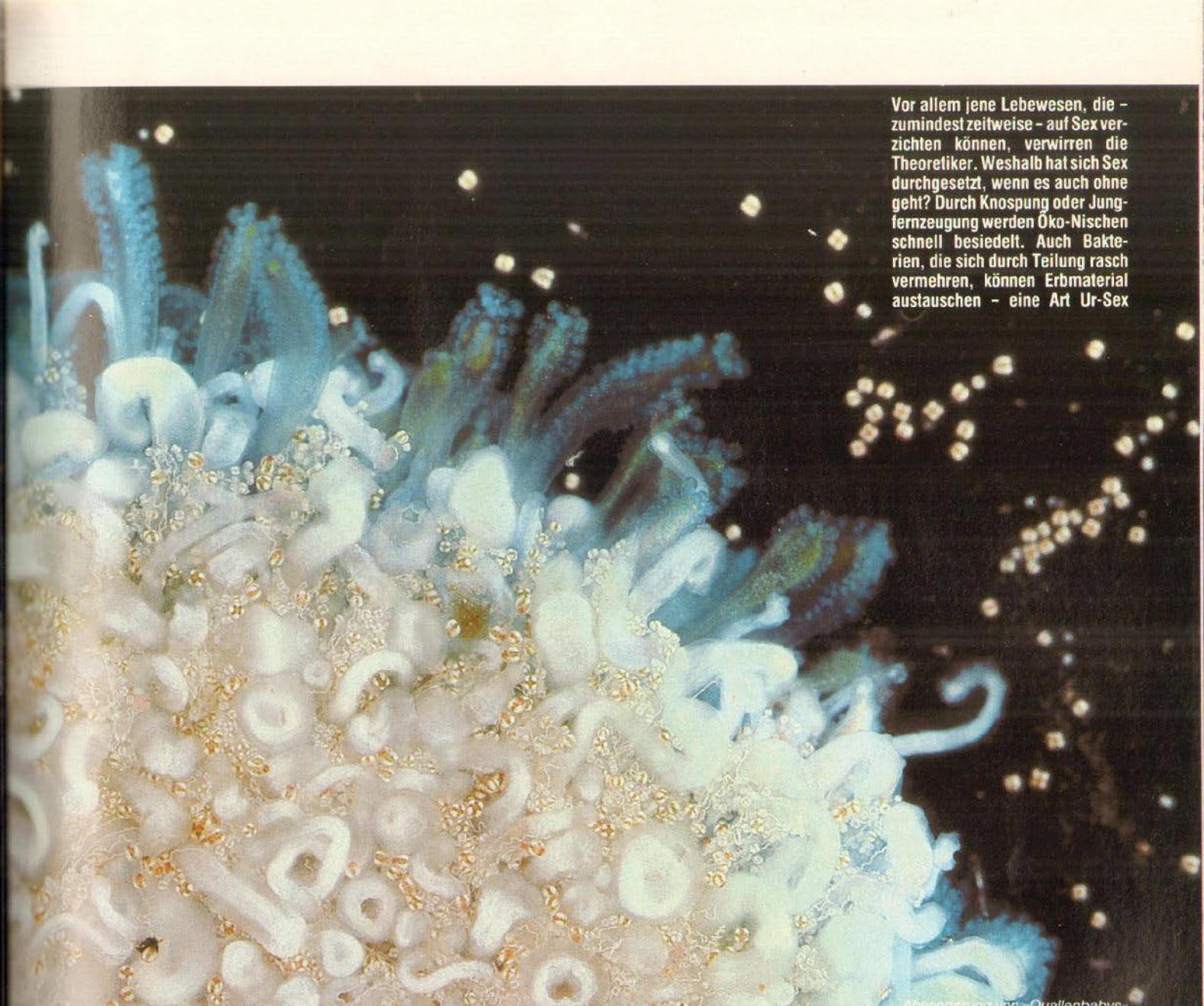
Amöben-Teilung



Polypen-Knospung



**Teilung,
Jungfernzeugung,
Knospung: Es geht auch
ohne Sex**



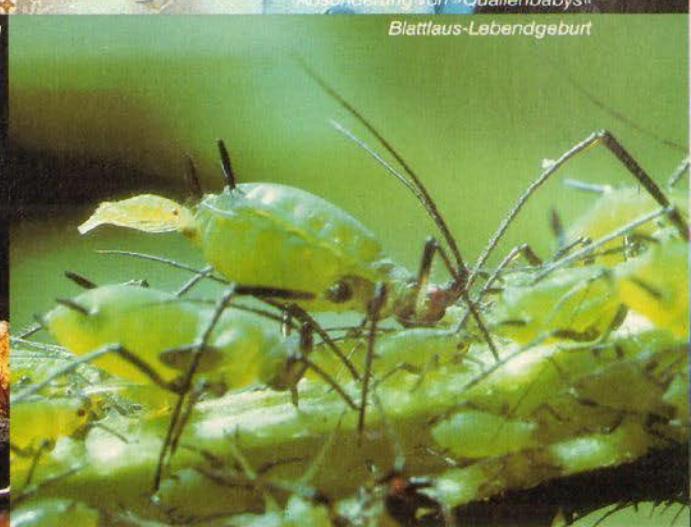
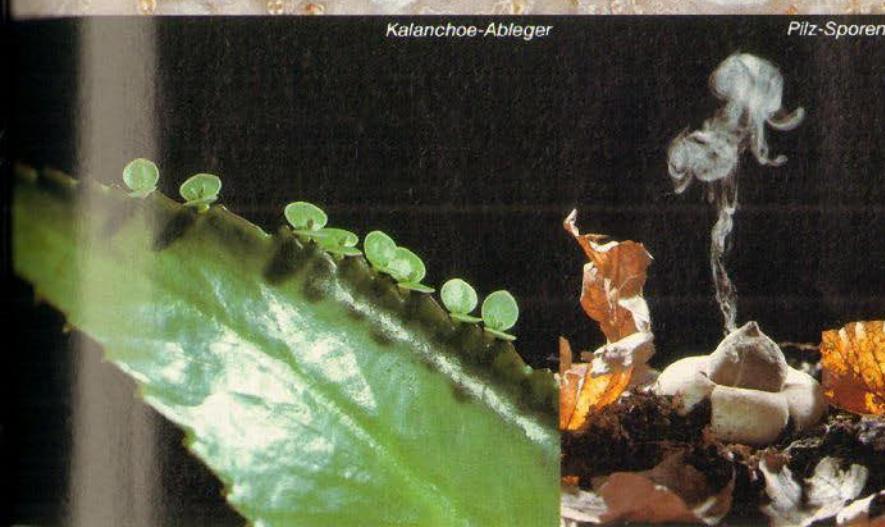
Vor allem jene Lebewesen, die – zumindest zeitweise – auf Sex verzichten können, verwirren die Theoretiker. Weshalb hat sich Sex durchgesetzt, wenn es auch ohne geht? Durch Knospung oder Jungfernzeugung werden Öko-Nischen schnell besiedelt. Auch Bakterien, die sich durch Teilung rasch vermehren, können Erbmaterial austauschen – eine Art Ur-Sex

Kalanchoe-Ableger

Pilz-Sporen

Absondern von »Quallenbabys«

Blattlaus-Lebendgeburt



Weibchen machen Eier machen Weibchen machen Eier. Der französische Biologe E. Bataillon brachte 1910 Frosch-Eier nur durch Anstechen mit einer Nadel zur Entwicklung – ohne Befruchtung mittels Sperma.

Das Weibliche kann somit als kontinuierlich, als ursprünglich angesehen werden. Damit kommt freilich auch eine Szene aus der biblischen Schöpfungsgeschichte ins Wanken: Die Modellierung Evas aus der Rippe ihres späteren Gatten.

Warum hat sich der Sex in der Natur durchgesetzt?

Nun lag zwischen Stammvater und Stammtisch eine gewisse Zeitspanne und während des Zivilisationsprozesses haben wir gelernt, mit der kleinen Ungereimtheit in Evas Lebenslauf und deren großen Folgen zu leben. Die Frage nach dem Sinn des Mannes ist lange keinem Mann in den Sinn gekommen. Denn eines steht fest: Es gibt uns – zahlreich, schön und stark. Nach fast drei Milliarden Jahren eintönigen Lebens auf Erden ohne „richtigen“ Sex – also ohne Männchen – entwickelten sich die „höheren“ Lebewesen. Damit gewann Oberhand, was das Bürgerliche Gesetzbuch schließlich „Beiwohnung“ nannte: Die Angehörigen von mehr als 99,9 Prozent aller Tier- und Pflanzenspezies praktizieren, *nolens volens*, irgendeine Art von Geschlechtsakt. Wenn sich etwas so eindeutig durchgesetzt hat, muß es dann nicht auch vorteilhaft sein?

Aber genau das ist es, was die naturwissenschaftlichen Denker und Deuter keineswegs so selbstverständlich hinnehmen. Zeigen denn ihre Beobachtungen nicht, daß die Natur ihre bizarren Formen und scheinbar sinnlosesten Übertreibungen ausgerechnet im Zusammenhang mit dem Geschlechtlichen hervorbringt? Ob Hirschgeweih oder Pfauenschweif, ob Ohrring oder Orchideenblüte – kein Aufwand scheint zu groß für das eine, und immer wieder das eine.

Das ist, schon Charles Darwin hatte daran zu knicken, nicht gerade zu erwarten in

einem Evolutionsprozeß, der auf Optimierung abzielt. Darwin sah schließlich ein, daß die „natürliche Auslese“ allein nicht ausreicht, sämtliche Verhaltens- und Körperbauweisen zu erklären.

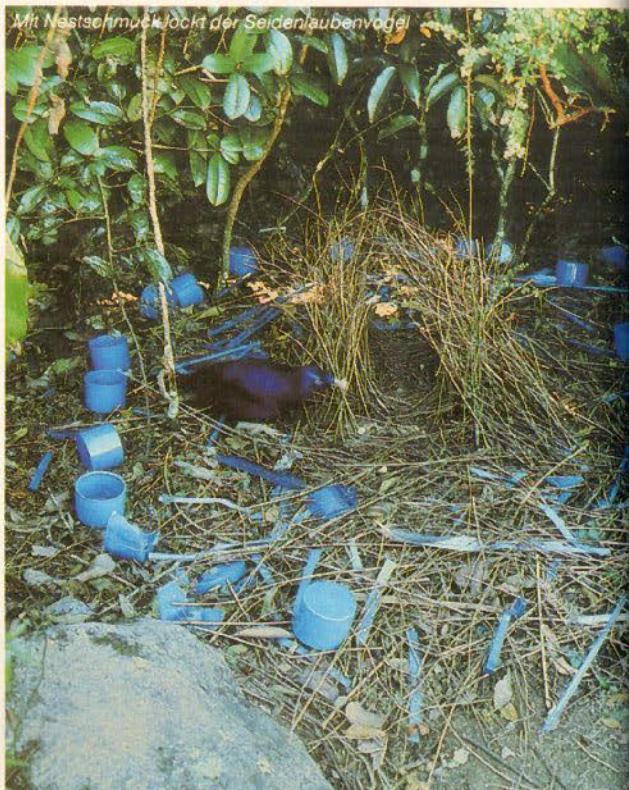
Schon 1839 hatte er hervorgehoben, daß Sex für Nachkommen sorge, die sich von ihren Eltern unterscheiden. Erst dieser Unterschied ermögliche im Laufe von Generationen Anpassungen an veränderte Umweltbedingungen. Der Sex paßte dem Briten somit ganz gut in sein Konzept, das er 1859 in seinem berühmten Werk „Über die Entstehung der Arten“ vorstellt. Weil aber nicht nur die Umweltbedingungen, sondern auch die Vorlieben von Sexpartnern bestimmte Merkmale fördern, formulierte Darwin 1871 seine Idee der „geschlechtlichen Auslese“.

Von den – wie stets im Lebendigen nicht seltenen – Ausnahmen abgesehen waren den Naturforschern vor allem zwei Ausleseprinzipien aufgefallen:

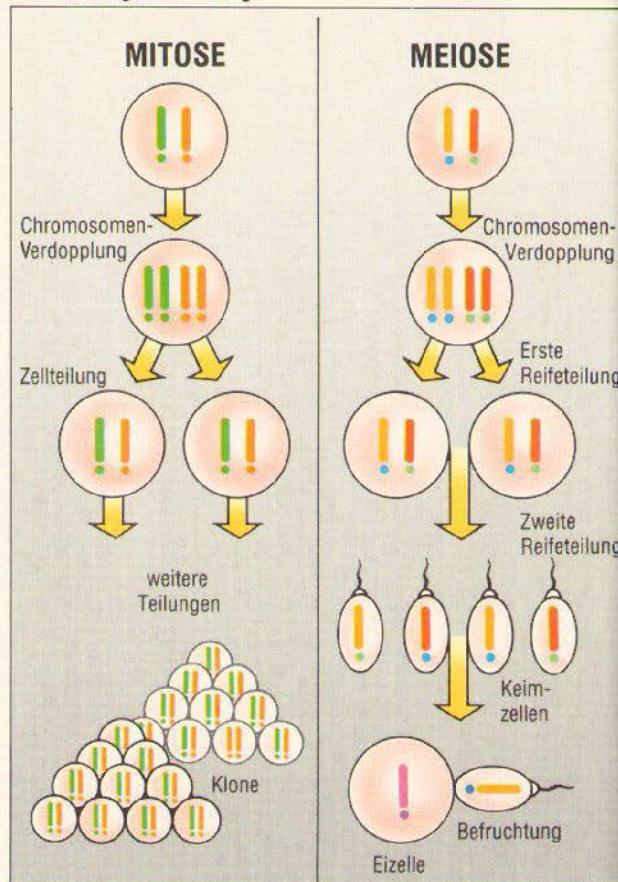
- Entweder ist Damenwahl angesagt. Dann lassen die fortlaufungsbereiten Damen die Herren tanzen, sich schmücken oder singen (Stichlinge, Hähne, Heino);
- oder es herrscht männlicher Konkurrenzkampf. Dann schlagen sich die Männchen ums Weibchen (Hasen, Hirsche, Westernhelden).

Kein Preis scheint zu hoch zu sein, um zur Begattung zu gelangen. Manche Kreaturen stürzen sich sogar geradewegs in den Tod – allerdings immer nur jene Geschöpfe, die als „männlich“ definiert sind. Bienenmännchen zum Beispiel praktizieren Kamikaze-Sex im Flug: Mit der Samenablieferung hauchen die Drohnen ihr Leben aus. Eine griffige Begründung für solches Verhalten formulierte 1891 der Deutsche August Weismann: Ja,

Schöne bunte Welt durch sexuelle Auslese



Die zwei Wege der Teilung





Die Sexualität brachte nicht nur die Aufteilung in zwei Geschlechter, sondern auch den Zwang zur Partnerwahl: Mit wem teilt eine/r das Erbgut? Vogelmännchen werben besonders bunt und auffällig um die Gunst der Weibchen, die nach neuen Untersuchungen an der männlichen Federpracht den Gesundheitszustand des Bewerbers zu erkennen vermögen

Werbung eines Paradiesvogels Balz der Sonnenralle

Erdkuckuck mit Brautgeschenk



wenn es denn der Art-Erhaltung dient . . .

Die Formel vom „Wohl für die Art“ entstand indes nicht aus Beobachtungen, sondern aus dem Bedürfnis, auch die sonderbarsten Verhaltensweisen irgendwie zu erklären. Das gelang Weismann so gut, daß sein geistiges Erbe noch heute in vielen Köpfen herumspukt – nach Ansicht der meisten Evolutionsforscher völlig zu Unrecht.

Die sind davon überzeugt, daß Individuen Abstraktes wie ihre Spezies gleichgültig ist. Vielmehr will sich in der Regel jedes einzelne Sex-Wesen fortpflanzen. Das aber gelingt nur denjenigen, die einen Partner finden – auf welche Weise auch immer. „Darwinsche Fitness“ heißt das Maß des Fortpflanzungserfolges im Deutsch der Soziobiologen. Diese nicht unbedingt mit Sportlichkeit gleichzusetzende Qualität mißt sich schlicht an der Zahl der fortpflanzungsfähigen Nachkommen, die ein Individuum in die Welt setzt. Diese Zahl wiederum hängt – auf längere Sicht – mit der Qualität des Erbguts zusammen. Wahrscheinlich steckt im Erbmaterial die Lösung für das Rätsel der sexuellen Evolution:

Gäbe es ohne Sex überhaupt Menschen?

Jedes Lebewesen trägt seinen Bauplan in sich. Solche Baupläne bestehen aus aneinandergeleiteten Genen, den Konstruktionsanweisungen für die Struktur- und Betriebsstoffe des Organismus. Seit der Stoff, aus dem die Gene sind, seit die Desoxyribonukleinsäure (DNA) bekannt ist, haben Biologen und vor allem Evolutionsforscher riesige Fortschritte gemacht – und eine komplizierte Geschichte aufgedeckt: Wenn sich Lebewesen vermehren, dann vermehren sie auch ihre Baupläne. Bakterien und einige Algen praktizieren die einfachste Form der Fortpflanzung: Erst verdoppeln sie ihre Erbmoleküle, dann teilen sie sich und verteilen ihre DNA auf – identische – Tochterzellen. Es entstehen Klone, Gruppen von Mehrlingen mit glei-

chen Eigenschaften (vgl. Grafik „Mitose“ Seite 30).

Solche Klone überwuchern jeden Lebensraum, in dem sie existieren können. Andere „Öko-Nischen“ bleiben unbesetzt, weil es etwa zu kalt ist oder zu dunkel. Gelegentlich kommt es zu einer zufälligen Veränderung eines Gens. Nur wenn eine solche „Mutation“ vorteilhaft ist, wenn sie etwa zu erhöhter Kältetoleranz führt, kann der Klon einen neuen Lebensraum besiedeln – oder sich an eine veränderte Umwelt anpassen. Durch gelegentlichen Austausch von Erbmaterial – zum Beispiel über „Konjugation“ – können Bakterien Mutationen weitergeben. Diese Strategien machten die „Primitiv“-Organismen sehr erfolgreich: Kaum ein Ort auf der Erde blieb frei von Bakterien. Ein Grund dafür ist auch deren kurze Generationszeit: Manche dieser Ur-Wesen können sich alle 20 Minuten teilen.

Bei Organismen mit sehr viel längeren Generationszeiten reichten solche Anpassungsmechanismen allein vermutlich nicht aus. Erst nachdem ein neuer Weg gefunden worden war, mit vorteilhaften Mutationen umzugehen, konnten sich kompliziertere mehrzellige Lebewesen entwickeln, bis hin zum Menschen. Und dieser neue Weg war der Sex.

Bereits vor mehr als einem halben Jahrhundert formulierten Wissenschaftler Erklärungen, die für den Erfolg der Sexualität lange Zeit als hinreichend galten: Zum einen sorgt sie für die Durchmischung des Erbgutes zweier Individuen. Nicht nur Weibchen paaren sich mit Männchen, nicht nur Ei- und Samenzellen vereinigen sich, sondern auch deren Erbstanz.

Die ist bei Sex-Wesen anders organisiert als bei Bakterien und Blaualgen: Die DNA-Mo-

Dungfliegen ringen



Ein Frosch-Männchen will ein anderes verdrängen



**Mächtig
legt sich mancher
Mann ins
Zeug**



Viele Tier-Männchen müssen um ihre Sex-Partnerin kämpfen. Das stärkste herrscht über Familie, Rudel oder Harem: Ihm ist vielfacher Fortpflanzungserfolg gesichert, während die Unterlegenen oft leer ausgehen. Bei manchen Arten zahlen die Männer für die Fortpflanzung ihres Erbgutes sogar mit dem Tod



Wehrhafter Hummer

Geköpftes Männchen der Gottesanbeterin



Kampf der See-Elefanten

leküle sind zu Chromosomen aufgewickelt. Keimzellen sind „haploid“: Sie tragen jeweils nur einen Satz von Chromosomen. Nach der Verschmelzung der Keimzellen paaren sich einander entsprechende Chromosomen von Mann und Frau in der nun „Zygote“ genannten befruchteten Eizelle. Aus dieser Zygote wächst bei Tier und Mensch der Organismus heran – mit doppeltem („diploidem“) Chromosomensatz in jeder Körperzelle. Wie aber wird der Chromosomensatz reduziert, so daß Ei- und Samenzellen wieder haploid sind? Hier wird der Sex erst richtig kompliziert:

Warum können wir denn nicht auf Sex verzichten?

Bei der „Meiose“, dem Schlüsselvorgang der Sexualität, verdoppelt sich zunächst die Erbsubstanz. Dann werden die vervierfachten Chromosomen durch zwei Zellteilungen – die „Reduktionsteilungen“ – wieder getrennt und auf die haploiden Ei- oder Samenzellen der nächsten Generation verteilt – nach einem Zufallsprinzip (siehe Grafik „Meiose“ Seite 30). Bei jeder Meiose im Menschen mit seinen 23 Chromosomenpaaren gibt es über acht Millionen unterschiedlicher Möglichkeiten, Chromosomen zu kombinieren – eine davon ist die Kombination von X- und Y-Chromosom, die beim Menschen über das Geschlecht entscheidet: XX ergibt Frauen, XY Männer. Da auch durch Überkreuzen der Chromosomenstränge – durch „Crossing over“ – Erbmaterial ausgetauscht wird, ist die mögliche Zahl unterschiedlicher Nachkommen praktisch unendlich.

Durchmischung und zufällige Neukombination des Erbgutes aber bewirken, so argumentierte schon 1930 der Engländer Ronald Fisher, daß Mutationen regelmäßig zusammengebracht werden. Weil dabei bisweilen auch zwei vorteilhafte Eigenschaften kombiniert werden – etwa Toleranz gegen Kälte und Lichtmangel – können Sex-Wesen neue Anpassungen sehr viel schneller erreichen als Asexuelle.

Noch entscheidender wirkt sich vermutlich die Verdopplung der Erbsubstanz aus, die „Diploidie“: Falls ein Gen durch Mutation verändert wird, kann oft das andere seine Aufgabe mit übernehmen. Dadurch bleiben auch mutierte Gene erhalten. Das hat den Nachteil, daß geschädigte Gene von Generation zu Generation „mitgeschleppt“ werden. Allerdings hält Sex die Zahl der Fehlmutationen in einem für die Art erträglichen Rahmen: Wenn zwei schädliche Gene zusammenkommen, stirbt das Individuum meist schon im Embryonalstadium, weil keines der beiden Gene benutzbar ist. Der Vorteil der Diploidie tritt zutage, wenn sich die Lebensumstände – also Mit-Lebewesen oder Umwelt – ändern. Dann können „versteckte“ Mutationen sich als nützliche Reserve erweisen, die eine schnelle Anpassung ermöglicht.

Die Stichhaltigkeit der angeführten Argumente – Eliminierung schädlicher Gene und schnelle Anpassung durch Neukombination – sowie die Vorstellung vom „Wohl für die Art“ ließen die Debatte um den Sex lange Zeit ruhen. Erst in den sechziger Jahren begannen die Diskussionen um die Widersprüche, die schließlich die Sexualität als Erfolgsrezept – und damit auch das Prinzip Mann – grundsätzlich in Frage stellten:

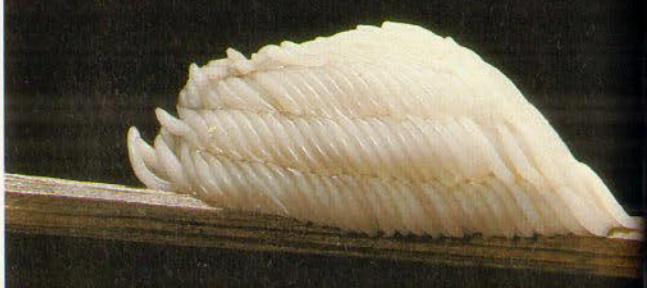
- Wie konnte sich etwas so Kompliziertes wie die Reifeteilung – Voraussetzung für Sexualität – überhaupt entwickeln? Die Natur konnte ja von späteren Vorteilen nichts „wissen“.
- Wenn die Durchmischung der Gene so wichtig ist, wie konnten sich Zwitter, zweigeschlechtliche Organismen, behaupten, die manchmal sogar sich selbst befruchten?
- Zu welchem Zweck müssen Männchen, wenn sie schon notwendig sind, voll ausgebildet

**An
ihren
Eiern sollt ihr sie
erkennen**

Wasserwanzen-Männchen mit Eierlast auf dem Rücken



Gelege einer Pferdebremse

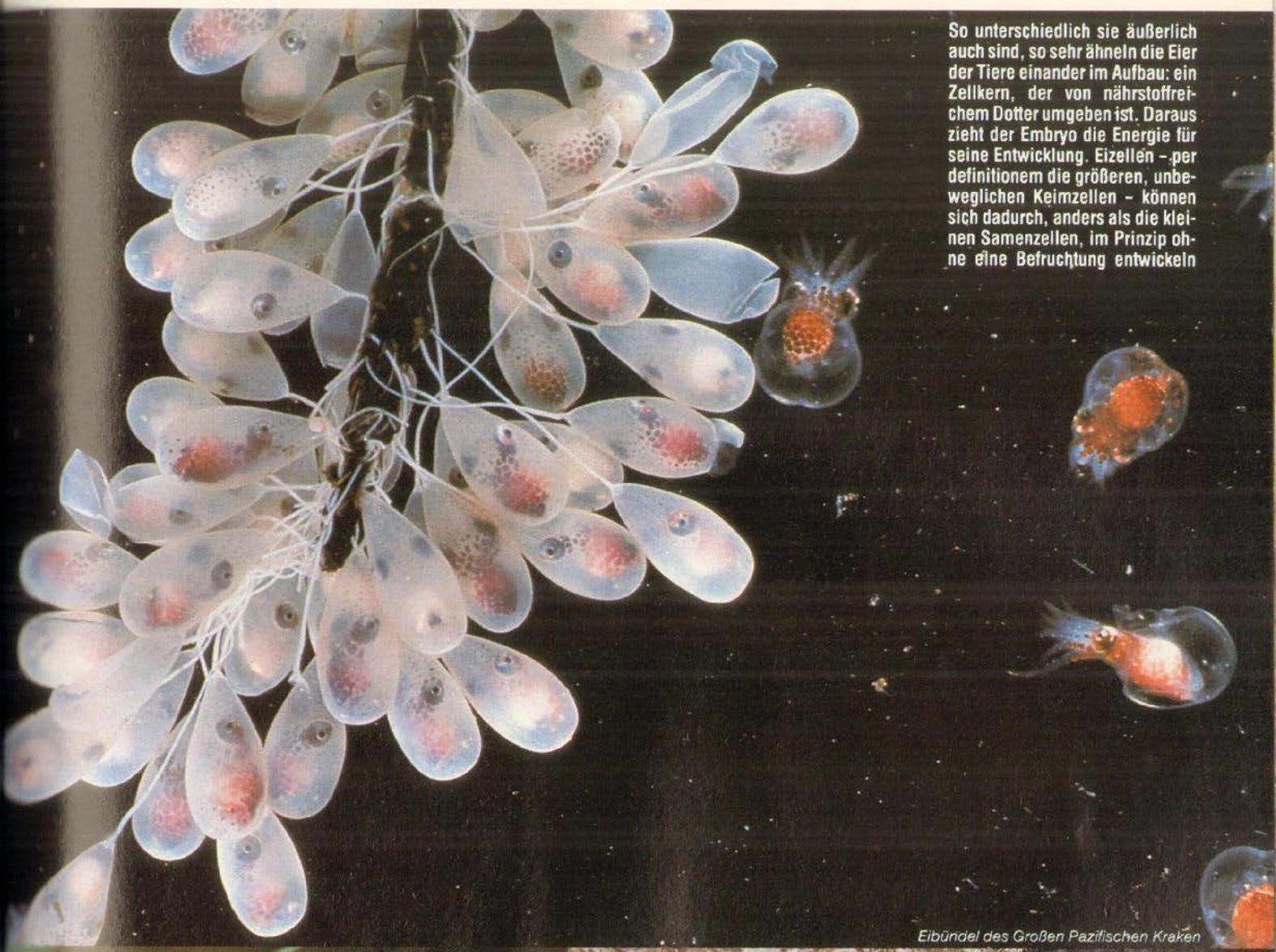


Ei eines Rüsselkäfers im eingerollten Eichenblatt

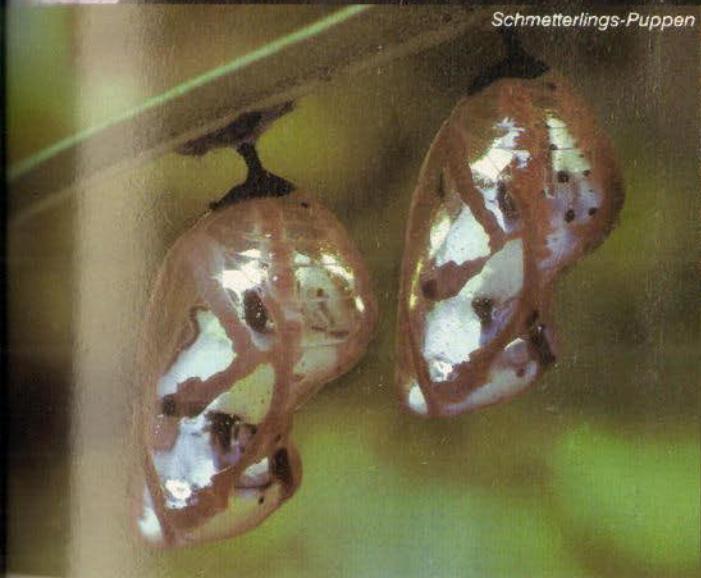


Schildwanze mit Jungen und Eiern





So unterschiedlich sie äußerlich auch sind, so sehr ähneln die Eier der Tiere einander im Aufbau: ein Zellkern, der von nährstofffreiem Dotter umgeben ist. Daraus zieht der Embryo die Energie für seine Entwicklung. Eizellen – per definitionem die größeren, unbeweglichen Keimzellen – können sich dadurch, anders als die kleinen Samenzellen, im Prinzip ohne Befruchtung entwickeln



Schmetterlings-Puppen



Eibündel des Großen Pazifischen Kraken
Pilzkafer-Puppen

sein? Es würde doch, wie bei einigen Tiefseeanglerfischen, ein samenlieferndes Anhängsel des Weibchens reichen.

● Warum kommen manche Arten zeitweise, andere sogar ständig ohne Sex aus?

Es mag Zufall gewesen sein, daß die Sex-Frage ausgerechnet durch Forschungen an Tieren vorangebracht wurde, die es mit der Männlichkeit scheinbar nicht so genau nehmen: In den späten sechziger Jahren untersuchte ein junger Biologe in Kalifornien Nacktschnecken, die sowohl Männchen als auch Weibchen sind, sogenannte Hermaphroditen. Warum, fragte sich Michael Ghiselin damals, leisten sich diese Zwitter den Luxus, zwei Geschlechtsapparate mit sich herumzutragen?

Für seine Schnecken fand Ghiselin eine Erklärung: Sie bewegen sich langsam und treffen in ihrem dünn besiedelten marinen Lebensraum nur selten auf Artgenossen. Um sich dennoch fortpflanzen zu können, befruchten sie sich selbst – allerdings nur, wenn sie keinen Partner finden. Begegnen sich zwei, dann kopulieren sie auch.

Bleibt die Frage nach der Erfindung des Mannes ungeklärt?

In seinem Dachlabor auf dem Naturkunde-Museum von San Francisco erinnert sich Ghiselin daran, wie er damals ökonomische Prinzipien auf die Biologie anzuwenden begann: „In der Natur herrscht das Prinzip des Wettbewerbs.“ Wenn es dem Individuum diene, unterstütze dieses auch seine Artgenossen. Biete sich jedoch dem einzelnen eine Chance, seine Fitness zu erhöhen, suche der auch seinen Vorteil.

Solange eine Nische noch Platz bietet, etwa bei günstigem Nahrungsangebot, reicht die unkomplizierte asexuelle Fortpflanzung aus. Der Biologe erklärt das anhand einer Marktsituation: Sind Autos Mangelware, dann reicht es aus, einen Typ herzustellen, selbst wenn es ein DDR-Trabbi ist. Der Verkaufserfolg ist sicher. Für einen gesättigten Markt aber müssen sich die Hersteller etwas einfallen lassen, wenn sie noch mehr Autos verkaufen

wollen. Konkurrenz fördert die Diversität. Und genau für die sorgt der Sex.

Damit läßt sich auch erklären, weshalb sich manche Arten zeitweise asexuell fortpflanzen. In ungesättigter Umgebung können sie sich schnell ausbreiten – wie etwa Blattläuse, die bei reichem Nahrungsangebot auf Sex verzichten: Die Weibchen können ihre Eier ohne Befruchtung sich entwickeln lassen. In knappen Zeiten hingegen setzen sie auf Kopulation und Befruchtung – auf den ersten Blick paradox angesichts der hohen Kosten für den Sex. Doch „Biologen sollten mehr über Ökonomie lesen“, verlangt Ghiselin. Dann würden sie oft über die Ähnlichkeiten der beiden Lehren staunen.

Gestaunt hat gewiß David Crews, als er in Texas Eidechsen jener Art beobachtete, der die Männchen fehlen. Die Weibchen bringen nur Töchter zur Welt – durch Jungfernzeugung. Dennoch reagieren sie merkwürdigerweise auf Balzge-
habe, das ihnen andere Weibchen vorführen. Crews hält dies für ein Verhaltensrelikt und für einen deutlichen Hinweis darauf, daß es bei dieser Art einmal Männchen gegeben habe. Womöglich wurden sie „aufgegeben“, weil es in der Wüste so schwer ist, einen Partner zu finden. Könnten womöglich alle Arten auf Sex, also auf Männer, verzichten, wenn die sich nicht „auszahlen“?

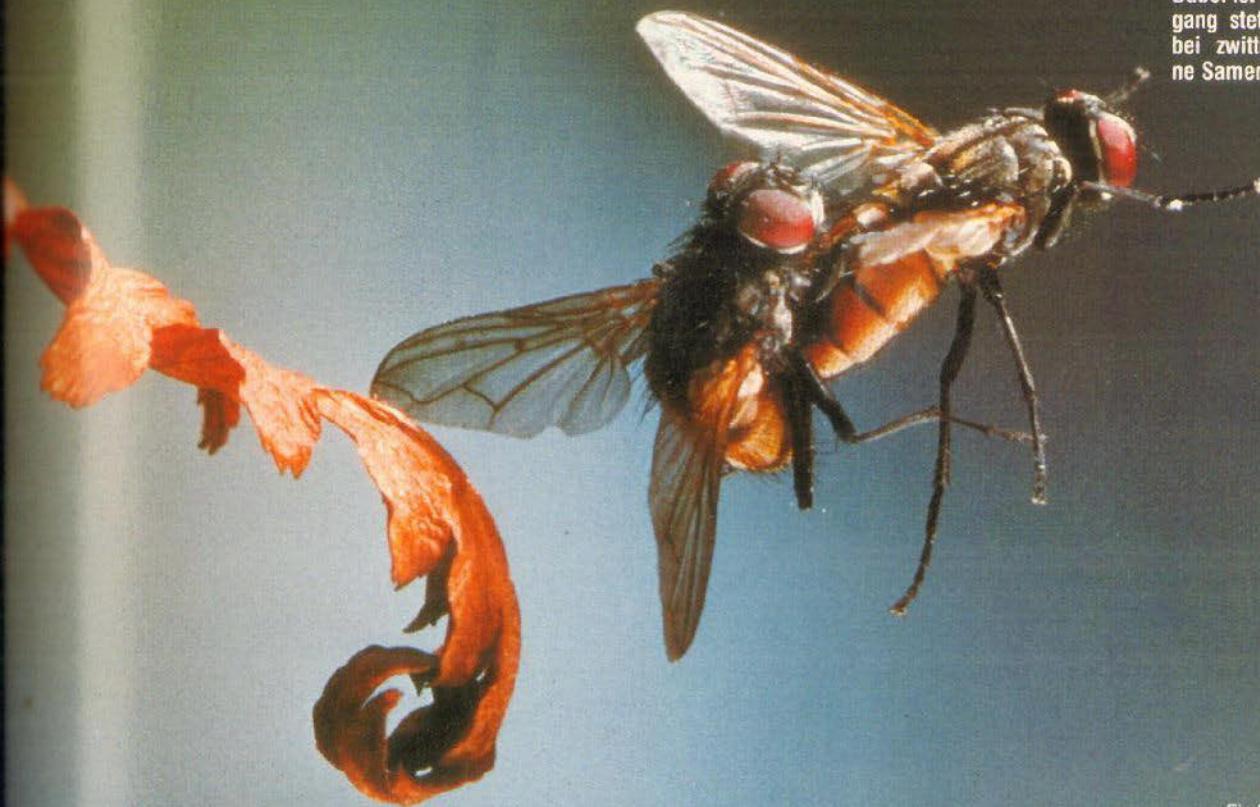
Ökonomisch lassen sich die Vorteile der Sexualität ja vielleicht ebenso erklären wie der Umstand, daß sich in bestimmten Fällen der Verzicht auf Sex lohnt. Doch die Frage, warum sich die Geschlechtlichkeit überhaupt entwickelt hat, die Frage nach der „Erfindung“ des Mannes, bleibt ungeklärt. „Es kann ja sein“, orakelt Michael Ghiselin, „daß Sex aus einem ganz anderen Grunde entstan-

Zwitterige Große Egelschnecken



**Wer
begatten will,
muß eindeutig Stellung
beziehen**

Ob im Hängen oder Fliegen, im Sitzen oder Schwimmen: Die Vielfalt des Kopulationsverhaltens mutet beinahe so groß an wie die der Tiere überhaupt. Dabei ist auf Zellebene der Vorgang stets der gleiche, selbst bei zwittrigen Schnecken: Eine Samenzelle befruchtet ein Ei



Ein Paar Großer Stubenfliegen



Heuschrecken Schmetterlinge (*Marpesia patreus*)



Libellen (*Enallagma civile*)



Nacktkiemer-Schnecken Laichende Schnecken



Kraken



den ist, als er sich später durchgesetzt hat“.

Rick Michod und seine Kollegen von der University of Arizona in Tucson versuchen, die Entstehung der Sexualität durch einen uralten Mechanismus zu erklären: Eine wichtige Funktion des Sex sei die Reparatur defekter Erbsubstanz. Tatsächlich existieren in allen Organismen solche Reparaturmechanismen für DNA, auch in Bakterien. Diese Ur-Wesen konnten vermutlich nur überleben, weil sie defekte DNA-Stücke gegen intakte auszutauschen „lernten“. Denn zu Beginn der Evolution existierte noch keine Ozonschicht, und die Lebewesen standen unter dem Dauerbeschluß gefährlichen UV-Lichts, das die Erbsubstanz zerstören kann.

Haben egoistische Gene den Sex erzwungen?

Diese mögliche Geburtsstunde des Sex wiederholte Michod im Experiment: Er brachte Bakterien durch künstliche UV-Strahlung dazu, vermehrt „frische“ DNA aus ihrer Nährlösung aufzunehmen. Bestimmte DNA-Stücke erwiesen sich dabei als Überlebensmittel – sie erhöhten die Widerstandskraft gegenüber der Strahlung. Michod vermutet, daß diese Vorform der Sexualität der erste Schritt auf dem Weg zum Mann gewesen sei – als einem Vorratslager für Gene, dessen sich die Frau pro Generation einmal bedient. „Auch DNA wird alt“, erklärt er, „und durch Sex wird sie immer wieder verjüngt“. Das ließe auch die von vielen Pflanzen bevorzugte Selbstbefruchtung sinnvoll erscheinen. Denn auch ihr ging eine Meiose voraus, bei der – durch Crossing over – Erbmaterial ausgetauscht wird.

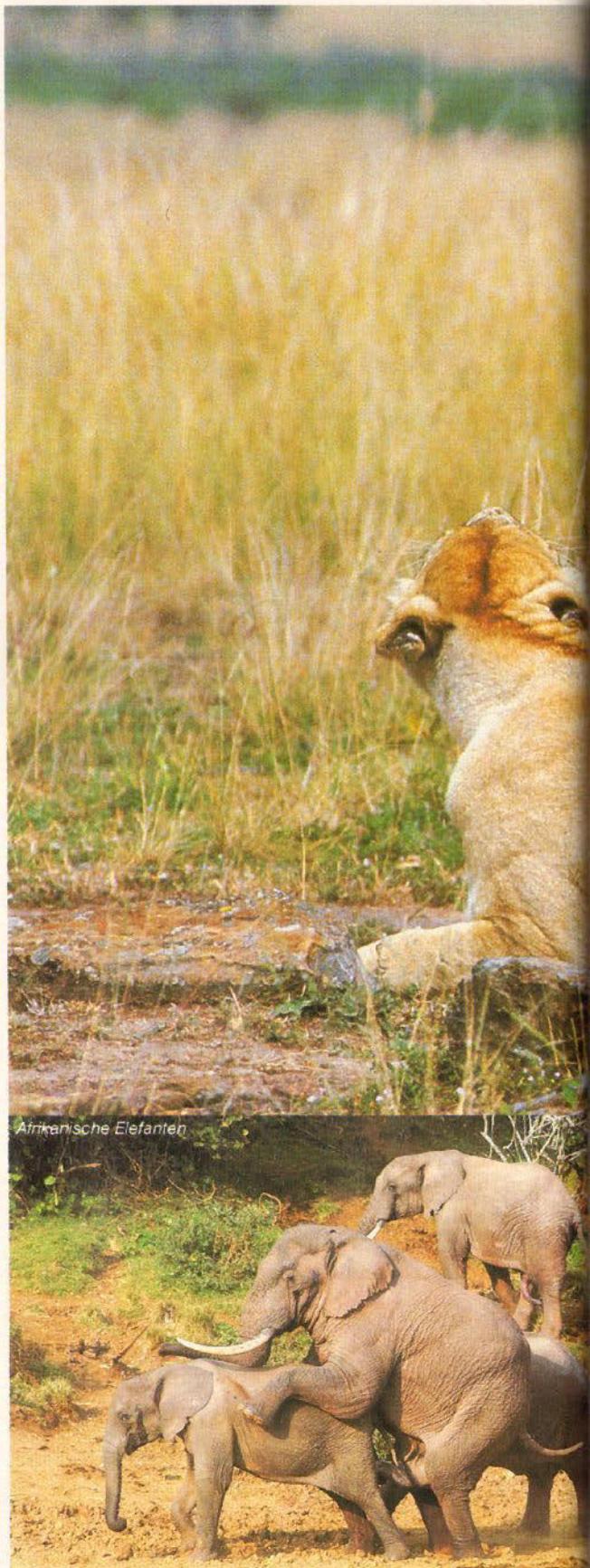
Viele der Enzyme, die für die Meiose notwendig sind, stammen von DNA-Reparaturenzymen in Bakterien ab. Lynn Margulis von der Boston University ist davon überzeugt, daß sich Vorformen der Meiose in solchen zur DNA-Reparatur fähigen Bakterien entwickelt haben – durch eine Art Kannibalismus: Wenn sich ein Bakterium ein anderes einverleibt, aber nicht verdaut hätte, wäre das

der erste Schritt zur Verdopplung des Erbmaterials.

Die Meiose entwickelte sich nach Margulis' Vorstellung, um die doppelte Erbsubstanz wieder aufzuteilen. Dadurch sei der Zyklus zwischen haploid und diploid entstanden – ein Wesens- element der Sexualität. Durch diesen Zyklus aber konnten sich die Ursex-Organismen an zyklische Veränderungen der Umwelt – etwa an die Jahreszeiten – anpassen: Unter harten Bedingungen herrschte Diploidie mit Reserve-DNA. Die Meiose sorgte wieder für Haploidie, wenn schnelle Reproduktion möglich war. Durch diesen Anpassungsvorteil ließe sich der Erfolg der Sex-Wesen erklären – und letztendlich auch die Notwendigkeit des Mannes, wenn auch nur zur Bereithaltung der genetischen Redundanz.

Aber nicht einmal diese Rolle will das Team um Michael Rose von der University of California in Irvine uns Männern zugestehen. Rose und sein Kollege Donald Hickey in Kanada bestreiten, daß Sex ursprünglich irgendwelche evolutionären Vorteile brachte. Aus Computersimulationen des Evolutionsvorganges schließen sie vielmehr, daß „egoistische Gene“ den Ur-Sex der Bakterien „erzwungen“ haben, um ihre eigene Verbreitung zu sichern. Die Biologen denken dabei an sogenannte springende Gene, an „Transposons“, die vermutlich in allen Lebewesen vorkommen.

Michael Rose behauptet, keines der existierenden Modelle könne alle Phänomene des Sex erklären. „Die traditionelle Evolutionsforschung ignoriert die Moleküle“, sagt er. „Deshalb untersuchen wir die Ebene unterhalb der Organismen.“ Damit befindet er sich in der Gesellschaft einiger Soziobiologen, die die Evolution von Verhaltensweisen zwar gemäß Darwin nach den Prinzipien der na-

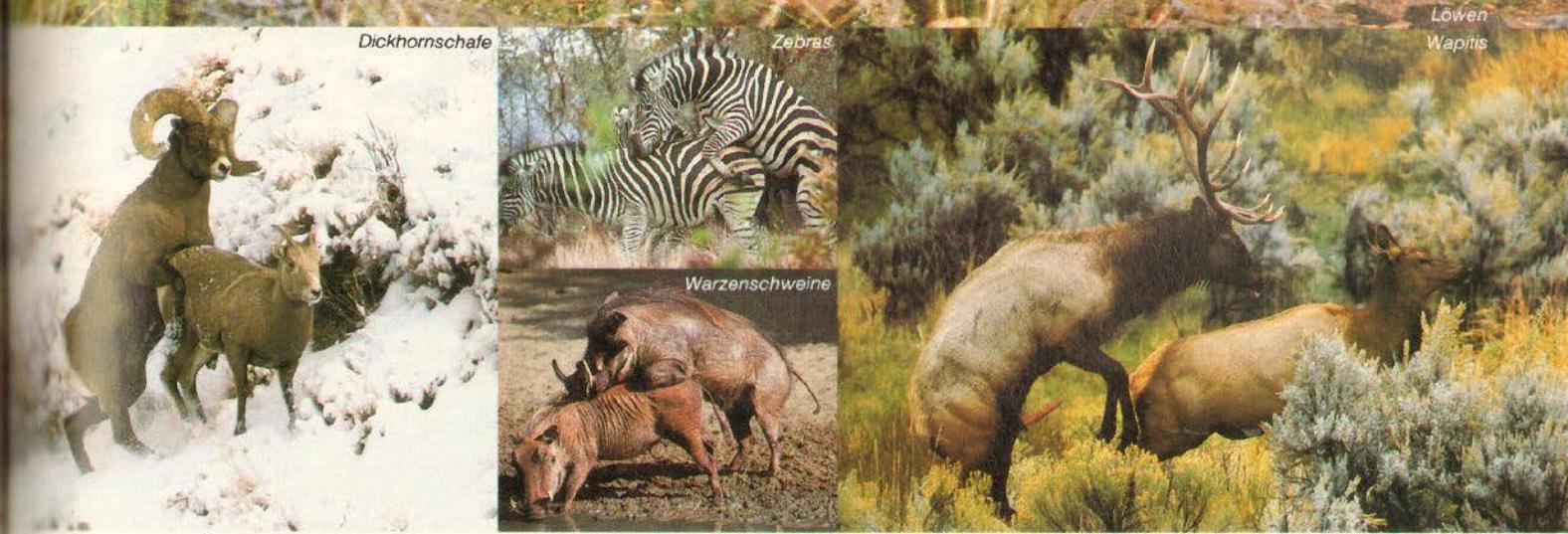


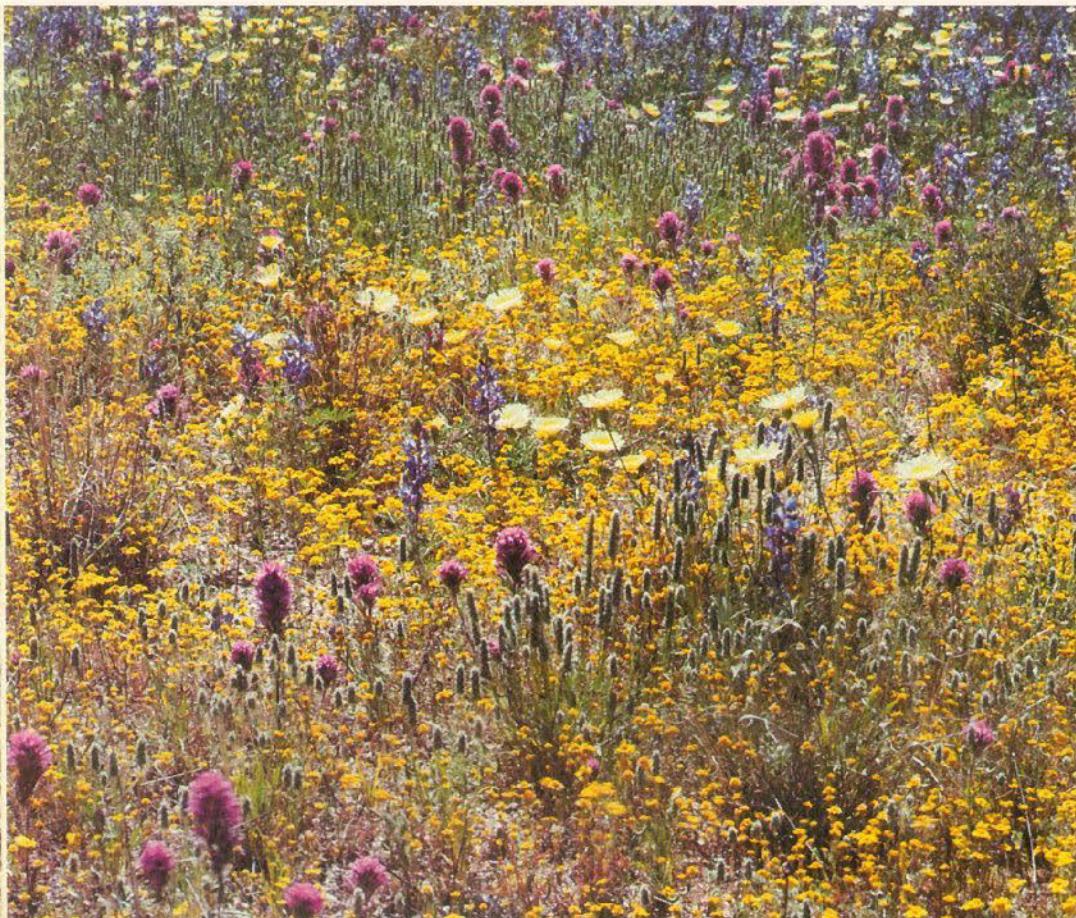
Afrikanische Elefanten

**Den Gipfel
der Lust besteigen
Säugetiere meist von
hinten**



Penis und Vagina haben sich bei den meisten Säugetierarten zu perfekten Partnern entwickelt: Da die Eier ließ im Innern der Weibchen liegen, müssen die Männchen ihr Glied – meist mit Penisknochen ausgestattet – in deren Scheide schieben, um den Samen näher an die Eier zu bringen. Dadurch kann das Weibchen – in Grenzen – kontrollieren, wer Vater seiner Kinder wird





Pflanzen, die sich sexuell vermehren, bedienen sich oft fremder Hilfe, damit Pollen und Eizellen zusammenkommen. Einige überlassen ihren Blütenstaub dem Wind. Andere sind völlig auf Tiere angewiesen: Die Pracht der Blumen und Blüten dient meistens dazu, Pollenüberträger anzulocken. Die Tiere wandern wegen des Nektars von Blüte zu Blüte - wie der australische Honig-Beutler. Vor allem Orchideen bilden bizarre Blütenformen, die manchen Wespen sogar als Pseudo-Kopulationspartner herhalten

**Was
blüht, braucht
meistens Hilfe beim
Verkehr**

türlichen Auslese erklären, aber auf dem Niveau der Gene.

Einer der bedeutendsten Soziobiologen macht ausgerechnet den wegen des „Wohls für die Art“ umstrittenen August Weismann zum Mentor seiner Ideen. Richard Dawkins, Autor des viel diskutierten Buches „Das egoistische Gen“, nennt Weismann den „Vater des Gedankens“. Weismann hatte - zu einer Zeit, als Gene noch nicht bekannt waren - die Idee von der Kontinuität der Keimbahn entwickelt: Danach geben die Keimzellen die Erbanlagen von einem Lebewesen zum nächsten weiter. Die Körper der Organismen sind nach Dawkins nur eine Art Beiwerk: Sie dienen dazu, die Tauglichkeit der Gene zu testen. Jene Körper, die bis zum Geschlechtsakt überlebten, besäßen die „besseren“ Gene. Die Keimzellen schickten also ihre Körper auf den Prüfstand - getrieben von den Genen.

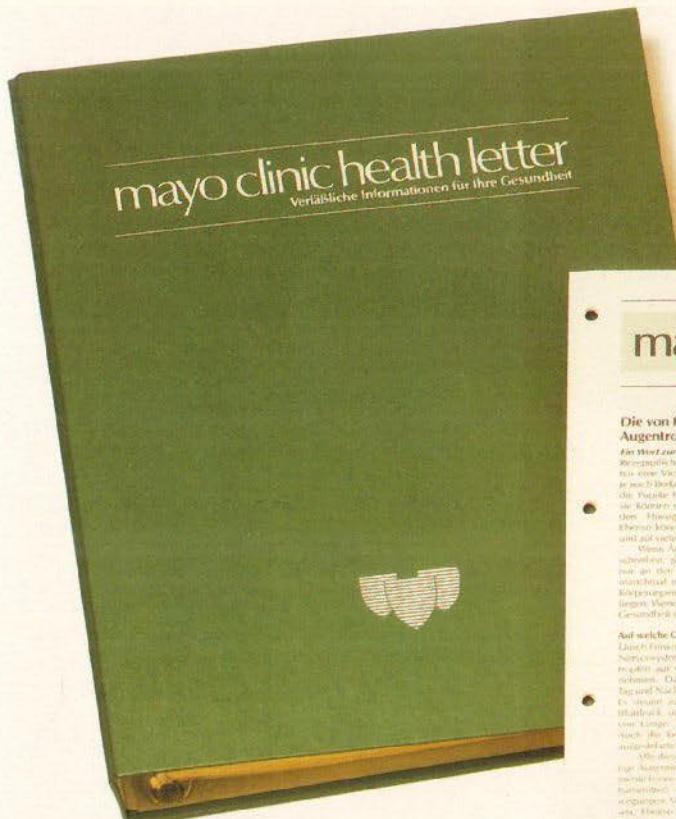
Man müsse die Erbsubstanz ernst nehmen, sagt Rose, vor allem die Transposons: Diese genetischen Schmarotzer machen Sex zu einer Art Krankheit. Spermien seien wie Krankheitserreger, die Eizellen befallen. „In diesem Zusammenhang“, fügt der junge Mann hinzu, „können Männer als parasitische DNA betrachtet werden.“

Folgt aus alledem, daß Frauen auf Männer verzichten könnten? Mag sein, daß manche davon schon geträumt hat. Doch in den letzten Jahren stellt sich immer deutlicher heraus, daß Eidechsen und Lurche - also Reptilien und Amphibien - sich nicht als Beispiele fürs Menschliche eignen: Der Mann sollte sich eher die Maus zum Wappentier machen. Denn zumindest bei (Labor-)Mäusen entwickeln sich die Eier nur durch männliche Zutaten. Offenbar wird bei allen Säugetieren das Erbgut in den Keimzellen unterschiedlich „geprägt“, „männliches“ und „weibliches“ Erbgut liefert nicht nur mehr Information, sondern nimmt auch bei der Embryonalentwicklung teilweise unterschiedliche Aufgaben wahr. Daraus folgert der Marburger Biologe Ulrich Petzold: „Säugetierbabys brauchen immer einen Vater.“

Gott sei Dank.

Dr. Jürgen Neffe, 32, ist GEO-Redakteur.

Sichern Sie sich die neuesten medizinischen Erkenntnisse eines der bedeutendsten Forschungs-, Diagnose- und Therapiezentren der Welt.



Der praktische Sammelordner, den jeder regelmäßige Leser ohne zusätzliche Berechnung erhält.

Verlässliche Informationen für Ihre Gesundheit.

mayo clinic health letter

Nr. 6, Juni 1989

Die von Ihnen verwendeten Augentropfen wirken vielleicht nicht nur auf Ihre Augen

Ein Wort zur Vorsicht:

Diejenigen häufig verwendeten Augentropfen, die die Augen trocken machen, können die Augen stark schädigen. Sie können die Linsenkrümmung verändern und den Flüssigkeitsdruck am Auge steuern. Wenn Sie diese Tropfen verwenden, sollten Sie sie nicht mit anderen Augentropfen mischen, die auf die gleichen Organe einwirken, und auf keinen Fall sollten Sie sie mit anderen Augentropfen mischen.

Wenn Sie Medikamente für die Augen erhalten, geben Sie den Arzt und die Apotheke durch, dass Sie diese Tropfen nicht mit anderen Augentropfen mischen möchten, welche von einem anderen Arzt ausgestellt wurden. Wenn Sie eine Augenkrise haben, sollten Sie sie nicht mit anderen Augentropfen mischen, sondern Ihnen einen Arzt aufsuchen.

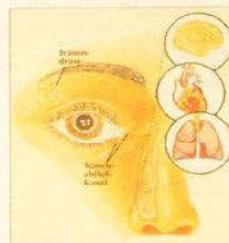
Auf welche Organe können Augentropfen wirken?

Durch Einwirkung auf die Tränendrüsen und/oder Nasen-Schleimdrüsen können die Augen trocken und/oder entzündet werden. Das aufsteigende Nasensekret kann die Augen und Nase sehr stark in Unannehmlichkeiten versetzen. Es steuert zudem die Herzschlag- und Blutdruck- und Schweißbildung an. Es kann die Verdauung und Verdauungsorgane (Magen und Darm) stark beeinflussen. Die Funktion des Herzens wird durch dieses unangenehme Sekretiv stark gestört.

Alle diese Organe können durch die Augentropfen beeinflusst werden. Die Abreaktionen auf die Augen können sehr stark sein. Die Abreaktionen auf die Nasen-Schleimdrüsen und auf die Verdauungsorgane, Verdauung und Verdauungsbeschleunigung, können sehr stark sein.

Obwohl die Wirkstoffe in Augentropfen nur in die Augen gelangen und diese direkt Beipackzettel zu entziehen, dass die Wirkstoffe nicht nur in die Augen hineingehen. Das unterliegt des Augen-gefüllte und Blutgefüllte - funktionell den anderen Organen an.

Augentropfen können nur in die Augen gelangen. Die Augen können jedoch auch in den Nasen-Schleimdrüsen gelangen, und schwere Reaktionen wie z.B. Kopfschmerzen und/oder Angst in die Nase übergehen und zurückfließen. Es kann auch eine Reaktion in die Nasen-Schleimdrüsen geben, welche auf die Nasen-Schleimdrüsen selbst in das Blutkreislauftrichter die Wirkstoffe von den Nasen-Schleimdrüsen schaffen.



Die Einwirkung auf die Augen und die Nasen-Schleimdrüsen kann zu unangenehmen Reaktionen führen. Die Augen können durch Augentropfen entzündet werden, was zu Schmerzen und Juckreiz führen kann. Die Nasen-Schleimdrüsen können durch Augentropfen entzündet werden, was zu Kopfschmerzen und Angst führen kann. Die Verdauungsorgane können durch Augentropfen entzündet werden, was zu Verdauungsbeschleunigung und Verdauungsbeschleunigung führen kann.

Über 800 Ärzte und Wissenschaftler der mayo clinic in Rochester, Minnesota (USA), liefern Ihnen außerordentlich wertvolle Informationen für Ihre Gesundheit.

Sie können im »mayo clinic health letter« unter anderem lesen:

- Neue Medikamente bei der Behandlung von Herzerkrankungen
- Genitaler Herpes – eine Seuche?
- Krebs – Vorsorge, Heilungschancen
- Neue Behandlungsmethoden bei Nieren- und Gallensteinen
- Selbstbehandlung beim Tennisellenbogen
- Gefahren der Bauchhöhlenschwangerschaft
- Schnarchen und Ihre Gesundheit
- Multiple Sklerose
- Akupunktur und chronische Schmerzen

Lesen Sie den »mayo clinic health letter« regelmäßig. Nutzen Sie die vielen wertvollen und für Sie persönlich wichtigen Beiträge aus dem Zentrum der medizinischen Wissenschaft.

Widerrufsgarantie: Die Vereinbarungen können widerrufen werden, wenn binnen einer Frist von 14 Tagen (Poststempel) eine Mitteilung an den Verlags-Service des »mayo clinic health letter«, Postfach 1116 29, 2000 Hamburg 11, abgesandt wird.

Bestell-Coupon

Meine Vorteile:

1. Ich erhalte den »mayo clinic health letter« regelmäßig und pünktlich jeden Monat per Post frei Haus. Die Zustellkosten übernimmt der Verlag.
2. Sofort nach Zahlungseingang erhalte ich ohne zusätzliche Berechnung einen praktischen Sammelordner.
3. Ich kann den Bezug ohne Einhaltung von Kündigungsfristen jederzeit beenden. Ich kann keine Kündigungsfristen versäumen.

Meine Adresse:

Name/Vorname

Straße/Nr.

PLZ Wohnort

Datum Unterschrift

Gewünschter Zahlungsweg:

(Bitte ankreuzen)

- Bequem und bargeldlos durch vierteljährlichen Bankenzug (3 Ausgaben DM 30,-)**

Bankleitzahl

Konto-Nr.

Geldinstitut

- Gegen Rechnung**

(halbjährlich 6 Ausgaben DM 60,-)
Bitte keine Vorauszahlungen leisten.
Rechnung abwarten.

2. Unterschrift

Dieses Angebot gilt nur in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West).

Bitte senden Sie den Coupon an »mayo clinic health letter«, Postfach 1116 29, 2000 Hamburg 11.

mayo clinic health letter

Verlässliche Informationen für Ihre Gesundheit

VON HORST ROSE

Die ersten Wochen im Mutterleib erlebt jeder Mensch als Zwitterwesen. Erst im zweiten Monat nach der Verschmelzung von Ei- und Samenzelle beginnen die Keimdrüsen des Embryos, Botenstoffe – Hormone – zu bilden. Damit offenbart sich der „kleine Unterschied“.

Wie „klein“ dieser Unterschied mengenmäßig ist, führte der deutsche Chemiker und Nobelpreisträger Adolf Butenandt 1931 vor: 15 000 Liter Männerurin – gesammelt in Polizeikasernen – mußte er aufbereiten, um schließlich wenige Tausendstelgramm des „Männer-machenden“ Hormons Androsteron zu gewinnen. Ebenso aufwendig war die Suche nach dem weiblichen Botenstoff Progesteron. Butenandt benötigte die Eierstöcke von 50 000 Säuen, um nur wenige Kristalle dieses Sexualhormons zu isolieren.

Sexualhormone steuern während der Embryonalentwicklung die Bildung der „primären“ Geschlechtsmerkmale wie Hoden oder Eierstöcke. In der Pubertät regulieren sie die Anlage „sekundärer“ Geschlechtsmerkmale wie Schamhaare oder Brüste. Bis ins hohe Alter beeinflussen sie die Funktionen des Körpers – nach Meinung vieler Wissenschaftler sogar die des Gehirns, somit auch das Verhalten.

DIE KURIERE DER SEXUALITÄT

Der Blutstrom befördert die Sexualhormone zu ihren Adressaten, den unterschiedlichen Körperzellen. Doch nicht alle Empfänger „verstehen“ alle Botschaften. Eine Zelle hält nur die Moleküle fest, deren chemische Struktur sie erkennt. Dazu dienen sogenannte Rezeptoren, Eiweißmoleküle im Zellinneren. Verbindet sich die passende Signalsubstanz mit einem Rezeptor, so startet sie in der Zelle eine Reaktion – vergleichbar dem Starten eines Autos durch den passenden Zündschlüssel.

Auf dreierlei Weise startet das von den Keimdrüsen gebildete Testosteron – es ist dem im Urin nachweisbaren Androsteron chemisch sehr ähnlich – das Programm, das den zunächst zwittrigen zum männlichen Embryo macht:

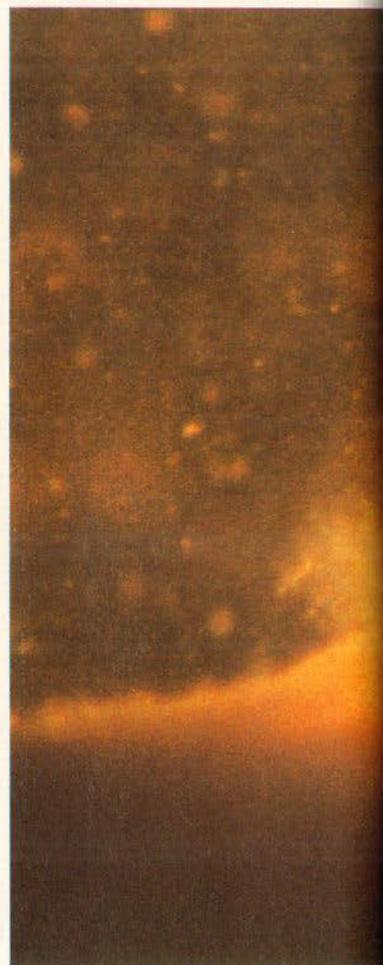
- Aus den „Wolff'schen Gängen“ entwickeln sich Samenleiter, Nebenhoden und Samenblasen.
- Der „Geschlechtshöcker“ wächst sich zum Penis aus.
- Die Keimwülste schließen sich zum Hodensack.

Durch ein zweites Hormon, den „Müllerschen Hemmstoff“, verkümmern die „Mül-

lerschen Gänge“, die sonst zu Eileiter, Gebärmutter und Scheide würden. Fehlt Testosteron, wird der Geschlechtshöcker zur Klitoris, bilden die Keimwülste die äußeren Schamlippen und die Keimdrüsen reifen zu Eierstöcken. „Männlein werden ist ein aktiver Vorgang“, meint dazu augenzwinkernd der Göttinger Endokrinologe Wolfgang Wuttke, „Weiblein wird man von allein“.

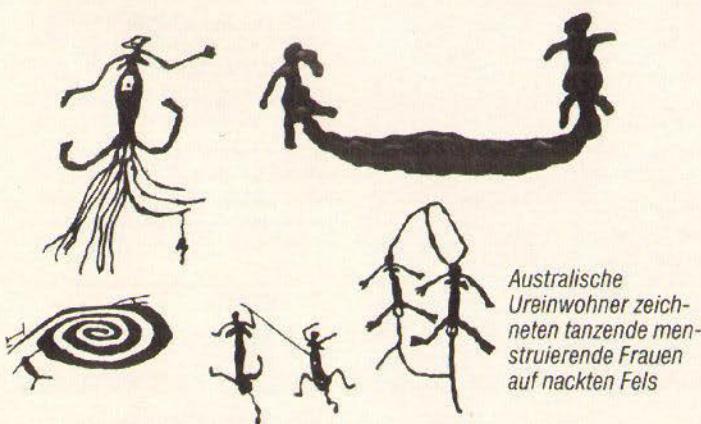
Nach dieser Differenzierung tritt in der Entwicklung der Geschlechtsmerkmale eine lange Pause ein – weit über die Geburt hinaus. Erst in der Pubertät setzt eine stürmische Hormonproduktion die Ausbildung der „sekundären Geschlechtsmerkmale“ in Gang. Bei Mädchen produzieren die Eierstöcke jetzt Östrogene, die Brüste und Schambehaarung feminin prägen und für abgerundete weibliche Körperformen sorgen. Bei Jungen baut Testosteron Muskeln auf und läßt Bart- und Körperhaare spritzen. Auf die Kopfbehaarung wirkt es allerdings hemmend: Sind Kopfhaare erst einmal ausgefallen, wachsen aus den Wurzeln höchstens noch Flaumhaare nach. Ergebnis: So manches Männerhaupt lichtet sich. In den USA zeigt etwa die Hälfte aller Männer mit 50 Jahren auf diese Weise ihre sexuelle „Reife“.

Testosteron entfaltet seine volle Wirkung nur, wenn es in Dihydro-Testosteron (DHT) umgewandelt wird. Versagt – als Folge eines Erbfehlers – das Enzym, das diese Umwandlung besorgt, dann durchleben die betroffenen, genetisch männlichen Kinder eine kuriose Jugend. Über 24 solcher Fälle berichtete 1974 die amerikanische



Wissenschaftlerin Julianne Imperato-McGinley aus einem Dorf in der Karibik: Dort kommen „Mädchen“ mit inneren Hoden zur Welt. Erst während der Pubertät, beim zweiten Testosteron-Schub also, entwickeln sie sich zu zeugungsfähigen Männern. Ihnen wachsen Hodensack und Glied. „Penis-mit-Zwölf“ nennen die Dorfbewohner dieses Phänomens, das sich – wie andere genetische Besonderheiten, etwa Albinismus – in isolierten Gemeinschaften häufen kann.

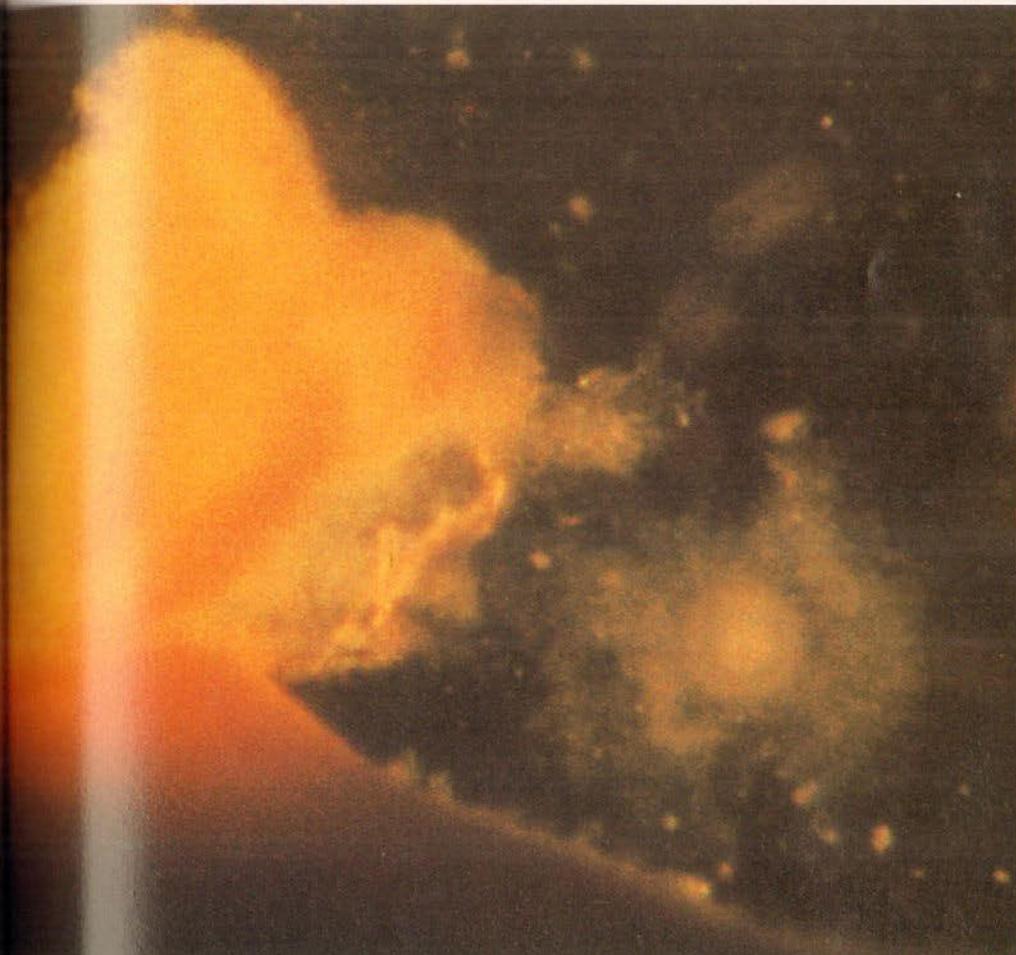
Obwohl die „Penis-mit-Zwölf“-Kinder zum Teil als Mädchen erzogen werden, ver-



Australische Ureinwohner zeichneten tanzende menstruierende Frauen auf nackten Fels

bestimmen, ob wir männliche oder weibliche Eigenschaften entwickeln

HORMONE



Ovulation: Ein Follikel am Eierstock »explodiert« und schleudert sein Ei (rechts) in die Öffnung des Eileiters

halten sie sich nach der hormongesteuerten „Geschlechts- umwandlung“ meist wie Männer. In eine psychische Krise geraten sie dadurch anscheinend nicht. Diese Beobachtung belebte die Debatte „Erbanlage gegen Umwelteinfluß“: Sie stärkte die Position jener Wissenschaftler, die glauben, Testosteron beeinflusst die Psyche während der Entwicklung stärker als die Erziehung. Die Gegenseite argumentierte, die Frauenrolle sei der Männerrolle nicht gleichwertig, weil die Jungen in dem Dorf größere Freiheiten besäßen. Den ehemaligen „Mädchen“ fiele es da-



Männliche Attribute wie diese Bärtige bekommen Frauen, die zuviel Testosteron produzieren

her leicht, ihre neue Männlichkeit zu akzeptieren.

Der Einfluß von Hormonen auf geschlechtsspezifisches Rollenverhalten ist bei Tieren leichter zu beurteilen als beim Menschen. Einige Tierarten zeigen eine frühzeitige „Vermännlichung“ des Gehirns. Ratten beispielsweise werden durch den Kontakt mit Testosteron kurz nach der Geburt auf ein späteres männliches Sexualverhalten programmiert.

Welche Folgen ein Mangel an männlichen Hormonen beim Menschen hat, davon konnten Haremswächter ein Lied singen: Fehlt Testosteron, dann

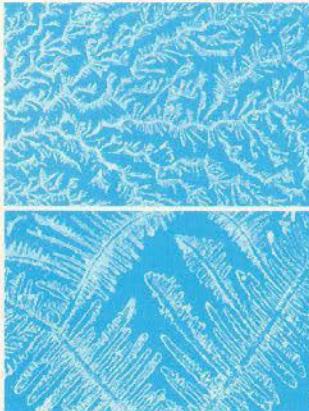
versiegt nicht nur die Lust. Auch die Stimmlage erhöht sich in feminine Bereiche. Orientalische Herrscher machten sich das schon im Altertum zunutze: Sie betrauten nur jene „Männer“ mit dem Posten des Haremswächters, denen die Hoden – die Produktionsstätten des „Lusthormons“ – abgeschnitten waren. Hierzulande sagt der Volksmund mit dem Spruch „Wo viel Haar ist, ist viel Liebe“ stark behaarten Frauen einen regen Sexualtrieb nach. Diese Erfahrung ist tatsächlich physiologisch begründbar: Auch Eierstöcke und Nebennieren der Frau bilden Testosteron.

Doch auch nichtsexuelles Verhalten wird von Sexualhormonen beeinflußt, wie die Hamburger Forscher Kerrin Christiansen und Rainer Knußmann 1987 berichteten. Die Psychologin und der Anthropologe hatten untersucht, ob der Testosteron- und DHT-Spiegel im Blut Einfluß auf die männliche Aggressivität hat. Sie fanden einen schwachen, aber statistisch gesicherten Zusammenhang: Je mehr, desto wilder.

In einer anderen Studie stellten Wissenschaftler die mathematische Begabung von 50 000 nordamerikanischen Schülern auf die Probe. Auch hier zeigten sich geschlechts-spezifische Unterschiede: Unter den als hochbegabt eingestuften Zwölf- bis Dreizehnjährigen waren 13mal mehr Jungen als Mädchen. Vergleichbare Studien in Deutschland und China ergaben ähnliche Tendenzen. Der kürzlich verstorbene Neurologe Norman Geschwind von der Harvard Medical School war überzeugt, diese Unterschiede seien auf Testosteron zurückzuführen.

Einige Forscher vermuten schon lange, daß Hormone die Gehirnfunktion beeinflussen. Schließlich sind Nerven- und Hormonsystem eng miteinander verbunden. Die Schaltzentrale zwischen beiden ist der Hypothalamus, eine kleine Zwischenhirnregion (siehe Grafik auf Seite 44). Hier, wo Nervenim-

Durch exakte Messung der Hormonkonzentrationen entdecken Ärzte die Ursache von Fruchtbarkeitsstörungen



Auf simple Weise zeigt der »Farn-Test« die Aktivität des Hormons Östrogen. Kristalle, die sich bilden, wenn eine Schleimprobe aus dem Gebärmutterhals eintrocknet, haben um die Zeit des Ei-sprungs das Aussehen kräftiger Farnwedel (unten)

pulse in chemische Signale umgewandelt werden, beginnt eine komplizierte Steuerungskaskade: Bestimmte chemische Signalsubstanzen steuern die unter dem Hypothalamus gelegene Hirnanhangsdrüse – die Hypophyse.

Gleich zwei Arbeitsgruppen konnten diese Releasing(Freisetzungs-)Hormone identifizieren – das erste isolierten sie Ende der sechziger Jahre. In ihrem Wettlauf verbrauchten Roger Guillemin und Andrew Schally dabei mehr als eine Million Hirne von Schweinen und Schafen. Beide erhielten für ihre Arbeiten 1977 den Nobelpreis. Sie hatten unter anderem das „Chefhormon“ der Sexualität entdeckt, das Gonadotropin-Releasing-Hormon (GnRH). Dieses GnRH regt den „Vorderlappen“ der Hypophyse an, zwei weitere Hormone freizusetzen:

das luteinisierende Hormon (LH) und das follicelstimulierende Hormon (FSH).

Diese beiden Botenstoffe, von der Hypophyse im 4-Stunden-Rhythmus in die Blutbahn entlassen, steuern die Tätigkeit von Hoden und Eierstöcken. Der „kleine Unterschied“: Die LH- und FSH-Spiegel im weiblichen Körper schwanken außerdem in einem monatlichen Rhythmus.

Im männlichen Körper steuern LH und FSH die Bildung der Spermien und des Testosterons. Bei der Frau kontrollieren diese Hormone den Menstruationszyklus. Vereinfacht gesagt leitet FSH die Eireifung ein und kurbelt im Eierstock gemeinsam mit LH die Östrogenproduktion an. Das Östrogen wiederum veranlaßt etwa einen Tag vor dem Eisprung die Hirnan-

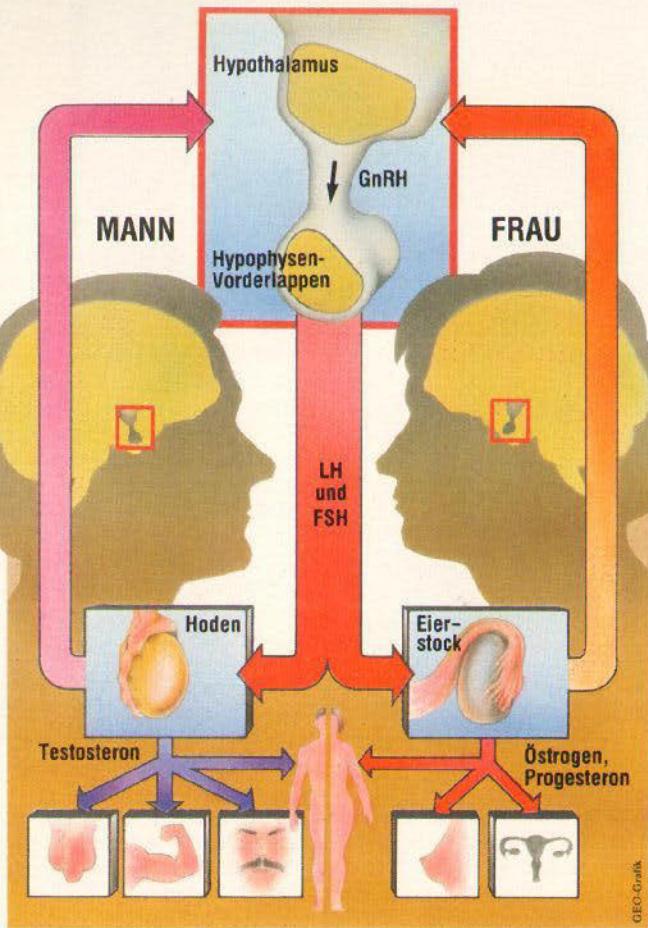
hangsdrüse, vermehrt LH freizusetzen. LH seinerseits ruft den Eisprung hervor: Das reife Eibläschen – der Follikel – platzt, und das Ei springt in den Eileiter. Der Rest des Follikels wandelt sich zum „Gelbkörper“, dessen gelbe Farbe durch eingelagerte Fetttröpfchen hervorgerufen wird. Dieser produziert nunmehr Progesteron, das über das Blut dem Hypothalamus die Veränderungen meldet – eine „Rückkopplung“. Der Hypothalamus bremst daraufhin in der Hypophyse die LH-Freisetzung. Bleibt das Ei unbefruchtet und nistet sich nicht ein, nehmen binnen weniger Tage die Konzentrationen von Progesteron und Östrogen im Blut stark ab. Folge: Die Gebärmutter stößt die Außenschichten ihrer Schleimhaut ab, es kommt zur Regelblutung.

Die Aufklärung dieses komplizierten Regelkreises leitete in den sechziger Jahren eine Revolution in der Geschlechterbeziehung ein. Mit einem eleganten pharmakologischen Trick setzten Wissenschaftler jene Rückkopplung außer Kraft: Eine tägliche Zufuhr von Östrogen und Progesteron über die „Pille“ gaukelt der „Komandozentrale“ Hypothalamus permanent eine Schwangerschaft vor, verhindert so den Eisprung und damit auch eine Empfängnis.

Auch an einer „Pille für den Mann“ arbeiten Pharmakologen seit Jahren. Diese „Befruchtungsverhütung“ ist jedoch ungleich problematischer als die Empfängnisverhütung. Denn während die Pille einen natürlichen Vorgang nachahmt – die Unterdrückung des Eisprungs während der Schwangerschaft – müßte die „Männerpille“ eine Quelle austrocknen, die beim gesunden Mann nie versiegt: die Hoden an der Bildung von 100 Millionen Spermien pro Tag hindern. Zwar wäre es denkbar, die Ausschüttung von Testosteron zu stoppen, das für die Spermienbildung notwendig ist. Mit den Spermien schwäche allerdings auch die Lust. Und da wäre denn doch das Kind mit dem Bade ausgeschüttet. □

Vom Hirn zur Keimdrüse und zurück

Ein Regelkreis steuert die Menge der im Blut zirkulierenden Sexualhormone. Die Kaskade beginnt im Hypothalamus, einer Hirnregion, und endet in den Keimdrüsen. Deren Hormone beeinflussen Körper und Psyche auf vielfältige Weise. Sie wirken zugleich auf das Gehirn zurück und schließen damit den Regelkreis



Dr. Horst Rose, 31, arbeitet als Physiologe im Aachener Klinikum und war 1986 Preisträger des Wettbewerbs „Reporter der Wissenschaft“.

Bedroht uns der Islam?

Kaum eine andere Religion hat heute so viel Einfluß auf das Weltgeschehen wie der Islam. Seit rund 1400 Jahren übt er eine ungebrochene Faszination auf die Menschen aus, hält der Siegeszug der Muslime an. Wo liegen die Gründe dafür, und warum stößt der Islam in der christlichen Welt oft auf Unverständnis und Vorurteile?

Karl Günter Simon bereiste zahlreiche islamische Länder, um Antworten darauf zu finden. Ein fesselndes Buch, das opulent bebildert, mit vielen historischen Rückblicken und Vergleichen zum Christentum einen tiefen Einblick in die arabische Seele gewährt. Ein Schlüssel auch zum Verständnis aktueller Vorgänge im Nahen Osten.



KARL GÜNTER SIMON
Islam
Und alles
in Allahs Namen

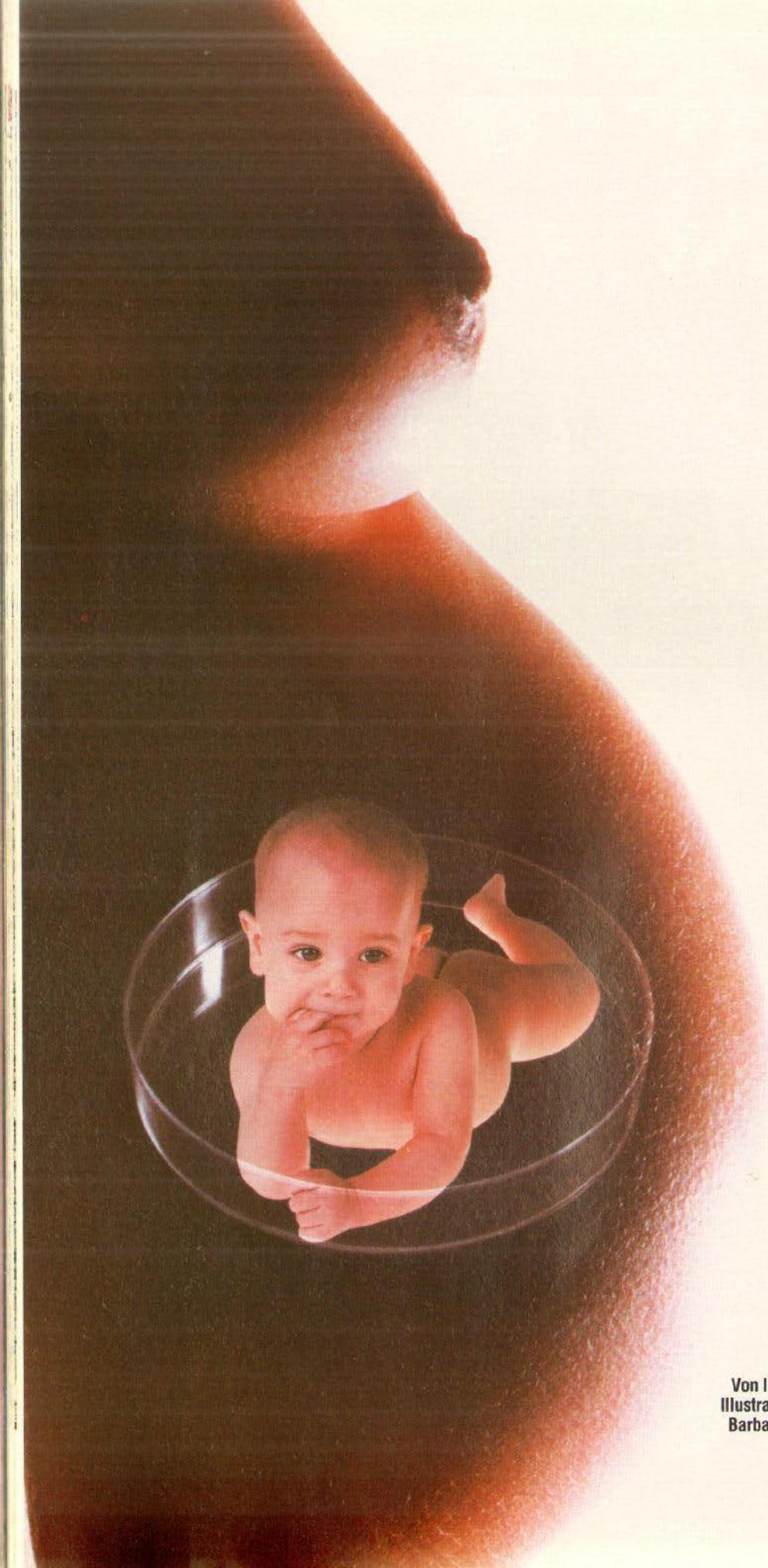


GEO

Karl Günter Simon
Islam

Und alles in Allahs Namen.
364 Seiten mit 315 farbigen
Abbildungen, Format 20,5 x 28 cm.
Leinen, DM 98,-.

Abrufkarte auf Seite 99



Wie eine unfruchtbare Frau

Eine Neue, eine Leidensgenossin: Augenpaare richten sich auf mich, als ich durch die Tür komme. Heute ist Freitag der 25. September 1987, mein dritter Zyklustag. Als die Monatsblutung vorgestern einsetzte, habe ich sofort mit der Klinik telefoniert, um mich anzumelden. Es ist halb acht Uhr morgens, fünfzehn bis zwanzig Frauen und einige Männer warten auf dem Flur und im Wartezimmer. Jede Frau trägt einen blauen Zettel bei sich, auf dem links oben in Großbuchstaben „IVF-Therapie-Bogen“ steht. IVF für In-Vitro-Fertilisation.

Dieser Laufzettel wird vier Wochen lang auch mein Leben bestimmen, die Tage einteilen in Termine für Hormonspritzen und -tabletten, Blutabnahmen und Ultraschall-Untersuchungen. Dann folgen der Eingriff, der meine Eizellen ans Tageslicht bringt, die Befruchtung im Reagenzglas und schließlich die Übertragung dieses winzigen Stück Lebens dorthin, wohin es gehört – in meine Gebärmutter. Vom ersten bis zum letzten Zyklustag werde ich meine Morgentemperatur in eine Tabelle eintragen. Jede Frau, die hier sitzt, hofft genau wie ich, daß nach 28 Tagen die Temperaturkurve nicht absinkt und so eine Schwangerschaft ankündigt. Alle wünschen wir uns ein Kind, unser Wunschkind heißt „Retortenbaby“.

Die IVF-Ambulanz: Endstation Hoffnung. Ihre Pforten sind täglich geöffnet, oft rund um die Uhr, an

Von Ina Fischer;
Illustrationen von
Barbara Michael

Der andere Traum vom eigenen Baby

die Reagenzglas-Befruchtung empfindet, die Ultima ratio der Sterilitätstherapien

mehr als 40 Orten der Bundesrepublik, in Universitätskliniken, städtischen Krankenhäusern und Privatpraxen.

Der Weg ins Wartezimmer führt am Zimmer des leitenden Arztes vorbei, auf der Tür prangt das Wort „Kinderwunsch“. Das klingt weniger verletzend als „Sterilitätsprechstunde“, erklärte mir Professor Schmidt einmal. Und außerdem sei seine wichtigste Aufgabe, festzustellen, weshalb ein Kinderwunsch unerfüllt bleibe. Immer häufiger, beklagt er, erschienen rat suchende Paare mit der klaren Forderung: „Wir hätten gern so ein Retortenbaby.“ Viele sind enttäuscht, wenn sie erfahren, daß vor der Behandlung in langwierigen Untersuchungen nach der Ursache der Sterilität gefahndet werden muß, bei Frau und Mann. Professor Schmidt: „Nicht jeder unerfüllte Kinderwunsch mündet in eine IVF-Behandlung.“ Sie ist wirklich die Endstation.

Bei uns gab es wenig abzuklären: Ich wurde nach Absetzen der Verhütung immer schnell schwanger. Doch binnen dreier Jahre zerstörten zwei Eileiterschwangerschaften beide Eileiter. Diagnose: „tubare Sterilität“, die klassische IVF-Indikation. Nach erneuter Sperma untersuchung und Kontrolle des Monatszyklus akzeptierte uns die Klinik für ihr IVF-Programm.

Wir waren fast das ideale Paar für eine außerkörperliche Befruchtung – bis auf das Alter: Ich war bereits

36 und mein Mann 42 Jahre alt. Nach der zweiten Eileiterschwangerschaft war ein Jahr verstrichen, bis wir uns gemeinsam für die allerletzte Möglichkeit entschlossen hatten, ein leibliches Kind zu bekommen. Wir standen zu unserem Kinderwunsch, und auch die Ärzte und die Psychologin stuften ihn als „gesund“ und nicht als „übersteigert“ ein.

Endstation Hoffnung: Nie hätte ich gedacht, daß ich hier lande. „Niemals“ – dieses Wort hatte ich dem Arzt ins Gesicht geschleudert, der nach der Diagnose meiner zweiten Eileiterschwangerschaft ein heulendes Häufchen Elend trösten wollte: „Ihnen bleibt immer noch die In-Vitro-Fertilisation.“ Niemals?

Endstation Hoffnung: Ich sitze hier weder als Versuchskaninchen der „Technodocs“ noch als hilflose, entmündigte Frau. Niemand hat mich gedrängt. Und ich kenne den gemeinen Einwand kritischer Freundinnen: „Daß gerade du das machst, zeigt, wie verführerisch diese Methode ist.“ Ich bestehe auf dem Selbstbestimmungsrecht der Frauen: auf straffreie Abtreibung und straffreie In-Vitro-Fertilisation. Ist es unverantwortlich oder unmenschlich, blockierte Eileiter zu umgehen? Auch unser Wunschkind entsteht nicht ohne Gefühle.

In der IVF-Ambulanz ertappte ich mich dabei, wie ich mich vor mir selbst rechtfertige. Sicher, alles ist reiflich überlegt. Wir haben uns im

mer gesagt, wir können die Behandlung jederzeit abbrechen, wenn sie einen von uns zu stark belastet, körperlich und seelisch. Doch die IVF-Behandlung ist mächtig, sie kann beherrschen. Säße ich sonst zum drittenmal in diesem Wartezimmer? Wir kannten die niedrigen Erfolgsraten, als wir den ersten Versuch starteten. Wir ahnten jedoch nicht, wie weit der Weg bis zu dem Punkt ist, an dem unser Retortenbaby erstmals eine kleine Chance bekommt.

Ein Schwachpunkt der IVF-Behandlung sind die Hormoninjektionen, durch die gleich mehrere Eibläschen und damit Eizellen in den Eierstöcken heranreifen sollen. Denn wir Frauen und unsere Monatszyklen sind unberechenbar. Das erste Mal sprach ich auf die Spritzen kaum an. Beim zweitenmal wurde die Dosis erfolgreich erhöht, doch der Eisprung setzte ein, bevor Eier aus den Eierstöcken abgesaugt werden konnten. Die Ärzte bedauerten: Sie hätten den spontanen Eisprung nicht ausschalten können. Bei 20 bis 30 Prozent der Frauen brechen sie die Stimulation ab, „weil sie nicht optimal läuft, und wir Ihnen doch die besten Chancen geben wollen“.

Ich will diese Chance endlich haben. Ein IVF-Kind ist schließlich kein Hirngespinst, Tausende davon sind gesund auf die Welt gekommen. Deshalb sitze ich wieder hier, trotzig und entschlossen, zweifelnd und zuversichtlich, nach drei Mona-

Wer hier sitzt, hat schon alles versucht

ten Bedenkzeit. Wie die meisten Paare haben auch wir gelernt, daß ein „Retortenbaby“ nicht in vier Wochen „mal eben schnell gemacht wird“. Diese Sterilitätsbehandlung, von Fachleuten inzwischen als Routine angesehen, erfordert mindestens ein halbes bis ein Jahr oder gar zwei Jahre, Diagnostik, Fehlversuche und Wartezeiten inklusive; Komplikationen wie Zysten am Eierstock, Überstimulation oder eine fiebrige Erkrankung, die das Sperma schädigen kann, nicht mitgerechnet. Die In-Vitro-Fertilisation ist niemals nur Sache der Frau, sondern eine Paartherapie: Beide Partner müssen die Behandlung tragen und ertragen.

Wir sitzen also wieder hier. Entscheiden wir uns noch immer frei? Wir gegen das Schicksal, gegen den Rest der Statistik? Der Arzt erklärt uns vor dem dritten Behandlungszyklus, jetzt habe er die Stimulation im Griff, aber eine Erfolgsgarantie könne er natürlich nicht geben.

Im Wartezimmer schnappe ich Satzfetzen auf: „Vierter Versuch, 27 Follikel, stellen-Sie-sich-davor, Zysten, Schmerzen, die hat schon ein IVF-Kind und will jetzt ein zweites, schlechte Spermaqualität, es kam nicht zum Transfer, vier Eier befruchtet, der-wievielte-Tag?“ Fluchtgedanken: Ich will nicht zu diesen schwatzenden Frauen gehören, die im Wartezimmer strickend ihre Leidensgeschichten wiederkäuen. Sie berichten von Operationen, jahrelangen Hor-

monbehandlungen und „Inseminationen“. Doch spätestens morgen werden sie mich nach meiner Geschichte fragen, und auch ich werde erzählen.

Schwester Renate ruft uns nacheinander in das Behandlungszimmer. Sie kennt mich vom letztenmal und macht mir Mut: „Diesmal klappt's sicher.“ Eine Lernschwester schaut zu, in ihren Augen sehe ich Ablehnung, lese bekannte Gedanken: „Diese verrückten Weiber, die wollen Kinder um jeden Preis.“ Ich antworte ihr stumm, während mein Blut in den Plastikkolben fließt: „Der Preis ist nicht zu hoch, verglichen mit den Operationen und Behandlungen, Schmerzen und Enttäuschungen, die die meisten von uns hinter sich haben. Wer legt die Preisgrenze fest, Sie oder ich?“

Bei zum siebten Zyklustag immer die gleiche Routine, die noch einen normalen Alltag zuläßt: Morgens Tabletten schlucken, Venenblutentnahme zur Bestimmung des Östrogenspiegels und Hormonspritzen in den Po. Nachmittags ab 15 Uhr Anruf in der Klinik, ich erfahre die Abendration an Hormonen. Mein Mann gibt mir die Spritze, er ist Hautarzt. Das IVF-Ärzte-Team der Klinik diskutiert jeden Nachmittag die aus dem Labor gemeldeten Hormonwerte der Patientinnen und entscheidet über deren Schicksal: Abbruch oder weitere Stimulation.

Noch bin ich im Programm. Die linke und rechte Armbeuge sind

zerstochen, denn ich habe schlechte Venen. Ab morgen oder übermorgen müssen sie mir sogar dreimal täglich Blut abnehmen, wegen der Erfahrung beim letztenmal. Sie bestimmen darin LH, das luteinisierende Hormon, weil sein früher Anstieg einen unkontrollierten Ei- sprung ankündigt. In diesem Fall könnten die Ärzte noch rechtzeitig punktieren.

Je weiter die Behandlung fortschreitet, desto quälender wird das Blutabnehmen, jeden Stich der Kanüle empfinde ich als Körpervverletzung. Aber mit den Hormonen geht auch Hoffnung unter die Haut. Jede Injektionsnadel durchdringt den mühsam aufgebauten rationalen Abwehrschild gegen möglichen Mißerfolg. Denn wir wissen natürlich um die hohen Abbruch- und niedrigen Schwangerschaftsraten. Hoffnung geht unter die Haut, alles geht unter die Haut. Mein Mann und ich werden dünnhäutiger und nervöser. Vom 10. Tag an dürfen wir „keinen Verkehr mehr haben“.

HOFFNUNG IM DUNKEL: 8. BIS 13. ZYKLUSTAG. Morgens folgt jetzt auf die Spritzen die erste Ultraschalluntersuchung. Neben mir sitzt Frau Meier, die bereits das dritte IVF-Zentrum aufsucht und dessen Vor- und Nachteile aufzählt. Eingeweihte nennen sie „IVF-Touristin“. Frau Herbert gibt zu, daß eigentlich nicht sie weitermachen will, sondern ihr Mann: „Sein Sperma ist zu schlecht, es liegt mehr an



Warten aufs Wunschkind: In den Wartezimmern der IVF-Kliniken sitzen Paare, die meist eine mehrjährige Sterilitätsbehandlung hinter sich haben. Sind beide Eileiter der Frau verschlossen, ist die In-Vitro-Fertilisation der letzte Ausweg. Mit diesem Kunstgriff umgeht der Arzt die Blockade, und zwar außerhalb des Körpers. Während der oft langwierigen und emotional belastenden Behandlung begleitet ein »IVF-Therapie-Bogen« die Patientin

Hoffnung im Dunkel: 8. bis 13. Zyklustag

ihm, wissen Sie.“ Dagegen fragt sich Frau König, wie sie ihren Mann zu einem weiteren Versuch überreden kann, wenn es wieder nicht klappt. Er hat verkündet, das vierte sei endgültig das letzte Mal. Sie sei jetzt bereit, mit der Psychologin darüber zu reden, „weshalb es mir sehr, sehr schwer fällt, aufzuhören“.

Die Frauen sind zwischen 20 und 40 Jahre alt und sitzen still auf den Stühlen. Einige wirken angespannt und schauen oft auf die Uhr. Sie wollen nicht zu spät zur Arbeit kommen, um nicht aufzufallen. Viele verschweigen ihrer Umgebung, auch der Familie und Freunden, daß sie sich einer IVF-Behandlung unterziehen. Sie fürchten das ständige „Hat's geklappt?“ und vor allem Vorurteile. Eine Frau reicht ein älteres ECB-Mitteilungsblatt in die Runde. ECB ist das Kürzel eines Vereins für „Extra-Corporale Befruchtung“. „Ja zur IVF = Ja zum Leben“ lautet der Titel eines Artikels. Die organisierten IVF-Eltern verteidigen sich wie ein in die Ring-Ecke gedrängter Boxer, wettern gegen das Vokabular der Presse, die vom „Ungeheuer aus der Retorte“ und der „künstlichen Befruchtung“ schreibe, und gegen Politiker, Grüne und Feministinnen, für die jede IVF-Patientin eine „Gebärmaschine“ sei, die „der Menschenzüchtung Tür und Tor öffnet“.

Ich nicke, recht hat dieser ECB-Verein. Sollen Paare wie wir

auf diesen „medizinischen Fortschritt“ verzichten, nur weil die Methode auch mißbraucht werden könnte? Doch die Morgenlektüre läßt ein ungutes Gefühl zurück: „Ja zur IVF“ heißt nicht zwangsläufig „Nein“ zu kritischen Fragen. Für manche Paare verwandelt sich das „Ja zur IVF“ in ein „Nein zu ihrem Leben“, wenn beide nicht mehr davon loskommen. Die Fahrt zur nächsten IVF-Klinik ersetzt dann Fragen nach den tieferen Ursachen der Unfruchtbarkeit und verhindert die Trauer über das kinderlose Schicksal. Mit der wachsenden Anzahl von IVF-Ambulanzen steigt für sie die Chance, immer wieder willige Macher zu finden. Neuer Zyklus, neue Hoffnung – dies ist ein Kreislauf, bei dem einige Paare auf der Strecke bleiben.

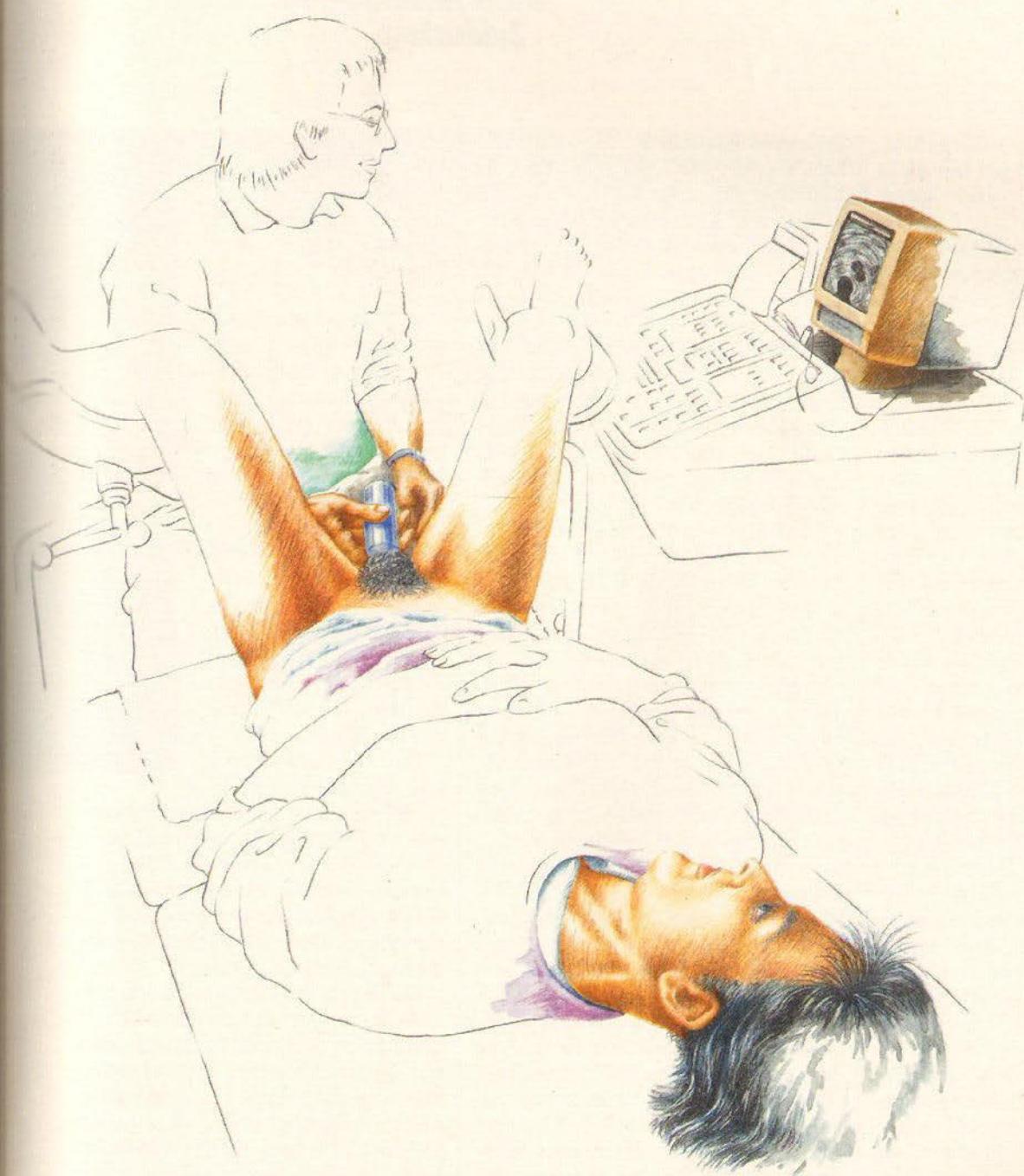
Schätzungsweise 80 Prozent der IVF-Schwangerschaften stellen sich spätestens nach dem dritten vollständigen Behandlungszyklus ein. Hat es auch dann noch nicht geklappt, verordnen verantwortungsvolle Ärzte eine längere Denkpause. Bei einzelnen Paaren lassen sie auch fünf Versuche zu. Wir haben uns eine Grenze von höchstens drei Behandlungen gesetzt, um nicht ganz ausgeliefert zu sein.

Warten in der IVF-Ambulanz: Mit drastischen Beispielen dämpfen „alte Hasen“ die zu großen Hoffnungen derer, die zum ersten Mal dabei sind: „Zehn Eier haben sie punktiert, und keines wurde befruchtet. Alle waren zu unreif.“

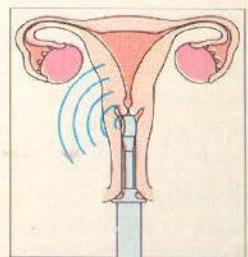
Und eine andere Frau berichtet, daß die Ärzte bei einer Bekannten „wegen Verwachsungen“ gar nicht an die Eierstöcke rankamen. „Es ist eben doch ein Pulverfaß“, bemerkt ihre Nachbarin trocken. Ein türkisches Ehepaar sitzt ruhig dabei. Auch Herr Bremer und seine Frau, die es zum drittenmal versuchen, haben, was den Mißerfolg angeht, dazugelernt: „Wir fallen nicht mehr von der Leiter, sondern nur noch vom Stuhl.“

Ich werde aufgerufen und ziehe hinter einem Vorhang im Ultraschallraum Jeans, Strumpfhosen und Schlüpfer aus. In dem abgedunkelten Untersuchungszimmer wartet der Herr Doktor. Stephan Werner hat uns auch die letzten Male betreut und begrüßt uns freundlich: „Die Hormonwerte entwickeln sich gut.“ Ich lege mich auf die Liege, winkle die Beine an und spreize sie leicht. Wenn der Arzt den gel-bestrichenen Stab mit dem rotierenden Schallkopf in die Scheide einführt, mischt sich in das kleine, kalte, körperliche Erschrecken immer ein Moment der Scham. Doch dann zählt nur der Bildschirm, der meine Eierstöcke zeigt. Mein Mann steht hinter dem Arzt und lächelt mir zu.

„Links drei und rechts zwei Follikel, das sieht gut aus.“ Sie messen zehn bis elf Millimeter im Durchmesser. „Ab übermorgen nehmen wir dreimal Blut ab, wegen des LH.“ Doktor Werner fragt nach, ob ich die Stimulation gut vertrüge. Ja,



Kontrolle per Ultraschall:
Wenn der Arzt den Stab mit dem rotierenden Schallkopf in die Scheide einführt (unten), erscheinen auf dem Bildschirm die Eierstöcke mit ihren Follikeln. Die Größe dieser Eibläschen prüft der Arzt vom achten Tag an täglich. Erst wenn sie eine Größe von 18 bis 22 Millimeter erreicht haben, sind die Eizellen darin reif für die Befruchtung. Rechtzeitig vor dem Eisprung müssen sie aus den Follikeln abgesaugt werden



Eine Nadel im Bauch: 14. Zyklustag

ich habe Glück: kein Völlegefühl, mir ist nicht übel und ich bin nicht matt, kein Ziehen und keine Schmerzen im Bauch.

Als ich den Ultraschallraum verlasse, fragt die naseweise Frau Münch: „Wie viele Eier sind es denn?“ Frauen als Eierproduzentinnen, sind wir denn auf dem Hühnerhof? Ich hole tief Luft und antworte: „Fünf Stück.“

Zwischen dem 8. und 13. Zyklustag entscheidet sich viel. Wir reden zu Hause über Follikeldurchmesser und Hormonwerte und berechnen den wahrscheinlichen Tag der Punktions, den Tag der Übertragung der Embryonen und den Geburtstermin des Wunschkindes. Wir streiten bei einem guten Rotwein über die Vor- und Nachteile von Zwillingen, Drillingen und Einzelkindern, überlegen sogar, wo wir mit dem Kind im kommenden Jahr Urlaub machen. Hoffnung erfaßt uns, die im Dunkel des Ultraschallraumes von Tag zu Tag größer wird. Wir sind ihr wehrlos ausgeliefert.

Eine Zeit stärkster Isolation und Anspannung beginnt, die IVF-Behandlung übernimmt das Kommando in unserem Leben. Die Angst, daß alles doch vergeblich sein könnte, bleibt unser ständiger Begleiter. Bevor ich mich morgens zur Ultraschall-Untersuchung hinlege, fürchte ich immer, daß die Follikel verschwunden oder kleiner geworden sind. Jedesmal bin ich erleichtert, wenn die Eibläschen als schwarze Flecken auf dem Bild-

schirm auftauchen. Sie wachsen brav weiter, am 12. Tag beträgt ihr Durchmesser zwischen 18 und 22 Millimeter. Da spricht Dr. Werner den erlösenden Satz: „Heute abend um 23 Uhr geben wir Ihnen die Spritze, die den Eisprung auslöst.“ Es ist Sonntag. Ich werde ruhiger, mein Mann dagegen wird immer nervöser. In 36 Stunden ist die Entnahme, der Tag, an dem es auf ihn ankommt. Dann muß er funktionieren. Im Klinikjargon heißt das: „Der Partner gewinnt eine frische Samenprobe.“

NADEL IM BAUCH: 14. ZYKLUSTAG. Bei der Punktions sind die Männer selten dabei. Ich hätte es sowieso abgelehnt, um meinen Mann nicht zu belasten. Er hat genug mit sich zu tun, wenn ihn die Leiterin des Labors nachher auffordert, unter gleißendem Neonlicht zu masturbieren, in diesem unpersonlichen Raum mit der meterhohen Topfpflanze, mit Stuhl und Landschaftsbild, einer abgetrennten Toilette und Waschbecken.

In dem kleinen OP-Raum lege ich mich, nur mit einem Hemd bekleidet, auf den Gynäkologenstuhl. Die Schwester gurtet meine Beine in den Metallhalterungen fest und deckt mich mit einem weißen Tuch zu. Die Schamhaare zwischen den Beinen sind bereits abrasiert. Alle Anwesenden tragen Hauben und Mundschutz. Die Tür zum angrenzenden Labor steht offen.

Die Schwester mißt meinen Blutdruck, bevor Doktor Werner eine

Dauer-Kanüle in meine Armvene legt. Er spritzt mir ein starkes Beruhigungsmittel, das im Mund einen plötzlichen Pfefferminzgeschmack auslöst. Dann stöpselt die Schwester eine Infusion an die Kanüle. Die tropfende Flüssigkeit hält die Vene offen, falls weitere Medikamente notwendig werden. Die Komplikationsrate bei der Punktions ist niedrig: Sie beträgt 1:1000. Wenn ich nun aber die Tausendste bin? Augenblicke intensiver Angst: Ich will nicht sterben, ich will doch nur ein Kind.

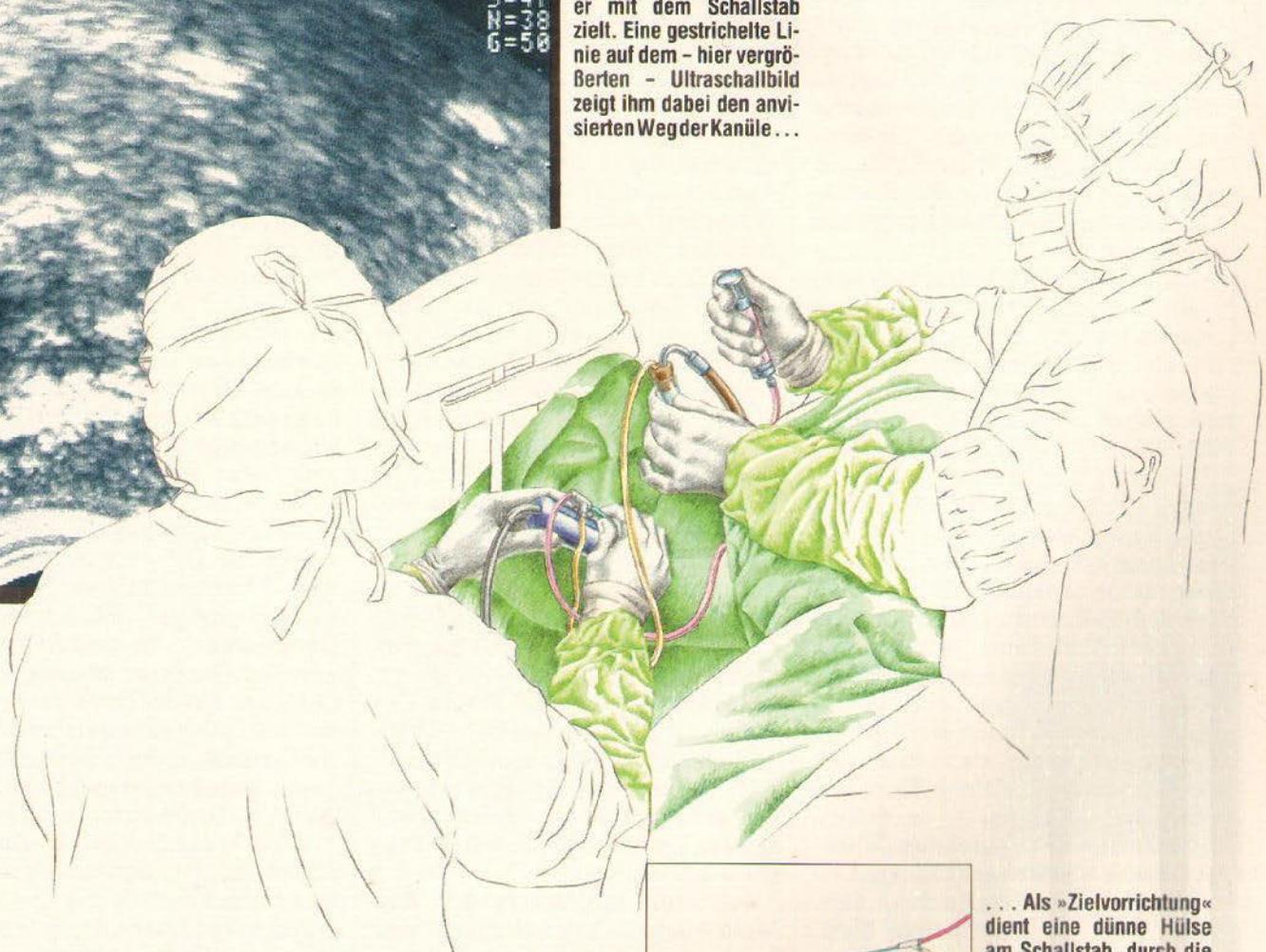
Die Verpackung knistert, aus der Doktor Werner die sterilen Ärmelschoner und Gummihandschuhe zieht, die er mit einem schmatzenden Geräusch über die Hände streift. Ich werde wacher, als er meine Scheide mit einer kühlen Flüssigkeit desinfiziert, und schaue mich um.

Sie legen jetzt grüne Vliestücher über mich, erst auf das linke Bein, dann über den Bauch, um es unter mir einzuschlagen. „Bitte das Geäß kurz anheben.“ Sie löschen das helle Deckenlicht und richten die OP-Strahler auf das viereckige Loch in dem dunkelgrünen Tuch





Follikelpunktion: Treffsicher lenkt der Arzt die lange Punktionsnadel in das Eibläschen, auf das er mit dem Schallstab zielt. Eine gestrichelte Linie auf dem - hier vergrößerten - Ultraschallbild zeigt ihm dabei den anvisierten Weg der Kanüle...



... Als »Zielvorrichtung« dient eine dünne Hülse am Schallstab, durch die der Arzt die Punktionsnadel führt. Die Assistentin saugt das reife Ei durch Kanüle und Schlauch in ein gläsernes Röhrchen

Die öffentliche Zeugung: 14. bis 16. Zyklustag

zwischen meinen hochgereckten Beinen. Die Schwester neben meinem linken Bein hält in der rechten Hand ein leeres Glasrörchen, zu dem dünne Schläuche führen. Ihre Linke umfaßt ein Glas mit rötlicher Nährösung und weiteren Verbindungsschläuchen. Ein brummendes Geräusch: Sie testen die Vakuumpumpe, die meine erste Eizelle in die Nadel und durch die Plastikschläuche in das leere Glasrörchen saugen wird.

Doktor Werner führt den Schallstab, an dem seitlich zwei dünne Hülsen befestigt sind, in die Scheide ein. Mit Hilfe dieser Führung wird er die Punktionsnadel zielsicher durch die Wand der Vagina in den Bauchraum und direkt in das Eibläschen stoßen. Die Schwester reicht Doktor Werner die lange Nadel. Er hat eine sichere Hand, er wird es schon gut machen. Wie soll ich mich entspannen? Hinschauen auf dem Bildschirm? Dort führt eine gestrichelte Linie, der geplante Stichkanal, in das erste Eibläschen. Ich schließe die Augen, bin müde.

„Jetzt kann es einen kleinen Piker geben“, sagt der Arzt. Ich umklammere die Haltegriffe neben meinem Becken, verdränge Schmerz und unangenehmes Druckgefühl. Hoffentlich geht alles gut.

Die Assistentin murmelt: „Läuft, läuft, klar, klar, läuft immer noch, tropft, tropft, weniger, weniger, fertig.“ Das volle Reagenzglas, in dem sich Follikelflüssigkeit und Nährösung durchmischt haben,

reicht sie der zweiten Schwester, der sogenannten Springerin. Mit den Worten: „Rechter Eierstock, erster Follikel“ trägt diese das Reagenzglas durch die offene Tür ins Labor.

Die Follikelpunktionen gelingen zu 80 bis 90 Prozent, doch die Eier können auch in den Bauchraum fallen oder – das ist die größere Gefahr – unreif, unbrauchbar sein. Doktor Werner spült das erste Eibläschen mit Nährösung nach und saugt sie ab. Wieder murmelt die OP-Schwester: „Läuft, läuft, weniger, tropft, Ende . . .“ Aus dem Labor meldet die Biologin laut und deutlich: „Ich hab sie, sieht gut aus.“

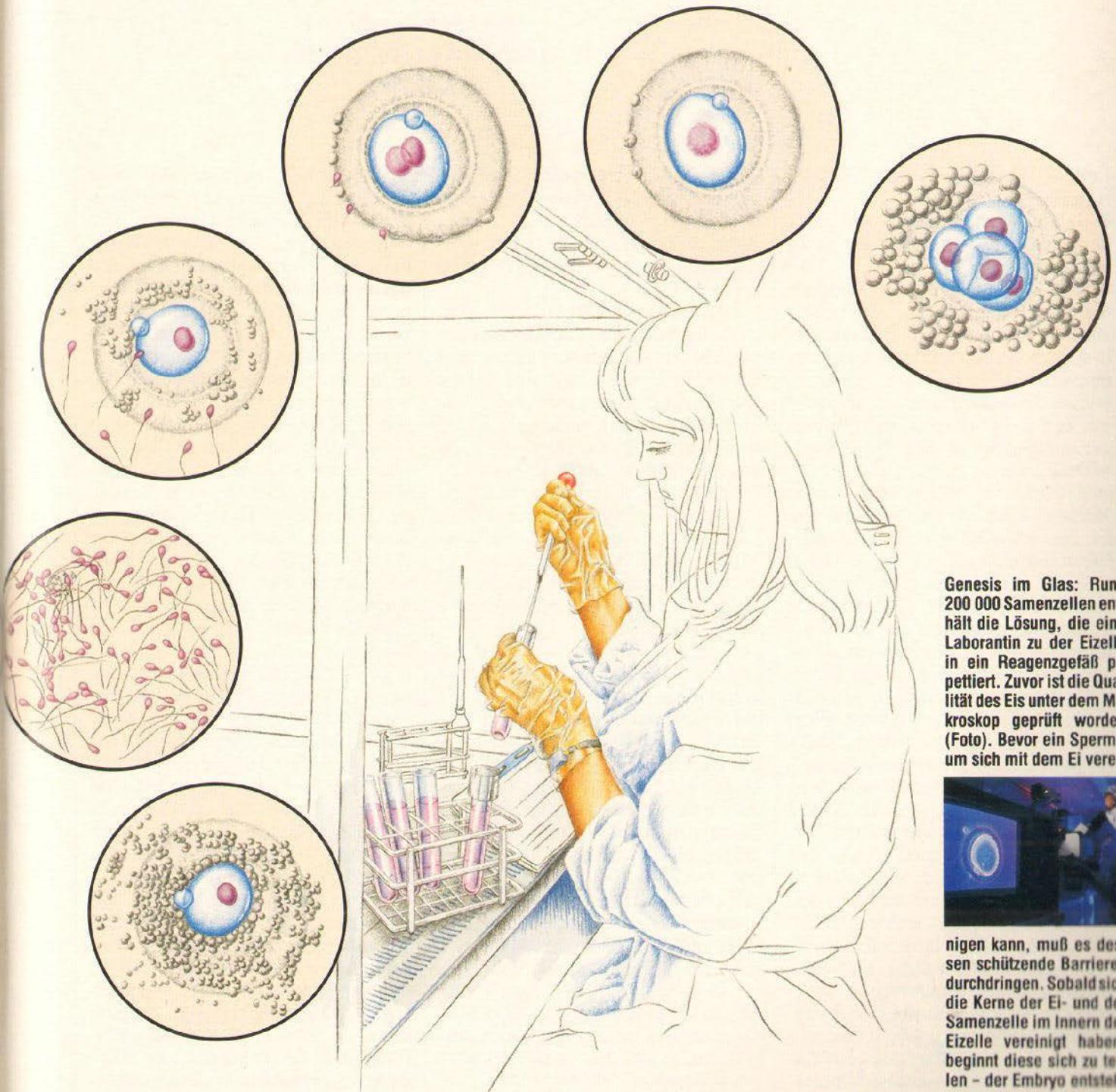
Aus meinem Dämmerzustand reißt mich eine Stimme, die den zweiten Stich ansagt: „Zweiter Follikel rechts.“ Ich zucke zusammen: Diesmal dringt die Nadel voll in mein Bewußtsein und löst Schmerz und Verkrampfung aus. Kinder zu machen kann so lustvoll sein. Was die hier mit mir machen, ist eine Qual. Ich habe eine Nadel im Bauch und Panik im Kopf. Das Team bemerkt meine Angst: „Möchten Sie doch ein Schlafmittel?“ Ich nicke. Als Doktor Werner die drei Follikel des linken Eierstocks punktiert und spült, spüre ich nichts mehr.

Im Ruheraum wache ich auf. Mein Mann hält meine Hand, gibt mir einen Kuß. „Wie viele sind es?“ frage ich sofort. „Fünf Stück. Schöne, reife, hat die Biologin gesagt.“ „Ist bei dir auch alles okay?“

Ich erinnere mich an die Frau, die hemmungslos über ihren Mann schimpfte, weil sich in seinem Ejakulat kein einziges Samenfädelchen mehr gerührt hatte. Der Stress hatte sie abgetötet. Mein Mann beruhigt mich: „Ja, alles okay, schlaf jetzt.“ Keine Nadel ist mehr in meinem Bauch, das Schlimmste ist überstanden. Wir haben unseren Teil gegeben, Ei- und Samenzellen, und warten und hoffen wieder.

ÖFFENTLICHE ZEUGUNG: 14. BIS 16. ZYKLUSTAG. „Fühlen Sie sich als Schöpfer? Haben Sie Allmachtphantasien?“, hatte ich Doktor Werner vor drei Monaten, nach dem zweiten Versuch, einmal gefragt. Der sympathische und offene Vierziger hatte nachdenklich durch seine kleine Brille geblickt. Mit ihm konnten wir reden. Er nannte die IVF eine „elegante Lösung, Paaren zu helfen, eine Hürde zu überwinden“. Er sah sich als Handwerker: „Je präziser meine Tätigkeit ist, desto besser sind Ihre Chancen. Bei der Punktion konzentriere ich mich ganz auf diesen Quadratzentimeter Eibläschen. Ich bin weder Miterzeuger noch Schöpfer. Auf die Hauptsache haben wir sowieso wenig Einfluß. Das ist Schicksal oder, nennen Sie es ‚das Wunder des Lebens‘.“

Am Abend nach der morgendlichen Punktion findet die öffentliche Zeugung statt. Im Labor führt die Biologin Regie. Auch wenn sie ihr Bestes gibt, kann das „Wunder des



Genesis im Glas: Rund 200 000 Samenzellen enthalten die Lösung, die eine Laborantin zu der Eizelle in ein Reagenzgefäß pipettiert. Zuvor ist die Qualität des Eis unter dem Mikroskop geprüft worden (Foto). Bevor ein Spermium sich mit dem Ei verei-



nigen kann, muß es dessen schützende Barrieren durchdringen. Sobald sich die Kerne der Ei- und der Samenzelle im Innern der Eizelle vereinigt haben, beginnt diese sich zu teilen – der Embryo entsteht

Eltern werden – ein nüchterner Akt am 16. Zyklustag

Lebens“ ausbleiben. Im Aufklärungsbogen lesen wir,

- daß die Eizellen manchmal unter den Laborbedingungen nicht nachreifen können;
- daß der Samen Bakterien enthalten kann, die eine Befruchtung der Eizellen verhindern oder die Eizelle aus anderen Gründen nicht befruchtet wird;
- daß die befruchtete Eizelle nicht mit den Zellteilungen beginnt, sich gar nicht oder abnorm weiterentwickelt oder
- daß ein Laborzwischenfall zum Verlust oder zur Schädigung von Ei, Samenzellen oder befruchteten Eiern führen kann.

Wenn nur alles gut geht.

Am Abend des 14. Tages fließen aus einer Pipette rund 200 000 Spermien meines Mannes in ein Reagenzglas, in dem eine meiner Eizellen schwimmt: Zeugung im Glas, *in vitro*, in der Retorte, das ist alles. Fünf Gläschchen stehen über Nacht im Brutschrank, in dem Fach, dessen Glastür unser Namensschild trägt. Am Morgen des 15. Tages sieht die Biologin unter dem Mikroskop, daß drei meiner Eier befruchtet worden sind. Wir erfahren davon am Telefon. Bis zum Morgen des nächsten Tages teilen sich die befruchteten Eier tatsächlich zweimal, ganz regelmäßig. „Die Embryonen sehen wunderschön aus“, sagt die Biologin, in deren Stimme Freude schwingt. Die Chance, schwanger zu werden, ist endlich da. Doch die drei schönen Vierzel-

ler bleiben abstrakt wie Abbildungen in einem Biologiebuch. Es sind noch keine Kinder, nicht unser Sohn oder unsere Tochter, aber immerhin – sie sind deren Möglichkeit.

ELTERN WERDEN: 16. ZYKLUSTAG. Sie schieben mich im Bett in den Behandlungsraum neben dem Labor. Hier sollen wir also Eltern werden. Die Mutter steht unter Valium, der Vater ist aufgeregt. Ohne den Embryotransfer, den „ET“, ist die In-Vitro-Fertilisation wertlos. Im Bett bringe ich mich in die Übertragungsposition: Knie-Ellbogen-Lage – Kopf auf dem Kissen, Becken in die Höhe. Mein Mann legt seine Hand auf meine Schulter. Alles dauert nur wenige Minuten und ist wenig schmerhaft. Doktor Werner schiebt einen dünnen Plastikkatheter durch meinen Muttermund in die Gebärmutter und spült die Embryonen mit einigen Tropfen Nährmedium hinein. Die Biologin inspiziert die biegsame dünne Übertragungskanüle im Labor unter ihrem Mikroskop, damit kein Embryo hängen bleibt. Sie findet nichts, die drei Embryonen sind in mir.

Nicht nur die Lage, auch meine Freude läßt mir das Blut in den Kopf schießen. Endlich zieht der Arzt das Spekulum aus der Scheide. Ich lasse mich auf den Bauch rutschen. Mit einem kurzen, fast nüchternen Akt, dem Ereignis nicht angemessen, sind wir „IVF-Eltern“ geworden.

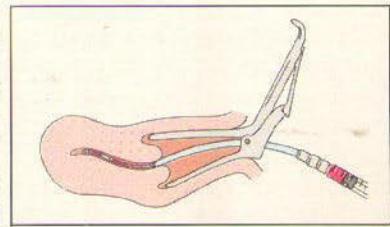
Nach den Erfahrungen der Ärzte liegt unsere Chance, in gut vier Wochen auf Ultraschallbildern die Herzschläge eines Kindes zu sehen, nach der Übertragung der drei Embryonen zwischen 20 und 30 Prozent. Noch unwahrscheinlicher sei es, so sagen die kalten Zahlen der Statistik, daß wir einmal ein gesundes Baby in den Armen halten: Bei zehn Prozent liegt die „Take home“-Rate. Wir können das Glück gebrauchen, das uns die Biologin und Doktor Werner wünschen. Sie schieben mein Bett in den Ruheraum. Zwei Stunden soll ich auf dem Bauch liegen, dann dürfen wir nach Hause, wo ich bis morgen früh im Bett bleiben soll. Wir trinken ein Glas Sekt, wie damals nach meinem ersten positiven Schwangerschaftstest.

EIN BISSCHEN SCHWANGER: 16. BIS 29. ZYKLUSTAG. Schwester Renate hat meine Akte in einem Ordner mit grünem Rücken abheftet. „Das ist unser Hoffnungsordner“, lächelt sie. Ich solle ganz normal leben, nur Sport, Sauna, schweres Heben sei untersagt und „bitte die nächsten 14 Tage weiterhin keinen Verkehr“.

Noch bin ich nur ein bißchen schwanger. Die Embryonen müssen sich erst einnisten. Zur Unterstützung der Gelbkörperfunktion, die eine Schwangerschaft aufrechterhält, spritzen sie mir noch dreimal das Schwangerschaftshormon HCG. Die Einnistung ist der allergrößte Schwachpunkt, kaum beein-



Embryo-Transfer: Aus zwei bis acht Zellen besteht der Keimling, wenn er zwei Tage nach der Befruchtung in den Leib der Patientin übertragen wird. Mit etwas Nährlösung spült der Arzt alle erfolgreich befruchteten Eizellen durch einen dünnen, biegsamen Katheter in die Gebärmutter (rechts)



Ein kleines bißchen schwanger: 16. bis 29. Zyklustag

flußbar, genau wie im richtigen Leben, wo über die Hälfte der natürlich befruchteten Eier abgeht. Peinibel registriere ich jedes Ziehen im Bauch, achte auf frühe Schwangerschaftszeichen. Spannt die Brust wirklich ein bißchen? Oder spielen mir nur die Hormone einen bösen Streich?

Einer der Embryonen wird es sicher schaffen. Für sie oder ihn denke ich mir Kindernamen aus. Auch mein Mann verströmt Optimismus und macht mir Mut. Trotzdem bastele ich heimlich an gedanklichen Krücken für den Fall des Absturzes: Lieber sofort, als später eine Fehlgeburt. Eine IVF-Schwangerschaft bringt – wie alle hormonell unterstützten Schwangerschaften – ein höheres Fehlgeburtsrisiko mit sich. Freundinnen ermahnen mich, positiv zu denken, „aber nicht zu positiv, sonst gibt's Drillinge“. Lachen tut gut.

Am 29. Tag – es ist Mittwoch, der 21. Oktober – färbt Blut das Bettlaken rot. Ich hatte keine Binde angelegt, war überzeugt, daß die Blutung ausbleibe. Ich messe meine Temperatur. Sie ist gesunken. Ich rufe Schwester Renate an und melde mit gefaßter Stimme meine Periode, sie könne die Akte aus dem Hoffnungsordner nehmen. Ich lege den Hörer auf und falle in ein tiefes Loch. Da ist Weinen und Fluchen, Wut und Scham. Alles war vergeblich. Ich fühle mich wie ein waidwundes Tier, hasse den roten Lebenssaft, der Tod bedeutet.

Mein Körper hat versagt, obwohl doch alles optimal lief. Habe ich mir doch zu viele Gedanken gemacht, war ich zu zwiespältig? Warum hat es nicht geklappt? Was haben wir falsch gemacht?

Mein Mann und ich reden nicht viel, weinen, gehen spazieren, tun uns etwas Gutes, essen schön, leben einfach. Endlich dürfen und können wir uns auch wieder lieben, uns ganz vereinigen und nicht nur Teile von uns im Labor. Die kalte, harte Wand, die Sexualität und Fortpflanzung getrennt hat, zerspringt. Tränen der Trauer, daß wir nie mit Lust ein Kind zeugen können.

Allmählich erholen wir uns und reden schließlich über die Behandlung wie über einen Alptraum oder Film, in dem nicht wir, sondern Fremde unsere Rollen spielten. Bei einem Gesprächstermin ermutigt uns Doktor Werner, es in einigen Monaten noch einmal zu probieren: „Sie hatten einfach Pech. Auch bei einer normalen Zeugung klappt es nicht beim erstenmal.“ Wir wollen es uns überlegen.

Die Erinnerungen an die Niedergabe verblaßt schnell, alle Wunden heilen. Wir spielen mit dem Gedanken, einen erneuten Versuch zu wagen, bestärkt durch Bekannte aus Hamburg, die uns eine Geburtsanzeige schicken. Ihr Sohn ist ein Retortenbaby, zwei Jahre lang haben sie um ihn gekämpft. Geben wir zu früh auf?

Nach vier Monaten bemerke ich, daß ich bei jedem Stadtbummel einen großen Bogen um die zentral gelegene Frauenklinik mache. Am nächsten Tag zwinge ich mich, dort hinzugehen. Wie einem Gegner stehe ich dem altehrwürdigen Gebäude gegenüber. Bei dem Gedanken an die täglichen Blutabnahmen und Spritzen, an den Ultraschallraum und den kleinen OP, an die Punktions und den Embryotransfer wird mir übel. Abends erzähle ich meinem Mann von dieser Begegnung. Die Entscheidung fällt: Wir hören auf.

Wir haben nie bereut, eine IVF-Behandlung überhaupt versucht zu haben. Wir hatten eine Chance, und wir hatten Pech. Durch die gescheiterte In-Vitro-Fertilisation haben wir unsere Kinderlosigkeit in ihrer Endgültigkeit nochmals brutal erfahren und akzeptieren gelernt. Die IVF-Behandlung war auch ein Lernprozeß. Endstation Hoffnung geschlossen. □

Nachwort der Autorin Ina Fischer. Der Name ist ein Pseudonym: Im Jahre 1987 versuchte ich mit Hilfe der In-Vitro-Fertilisation schwanger zu werden – leider vergebens. Ein Jahr später suchte ich erneut mehrere IVF-Kliniken auf – diesmal als Journalistin. Aus meinen eigenen Erfahrungen und der Recherche habe ich übliche Abläufe rekonstruiert, typische Situationen und Personen entwickelt. Die Namen sind frei erfunden. Gleichwohl erzähle ich im wesentlichen meine, also eine wahre Geschichte.

Auch die Grafik-Designerin **Barbara Michael** hat den Alltag einer IVF-Klinik studiert. Beobachtungen und Fachinformationen haben wir diskutiert und zu Bildern verdichtet. Neben einer verständlichen Darstellung der Behandlung waren uns besonders die Gefühle der Frauen und Männer wichtig, die sich für eine außerkörperliche Befruchtung entschieden haben.

Hoffen und Bangen:
Wächst einer der Keime in
der Gebärmutter an? Nur
relativ selten schafft eine
im Glas befruchtete Eizelle
die Einnistung. Und da-
nach bedrohen Fehl- und
Frühgeburt die Leibes-
frucht. In neun von zehn
Versuchen beendet – wie
auf dem allegorischen
Gemälde »Das fliegende Bett« von Frida Kahlo – ei-
ne Blutung alle Hoffnungen



Wenn kein Kind kommt

Schätzungsweise jedes siebte bis zehnte Paar »im fortpflanzungsfähigen Alter« bleibt ungewollt kinderlos. Fachleute sprechen von **Sterilität**, wenn nach ein bis zwei Jahren regelmäßigen und ungeschützten Geschlechtsverkehrs keine Schwangerschaft eingetreten ist. Für eine oft behauptete Zunahme der Sterilität in der Bevölkerung gibt es keine Belege. In den letzten Jahrzehn-

ten hat sich jedoch der Zeitpunkt verschoben, zu dem sich die Partner ihr erstes Kind wünschen. Er liegt oft jenseits des Alters, das für die Fortpflanzung besonders günstig ist. Folge: Kinder bleiben aus, ohne daß einer der Partner unbedingt steril sein muß. Viele Paare akzeptieren ihre Kinderlosigkeit als Schicksal. Andere wollen etwas dagegen unternehmen. Durch die **Kinderwunsch-Sprechstunde**

Erster Ansprechpartner ist meist der Frauenarzt oder die Ärztin der Partnerin. Viele Kliniken und Praxen bieten Sterilitätsprechstunden an, wobei Gynäkologen, Psychosomatiker, Psychologen und Hormon-Experten für Beratung und Untersuchung zur Verfügung stehen. Im ersten Gespräch gibt jedes Paar Auskunft über

KINDERWUNSCH-SPRECHSTUNDE

- **biographische Daten:** Alter, Krankengeschichten, Sexualleben;
- **ungünstige Einflüsse:** Suchtmittel wie Nikotin, Alkohol, Koffein, Arznei; Lebenssituation wie Beruf, Stress, starkes Über- oder Untergewicht; Umweltbelastung wie Giftteam Arbeitsplatz;
- **psychischen Hintergrund:** Wie gut ist die Partnerschaft? Seit wann besteht der Kinder-

wunsch? Wie stark ist er bei welchem Partner? Warum kommt das Paar jetzt zum Arzt? Welche Erwartungen werden auf das Kind gesetzt? Belastet die Sterilität die Partner? Stehen beide unter Erfolgsdruck, der eine Schwangerschaft unmöglich behindert? Die Suche nach organischen Ursachen kann erst nach diesem Gespräch beginnen. Dabei

wunschtbehandlung haben sie eine Chance: Sie führt durchschnittlich in jedem vierten Fall zum Erfolg. Die folgende Zusammenstellung faßt die möglichen Schritte der Behandlung eines Paares (= homologes System) zusammen. Unberücksichtigt bleiben Ei- und Samenspenden Dritter (= heterologes System) und die Leihmutter-Schwangerschaft.

und bei der späteren Behandlung gelten zwei wichtige Prinzipien:

1. Frau und Mann müssen sich untersuchen lassen und aktiv mitarbeiten.
2. Alle einfachen Methoden, die nicht in den Körper eingreifen, müssen ausgeschöpft sein, bevor belastende Verfahren angewendet werden dürfen.

40 Prozent bei der Frau

20-30 Prozent beim Mann

40 Prozent beim Mann

40 Prozent bei der Frau

20-30 Prozent beim Mann

40 Prozent beim Mann

ALLGEMEINE RATSCHLÄGE:

weitere Gespräche mit Psychosomatikern oder Psychologen; eventuell Gruppentherapie, Entspannungsübungen oder Urlaub; Änderung der Lebensweise: Suchtmittel absetzen, Stress vermeiden, Über- oder Untergewicht vermindern.

EIERSTÖCKE: Läuft der Zyklus normal ab? Werden Eizellen reif? Kommt es zum Eisprung? Läßt der hormonelle Verlauf des Zyklus eine Schwangerschaft zu? **Untersuchungsmethoden:** 1. Messen der Aufwachtemperatur über 2 bis 3 Monate; 2. Hormonuntersuchungen in Blut und Urin; 3. Untersuchung einer Gewebeprobe aus der Gebärmutter schleimhaut; 4. Ultraschalluntersuchung, um z. B. Geschwüste oder andere Erkrankungen festzustellen. **Therapie:** gezielte Hormonbehandlung und Ultraschall-Kontrolle der Eibläschenreifung, zusammen mit Geschlechtsverkehr nach Zeitplan.

GESCHLECHTSVERKEHR NACH ZEITPLAN: an den fruchtbarsten Tagen im Monatszyklus, durch Temperaturnessung ermittelt.

HODEN UND PENIS: Ist die Samenproduktion durch zu hohe Temperatur eingeschränkt? Ist Verkehr möglich? **Untersuchung** beim Facharzt für Andrologie oder Urologie auf 1. alte Infektionen wie Mumps; 2. Krampfadern im Hodensack, Hodennochalstand (beides kann die Temperatur erhöhen); 3. Krankhafte Penisveränderungen, die keinen Geschlechtsverkehr zulassen. **Therapie:** Operationen z. B. um Krampfadern zu entfernen; **Inspermation**, wenn Spermien gewonnen werden können.

INSEMINATION (Samenübertragung): Spermia wird zum Zeitpunkt des Eisprunges durch einen Kanäler in die Gebärmutter oder den Gebärmutterhals gespült. Manchmal empfehlen Ärzte diese Behandlung im monatlichen Wechsel mit Geschlechtsverkehr nach Zeitplan.

SPERMIA: Die Samenanalyse bezieht sich auf:
1. Eindringfähigkeit in den Schleim des Gebärmuttermundes und in die Eizelle; 2. Infektionen; 3. Spermogramm: Dabei werden Samenfädchen unter dem Mikroskop auf Anzahl, Form und Beweglichkeit geprüft. **Mögliche Diagnosen:** 1. Fertilitätsstörung (Subfertilität: Eine Zeugung ist noch möglich, aber sehr unwahrscheinlich). 2. Keine Samenfäden im Ejakulat: Eine Gewebeprobe aus dem Hoden muß erweisen, ob tatsächlich keine Spermien produziert werden oder ob nur die Samenleiter verschlossen sind. **Therapie:** Bei Subfertilität Behandlung mit Geschlechtshormonen, Isolierung und Konzentrierung der beweglichen Spermien. Dieser aufbereitete Samen wird verwendet für **Inspermation**, **GIFT/EIFT** oder **IVF**. Eventuell chirurgische Öffnung der Samenleiter.

GIFT (Gamete Intrafallopian Transfer = Gameten-Transfer in einen Eileiter): Aus den Eierstöcken abgesaugte Eizellen werden zusammen mit Samenzellen während einer Bauchspiegelung in die beiden Eileiter gespült. Dort können sich die Keimzellen (Gameten) unter natürlichen Bedingungen vereinigen.

EIFT (Embryo Intrafallopian Transfer = Embryo-Transfer in einen Eileiter): Die abgesaugten Eizellen werden außerhalb des Körpers in einem Reagenzglas mit dem Samen des Partners befruchtet. Die entstandenen Embryonen werden wenige Stunden später in die Eileiter übertragen, wo sie sich auch bei natürlicher Zeugung befinden würden. Bei beiden Methoden (GIFT, EIFT) muß mindestens ein Eileiter vorhanden und gesund sein.

IVF mit ET (= In-Vitro-Fertilisation mit Embryotransfer): Die Eizellen werden ebenfalls im Reagenzglas – *in vitro* – befruchtet. Nach etwa zwei Tagen werden die Embryonen im Zweibis Achtzell-Stadium in die Gebärmutter übertragen.

GEBÄRMUTTER: Sind Wucherungen vorhanden oder hat die Gebärmutter eine anomale Form? Verhindert Gebärmuttergewebe außerhalb der Gebärmutter (Endometriose) eine Schwangerschaft? **Untersuchungsmethoden:** 1. gynäkologische Tastuntersuchung; 2. Ultraschall; 3. Betrachtung der Gebärmutter durch den Muttermund (Hysteroskopie); 4. Bauchspiegelung (Pelviskopie). **Therapie:** Operationen z. B. der Wucherungen, Verwachsungen oder Gewebeablagerungen; eventuell Medikamente. Die beste Therapie gegen Endometriose ist paradoxe Weise eine Schwangerschaft, erreichbar durch GIFT/EIFT oder IVF.

EILEITER: Sind sie durchgangig? Liegen Entzündungen, Zysten, Verwachsungen, Vernarbungen vor? **Untersuchungsmethoden:** 1. Krankengeschichte bezüglich Unterleibsenzündungen, Eileiterschwanger-schaften etc.; 2. Eileiter mit Gas durchblasen (Gas-perturbation); 3. Röntgenaufnahme nach Füllung von Eileiter und Gebärmutter mit Kontrastmittel (Histerosalpingographie); 4. Bauchspiegelung – die sicherste Methode, um den Zustand von Gebärmutter, Eierstöcken und Eileitern zu prüfen. **Mögliche Diagnosen:** 1. Ein oder beide Eileiter sind verschlossen, aber nicht durch Entzündungen in ihrer Funktion gestört. **Therapie:** Die verschlossene Stelle wird heraus-schneiden, der Eileiter wieder zusammengeknüpft. 2. Irreparabel verschlossene und funktionsunfähige Eileiter auf beiden Seiten. **Therapie:** IVF mit ET.

UNGEKLÄRTE STERILITÄT: Bei knapp einem Drittel der Paare lassen sich keine organischen oder psychischen Sterilitätsursachen nachweisen. Bei dieser »idiopathischen« oder »funktionalen« Sterilität blockieren wahrscheinlich seelische Konflikte unbekannte, für eine Schwangerschaft notwendige Körperfunktionen. Bei dieser Diagnose raten Fachleute zu weiteren psychologischen Gesprächen oder dazu, sich den Kinderwunsch nochmals zu überlegen. **Mögliche Entscheidung:** keine weitere Therapie oder medizinisch unterstützte Zeugung.

KEIN ERGEBNIS



Der Tanz um das goldene Kalb

Wenn der Hörsaal zum Fühlsaal wird: Bei einer Rektal-Untersuchung »begreifen« Studenten der Tierärztlichen Hochschule Hannover hautnah die Geschlechtsorgane der Kuh. Durch den »unblutigen Embryo-Transfer« haben Hanno-veraner Wissenschaftler in den siebziger Jahren die Fortpflanzung der Rinder revolutioniert. Heute arbeiten die Forscher an neuen Projekten – mit vielleicht ebenso umwälzenden Folgen für die Zucht der landwirtschaftlichen Nutztiere

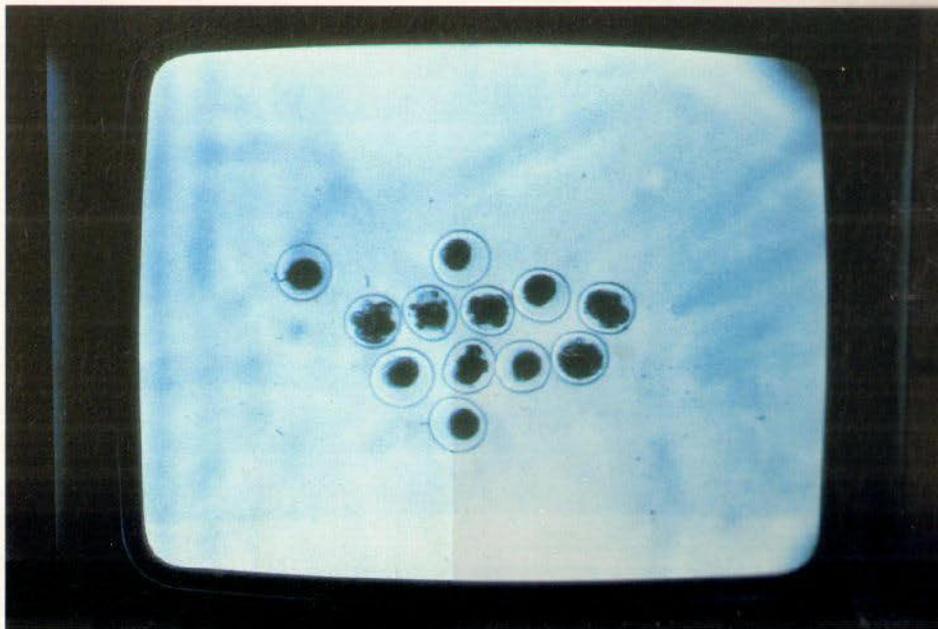






Mit der linken Geraden mitten ins Leben

Armlange Handschuhe stülpen sich die Veterinäre der Embryo-Transfer-Station im niedersächsischen Nückel über, damit sie rektal kontrollieren können, wie der stabförmige Spülkatheter in die Gebärmutter der Spendekuh dringt. Kritisch blicken die Eigentümer der Kühe den Tierärzten über die Schulter, wenn diese die herausgespülten Embryonen begutachten



Die großen, dunklen Augen der Schönen blicken teilnahmslos geradeaus. Von ihrem Begleiter sanft gedrängt, geht sie quer durch den hellen, gekachelten Raum zur Sperrbox hinüber. Gerade Beine, volle Figur: Ein besseres „Exterieur“, wie hier die Fachleute das Äußere nennen, ist selten bei einer Kuh.

Salve, die ostfriesische Schwarzbunte, ist Jahrgang '79. Ihr Eigentümer, der Landwirt Renke Hobbie, lobt Euterqualität, hohe Milchleistung und robuste Gesundheit seiner Prachtkuh. Die Tierärzte der Embryo-Transfer-Station in Nückel bei Bremerhaven rühmen vor allem ihre Fruchtbarkeit: Salve hat mehr als 50 Söhne und Töchter, wenn auch nicht selber ausgetragen. Sie entstanden aus Embryonen, die ihr in Nückel aus dem Leib gespült und in die Gebärmutter anderer Kühe übertragen wurden. Heute ist Salve zum sechstenmal in der Station.

Daheim auf dem Hof im friesischen Wangerland ist sie sorgfältig auf diesen Tag vorbereitet worden: Vor knapp zwei Wochen, in der Mitte ihres Geschlechtszyklus, hatte der Tierarzt Gelbkörper an den Eierstöcken ertastet – das Signal, der Natur die weitere Arbeit abzunehmen: Täglich zwei Injektionen eines Hormons, das die Eibläschen der Eierstöcke zu unnatürlichem Wachstum anregt, ließen nun statt einer gleich viele Eizellen heranreifen. Präzise wie ein Uhrwerk reagierte Salve auch auf weitere Spritzen, die sie am vierten Tag bekam. Eineinhalb Tage später begann ihre Vagina zuschleimen – die „Brunst“ setzte ein, das Zeichen für den Eisprung. Drei künstliche Besamungen mit dem Sperma eines Zuchtbullen setzten den vorläufigen Schlußpunkt unter Salves ferngesteuertes Geschlechtsleben.

Fortan konnte Bauer Hobbie nur noch hoffen: Darauf, daß bei der hormonell erzwungenen „Superovulation“ viele Eizellen ge-

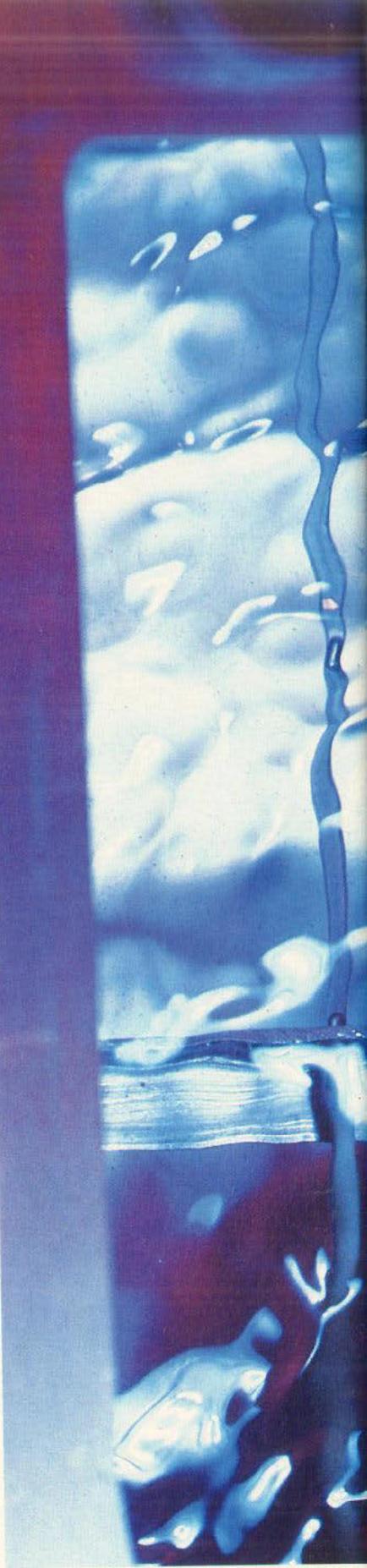
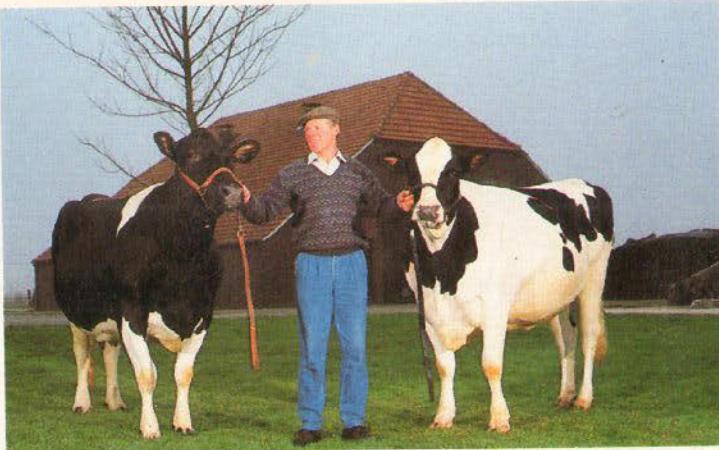
sprungen und befruchtet worden waren. Daß die Embryonen, während sie allmählich die beiden Eileiter hinabwanderten, pro Tag ihre Zellzahl verdoppelten. Daß sie nun, nach sieben Tagen, als winzige, etwa 64zellige Kugeln in der Gebärmutter angekommen sind – erreichbar für die Spülapparatur eines Embryo-Transfer-Spezialisten. Er wird die meisten der ausgeschwemmt Embryonen für einen späteren Verkauf tiefgefrieren. Einen jedoch wird er in die Gebärmutter einer Ammenkuh übertragen. Auch diese hat Hormonspritzen bekommen, die ihren Geschlechtszyklus mit dem des Spendertieres gleichschalten sollen. Denn nur in solch „gemachtem Nest“ hat der Embryo eine Chance.

Mit bis zu drei Embryo-Spülungen und -Transfers pro Jahr können Züchter den Nachwuchs einer Kuh verzweifachen. Weil die Behandlung teuer und ihr Erfolg ungewiß ist, lohnt sich der Aufwand nur bei Tieren mit herausragenden Erbanlagen. Bundesdeutsche Züchter hielten 1987 nur knappe 2000 von rund fünfthalb Millionen Kühen für so wertvoll, daß sie deren biotechnische Vermehrung riskierten. Züchtungsforschern dagegen ermöglicht der Embryo-Transfer (ET) den Griff nach den Genen – den Bausteinen des Erbgutes. Denn nur an den winzigen, aus dem Dunkel der Gebärmutter ins kalte Licht der Labors gespülten Zellhäuflein können die Experimente durchgeführt werden, die künftig gezielte Manipulationen des Erbguts möglich machen sollen.

Salve steht jetzt stocksteif in der Sperrbox. Sie verzicht ihren Rücken, den Ute Michaelis nur um wenige Zentimeter überragt. Die Tierärztin hat den plastikgeschützten linken Arm bis zur Achsel in Salves After geschoben und starrt ins Leere. Ganz auf ihre Finger konzentriert, ertastet sie durch die Darmwand hindurch den Sitz des etwa 70 Zentimeter langen und 18 Millimeter dicken Gummi-Katheters, den sie mit der Rechten behutsam durch die Scheide in die Gebärmutter eingeführt hat.

„Salve wird zu fett“, grantelt die Veterinärin. „Das machen die Hormone“, kon-

Stolz betrachtet der friesische Landwirt Renke Hobbie seine Kuh Salve. Das schwarz-bunte Rind wird wegen seiner Fruchtbarkeit in Nückel sehr geschätzt. Ähnlichen Erfolg erhofft Hobbie von „Pepsi“, einem US-Import der Rasse „Holstein-Friesian“





Wenn die tief-gekühlte Pinzette die länglichen Pailletten mit den Embryonen berührt, erstarren die Keimlinge augenblicklich zu Eis. Die Pailletten hängen zur Vorkühlung in einem Alkoholbad

**Gut verpackt
und tiefgefroren werden
Rinderembryonen weltweit
versandt**

ter der Besitzer. Ute Michaelis schwemmt nun mit einem Liter körperwarmer Spül-Lösung das werdende Leben aus der Gebärmutter. Renke Hobbie kann sich eine Pause gönnen.

Beim Kaffee erweist sich der Besitzer eines 47-Hektar-Hofes mit drei Dutzend Kühen als kühler Rechner. Während hinter der Labortür die Spülflüssigkeit nach den vitalen, nur einen Millimeterbruchteil großen Zellklümchen durchsucht wird, überschlägt der hagere Mittfünfziger seine Chancen. Hormonbehandlung, Besamung, Spülung und Transfer kosten ihn 2000 bis 2500 Mark. Zwischen 600 und 1000 Mark erzielt er für Salves kostbare Keimlinge – frisch oder tiefgefroren. Drei bis vier werden es also sein müssen, damit er keine roten Zahlen schreibt.

Renke Hobbie wird ungeduldig: „Hat der Professor schon gezählt?“ Professor Hahn hat. In der flachen Glasschale unter dem Stereo-Mikroskop liegen 34 Embryonen.

Unter den Zuch Zielen steht die »ET-Tauglichkeit« ganz vorn

Joachim Hahn trägt eine Brille, einen weißen Kittel und Gummistiefel. Über das Mikroskop gebeugt, ohne seine Qualitätsprüfung zu unterbrechen, schwärmt der grauhaarige Rinder-Gynäkologe von Salves Qualitäten: Nur jede zehnte von ihren Früchten sei degeneriert, während bei anderen Kühen 40 Prozent absterben. Ihre Superovulation habe fünfmal so viele befruchtete Eizellen erbracht wie beim Durchschnitt der Spendertiere: „Wir wissen auch nicht warum; aber viele genetisch wertvolle Tiere reagieren einfach nicht auf die Hormonbehandlung.“ Deshalb werde hohe „ET-Tauglichkeit“ ein immer bedeutenderes Zuch Zielen.

Hahn ist gleichsam der methodische Vater des in Nückel praktizierten Embryo-Transfers. Spül- und Übertragungstechnik stammen von ihm, den heute weltweit verwendeten Gummikatheter hat er entwickelt; auch die Verfahren zum Einfrieren und Auftauen der Embryonen gehen wesentlich auf das Konto seiner Arbeitsgruppe. Dabei war Hahn, bedingt durch Kriegsteilnahme – „ich habe nicht mal ein richtiges Abitur“ – erst spät zu Studium, Wissenschaft und schließlich zur Fortpflanzungsphysiologie gekommen. Sie packte den 42jährigen frisch Habilitierten, als er 1966 für drei Forschungsjahre an die Cornell University im US-Bundesstaat New York ging.

„Das war die Geburtsstunde meiner experimentellen Arbeit“, erinnert sich Hahn. Wieder zurück in der Bundesrepublik, übernahm er 1969 die Leitung der neu gegründeten „Abteilung für experimentelle Fortpflanzungsbiologie“ an der Tierärztlichen Hochschule Hannover.

Schon 1971 trug seine wissenschaftliche Arbeit Früchte. Ihm gelang der „unblutige“ Transfer von Rinder-Embryonen mit einem Katheter, den er durch die Vagina in die Gebärmutter einführt. Bis dahin galt, daß sich Keimlinge nur dann in der Gebärmutter des Empfängertieres einnisteten, wenn sie durch eine Operation übertragen wurden. „Erst die unblutige, schonendere Methode veranlaßte die Züchter, ihre wertvollen Kühe für den Embryo-Transfer herzugeben“, resümiert der 64jährige Forscher. „Das war der Durchbruch.“

Die Methode – erweitert, vereinfacht, verbessert – ist heute längst weltweit etabliert, ihr Wegbereiter wissenschaftlicher Berater der Station Nückel. Jeden Donnerstag reist er eigens aus Hannover an, oft in Begleitung seines Mitarbeiters Günter Renk, eines Meisters der „ophthalmischen Klinge“. Mit diesem winzigen, in der Augenchirurgie verwendeten Skalpell teilt Renk Embryonen unter dem Mikroskop in zwei Hälften. Damit erzeugt er identische Zwillinge und kann so die Ausbeute beim Embryo-Transfer erhöhen. An solchen Zwillingen untersuchen Wissenschaftler auch, wie Kühe bei unterschiedlicher Haltung und Fütterung gedeihen. Viel mehr aber interessiert den Biologen das „Sexing“ – die Geschlechtsbestimmung, für die er eine der beiden Embryo-Hälften opfern muß. Der Vorteil dieses Opfers liegt auf der Hand. Gelänge es, vor dem Transfer regelmäßig das Geschlecht eines Embryos zu identifizieren, könnten Züchter für die Milchwirtschaft ausschließlich weibliche Kälber austragen lassen.

„Sexing“ ist nur eines der Projekte, an denen die Wissenschaftler in Hahns Arbeitsgruppe forschen. „Embryonale Stammzellen und Gen-Transfer sind der große Renner. Wissen Sie, ich will da auf dem laufenden bleiben, auch in der Gentechnik“, sagt der Professor in einem Alter, in dem andere sich längst auf ihre Pensionierung vorbereiten. Dann öffnet er die Tür zum Allerheiligsten seiner Abteilung, zum „Mikromanipulationsraum“.

DER PRALE BALLON PLATZT NICHT, als die gläserne Lanze durch seine Hülle dringt. Unwillkürlich hält Anne Voss den Atem an. Mit geübten Griffen lenkt sie die Lanze miten in eine der beiden Kugeln, die im Innern des Ballons schwimmen. Dann tritt sie auf einen Fußschalter – die Kugel schwint bedrohlich an. Geräuschlos hat die Präzisionspumpe Flüssigkeit in einen der beiden Zellkerne – der Kugeln – unter dem Mikroskop gedrückt.

„Das habe ich ein halbes Jahr geübt“, seufzt die junge Tierärztin und nimmt die Hände von den Steuergriffen des Mikromanipulators. Sie hat soeben eine Lösung mit Bruchstücken der Erbsubstanz DNA in eine befruchtete Kaninchen-Eizelle injiziert – die letzte von 45: Genau 45mal hat sie eine solche, nicht einmal einen Zehntelmillimeter große „Zygote“ auf einer Pipette gehalten, wie eine Seifenblase am Ende eines Stroh-

halms. Sie hat die gläserne Mikro-Kanüle über die Feinmechanik des Manipulators wie eine Lanze in einen der beiden Zellkerne gestochen, hat die Pumpe bedient und schließlich die Kanüle wieder herausgezogen.

Jetzt enthalten die befruchteten Eizellen neben dem eigenen Erbgut auch die „transfrierte“ DNA – eine Konstruktion aus Abschnitten eines Virus- und eines Säugetier-Gens. Nun muß sich erweisen, ob die Zygoten die fremde DNA in ihr eigenes Erbmaterial einbauen und bei jeder künftigen Zellteilung kopieren werden, ob sie zu „transgenen“ Tieren heranwachsen.

Für sie interessieren sich Grundlagenforscher brennend. Sie wollen wissen, wann fremde Gene wie und wo ins Erbgut eingebaut und ob ihre Botschaften in Proteine übersetzt werden – die Bau- und Regulinstanzen des Körpers. An transgenen Tieren lassen sich auch menschliche Krankheiten studieren, etwa Krebs: Seit einigen Jahren schleusen Wissenschaftler menschliche Krebsgene ins Erbgut von Mäusen. Und auch landwirtschaftliche Züchtforscher stehen im Begriff, transgene Tiere zu produzieren:

- Schafe mit genetischer Resistenz gegen Virusgrippe oder solche, die zusätzliches Wachstumshormon produzieren, das sie mager macht und ihr Wachstum beschleunigen soll;
- Schafe, aus deren Milch sich ein menschlicher Blutgerinnungsfaktor ernnten läßt.

Alle bisherigen Erfolge sind mager und hart erarbeitet: Die Chance, daß eine Zygote mit fremder DNA sich zum transgenen Tier entwickelt, liegt bei der Maus nur zwischen ein und fünf Prozent – und bei anderen Tierarten noch darunter. „Das ist ja auch kein Wunder“, erklärt Anne Voss, „wenn man sich vorstellt, wie ein Gen, das ein körperfremdes Protein bildet, den Stoffwechsel durcheinanderbringen kann.“ Die geringen Erfolgsraten haben bislang auch die Hoffnung auf das vielversprechendste Projekt potentieller Tier-Designer gedämpft: die transgene Kuh. Sie könnte Wirkstoffe wie Gerinnungsfaktoren in ungleich größerer Menge liefern als etwa ein Schaf.

Für erste Versuche mußten Rinder-Gynäkologen zur Methode des blutigen Embryo-Transfers zurückkehren: Einen Tag nach der Besamung holten sie die Zygoten per Opera-



Embryo-Transfer in ein Empfängertier

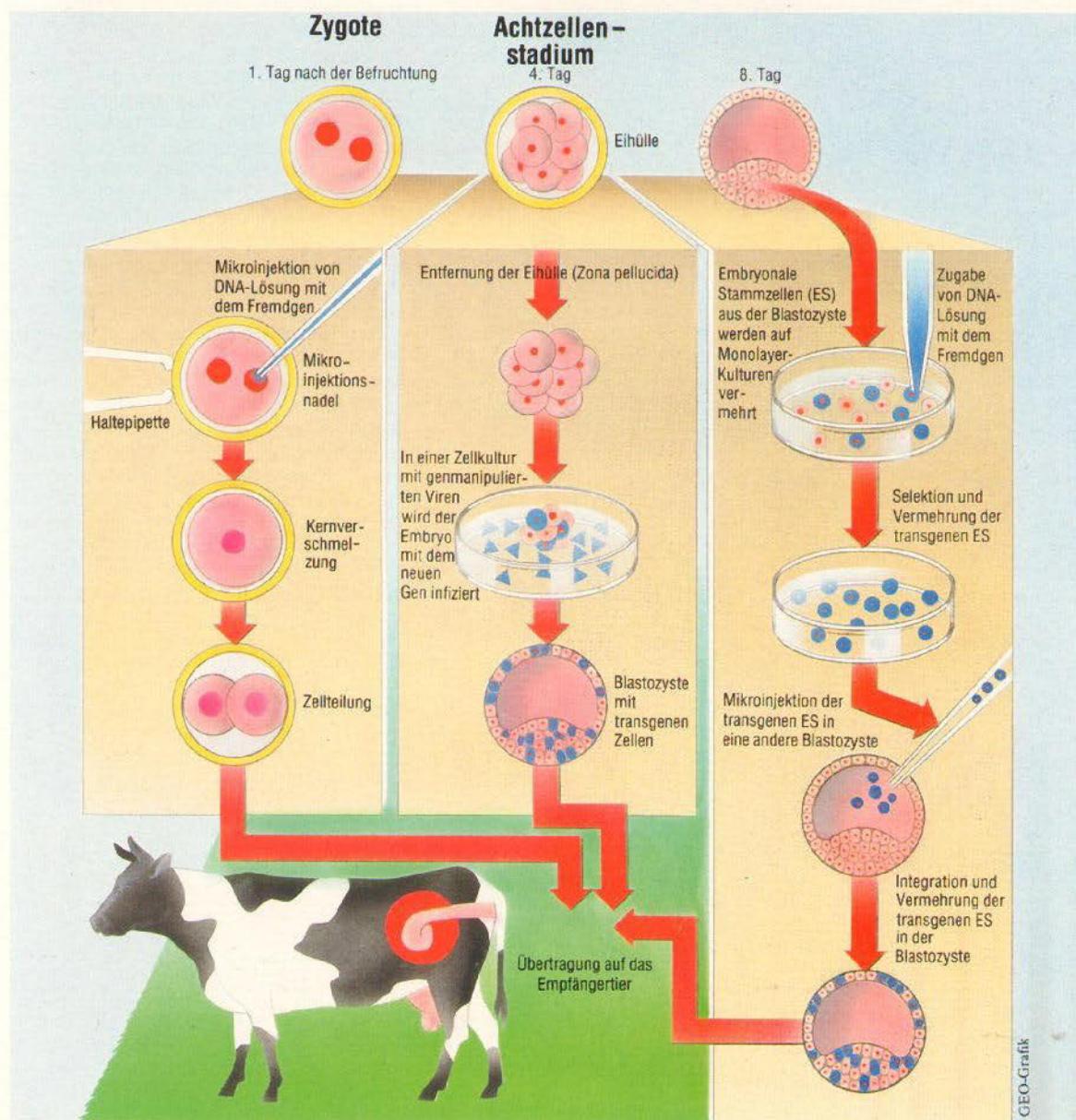
Drei denkbare Wege zum „transgenen“ Rind

tion aus den Eileitern und übertragen sie nach der DNA-Injektion – ebenfalls operativ – in die Eileiter von Empfängertieren. „Dafür sind Zuchtkühe zu wertvoll“, kommentiert Kristina Bürkle, eine 29jährige Veterinärin in Hahns Abteilung. Um den blutigen Eingriff bei den kostbaren Spenderkühen zu vermeiden, versucht sie einen ganz anderen Weg: die Befruchtung im Reagenzglas – die „In-vitro-Fertilisation“ – mit Samen von Zuchtbullen und Eizellen geschlachteter Kühe.

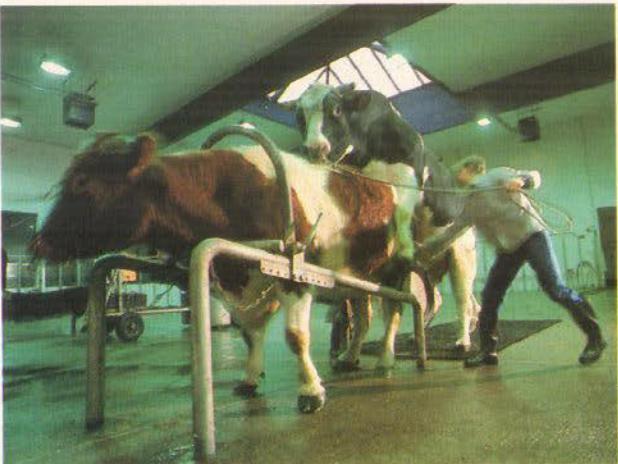
DER DIENSTAG IST NICHT IHR TAG. Da steht Kristina Bürkle um sechs Uhr früh im Schlachthof am Laufband. Rechts reißt die Kettenwinde einer Kuh sekundenschnell das Fell über den kopflosen Körper, links teilt die Säge einen anderen Rinderleib mit ohrenbe-

täubendem Kreischen präzis in zwei Hälften. Dazwischen wird ein dritter Rinderleib ausgenommen. Der Schlachter, bis zu den Knöcheln im kotigen Gedärn stehend, wirft Kristina Bürkle gelegentlich einen blutigen Klumpen zu – eine Gebärmutter mit Eierstöcken. Derentwegen ist sie hier, wie an jedem Dienstag um diese Zeit.

Eigentlich wollte sie Pferdedoktor werden – doch „der Umgang mit Pferdebesitzern ist oft schwieriger als der mit ihren Tieren“, scherzt die blondgelockte Forscherin. „So bin ich auf Mäuse gekommen.“ Tiefgefrorene Mäuse-Eizellen waren ihr erstes Forschungsobjekt, als sie vor drei Jahren zur Arbeitsgruppe Joachim Hahns stieß. Dort verbesserte sie das Gefrierverfahren, so daß heute ein wesentlich größerer Anteil der empfindlichen

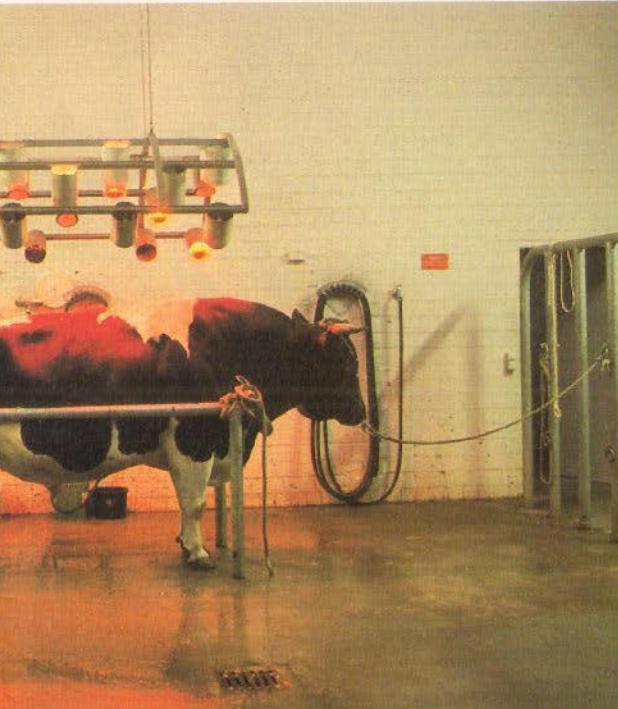


Science-fiction oder Realität von morgen? Noch können Wissenschaftler die Methoden, mit denen fremde Gene in Mäuse eingeschleust werden, nicht auf Rinder übertragen. Aber solche Barrieren sind nicht prinzipiell unüberwindbar. Erkenntnisse der Tiermedizin bahnten vor knapp zwei Jahrzehnten schließlich auch den Weg zur In-Vitro-Befruchtung menschlicher Eizellen



Keine Kuh, sondern einen Ochsen - den »Untermann« - bespringen die Zuchtbullen der »Rinderproduktion Niedersachsen«. Ein Wochenplan der Besamungsstation in Verden/Aller bestimmt, wann welchem Bullen Sperma abgezapft wird. Rotlicht lindert die Rückenschmerzen, die der Bulle durch seinen anstrengenden Dienst bekommt

MONTAG	SPR. PART	LIBIDO	ANNAHME	NACHSTO.
	1. Fahr. Phan. 2. Steh. Phan. 3. Bulle	1 = zufrieden 2 = gut 3 = sehr gut	1 = ausreichend 2 = gut 3 = sehr gut	1 = ausreichend 2 = gut 3 = sehr gut
PASCHA	1 ERZ	1 VILS	1 SCHOLAR	1 TOBER
MENDEL	2 SCHOLAR	2 TOBER	2 SCHOGUN	2 VOYA
NADRO	3 TOBER	3 SCHOGUN	3 VOYA	3 JUK
VIDIO				
SILEN				
NANTE				
MOGUL				
COCO				
VALUT				
GRASSUS				
BERGER				
DIENSTAG				
MITTWOCH				
DONNERSTAG				
FREITAG				
SAMSTAG				
SONNTAG				



Keimzellen die Lebenspause bei minus 196 Grad Celsius übersteht.

Inmitten des Lärms, des Geruchs von Kot und Blut, im Sprühregen heißen Wassers, mit dem die Schlachter alle paar Minuten ihren Arbeitsplatz abspritzen, muß Kristina Bürkle ihre Wahl treffen: Eierstöcke an einer vereiterten Gebärmutter scheiden aus und alle, die Gelbkörper angesetzt haben. Nur Ovarien mit zwei bis acht Millimeter großen Eibläschen lässt sie in das Gefäß mit körperwärmer Salzlösung fallen. Damit fährt sie zurück ins Labor.

Dort saugt sie die Eizellen mit einer Spritze aus den Bläschen, lässt sie einen Tag lang in einer Lösung mit mehreren Geschlechtshormonen nachreifen und versucht dann, sie *in vitro* zu befruchten. Wenn dieses Befruchtungsverfahren stets zuverlässig funktionierte, hätten die Wissenschaftler einen Tag nach der Befruchtung ihre Zygote für die DNA-Injektion ohne jede Operation. Dies wäre ein Meilenstein auf dem Weg zum transgenen Rind. „Außerdem“, erklärt Kristina Bürkle, „wären hochwertige Kühe selbst dann noch für den Embryo-Transfer zu nutzen, wenn sie schlachtfrei sind.“

Vorerst kämpft sie indes noch mit methodischen Problemen. Nur selten schafft es ein Spermium im Reagenzglas, die Schutzhülle des Eis zu durchdringen. Aber: „Das Leben wäre ganz schön traurig, wenn es nicht hin und wieder einen Lichtblick gäbe“. Wie im Sommer 1988, als Veterinäre der Tierärztlichen Hochschule einem Fohlen auf die wackligen Beine halfen, das in Deutschland bis jetzt einzigartig ist: Kristina Bürkle hatte das Pferdekind als Embryo tiefgefroren und wieder aufgetaut.

Am Labortisch holen ihre Rinder-Probleme die Pferdenärin rasch wieder ein. Am Bullensperma könnte es liegen, daß es nicht so richtig vorangeht mit den In-Vitro-Befruchtungen, vielleicht auch an den Eizellen oder an der Zusammensetzung der Kulturlösigkeit – viele Faktoren kommen in Betracht. „Irgendwann wird der Knoten schon platzen“, macht sie sich Mut. „Plötzlich flutscht es, und du weißt gar nicht, warum.“

Ist die Hürde der Befruchtung genommen, stellt sich schon das nächste Problem: Der Embryo kann frühestens nach fünf Tagen, also im 16-Zell-Stadium, ohne Operation in die Gebärmutter einer Ammenkuh übertragen werden. Also muß auch seine Entwicklung bis zu diesem Zeitpunkt ins Reagenzglas verlegt werden. Doch im Reagenzglas hat der Embryo Entwicklungshemmungen: Spätestens als Achtzeller stellt er Wachstum und Zellteilung ein. Was beim menschlichen Embryo bis zum 16-Zell-Stadium wenig Probleme bereitet, wird beim Rinder-Keimling zur Tücke: Bislang existiert kein sicheres Verfahren, mit dem sich der „Acht-Zell-Block“ überwinden ließe.

Diese Barriere zu durchbrechen hat sich Reiner Strojek-Baunack vorgenommen. Der 28jährige Tierarzt – ein freundlicher Locken-



Anita Idel, 33, ist praktizierende Tierärztin und Mitglied der Arbeitsgemeinschaft Kritische Tiermedizin. Sie hat einen Lehrauftrag für »Gentechnik in der Landwirtschaft« an der Gesamthochschule Kassel

Der genetische Zwang zur Leistung geht auf die Gesundheit

Chemiker muß er sein, Tierarzt, Zuchtforscher und selbstverständlich Betriebswirt. Mit künstlicher Besamung und Superovulation müßte er sich auskennen, mit Embryo-Transfer und Gentechnik: Den Bauern von heute wird es – wenn kommt, was Forscher prophezeien – morgen nicht mehr geben.

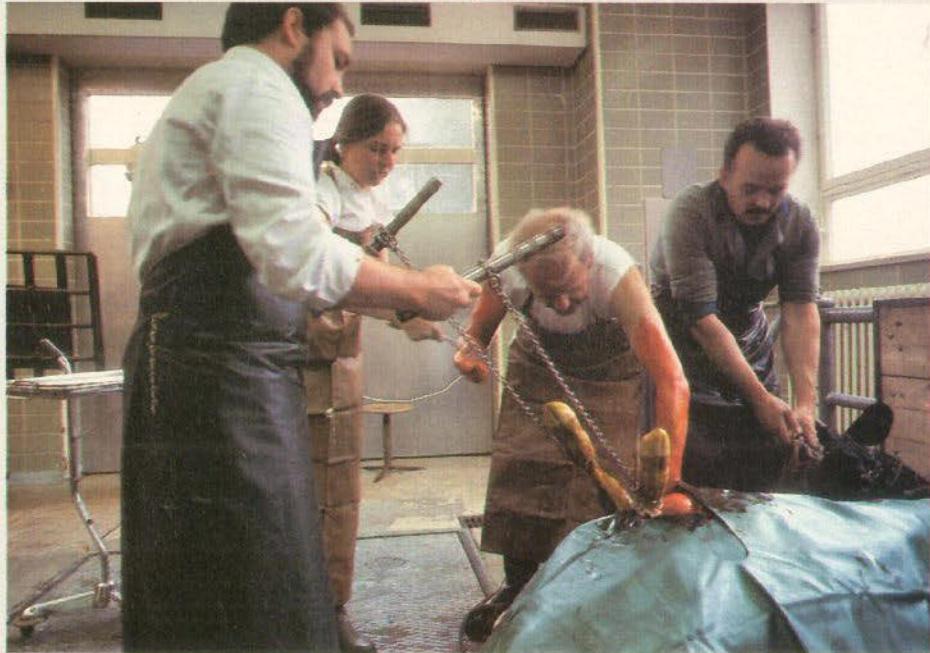
Nicht nur den konventionellen Landwirt drängen die Anforderungen der hochtechnisierten Nutztierzucht ins Abseits. Ökonomische Auswahlkriterien schränken auch die Zahl zur Zucht zugelassener Tiere immer stärker ein. Beispiel künstliche Besamung: In der Bundesrepublik sind 97

Prozent aller milchkuhhaltenden Betriebe von dieser Technik abhängig. Auf 5 Millionen Milchkühe kommen nur 3800 Besamungsbullen, deren tiefgefrorene Spermaportionen – rund 400 pro Ejakulation – in alle Welt versandt werden. Wenn das Sperma eines genetisch hochklassigen Bullen nicht tiefgefriertauglich ist, fällt dieser aus dem Zuchtpogramm und wird geschlachtet.

Beispiel Embryo-Transfer: Nur Kühe, die nach acht Hormonspritzen und drei künstlichen Besamungen „superovulieren“ und mehrere Embryonen produzieren, gelten als gut geeignet. Etwa zwei Drittel aller „transfertaugli-

chen“ Embryonen stammen von einem Drittel der rund 2000 Spenderkühe. Nach dem Transfer werden nur etwas mehr als die Hälfte der Empfängertiere trächtig. Bei der Geburt helfen Tierärzte oftmals mit Kaiserschnitt nach. Die meisten der handverlesenen Zuchttiere gehören zur Rinderrasse Schwarzbunt. Schwarzbunt, Fleckvieh, Braunvieh und Rotbunt stellen in der Bundesrepublik 96 Prozent aller zur Wei-

Tierärzte bringen ein Kalb per Kaiserschnitt zur Welt



terzucht verwendeten Tiere. Der Rest verteilt sich auf 22 weitere Rassen. Zwei davon – das „Hinterwälder Rind“ und das „Murnau-Werdenfelser Rind“ – sind heutzutage so gut wie ausgestorben.

Die immer stärkere Verbreitung des Erbguts von immer weniger Tieren hat zwar die Produktivität der Milchwirtschaft erheblich gesteigert: Zwischen 1950 und 1986 erhöhte sich die durchschnittliche Milchleistung einer Kuh von 3800 auf 5600 Liter pro Jahr. Doch Inzucht hat die Tiere auch anfälliger werden lassen: Überhandnehmende Klauenbeschäden sind eine direkte Folge der Hochleistungszucht; Eutererkrankungen haben sich seit 1950 mehr als verfünfacht. Am häufigsten werden Kühe jedoch wegen Fruchtbarkeitsstörungen geschlachtet. Diese allein fügen der bundesdeutschen Landwirtschaft einen jährlichen Schaden von einer Milliarde Mark zu: Obwohl Kühe für gewöhnlich nach dem fünften bis siebten Kalb ihre maximale Milchleistung erreichen, bekommen sie im Durchschnitt nur noch zwei bis drei Kälber.

Das Wirtschaftsgut Rind hat – so scheint es – die biologische Grenze seiner Produktivität erreicht. Doch die Züchtforscher geben nicht auf: Jetzt bessern sie das Erbgut der Nutztiere mit fremden Genen nach, die einen weiteren Leistungszuwachs versprechen. Bislang experimentieren sie vor allem mit dem menschlichen Gen für Wachstumshormon, durch das die Tiere mehr Milch oder mehr magere Fleisch liefern sollen. Fernziel sind transgene Tiere, bei denen sich die Aktivität der künstlich hinzugefügten Gene von außen steuern läßt – etwa durch Medikamente oder Futterzusätze. Um eine Gegensteuerung des tierischen Organismus zu verhindern, müßten die Forscher natürliche Regelkreise lahmlegen. Sie bräuchten daher Tiere, deren Fähigkeit zur Selbstregulation – und damit zur Gesunderhaltung – von vornherein reduziert ist. Was das bedeutet, zeigt ein groteskes Beispiel genetischen Leistungszwangs schon heute: Manche Kühe geben ihre 30 Liter Milch auch noch bei 40 Grad Fieber.

kopf in Jeans und Turnschuhen – ist erst vor kurzem von einem Forschungsaufenthalt in den USA zurückgekehrt. Offen und selbstverständlich, als rede er über seinen letzten Kinobesuch, erklärt er „den Kontext der Projekte“ in der Abteilung; spricht über „intraspezifische Chimären“, streift kurz die Versuche von Anne Voss und kommt über die Bemühungen Kristina Bürkles, Rinder-Eizellen im Reagenzglas zu befruchten, schließlich auf „Monolayer“ zu sprechen.

Mit diesen lebenden Nährböden aus einer einzigen Lage von Gewebezellen arbeitet Strojek-Baunack. Auf ihnen können – vorausgesetzt, der Wissenschaftler findet einen geeigneten Zelltyp – auch Rinder-Embryonen über das Acht-Zell-Stadium hinauswachsen. Damit würde er nicht nur seiner Kollegin Kristina Bürkle „Amtshilfe“ leisten. Womöglich eignete sich ein ähnlicher Monolayer auch für das Verfahren, dem sein eigentliches Interesse gilt und das den Weg zum transgenen Rind erheblich verkürzen würde – die Zucht „embryonaler Stammzellen“.

Klonierte Rinder würden sich gleichen wie Produkte aus einer Stanzmaschine

Diese ursprünglichen Zellen können sich noch zu allen Gewebetypen – beispielsweise Nerven-, Leber-, Nieren- oder Muskelzellen – entwickeln: Sie sind, wie Fachleute sagen, „totipotent“. Aber nur auf speziellen Monolayern können sie sich vermehren, ohne daß dabei ihr vielseitiges Talent verkümmert.

Viele Forscher sehen in der Arbeit mit embryonalen Stammzellen die Zuchtmethode der Zukunft:

- Gentechnische Veränderungen ließen sich auf Monolayern an vielen Zellen gleichzeitig durchführen.
- Mit biochemischen Tricks könnten die transgenen Zellen schon *in vitro* identifiziert, herausgefischt und weiter vermehrt werden.
- Die Kerne der – genetisch identischen – Tochterzellen könnten in „entkernte“ Embryonen geschleust werden. Diese enthielten dann nur das manipulierte Erbgut der ursprünglichen embryonalen Stammzelle. Damit ließen sich beliebig viele Tiere gleichen Erbguts herstellen – klonierte Rinder, Schafe oder Schweine, identisch wie Produkte aus einer Stanzmaschine.

Diese Vision existiert bislang nur in den Köpfen einiger Wissenschaftler. In der Kulturnschale erwiesen sich nur totipotente Stammzellen von Mäusen als lebensfähig. Gezüchtet auf Monolayern aus embryonalem Bindegewebe, benutzen Forscher die Stammzellen als gentechnische Kuckuckssei-er. Werden sie zwischen die Zellen eines 4 Tage alten Mäuse-Embryos geschmuggelt, so baut dieser die fremde Brut ein. Gemeinsam entwickeln sich normale und transgene



Im Gefrierlager kann das Sperma Jahrzehnte überdauern. Manche der in flüssigem Stickstoff bei minus 196 Grad gelagerten Pailletten enthalten Samen von Zuchtbullen, die schon vor Jahren geschlachtet wurden



**Im
Kältebad ruhen
Milliarden von Spermien bis zum
Tag der Befruchtung**

Zellen zum vollständigen Tier – zu einer transgenen „Chimäre“.

Die Nüchternheit Günter Renks nimmt diesem Mischwesen alles Fabelhafte und Geheimnisvolle: „Zunächst einmal hat eine Chimäre mit Genmanipulation gar nichts zu tun. Sie entsteht schon, wenn ich zwei Embryonen unterschiedlicher Herkunft zerteile und deren Stücke kreuzweise wieder zusammenfüge.“

Auf diese „einfache“ Weise hat der 40jährige Biologe vor drei Jahren 30 Mäuse-Chimären aus jeweils vier Eltern „erstellt“, wie die Fortpflanzungsexperten das nennen, weil ihnen „schaffen“ zu schöpferisch und „produzieren“ zu technisch klingt. Renks Ergebnis: Die beiden Zelltypen unterschiedlicher Herkunft hatten sich wahllos auf verschiedene Organe verteilt. Einige bestanden nur aus einem Typ, andere waren mosaikartig zusammengesetzt. Immerhin die Hälfte der Tiere wies auch in den Keimdrüsen ein solches Zellmosaik auf.

Darauf kommt es an, wenn Züchtungsforscher aus normalen und genmanipulierten Zellen *transgene* Chimären herstellen. Denn die künstlichen Mischwesen sollen bei der Weiterzucht das fremde Gen ihren Nachkommen mitgeben. Das aber können sie nur, wenn ihre Keimdrüsen transgene Eizellen oder Spermien produzieren.

Auch Rinder aus mehr als zwei Eltern können solche „chimären Keimdrüsen“ bilden, wie Günter Renk 1988 erstmalig nachwies. Chimären aus zwei Arten – etwa aus Schaf und Ziege, wie die „Schiege“ seines dänischen Kollegen Willadsen – sind dagegen für Renk von geringem wissenschaftlichen Wert. Und Monster aus Mensch und Affe? „Das bringt nichts. Das fördert höchstens den Bartwuchs“, antwortet Renk sarkastisch. Aber, fügt er nachdenklich hinzu, möglich seien solche Mischwesen schon.

„Wir bedanken uns recht herzlich, daß wir Euch beim ‚Spielen‘ mit den Eiern über die Schulter sehen durften“, steht im ledergebundenen Gästebuch der Abteilung. Der Eintrag aus dem Jahr 1982 trägt den Zusatz „IVF – Lübecker Gruppe“, darunter Datum und Un-



Mit Eizellen, den Eierstöcken geschlachteter Kühe entnommen, und Bullensperma aus Ampullen erproben Forscher die postume Befruchtung im Reagenzglas

»Menschliche Eizellen kommen mir nicht ins Haus«

terschrift. Rechtfertigt der launige Ton des Lübecker Frauenärzte-Teams den Verdacht, daß wissenschaftliche Erkenntnisse aus Hannover in falsche Hände geraten könnten?

Joachim Hahn hat sich daran gewöhnt, daß Laien unbehaglich wird, wenn vom „Know-how-Transfer“ aus der Veterinär- in die Humanmedizin die Rede ist. Studenten der Tierärztlichen Hochschule haben dem Professor vorgeworfen, „Steigbügelhalter der Menschenzüchter“ zu sein, weil er Mitte der siebziger Jahre mit dem Universitäts-Frauenkliniken in Kiel, Bonn, Hannover und Erlangen zu kooperieren begann. Weil später mehrere seiner Doktoranden „Entwicklungshelfer“ an diesen Kliniken wurden und die Erfolgsquoten der ärztlichen „Retorten-Väter“ in die Höhe trieben. Und weil in seiner Abteilung Gefrierverfahren entwickelt wurden, mit denen nicht nur Mäuse-, sondern auch Menschenkeimlinge und -eizellen eingefroren werden können.

„Wir fühlen uns nicht persönlich verantwortlich für den möglichen Mißbrauch unserer Ergebnisse“, sagen der Fortpflanzungs-Experte und seine Mitarbeiter. Auch wenn Hahn fünf Jahre lang Vorsitzender der „Deutschen Gesellschaft zum Studium der Fertilität und Sterilität“ war, versucht er nicht alles herauszufinden, was Humanmediziner gern wüßten. „Menschliche Keimzellen kommen mir nicht ins Haus“, versichert er, der nicht müde wird, in Ethik-Kommissionen, vor Kameras und Mikrofonen für offene Labortüren zu plädieren. Aber manchmal wird ihm die Kritik auch zuviel. Er sei doch in erster Linie Tierarzt, sagt er dann.

Ein russisches Dokument weist Joachim Hahn, wie er nicht ohne Stolz bekannt, als Mitglied der sowjetischen Akademie der Wissenschaften aus. Medaillen und Plaketten,



Vorsitz und Mitgliedschaft in Gremien, Arbeitskreisen und Gesellschaften, Kontakte in aller Welt – fast zwei Jahrzehnte hat Hahn nun schon seine Spuren in der Züchtungsforschung hinterlassen.

„Was wir da machen, ist alles Grundlagenforschung“, sagt der Professor, als brauche er ein neutrales Etikett für die Arbeiten, die auf ein perfektes Tier-Design hinauslaufen. Doch bis dahin, glaubt er, ist es noch weit: „Die heutigen Methoden sind noch zu primitiv für eine Anwendung.“ Ginge es nach ihm und seinen Mitarbeitern, würden die Zuchterfahren der Zukunft vor allem in den Dienst der Tiergesundheit gestellt – etwa durch gentechnisch „eingebaute“ Krankheitsresistenzen. Die Interessen der Landwirte freilich liegen im allgemeinen woanders. Sie wollen möglichst billig möglichst viel und gute Milch produzieren.

So geschen, hat Renke Hobbie im friesischen Wangerland mit seiner preisgekrönten Kuh Salve einen Hauptgewinn gezogen. Im Steckbrief ihrer „Zuchtwertschätzung“ ist ihre Jahreshöchstleistung mit über 11 000 kg Milch angegeben, der Fett- und Eiweißgehalt mit 5,2 und 3,4 Prozent. Diese hervorragenden Merkmale haben den Preis für ihre Embryonen auf annähernd 1000 Mark getrieben. Und ein paar Boxen weiter links im Stall steht Pepsi, trotz ihrer zwei Jahre womöglich ein goldenes Kalb. Hobbie hat die Färse aus der begehrten Rasse „Holstein-Friesian“ als tiefgefrorenen Embryo für 10 000 Mark in den USA gekauft. In spätestens einem Jahr ist sie reif für die erste Spülung. „Ihre Embryonen bringen vielleicht 3000 Mark“, freut sich Hobbie. Damit könnte Pepsi noch mehr Gewinn abwerfen als Salve. Es sei denn, sie verzögert trotz aller Hormone die Superovulation. Oder Hobbie setzt bei der „Anpaarung“ auf den falschen Zuchtbullen.

„Züchten ist Forschen im Unbekannten“, heißt es denn auch in einem Gedicht, das eingearbeitet in der Diele des Bauernhauses hängt. Der Dichter, selbst Züchter, wußte, daß die Kollegen seiner Zunft es mit einer hochbrisanten Mischung aus Leistungsmerkmalen, Spermaqualität und Zufall zu tun haben. Manchmal, erzählt Frau Hobbie, sei ihr Mann vor einer Anpaarung tagelang nicht ansprechbar: „Aber er braucht dieses Kribbeln.“

Mit der Spannung könnte es eines Tages vorbei sein. Wenn Züchter erst wissen, wie sich bestimmte Erbanlagen auf die Milchleistung auswirken, wenn die Erbanlagen in Embryonen übertragen und diese dann durch Klonen beliebig oft kopiert werden können – dann, fürchtet Reiner Strojek-Baunack, steht dem totalen Nutztier-Design nichts mehr im Wege: „Das wäre dann die letzte Erfüllung des Traums vom Züchten – und gleichzeitig dessen Tod.“ □

Dr. Manfred Pietschmann, 40, ist Redakteur bei GEO-Wissen.
Wolfgang Volz, 41, ist Mitglied der Hamburger Fotografengruppe Bilderberg.

Diesen Spaß sollten Sie sich jeden Monat gönnen.



Der stets vergnügte Andre Agassi bringt alle zum Lachen, nur einen nicht: Ion Tiriac (o.l.).

Als Andre Agassi im Centre Court von Paris den Schiedsrichter auf seine Weise darauf hinwies, daß es zu regnen begonnen hatte, war **SPORTS** nicht weit. Originelle, faszinierende und amüsante **Sportfotos** wie dieses hier finden Sie **Monat für Monat** in **SPORTS**. Neben packenden, informativen und unterhaltsamen **Reportagen** über jeden Sport, der **Spaß** machen kann. Am besten Sie schauen sich **SPORTS** mal aus der Nähe an. Ihr **Zeitschriftenhändler** wartet nur darauf.

SPORTS
Das Sportmagazin des Monats.

Von der Kopfgeburt zur körperlosen Zeugung

VON HORST ROSE

Aus dem Kopf gebar Zeus seine Lieblingstochter Athene, die Göttin der Weisheit. Schädelspaltend, so der Mythos, leistete der Zeus-Bruder Hephaistos dem höchsten Gott Geburthilfe. Auch die menschliche Fortpflanzung begann für viele griechische Ärzte des sechsten bis fünften vorchristlichen Jahrhunderts im Kopf: Der Same entstehe – eine bereits im alten Ägypten gehegte Vorstellung – im Hirn und steige dann über das Rückenmark hinab bis in die Geschlechtsorgane. Der männliche Same sei „dicht und stark“, der weibliche dagegen „dünnflüssig und schwächer“, behauptete Hippo von Rhegion. Dieser Gegensatz entspricht der in der Antike weit verbreiteten Idee von der Unvollkommenheit alles Weiblichen.

Anders bei den „Atomisten“: Mann und Frau seien gleichwertig an der Fortpflanzung beteiligt, postulierte Demokrit aus Abdera, der im 5. Jahrhundert vor Christus lebte. Alle Körperteile seien aus Gruppen von „Atomen“ zusammengesetzt. Diese Atomgruppen verdichteten sich im „Samen“ beider Eltern und sorgten für die Weitergabe ihrer Eigenschaften. Das Geschlecht des Kindes werde durch das Mengenverhältnis vom väterlichen zum mütterlichen Samen festgelegt.

Nach der Lehre des griechischen Philosophen Aristoteles (384–322 v. Chr.) kam das menschliche Erbe ausschließlich aus dem männlichen Samen: Die angebliche Fähigkeit des Blutes, alle Organe bilden

zu können, übertrage sich auf den Samen, der sich durch „Kochung“ aus dem Blut bilde, „wegen seiner inneren Wärme eine Menge warmer Luft enthalten“ müsse und daher weiß sei. Der weibliche Beitrag zum neuen Leben hingegen beschränke sich zumeist auf die Ernährung des Keimes durch das Menstrualblut.

Im letzten vorchristlichen Jahrhundert beschrieb Athenaios von Attaleia Kreuzungsexperimente zwischen Tieren verschiedener Arten. Obwohl die Nachkommen seiner Versuchstiere, eines Ziegenbocks und eines Schafs, dem Muttertier sehr ähnlich waren, blieb der griechische Arzt bei der alten aristotelischen Vorstellung.

Galen von Pergamon, Leibarzt des römischen Kaisers Marc Aurel, beschrieb im zweiten Jahrhundert nach Christus korrekt die Anatomie der weiblichen Eileiter, hielt deren schleimigen Inhalt allerdings für weibliche Samenflüssigkeit. Diese sei „schwächer, dünner, flüssiger, kälter, der Menge nach geringer und in der Spannkraft schlaffer“ als die männliche, konstatierte Galen und verriet damit seine Prägung durch die aristotelische Vererbungslehre. Der „Meister aller Weisen“, wie der italienische Dichter Dante Alighieri den griechischen Philosophen später nannte, beeinflusste die abendländischen



Aus formloser Masse wird allmählich ein Mensch: So sah Aristoteles vor über 2000 Jahren die Embryonalentwicklung, hier dargestellt von einem Künstler der Renaissance

Vorstellungen über die Fortpflanzung sogar bis in die Neuzeit.

1651 – William Harvey formuliert die These „Ex ovo omnia“ – alles Lebendige stammt aus dem Ei. Der Hofarzt des englischen Königs Charles I. attestiert aber gleichzeitig dem männlichen Samen eine immaterielle Zeugungskraft, die das „Weibchen“ fruchtbar mache – „wie Stahl, der aus Stein Feuer schlägt“.

1672 – Der junge holländische Chirurg Régnier de Graaf findet unleugbare Indizien dafür, daß Merkmale beider Eltern vererbt werden. Er sucht nach den Trägern weiblicher Vererbungsmerkmale und entdeckt Eibläschen – „Follikel“ – in den Eierstöcken von Kaninchen, Schaf und Mensch.

1677 – Der Stadtbeamte Antoni van Leeuwenhoek, wie de Graaf aus dem holländischen Delft, baut ein leistungsfähiges Mikroskop. Damit entdeckt er gemeinsam mit dem Studenten Johan Ham „Dierkens“ – Tierchen – im männlichen Samen von Mensch und Tier. Van Leeuwenhoek stellt der de Graaf'schen Lehre eine eigene Theorie entgegen, in der das Ei nur eine nährende Funktion hat: Samen-Tierchen schlüpften in das Ei und verzehrten seinen Inhalt. Einige Schüler van Leeuwenhoeks, die „Animalkulisten“, glauben in menschlichem Samen gar winzige Menschen oder in Hahn-Samen winzige Gockel zu beobachten. Daraufhin verdammten einige Theologen Masturbation als Mord.

1721 – Der italienische Botaniker Antonio Vallisnieri stellt die „Einschachtelungstheorie“ auf. Danach war in den Eierstöcken Evas bereits das gesamte Menschengeschlecht vorgebildet. Diese Auffassung wird 38 Jahre später von Caspar Friedrich Wolff widerlegt.

1827 – In Königsberg beschreibt der Naturforscher Karl Ernst von Baer erstmals das Ei einer Hündin: „Als ich sie öffnete, fand ich einige Graafische Bläschen geborsten. Was mich erschreckte, war, daß ich ein scharf umschriebenes, von einer starken Haut umschlossenes, regelmäßiges Kugelchen vor mir sah, von einem Vogeldotter nur durch eine derbe, etwas abstehende äußere Haut unterschieden.“

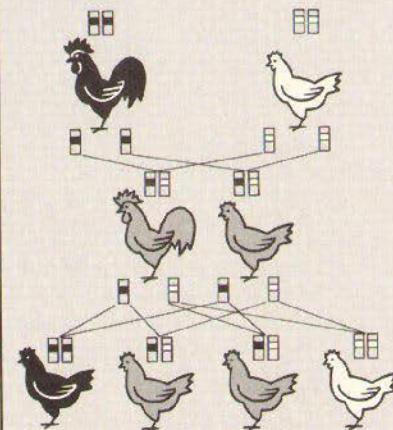
1865 – Gregor Mendel aus Brünn macht die Ergebnisse seiner Untersuchungen an Erbsen bekannt. Er hat das „Uniformitätsgesetz“ und das „Spaltungsge- setz“



Samen aus dem Mark: Leonardo da Vinci (1452–1519) zeichnete das Wissen seiner Zeit

der Vererbung entdeckt und damit – vorerst unbeachtet – die moderne Genetik begründet:

Werden Pflanzen miteinander gekreuzt, die sich nur in einem Merkmal unterscheiden (beispielsweise Blütenfarbe Rot oder Weiß), so haben die Nachkommen der ersten Generation einheitlich gefärbte Blüten: Rot oder weiß, wenn eine



Mendelsche Gesetze:
Unterscheiden sich Hahn und Henne nur durch Schwarz und Weiß, bekommen alle Küken graue Federn, wenn das Merkmal „Federfarbe“ mischerbig ist. Den Küken wiederum werden schwarz, grau und weiß im Verhältnis 1:2:1

der Farben „dominant“, rosa, wenn das Merkmal Blütenfarbe „mischbar“ ist (Uniformitätsgesetz).

Werden die Pflanzen der ersten „Filialgeneration“ untereinander gekreuzt, so können zwei Fälle eintreten: Bei Mischerbigkeit sind die Nachkommen rot, rosa und weiß im Verhältnis 1:2:1. Ist Rot dominant, so treten nur rote und weiße Pflanzen im Verhältnis 3:1 auf (Spaltungsgesetz).

Betrifft die Kreuzung mehrere Merkmale, werden diese wie unabhängige Einheiten nach Mendels Gesetzen weitervererbt. Diese Einheiten werden später Gene genannt.

1875 – In Deutschland beobachtet der Anatom und Biologe Oscar Hertwig an den durchsichtigen Eiern von Seeigeln erstmals die Verschmelzung von Ei und Samenzelle.

1878 – Auf einem Stück Gebärmutterhaut vereinigt der Österreicher S. L. Schenk die Eier von Kaninchen und Meerschweinchen mit Sperma. Ihm gelingt die erste Befruchtung von Säugetieren außerhalb des Muttertieres (In-Vitro-Fertilisation).

1887 – Der deutsche Biologe Theodor Boveri leitet aus der Existenz bestimmter „chromatischer Segmente“ im Zellkern – sogenannter Chromosomen – das „Grundgesetz der Cytogenetik“ ab: Jedes Chromosom stamme von einem gleichartigen ab und bleibe auch nach seiner Entstehung bis zur nächsten Teilung im Zellkern erhalten. Damit bilden die Chromosomen das genetische Bindeglied zwischen den Generationen.

1890 – Der Engländer Walter Heape überträgt erstmals Embryonen eines Angora-Kaninchens in die Eileiter eines Kaninchens der Rasse „Belgischer Riese“. Dieses wirft sechs Junge, zwei davon eindeutig Angoras.

1900 – Gleich dreimal werden die Mendelschen Gesetze wiederentdeckt: durch den Deutschen Carl Correns, den Niederländer Hugo de Vries und den Österreicher Erich von Tschermak-Seysenegg.

1919 – Der Amerikaner Thomas Hunt Morgan beschreibt in seinem Buch „Die physikalische Grundlage der Vererbung“ seine Experimente mit der Fruchtfliege *Drosophila melanogaster*. Die einfache Haltung, der nur zehn Tage dauernde Generationszyklus und besonders die Riesenchromosomen in den Speichelzellen machen die Fliege



Zwei selbstbewußte junge Männer posieren vor ihrer Doppel-Helix: Francis Crick (rechts) und James Watson erdachten 1953 das Strukturmodell der Erbsubstanz DNA

zum idealen Versuchstier für die Genetiker. Morgan entdeckt, daß die Gene auf den Chromosomen linear angeordnet sind. Er schränkt die Mendelschen Regeln ein: Merkmale wie Augenfarbe, Flügelform und Behaarungstyp „mendeln“ nur dann unabhängig voneinander, wenn sie auf verschiedenen Chromosomen angeordnet seien.

1927 – Der Morgan-Schüler Hermann Joseph Muller erzeugt mit Hilfe radioaktiver Strahlung bei Fruchtfliegen neue genetische Varianten, sogenannte Mutanten: Er entdeckt die erbverändernde Wirkung radioaktiver Strahlen.

1944 – Die Amerikaner John Rock und M. F. Menkin befruchten erstmals menschliche Eizellen im Reagenzglas.

1944 – Der Amerikaner Oswald Avery entdeckt die Bedeutung der schon 1869 beschriebenen Desoxyribonukleinsäure (DNA) für die Vererbung.

1953 – Der Engländer Francis Crick und der Amerikaner James Watson schlagen die „Doppelhelix“ als Struktur-Modell für die DNA vor. Ihre Idee basiert auf Ergebnissen von Röntgenstrukturanalysen der Briten Maurice Wilkins und Rosalind Franklin.

1958 – Francis Crick postuliert das „zentrale Dogma“ der Molekularbiologie. Danach liefert die DNA den Bauplan für die Proteine. Den umgekehrten Weg schließt er aus. Im Jahre 1961 entschlüsseln Marshall Nirenberg und Johann Heinrich Matthaei das erste „Wort“ des „genetischen Codes“. Nach diesem Code sind im Erbgut aller Lebewe-

werden diese molekularen Scheren eines der wichtigsten Werkzeuge für die Manipulation des Erbguts.

1973 – Eine Gruppe von Wissenschaftlern um Stanley Cohen und Annie Chang von der University of California in Stanford überträgt DNA-Stücke eines Frosches in Bakterien. Damit erzeugen Menschen erstmals ein Lebewesen mit gezielt manipuliertem Erbgut. Durch Vermehrung der Bakterien vervielfältigen die Stanforder auch die künstlich eingeschleuste DNA. Diese „Klonierung“ von DNA-Stücken höherer Organismen ermöglicht nun auch ein genaues Studium des menschlichen Erbguts.

1973 – Aus Sorge, daß sich die Verbreitung der Gentechnik zu einer großen Gefahr entwickeln könnte, verabschieden die Teilnehmer einer Wissenschaftler-Tagung in den USA – der Gordon Conference – eine Warnung vor Seuchengefahren durch gentechnisch veränderte Organismen.

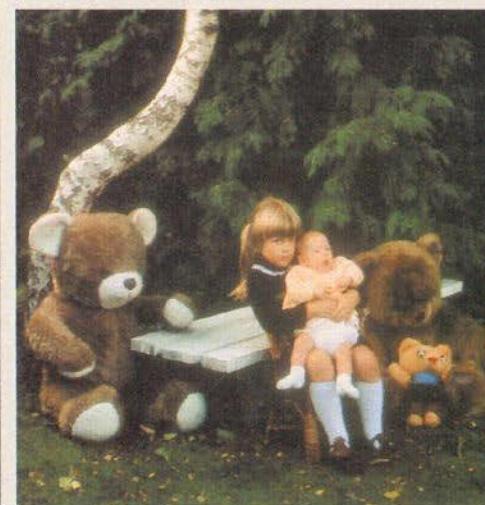
1978 – In England wird Louise Brown geboren – das erste außerhalb des Körpers gezeigte Kind. Wissenschaftliche „Väter“ des „Retortenbabys“ sind Patrick Steptoe und Robert Edwards.

1988 – In den USA wird erstmals ein Tier patentiert – eine genmanipulierte Maus. Den Genetikern Philip Leder und Timothy Steward von der Harvard University war es sechs Jahre zuvor gelungen, Mäusen ein Gen ins Erbgut zu schmuggeln, das besonders anfällig für Brustkrebs macht. Der patentierte Mäusestamm dient als Tiermodell in der Krebsforschung. □

sen die Baupläne ihrer Proteine verschlüsselt: Die Reihenfolge der vier Bausteine der DNA – der Basen Adenin, Thymin, Guanin und Cytosin – bestimmt, in welcher Reihenfolge 20 verschiedene Aminosäuren zu langen Ketten – den Proteinen – zusammengesetzt werden.

1959 – In den USA gelingt Min-Chue Chang beim Kaninchen die erste In-Vitro-Fertilisation eines Säugetiers, aus der lebende Junge hervorgehen.

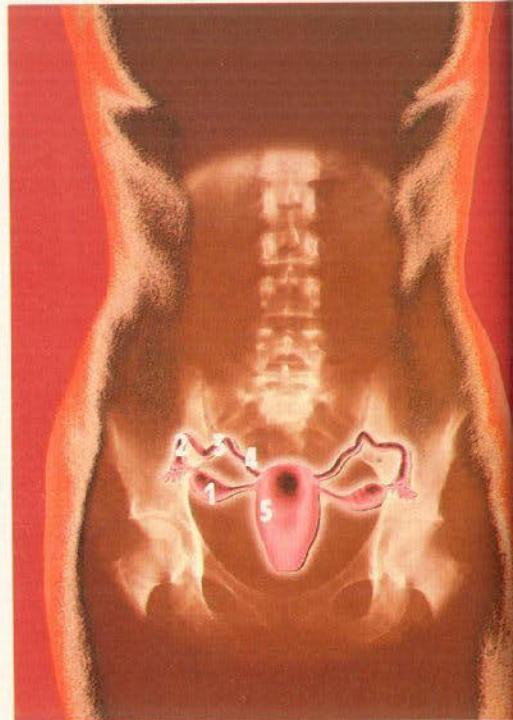
1962 – Der Basler Biochemiker Werner Arber liefert den Beweis für die Existenz sogenannter Restriktionsenzyme. Diese Erweißmoleküle erkennen bestimmte Abschnitte der DNA und trennen an dieser Stelle das Kettenmolekül. Später



Ganz normale Kinder: Louise Brown, das erste „Retortenbaby“ der Welt, mit ihrer gleichfalls im Reagenzglas gezeugten Schwester Natalie

Alttäglich, doch geheimnisvoll: Wie sich aus einer winzigen Zelle das komplexe Wesen Mensch entwickelt

Früh krümmt sich, was zum Menschen werden soll



3. TAG NACH DER OVULATION

Morula-Stadium: Der Embryo erreicht die Gebärmutter. Er besteht aus 12 bis 16 Zellen.

GÄBÄRMUTTER

4.-5. TAG

Blastozyste: Die rund 100 Zellen des Embryos bilden eine Kugel. Sie haben sich zum ersten Mal differenziert: Entweder zählen sie zur Hülle (Trophoblast) oder zur inneren Zellmasse (Embryoblast)

6. TAG

Implantation: Die kugelförmige Blastozyste dringt mit dem Pol, an dem sich der Embryoblast entwickelt, in die Gebärmutter-Schleimhaut ein

7. TAG

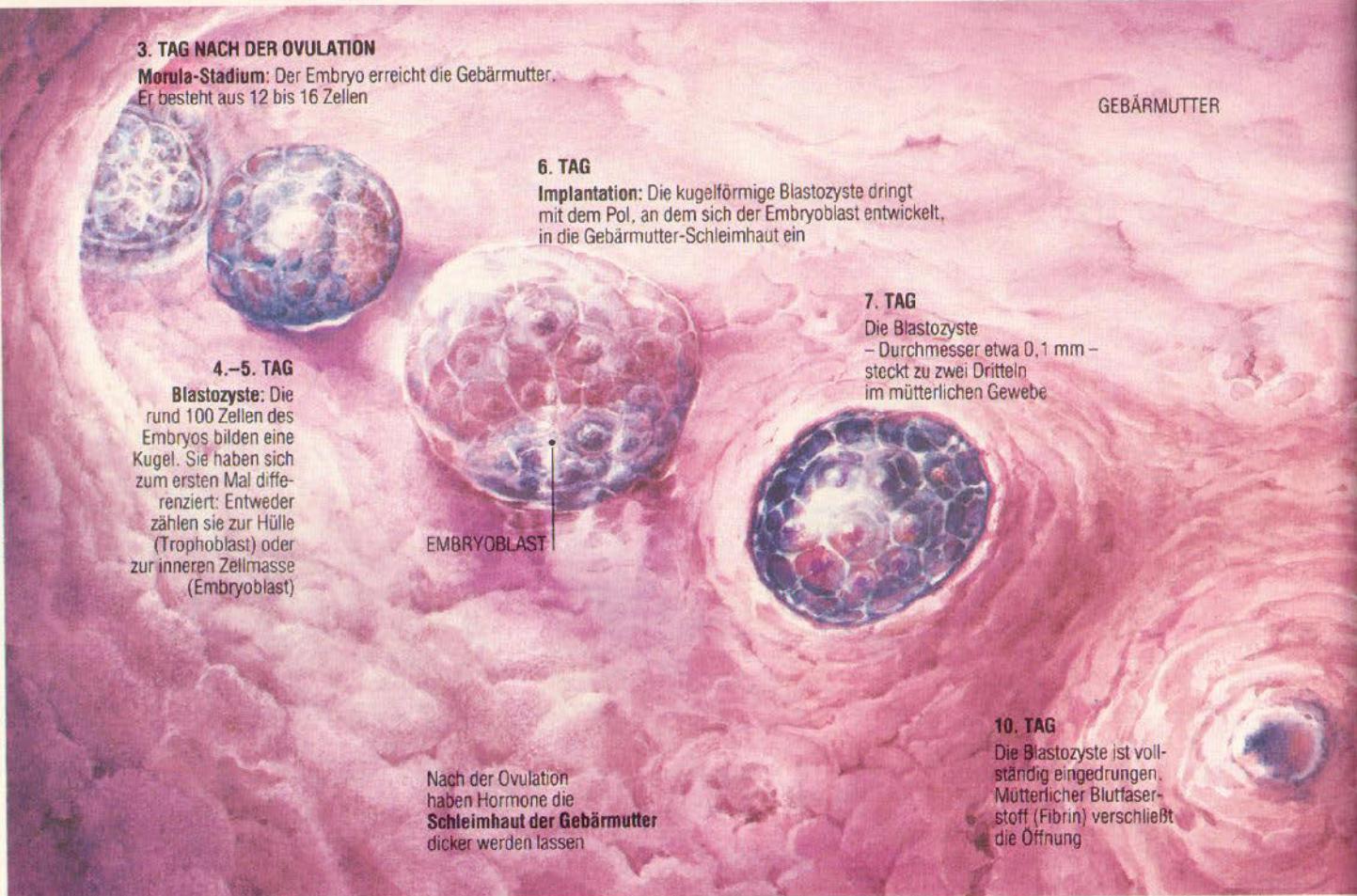
Die Blastozyste
– Durchmesser etwa 0,1 mm –
steckt zu zwei Dritteln
im mütterlichen Gewebe

EMBRYOBlast

Nach der Ovulation
haben Hormone die
Schleimhaut der Gebärmutter
dicker werden lassen

10. TAG

Die Blastozyste ist vollständig eingedrungen. Mütterlicher Blutfaserstoff (Fibrin) verschließt die Öffnung



Unbemerkt von der Mutter in spe keimt neues Leben. Bei der Ovulation platzt ein „Follikel“ im Eierstock (1) und stößt eine reife Eizelle aus. Wird sie im Eileiter (2) befruchtet, vergehen etwa 30 Stunden, bis der Keim sich zum ersten Male teilt (3). Drei Tage nach der Ovulation erreicht der Embryo im Morula- („Maulbeer“-)Stadium – etwa 0,1 Millimeter groß – die Gebärmutter (4). Dort nistet er sich nach knapp sechs Tagen ein (5). Wie es weitergeht, zeigt die große Grafik

S VON GÜNTHER HAAF;
ILLUSTRATIONEN: JÖRG KÜHN

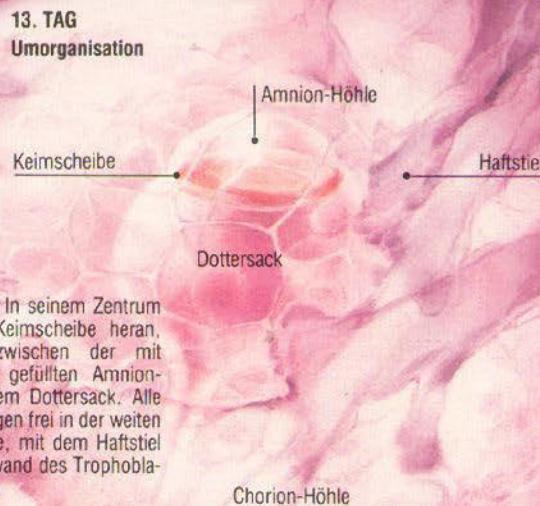
ohn oder Tochter? Ja, auch das ging aus dem Befund des humangenetischen Instituts hervor: Die Leibesfrucht war, wie die Fruchtwasseruntersuchung ergeben hatte, männlich. Doch die sonst so begehrte Nachricht konnte kein Trost sein für Elisabeth und Rudolf Freund*. Denn das Gutachten der Genetiker enthielt einen weiteren Hinweis: „Trisomie 18“, ein dreifach angelegtes Chromosom Nr. 18. Das kam einem Todesurteil für den gerade zwölf Wochen alten Embryo gleich, wie der Gynäkologe dem Ehepaar erklären mußte: Falls das Kind überhaupt lebend zur Welt käme, wäre es so mißgebildet, daß es nach wenigen Monaten sterben müßte. Auf Anraten

* Namen von der Redaktion geändert.

der Ärzte wurde die Schwangerschaft wenige Tage später legal abgebrochen.

Solche alltäglichen Tragödien spielen sich auf der – meist verdrängten – Schattenseite einer unendlichen Erfolgsgeschichte ab: Anscheinend mühelos vereinigen sich die Geschlechter, verbinden sich Ei- und Samenzelle, wächst ein Embryo heran. „Für einen Geist, fähig zu Neugierde und Wunder“, sagte der amerikanische Genetiker Thomas Hunt Morgan, Nobelpreisträger von 1933, „ist der Embryo das verlockendste Objekt der Natur“.

Heute, ein halbes Jahrhundert später, haben sich mehr Forscher denn je Morgans Hinweis zum Programm gemacht. Ausgerüstet mit den raffinierten Werkzeugen der modernen Molekularbiologie versuchen Experimentatoren, Fragen über die früheste Entwicklungsphase von Mensch und Tier zu beantworten, die vor wenigen Jahren noch nicht einmal gestellt werden



Embryoblast: In seinem Zentrum wächst die Keimscheibe heran, eingebettet zwischen der mit Fruchtwasser gefüllten Amnion-Höhle und dem Dottersack. Alle drei Teile hängen frei in der weiten Chorion-Höhle, mit dem Haftstiel an der Innenwand des Trophoblasten verankert

Trophoblast: Er bildet eine zottige, „Chorion“ genannte Hülle, aus der sich später der embryonale Anteil der Plazenta entwickelt. Trophoblast-Zellen wachsen ins umgebende Schleimhaut-Gewebe hinein und werden von ihm versorgt. Durchmesser des Trophoblasten: unter 1 mm

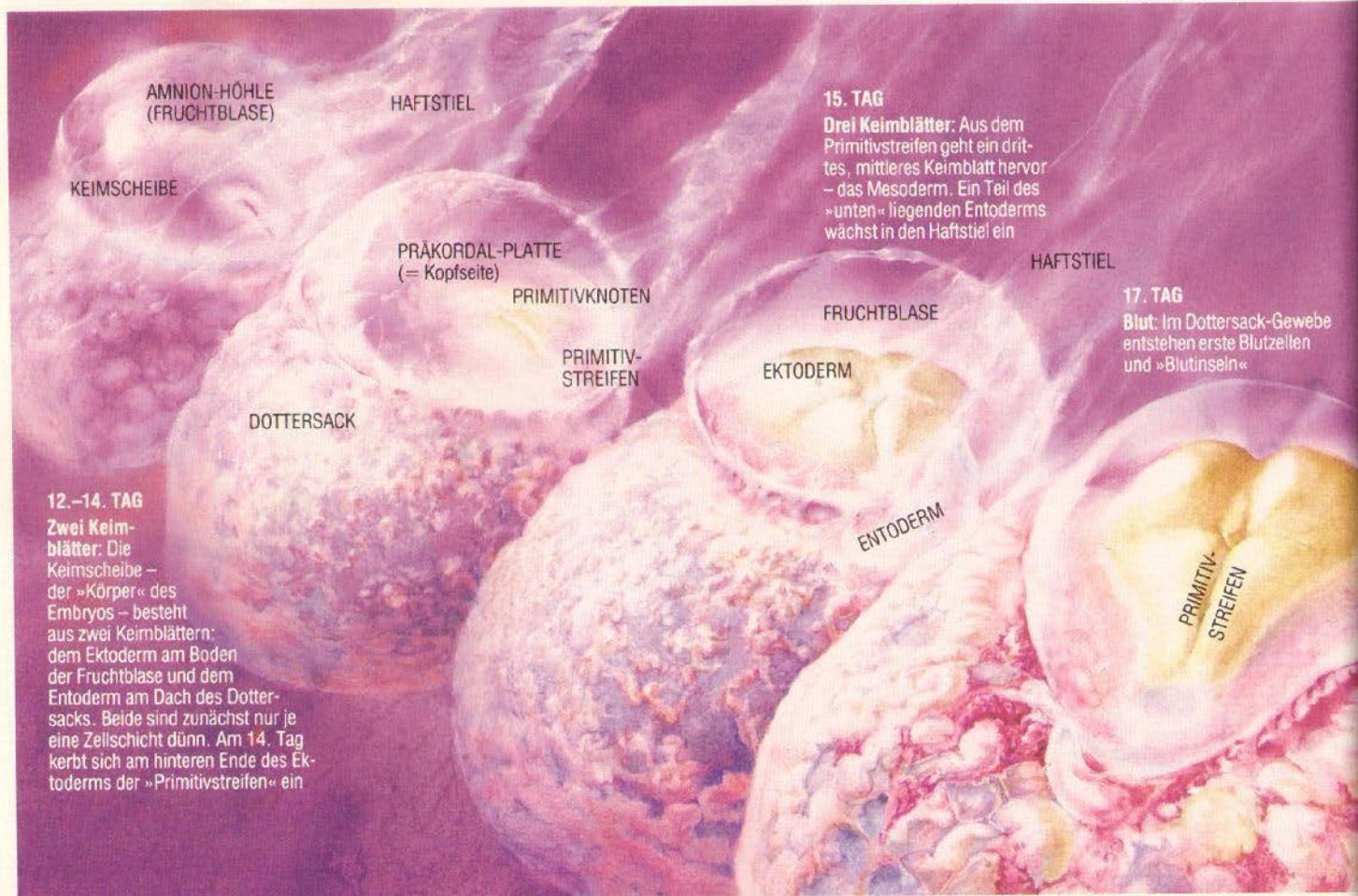
Aller Anfang ist schwer: Nur jeder zweite menschliche Embryo überlebt die beiden ersten Wochen

konnten. Zugleich zeichnet sich ein neues, umfassenderes Gedankenmodell ab – die „Topobiologie“. Damit versuchen Wissenschaftler wie der US-Nobelpreisträger Gerald Edelman, embryonale Entwicklung, Genetik und Evolution in einer sinnvollen Gesamtschau zu verbinden. Gegen Ende des 20. Jahrhunderts könnte es, so hoffen optimistische Entwicklungsbiologen, gelingen, eines der letzten großen Rätsel der Natur zu lösen.

Einer, der sehr viel – „jahrzehntelange“ – Geduld mit der Lösung des Rätsels aufbrachte, ist Erich Blechschmidt. „Ein menschlicher Embryo“, hat der emeritierte Göttinger Anatomie-Professor das Objekt seiner wissenschaftlichen Neugierde einmal gewürdigt, „hat so viel Anmut, daß der Unvoreingenommene ihn staunend bewundern muß“. Die Bewunderung motivierte den Mediziner, im Laufe eines langen Forscherlebens ungezählte Fehlgeburten zu untersuchen, auszuwerten und eine einmalige „humanembryologische Dokumentationsammlung“ anzulegen.

Die Anmut will sich unserem Illustrator Jörg Kühn und mir nicht sogleich eröffnen, als wir im „Zentrum Anatomie“ der Uni-

Eingebettet in die Zottenhaut – das „Chorion“ – reift ein 40 Tage alter, ganze 14 Millimeter großer Embryo heran. Die Zotten des Chorion wachsen ins Gebärmuttergewebe, nehmen lebenswichtige Substanzen aus dem mütterlichen Blut auf und versorgen den Embryo über die Nabelschnur



versität Göttingen vor Blechschmidts Lebensorwerk stehen. Fahles grünliches Licht erhellt eine – gespenstisch wirkende – Prozession menschlicher Keimlinge von der befruchteten Eizelle bis zum Ende der achten Schwangerschaftswoche. Jede der 64 Glasvitrinen, in vier Reihen akkurat auf dem blankgewienerten Linoleumboden des Kellersaals angeordnet, enthält die mitunter mehr als 500fach vergrößerte Rekonstruktion eines Embryos in einem bestimmten Entwicklungsstadium. Die meisten der naturgetreu nachgebildeten, 75 Zentimeter hohen Exponate aus Kunststoff erlauben den Blick auf innere Organe. So lässt sich der Wandel der Körperform, das Entstehen und Wachsen einzelner Organe Schritt für Schritt verfolgen.

Aber obwohl Erich Blechschmidts Arbeit für die medizinische Überwachung des Schwangerschaftsverlaufs von unschätzbarem Wert war und ist, blieb sie in gewisser Weise nur an der Oberfläche. Denn die „deskriptive Embryologie“ beschreibt und vergleicht nur das, was direkt zu beobachten ist: Was sich im Mutterleib, im Vogel-, Lurch- oder Insektenei wann und wie sichtbar entwickelt. „Der Embryo“, warnte da-

her noch Anfang der achtziger Jahre der amerikanische Embryologe Ronald Oppenheim allzu ungeduldige Kollegen, „wacht sehr sorgsam über seine Geheimnisse. Dem gelegentlichen Beobachter enthüllt er nur oberflächliche, irrelevante oder triviale Tatsachen, verbirgt aber das, was wirklich wichtig ist.“

Die Neugier der Entwicklungsbiologen reicht jedoch tiefer. Sie wollen die Ursachen und die Dynamik des embryonalen Geschehens verstehen: Wie kann eine befruchtete Eizelle – die „Zygote“ – einen höchst komplizierten Organismus hervorbringen? Was bestimmt den Takt dieses sorgsam orchestrierten Schöpfungsvorganges, bei dem sich – im Fall des Menschen – aus einer einzigen Zelle 100 Billionen andere differenzieren? Und wie findet die Frucht immer wieder die „richtige“ Form – den Phänotyp, wie Biologen sagen? Warum gleichen Kinder ihren Eltern? Warum unterscheiden sie sich dennoch von ihnen im Detail? Und: Warum zeugen Menschen immer Menschen, Hühner immer Hühner, Fruchtfliegen immer Fruchtfliegen?

Einer der selbstverständlichssten Vorgänge in der Natur – jeder von uns hat ja so ange-

Kaum hat sich der Embryo in die Gebärmutter eingenistet, spezialisieren sich seine Zellen weiter. Aus der Mitte der beiden „Keimblätter“ Ektoderm und Entoderm geht wenig später ein drittes, das Mesoderm, hervor. Dem Ektoderm werden Hirn und Nerven, die Sinneszellen von Auge, Ohr und Nase sowie die Haut samt Drüsen, Haaren und Nägeln entwachsen, dem Mesoderm unter anderem Knorpel und Knochen, Bindegewebe und Muskeln, Blut- und Lymphzellen, Nieren und Keimdrüsen. Das Entoderm bildet Schleimhäute und Innenwände etwa der Atemorgane, des Harntraktes, der Leber und vieler Drüsen. Wie diese Spezialisierung vor sich geht, ist rätselhaft

17. TAG

Längenwachstum: Die ursprünglich runden Keimblätter des Embryos werden länglich. Zu beiden Seiten des Primitivstreifens wölben sich im Ektoderm die Neural-Wülste auf

18. TAG

Krümmung: Durch das schnelle Wachstum der Neural-Anlage – Vorläuferin des Gehirns und Rückenmarks – beginnt sich der Embryo zu krümmen. Er ist jetzt 1,25 mm lang. Unterhalb der Neural-Platte legen Zellen des Mesoderms das Herz an

NEURALWULST
NEURALWULST

FRUCHTBLASE

DOTTERSACK

KOPFSEITE

NEURAL-RINNE

HERZANLAGE

NEURAL-PLATTE

HERZANLAGE

LEIBESHÖHLE
(durch den
gefäßreichen
Dottersack
gesehen)

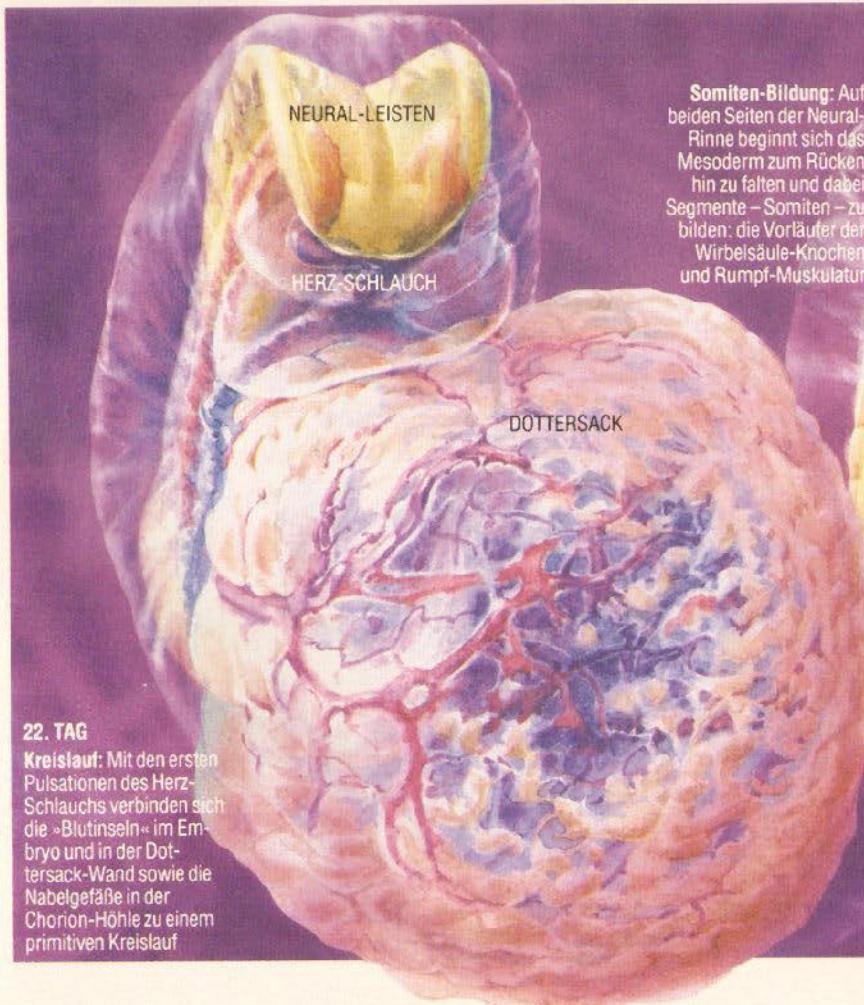
fangen – ist Entwicklungsbiologen im Kern rätselhaft geblieben, wie Ronald Oppenheim bekennen: „Obwohl wir im Laufe der vergangenen 80 Jahre Einsicht in eine ganze Reihe spezifischer Ursachen der Differenzierung gewonnen haben, sind wir der Lösung dieses grundsätzlichen Problems des räumlich-zeitlichen Zusammenspiels im entstehenden Organismus nicht näher als es Wolff, von Baer, Driesch oder Spemann waren“ – jene deutschen Pioniere, deren Beobachtungen und Experimente die Embryologie wesentlich voranbrachten:

● Caspar Friedrich Wolff widerlegte 1759 die damals favorisierte „Präformationslehre“, wonach im befruchteten Ei eine miniaturisierte Kopie – ein „Homunculus“ – des erwachsenen Organismus stecke. Der 26 Jahre alte Forscher konnte unter dem Mikroskop im Gewebe eines frühen Hühnerembryos nichts als eine Ansammlung von Kugelchen entdecken. Wolffs Werk „Theoria generationis“ gilt als entscheidender Durchbruch der „Epigenese-Lehre“ – der Vorstellung, jedes Individuum werde aus einem unstrukturierten Ei durch einen epigenetischen („nach der Schöpfung ablaufenden“) Prozeß völlig neu geschaffen.

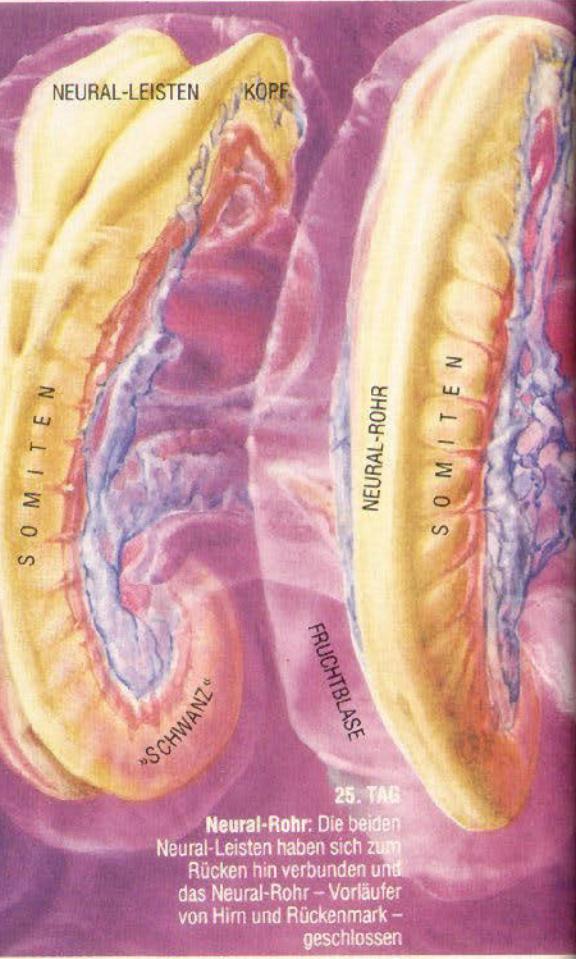
● Karl Ernst von Baer bekräftigte die Epigenese-Lehre. Die Idee einer Präformation war ihm – wie er 1837 bissig bemerkte – „ein redendes Beispiel von den Verirrun- gen, in die man gerathen kann, wenn man consequent statt der Beobachtungen Annahmen gelten läßt“. Der Begründer der modernen Embryologie entdeckte das Säugetier-Ei und erkannte, daß bei Wirbeltieren jeder Teil des Embryos immer von einem bestimmten „Keimblatt“ gebildet wird. Daraus leitete er sein berühmtes Prinzip ab: Alle Entwicklung geht vom Allgemeinen zum Besonderen und ist stets mit Differenzierung verbunden.

● Hans Driesch konnte Anfang der neunziger Jahre des letzten Jahrhunderts experimentell zeigen, daß auch einzelne – im Labor isolierte – Zellen eines Seeigel-Embryos in manchen Fällen in der Lage sind, einen vollständigen Organismus zu bilden. Die Versuchsergebnisse machten Driesch zu einem der führenden Köpfe der „Neo-Epigenetiker“: Sie lehnten die Idee ab, bei jedem Entwicklungsschritt gebe es einen Verlust an „Keimplasma“, wie damals die – noch nicht als solche erkannte – Erbsubstanz DNA genannt wurde. Statt dessen

Der Buckel des 30 Tage alten Embryos signalisiert ein wichtiges Stadium: Das Neural-Rohr – Vorläufer von Hirn und Rückenmark – hat sich geschlossen, während sich 38 der etwa 46 Ur-Segmente (»Somiten-Paare«) an seinen Seiten bildeten. Der dunkle Fleck am 44. Tag zeigt an: Hier wächst ein Auge



Somiten-Bildung: Auf beiden Seiten der Neural-Rinne beginnt sich das Mesoderm zum Rücken hin zu falten und dabei Segmente – Somiten – zu bilden: die Vorläufer der Wirbelsäule-Knochen und Rumpf-Muskulatur



gingen die Neo-Epigenetiker davon aus, daß alle embryonalen (und erwachsenen) Zellen über das vollständige Erbmaterial verfügten – eine Annahme, die sich bestätigen sollte.

• Hans Spemann entdeckte den „Organisator-Effekt“ und lieferte den ersten experimentellen Hinweis darauf, daß bestimmtes embryonales Gewebe in einem bestimmten Entwicklungszeitraum anderes Gewebe beeinflussen – „organisieren“ – kann. Das entscheidende Experiment hatte Hilde Pröscholdt auf Spemanns Anregung im Jahr 1921 durchgeführt: Die drei Jahre später tödlich verunglückte Forscherin implantierte Material aus der „oberen Urmundlippe“ eines Molch-Embryos in die Bauchseite eines anderen, einer zweiten Molchart zugehörigen Keims. Das Implantat polte das Gewebe des Wirtsembryos radikal um: Ein zweiter Embryonalkörper entstand.

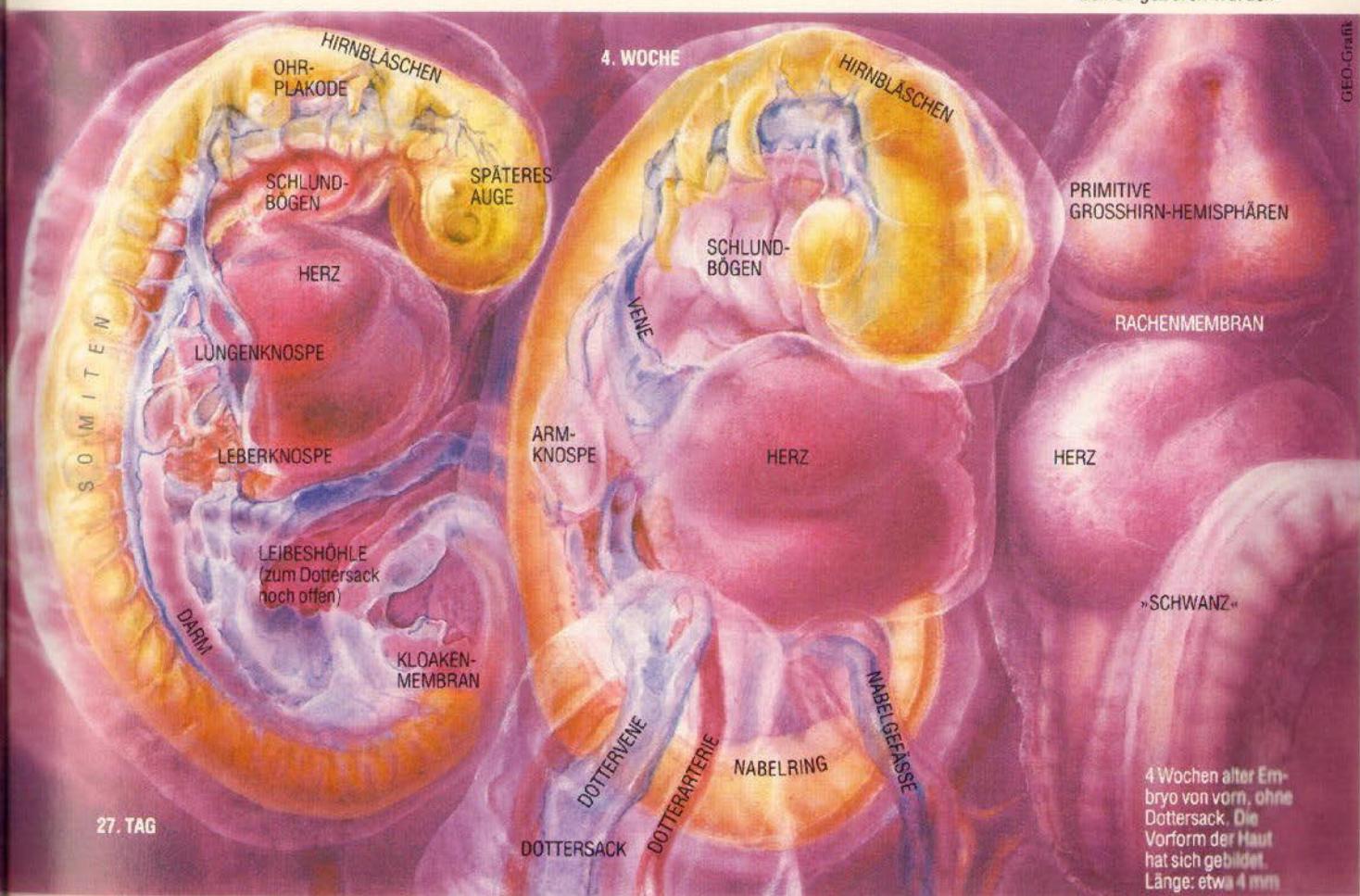
„Es war“, schrieb Spemann später über die Arbeit, die ihm 1935 den Nobelpreis einbrachte, „wie wenn eine durch das Implantat eingeführte organisatorische Kraft in dem von ihr beherrschten Bereich ohne Rücksicht auf Materialgrenzen geschaltet

hätte“. Das Experiment bestätigte Spemanns lange gehegte Vermutung, daß zumindest bei Molchen die obere Urmundlippe das „Organisationszentrum“ des Embryos ist: Es bestimmt, wo der Kopf zu entstehen hat.

Während Entwicklungsbiologen wie Spemann beobachtend und experimentierend versuchten, ordnende Prinzipien im komplexen embryonalen Wachstum ungezählter Tierarten zu entdecken, wandte sich das Gros der Biologen anderen, scheinbar attraktiveren Themen zu. Nach der Wiederentdeckung der Mendelschen Vererbungsgesetze zur Jahrhundertwende erlebte die Genetik einen ungeheuren Aufschwung.

Thomas Hunt Morgan, der unter anderem mit Embryonen der Fruchtfliege *Drosophila melanogaster* experimentiert hatte, machte sich die erklärmächtigen Gesetze zunutze und begründete die experimentelle Genetik: Da die Drosophila einen kurzen Generationswechsel aufweist, sich im Labor gut halten lässt und zudem in den Zellen ihrer Speicheldrüsen riesige, gut untersuchbare Chromosomen besitzt, wurde das Insekt zum „Haustier“ der Ge-

Höchst empfindlich reagieren menschliche Embryonen in der 4. bis zur 8. Woche auf keimschädigende Viren, Chemikalien und Strahlen: In dieser Zeit bilden sich alle Organe sowie Arme und Beine. Jede Störung kann die Entwicklung stoppen, behindern oder in eine falsche Richtung lenken – so wie das Schlaflmittel »Contergan«: Es unterbrach das Wachstum der Gliedmaßen in einer besonders sensiblen Phase, so daß die betroffenen Kinder mit Stummelärmchen und -beinen geboren wurden



netiker. Vor allem Morgans Schüler Hermann Müller zeigte, wie Mutationen – durch Röntgenbestrahlung ausgelöst – die normale Entwicklung der Fruchtfliege veränderten.

Die Erkenntnisse der heute längst „klassischen“ Genetik wurden dann in den vierziger Jahren von Wissenschaftlern wie dem Deutsch-Amerikaner Ernst Mayr mit Darwins Evolutionstheorie zur „Synthese der Evolution“ verbunden. Mit der Entschlüsselung der DNA und der auf ihr gespeicherten genetischen Botschaft schien „das Geheimnis des Lebens“ – wie Francis Crick schon 1953, nach der Entdeckung der Doppel-Helix, in jugendlichem Überschwang verkündet hatte – so gut wie gelöst zu sein. Der britische Biologe Richard Dawkins trieb die Anbetung der DNA mit seiner Hypothese von den „egoistischen Genen“ auf die Spitze: Ein Mensch oder Tier, so postulierte er, sei nur die Methode, mit der DNA neue DNA mache – eine Art moderne Präformationstheorie. Auch die Träume von – und Ängste vor – der totalen Entschlüsselung des menschlichen Erbguts (dem „Genom-Projekt“) werden zum Teil vom Glauben an die Allmacht der DNA gespeist.

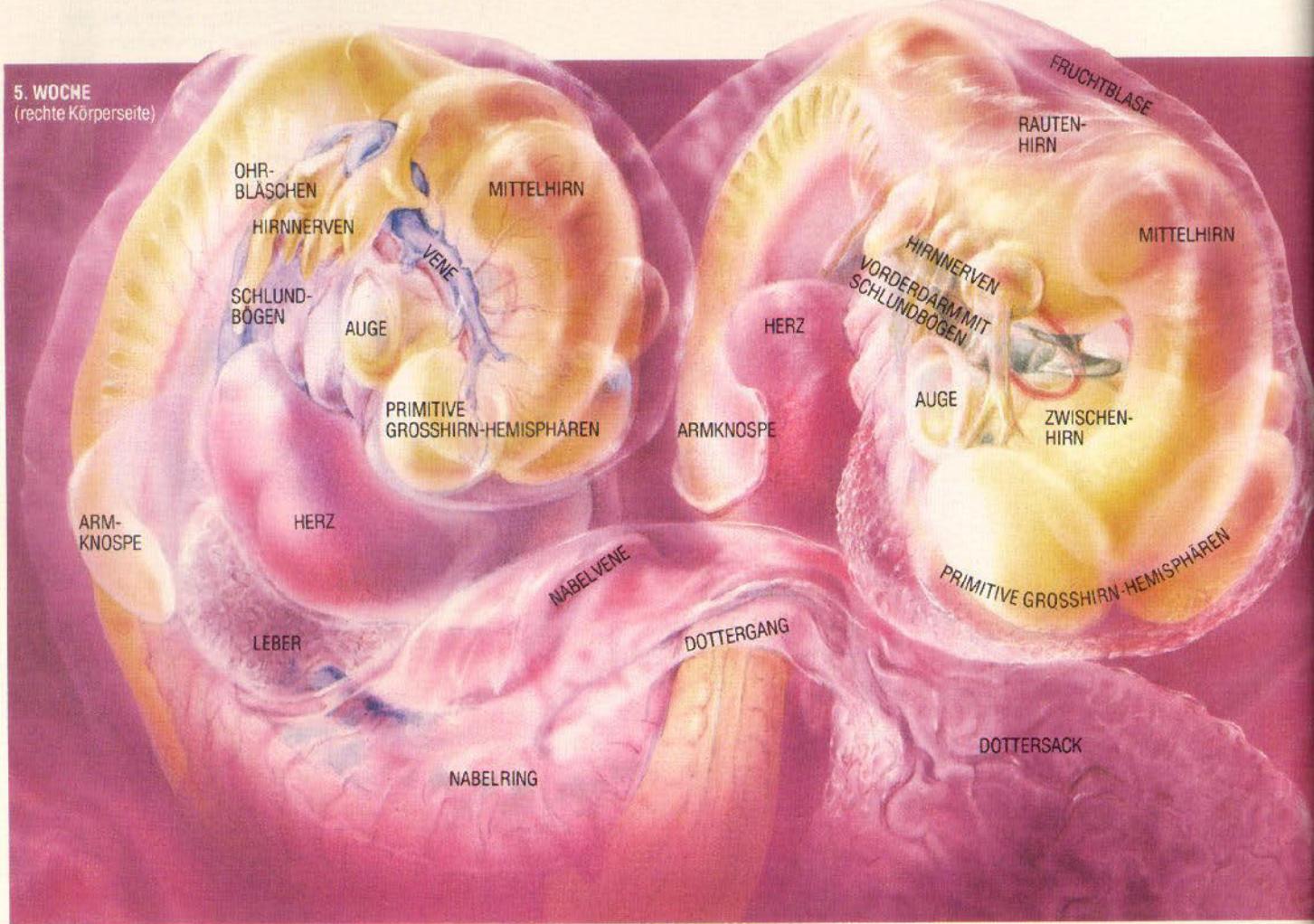
In dieser Stampede der wissenschaftlichen Euphorie gingen zur Vorsicht mahnende Argumente zunächst unter. Schon vor zwei Jahrzehnten hatten Molekularbiologen wie Sydney Brenner und Gunther Stent in den USA darauf hingewiesen, daß die Zahl der verfügbaren Gene bei weitem nicht ausreicht, um die zellulären Verknüpfungsmuster auch nur des menschlichen Gehirns festzulegen – geschweige denn die des ganzen Organismus mit all seinen Verhaltensmöglichkeiten.

„DNA und die Entdeckungen der Molekularbiologie“, darauf weist Gerald Edelman in seinem kürzlich erschienenen Buch „Topobiology“ hin, „sind keineswegs die alleinigen ‚Antworten auf das Leben‘ – es gibt da noch eine andere Seite der Biologie, die der Epigenese“.

So erwacht nun, gegen Ende des 20. Jahrhunderts, die zentrale Theorie der Embryologie – die Epigenese – wie aus einem Dornrösenschlaf. Nicht ohne Verwunderung erfahren Biologen, daß ihr scheinbar ultramodernes Forschungsgebiet alte Wurzeln hat.

„Nach der Jahrhundertwende“, klärt Ronald Oppenheim seine Kollegen auf,

„Zwischen den paddelförmigen Beinknospen endet das sechs Wochen alte Körperchen in einem ‚Schwanz‘, der sich bis zum 3. Monat zurückbildet. Zuerst knospen die Arme, dann die Beine. Die oberen Gliedmaßen unterteilen sich wenig später in Arm und Hand, dann in Ober- und Unterarm und Unterarm“



„verstand man unter dem Begriff Epigenese mehr, als daß lediglich etwas in der Entwicklung neu angelegt wird“: Epigenese bedeutete schon für die Pioniere der Embryologie,

- daß jeder Entwicklungsschritt von den Bedingungen abhängig ist, die in früheren Entwicklungsschritten geschaffen worden sind;
- daß diese Bedingungen durch Wechselbeziehungen zwischen den Genen und den unterschiedlichen Teilen des sich entwickelnden Organismus und auch zwischen dem Organismus und der Umwelt zustande kommen;
- daß dieser gesamte Prozeß von Zufällen abhängig – also „probabilistisch“ – ist.

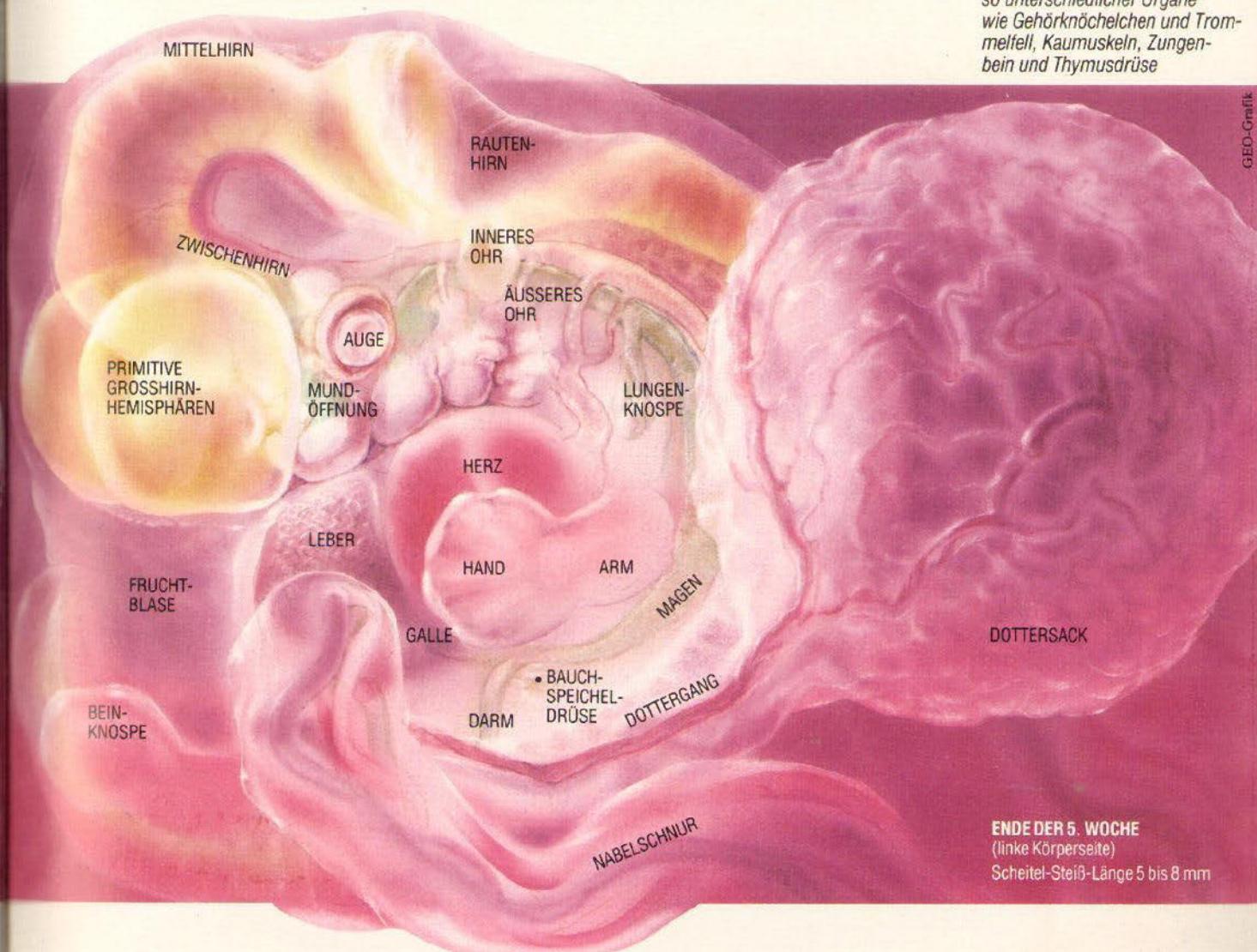
Diese verblüffend modern klingenden Gedanken waren gereift, als die Embryologie-Pioniere ihre teils widersprüchlichen Ergebnisse von Experimenten an Tier-Keimlingen – meist Lurchen – zu erklären versuchten. Die neuen Ideen hatten zugleich die jahrzehntelang dominierende Annahme des deutschen Evolutionsbiologen Ernst Haeckel widerlegt, wonach die embryonale Entwicklung – die „Ontogenese“ – die evolutionäre Entwicklung der

Spezies – die „Phylogenie“ wiederhole: Über das Fisch-, Lurch- und Säuerstadium entwickle sich ein menschlicher Embryo zum *Homo sapiens*. Die vermeintlichen „Kiemschlitz“ Haeckels berühmtestes Beispiel, haben mit Kiemen nichts zu tun – es sind Schlundfalten (siehe Grafik unten links).

Um die Jahrhundertwende ließen sich die experimentierenden Embryologen von solchen zu kurz greifenden evolutionsbiologischen Vorstellungen ebensowenig irritieren wie von der damals grassierenden Überbetonung des Erbgut-Einflusses auf die Entwicklung – eine Fehleinschätzung der Genetiker, die mit dem Rassenwahn der Nazis fatale Folgen hatte. Überdies löste die Überschätzung der Gene einen unfruchtbaren, noch immer schwelenden Streit aus, ob nun „Erbe“ oder „Umwelt“ das Verhalten des Menschen bestimme – als hätte die Theorie der Epigenese, wonach jede Entwicklung das Resultat eines Zusammenspiels von Erbe und Umwelt sein muß, nie existiert.

Auch für den Fortgang der Embryologie und Genetik selbst hatte es schwerwiegende Folgen, daß sich die Wege der beiden

Wie von unsichtbarer Hand gesteuert, entfaltet jeder Embryo seine Organe, Drüsen und Gliedmaßen. Das fein orchestrierte Knospen und Krümmen, Öffnen, Falten und Schließen unterschiedlicher Gewebe folgt genetischen Vorgaben, aber offenbar auch Signalen bereits entstandener Zellgewebe. Verwirrung unter Biologen stifteten einst die – für die hier gezeigte Entwicklungsphase typischen – Schlundbögen: Sie ähneln oberflächlich den Kiemen von Fisch-Embryonen. Beim Menschen sind die Schlundbögen, -furchen und -taschen freilich keine rudimentären Kiemen, sondern Vorläufer so unterschiedlicher Organe wie Gehörknöchelchen und Trommelfell, Kaumuskeln, Zungenbein und Thymusdrüse



Bio-Disziplinen schon vor dem Ersten Weltkrieg getrennt hatten: Die Erbgut-Forscher blickten mehr und mehr eindimensional entlang des DNA-Moleküls auf das multidimensionale Lebensgeschehen, während die Entwicklungsbiologen – ohne von der Mendelschen Genetik erhellte zu werden – eben diese Vielschichtigkeit mit abstrakten Modellen zu beschreiben suchten.

Eines davon schälte sich inzwischen als besonders treffend heraus – die 1939 formulierte „epigenetische Landschaft“ des britischen Biologen Conrad Waddington (siehe auch GEO-Wissen Nr. 1/1987, Seite 46): Demnach kann die embryonale Entwicklung mit dem Lauf einer Kugel verglichen werden, die von einem Berg in eine

sich zusehends in Täler aufspaltende Landschaft hinabrollt. Der Lauf der Kugel ist nicht schicksalhaft vorherbestimmt. Sie hat gewisse Freiheiten, die allerdings von den „Tälern“ der epigenetischen Landschaft – den genetisch, physiologisch und ökologisch gangbaren Entwicklungswegen – kanalisiert werden.

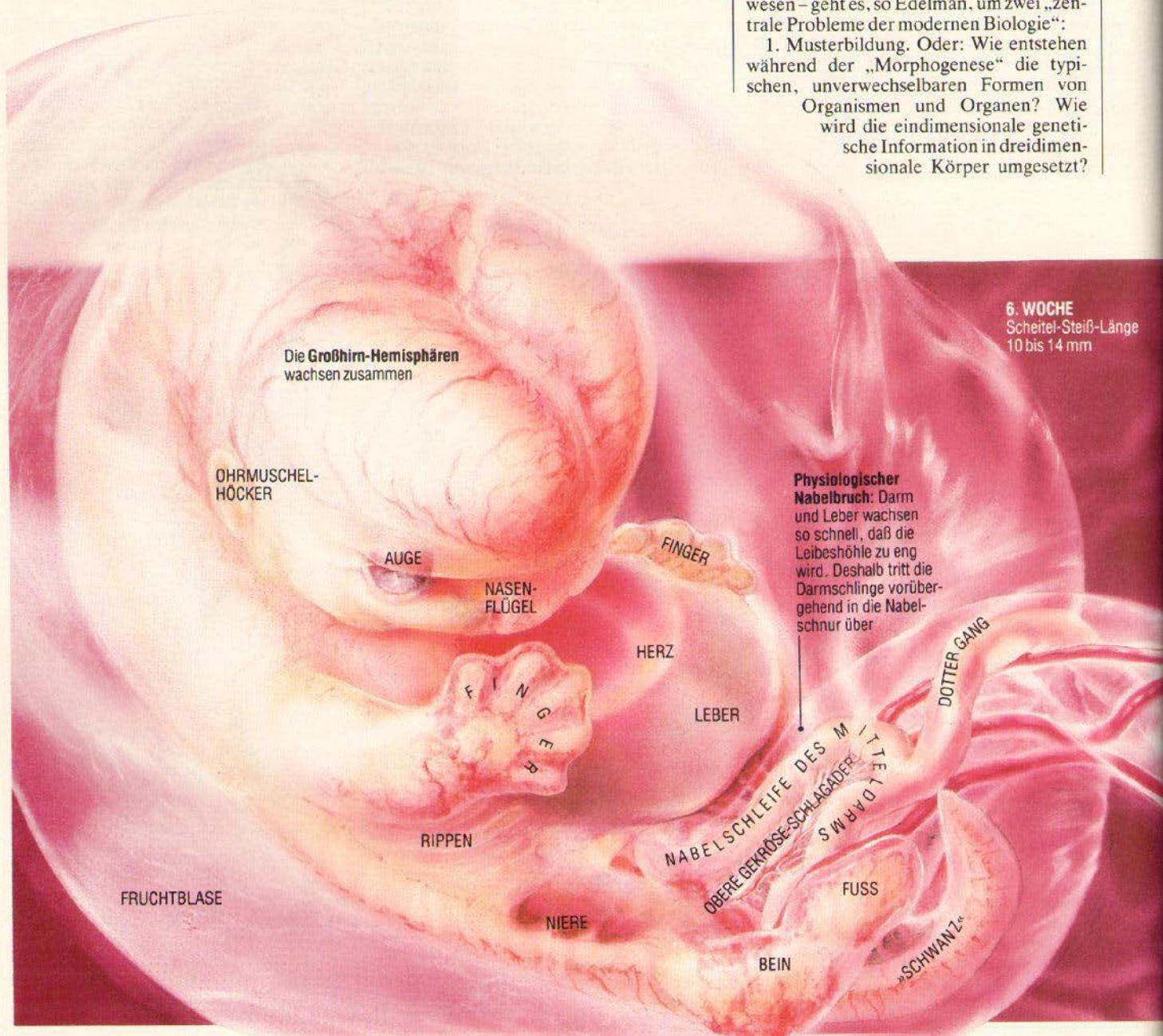
Erst heute freilich, ein halbes Jahrhundert später, können Wissenschaftler es wagen, Waddingtons abstraktes Modell in eine realitätsnahe Beschreibung des embryonalen Wachstums umzusetzen. Eben dies versucht Gerald Edelman mit seiner „Topobiologie“ – einer Theorie, die Entwicklung und Genetik, Verhalten und Evolution unter ein gemeinsames Dach bringt. Das ist nur möglich, weil Edelman

eine Fülle experimenteller Erkenntnisse konsequent in einen alle Aspekte des Lebens umfassenden epigenetischen Rahmen einbaut.

Dem Biochemiker der New Yorker Rockefeller University kommt dabei zugute, daß er intime Einblicke in die Geheimnisse der beiden kompliziertesten Organe hat, die von der Natur hervorgebracht werden – Immunsystem und Gehirn: Für seinen Beitrag zur Enträtselung des Immunsystems erhielt er 1972 den Medizin-Nobelpreis; sein 1987 erschienenes Buch „Neural Darwinism“ liegt voll im Trend des naturwissenschaftlichen Zeitalters, der die „Ordnung aus Chaos durch Selbstorganisation“ propagiert.

Im Kern der Topobiologie – der Lehre von der räumlichen Entwicklung der Lebewesen – geht es, so Edelman, um zwei „zentrale Probleme der modernen Biologie“:

1. Musterbildung. Oder: Wie entstehen während der „Morphogenese“ die typischen, unverwechselbaren Formen von Organismen und Organen? Wie wird die eindimensionale genetische Information in dreidimensionale Körper umgesetzt?



2. Morphologische Evolution. Oder: Wie kam es im Lauf der Erdgeschichte dazu, daß nur bestimmte Tierformen – die von der Natur realisierten Phänotypen – im Wechselspiel von Genen, Entwicklung und Umwelt entstanden?

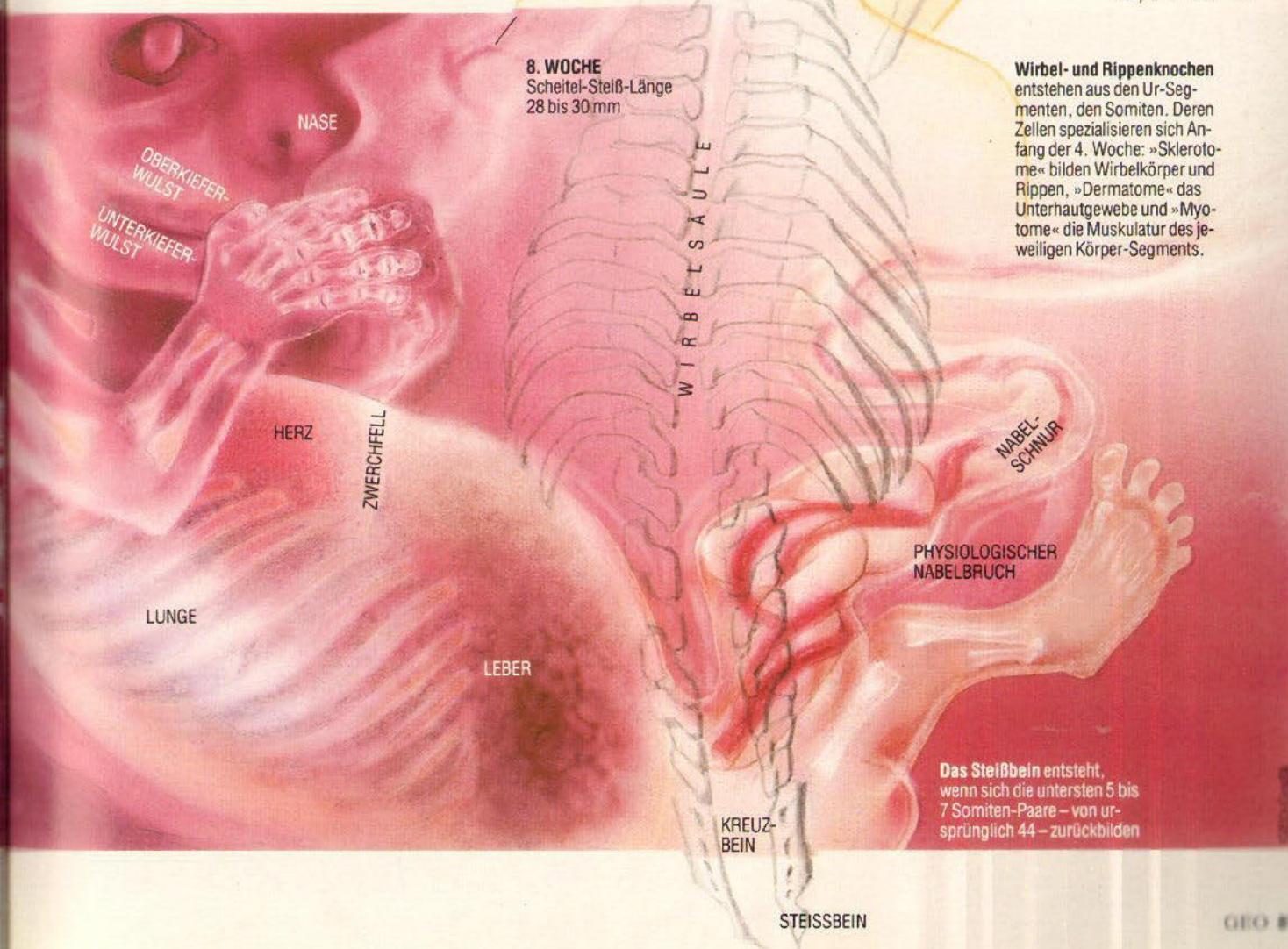
Edelman entwirft ein elegantes Modell, wie die genetische Information im Zusammenspiel mit „Morpho-Regulatoren“ genannten Eiweißsubstanzen in zeitliche und räumliche Strukturen – eben Organe und Organismen – umgesetzt wird. Diese Morpho-Regulatoren teilt Edelman in drei Klassen von – bekannten – Wirksubstanzen ein. Sie dienen alle der Zell-Zell-Kommunikation, wenn auch auf unterschiedliche Art. Sie sind das lange gesuchte Bindeglied zwischen den genetischen und epigenetischen Prozessen.

Als wollte er seine dunkle Welt erkunden, streckt ein acht Wochen alter Embryo die eben geformten Fingerchen aus. Die »Leuchtpunkte« markieren Knorpel, die später verknöchern



Bindegewebszellen verwandeln sich in »Osteoblasten« und beginnen, die **Schädelknochen** zu bilden

Sichtlich menschenähnlich wird der embryonale Körper gegen Ende des 2. Monats. Arme und Beine, Finger und Zehen finden ihre Gestalt. Vier GeWEBEwüste formen Mund und Nase, Augen und Ohren nähern sich ihren endgültigen Positionen. Während sich das Gesicht formt, wächst im Körper das Skelett



Wirbel- und Rippenknochen
entstehen aus den Ur-Segmenten, den Somiten. Deren Zellen spezialisieren sich Anfang der 4. Woche: »Sklerotome« bilden Wirbelkörper und Rippen, »Dermatome« das Unterhautgewebe und »Myotome« die Muskulatur des jeweiligen Körper-Segments.

netischen Komponenten der embryonalen Entwicklung.

Die Morpho-Regulatoren wirken auf die Membran der einzelnen Zellen. Jede Zelle fungiert als Kontrolleinheit, aber nur Zellverbände vermögen morpho-regulatorische Signale auszusenden. So bilden die Signallsubstanzen im Wechselspiel mit drei Klassen von Regulator-Genen eine flexible – je nach Spezies und Entwicklungsphase

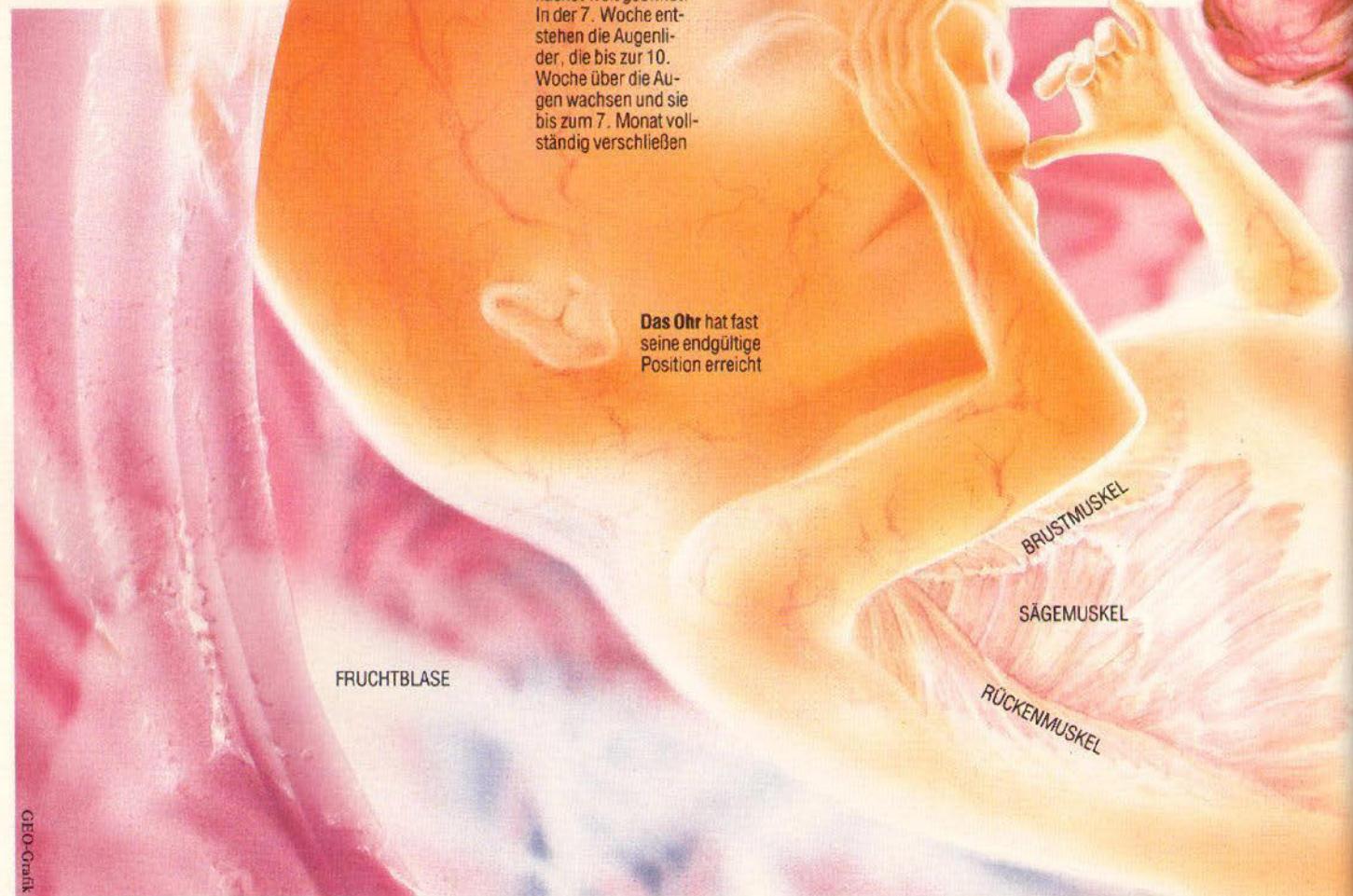
unterschiedliche – Informationskaskade. Sie regt bestimmte Zellen an, bestimmte Substanzen zu erzeugen oder sich zu teilen, sich zu spezialisieren, zu wandern oder zu sterben: Ein dynamisches, dreidimensionales Gebilde – ein Embryo – entsteht.

Wenn ein Keim alle Klippen seines epigenetischen Werdegangs erfolgreich umschift und zum fortpflanzungsfähigen Erwachsenen heranreift, muß der sich in der

jeweiligen Umwelt bewähren. Dessen Erfolg messen Evolutionsbiologen an der Zahl seiner Nachkommen. Diese müssen sich wiederum – wenn auch mit leicht verändertem genetischen Rüstzeug und unter etwas andersartigen epigenetischen Bedingungen – schon während ihrer embryonalen Entwicklung bewähren.

Edelmanns Hypothese kommt mit einem überschaubaren Satz an Genen und Mor-

Der Große nach noch ein Däumling – und doch ist schon alles dran an dem knapp drei Monate alten Embryo. Auch die Frage »Junge oder Mädchen?« läßt sich jetzt mit einem Blick beantworten. Nun beginnt die fetale Entwicklung: Bis zur Geburt muß der Körper siebenmal länger und hundertmal schwerer werden



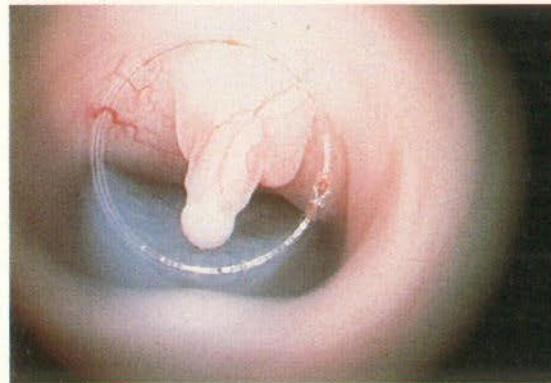
Der Dottersack bildet sich nach der 6. Woche zurück. Seine ursprüngliche Funktion – den Embryo zu ernähren – übernimmt bei Säugetieren und Menschen die Plazenta. Dennoch ist er in der frühen Entwicklung unentbehrlich: Dort sitzen bis zur 6. Woche die Keimzellen, die dann in die Keimdrüsen – Eierstöcke und Hoden – wandern. Außerdem entstehen dort die Stammzellen des Blutes und des Immunsystems

pho-Regulatoren aus, die mit geringen Mitteln große Wirkungen erzielen – eine Effizienz und Flexibilität, die typisch ist für essentielle Lebensvorgänge. Zwar hat diese erneute Verbindung zwischen Entwicklungsbioologie und Genetik bislang kaum Früchte getragen. Noch muß sich Edelmans Gedankengebäude ungezählten Tests stellen, sorgfältig geplanten Experimenten der Embryologen und der

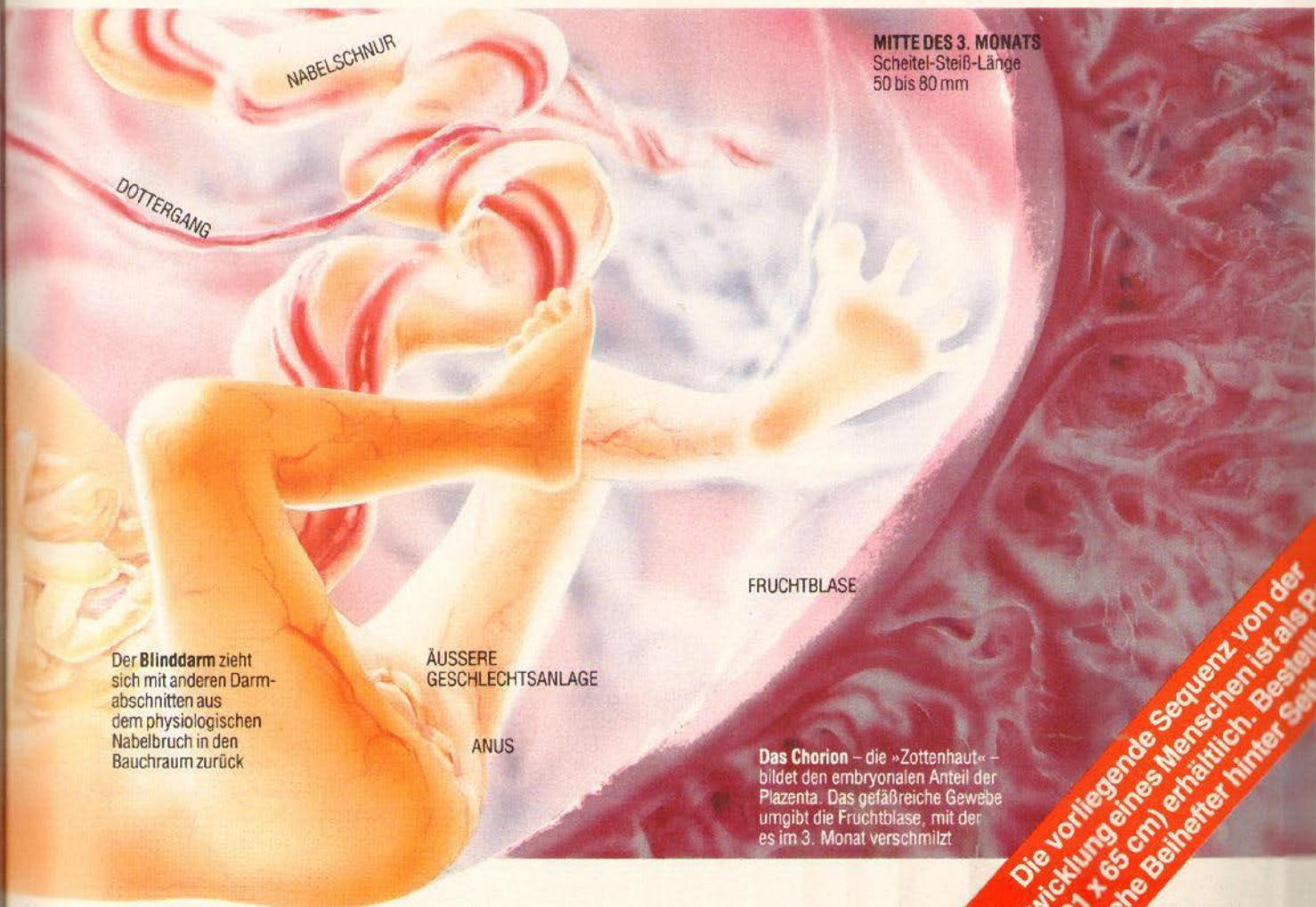
Molekulargenetiker ebenso wie den eher phänomenologischen Beobachtungen der Humangenetiker und -mediziner. Aber eine wahre Lawine neuer Erkenntnisse, das ist bereits absehbar, gerät in Bewegung. Die einzelnen Informationen darüber, wie Embryonen im Zusammenspiel von Genen und Epigenese wachsen, werden hauptsächlich von Experimenten an Fruchtfliegen, Hühnern und Mäusen er-

wartet – wie zum Beispiel die Antwort auf die Frage, woher ein *Drosophila*-Embryo weiß, wo „vorn“ ist: Eine Forschergruppe um Christiane Nüsslein-Volhard vom Tübinger Max-Planck-Institut für Entwicklungsbioologie konnte in den letzten Jahren bis ins molekulare Detail aufklären, wie ein mütterliches – „bicoid“ genanntes – Gen bestimmt, wo im Keim der spätere Kopf zu liegen hat. Weitere derartige Gene, deren Produkte festlegen, wo im Embryo vorne und hinten, oben und unten sein soll, werden gegenwärtig entschlüsselt.

Zu Befürchtungen, solche Erkenntnisse könnten zwecks sinistrer Manipulation direkt auf menschliche Keimlinge übertragen werden, besteht kein Anlaß: Die embryonale Entwicklung verläuft bei Fruchtfliegen völlig anders als bei Säugetieren – und bei Mäusen, das läßt sich ebenfalls absehen, anders als bei Menschen. Jede Spezies, das haben schon die Pioniere der Epigenese gehahnt, geht ihren eigenen, unverkennbaren Weg: einen Weg, der uns letztlich unsere persönliche Individualität sichert – aber auch das Risiko birgt, nicht geboren zu werden. □



Penis oder Klitoris? Das zeigt sich erst von der siebten Woche an. Zwar wird das genetische Geschlecht schon bei der Befruchtung bestimmt. Aber die Entwicklung der für die Fortpflanzung zuständigen Keimdrüsen braucht ihre Zeit

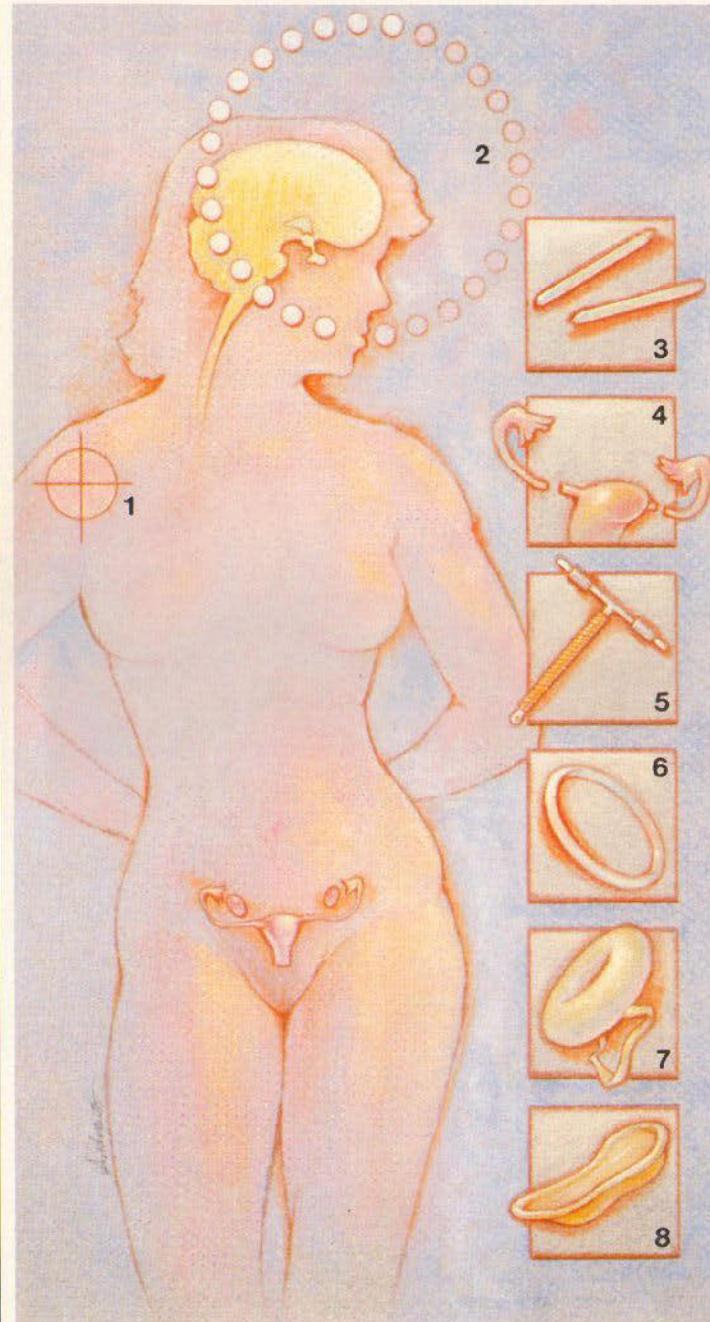


Verkehr mit kleinem Risiko

Honig und Granatapfelkerne, Knospen von Akazienblättern und kleine Leinenläppchen lassen nicht unbedingt an Familienplanung denken. Den Frauen im Altertum jedoch waren sie als Zutaten zu Verhütungs-Rezepturen durchaus vertraut. Vor der Liebesnacht bestrichen sie, so ist auf einem ägyptischen Papyrus von etwa 1550 v.Chr. nachzulesen, Leinenläppchen mit Honig und zerriebenen Akazienknospen und führten sie dann als Pessare in die Scheide ein.

Granatäpfel sind nicht nur die vermutlich ältesten Symbole für Fruchtbarkeit und Macht, sondern auch Grundlage für die Herstellung antiker Verhütungsmittel. Griechinnen und Römerinnen zerrieben die Fruchtkerne, rollten sie mit weiteren Zutaten zu kleinen Kugelchen und plazierten sie vor dem Koitus in der Scheide. Da Granatapfelkerne viel Östrogen enthalten, könnten die Kugelchen tatsächlich gewirkt haben: Östrogen unterdrückt bei entsprechender Dosierung den Eisprung. Teilweise beruht auf diesem Effekt auch die Wirkung der östrogenhaltigen Antibaby-Pille. Deren Wirkstoffe gelangen allerdings über den Verdauungsweg in den Körper. Da der Organismus Hormone auch aus der Scheide sehr gut aufnimmt, entwickelten Mediziner vor etwa zehn Jahren die ersten gestagenhaltigen Verhütungspessare. Derzeit testen Ärzte in Basel einen neuen Typ dieser Pessare, der zusätzlich zu Gestagen noch Östrogen abgibt. Ihre Entwicklung soll innerhalb der nächsten fünf Jahre auf den Markt kommen.

Wurden Verhütungsmittel in der Antike von Frauen und



Für Frauen ist die Auswahl größer

Ärzten noch grundsätzlich akzeptiert, formulierten die Christen einen radikalen Gegenstandpunkt: Kirchenvater Augustinus (354 bis 430 n. Chr.) und sein Zeitgenosse, der Kirchenlehrer Hieronymus, verdammt Empfäng-

Anti-Baby-Impfungen (1) gehören vielleicht in einigen Jahren zum Verhütungs-Repertoire. Erste klinische Tests haben gezeigt, daß Antikörper Hormone, ohne die eine Schwangerschaft nicht entsteht, unwirksam machen.

Die Pille (2) unterdrückt den Eisprung. Sie enthält eine Hormon-Kombination aus Östrogen und Gestagen. Vorteil: Sie ist bequem anzuwenden und sehr sicher (Pearl-Index*: 1). Nachteile: Bei Risikofaktoren (z. B. Rauchen, Übergewicht, frühere Herz-Kreislauf-Leiden) sind Nebenwirkungen wie Thrombosen nicht auszuschließen.

Gestagen-Implantate (3), etwa drei Zentimeter lange, dünne Kunststoff-Stäbchen mit Gestagen-Füllung, können durch einen kleinen Schnitt unter die Arm-Haut geschoben werden. Sie verhüten etwa fünf Jahre lang. In Deutschland sind sie noch nicht zugelassen.

Die Sterilisation (4) greift nicht in den Hormonhaushalt ein. Die Eileiter werden nur chirurgisch abgebunden. Ei- und Samenzellen können sich also nicht mehr treffen. Die Zuverlässigkeit (weniger als eine ungewollte Schwangerschaft auf hundert sterilisierte Frauen) ist deshalb sehr hoch. Der Eingriff ist kaum rückgängig zu machen. Seelische Folgeprobleme sind unwahrscheinlich, wenn die Entscheidung für den Eingriff nicht unter Druck getroffen wird.

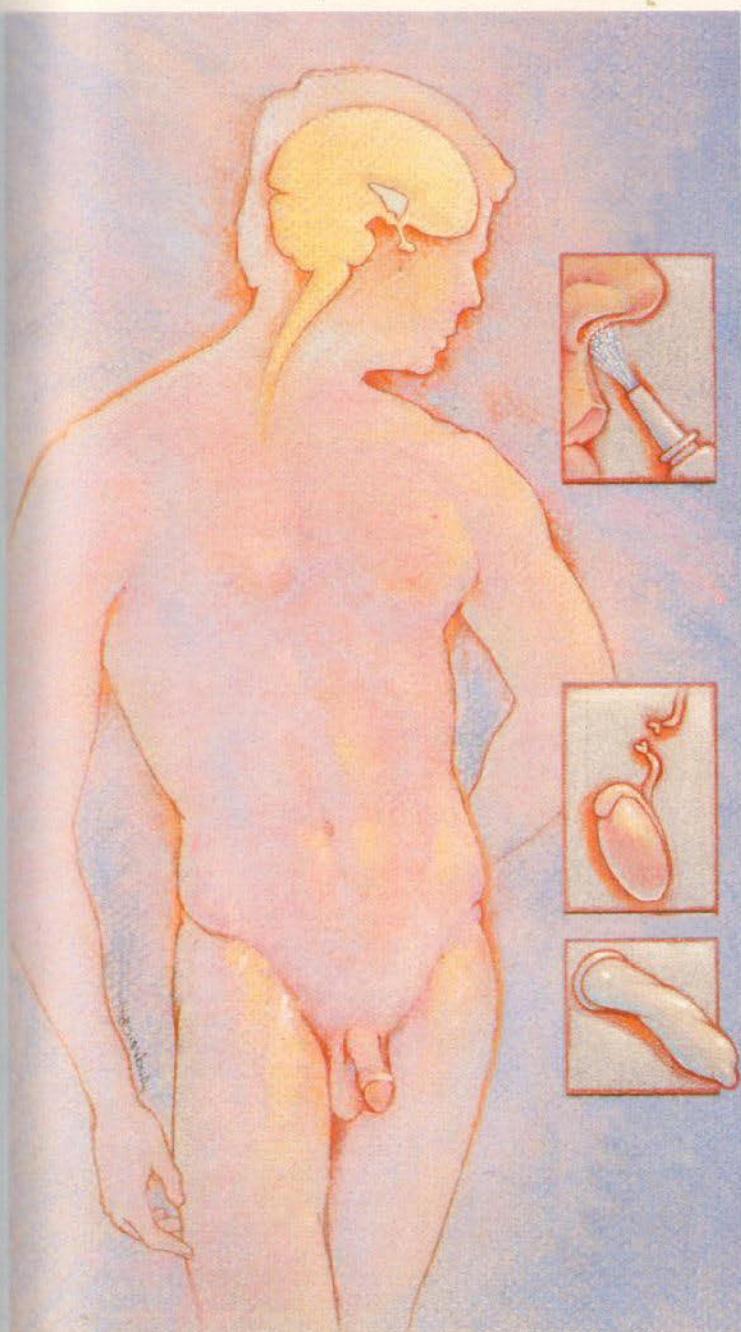
Das Intrauterin-Pessar (5), auch »Spirale« genannt, löst in der Gebärmutter eine Abwehrreaktion aus, die sich gegen Spermien und/oder die befruchtete Eizelle richtet. Mögliche Nebenwirkung: Unterleibs-Entzündungen. Sicherheits-Index: 1-5.

Gestagenhaltige Kunststoffringe (6) können in die Scheide eingelegt werden und durch minimale tägliche Hormonabgabe verhindern wirken. Die Methode ist noch im Test.

Verhütungsschwämmpchen (7) aus Polyurethan enthalten das Spermizid Nonoxynol-9. Sie sollen den Muttermund während des Verkehrs abdichten und aufsteigende Spermien befruchtungsunfähig machen. Nur in den USA zugelassen.

Das Diaphragma (8) plus chemische Verhütungscreme wirkt ebenso wie das Schwämmpchen. Es muß jedoch individuell angepaßt werden. Sicherheits-Index: 1-5.

* Der Sicherheits-Index nach Pearl gibt zur jeweiligen Methode die Schwangerschafts-Rate pro hundert Frauen und Anwendungsjahr an.



LHRH-Analoga sind synthetische Hormone, die hirnreinen Botenstoffen nachgebildet werden. Sie können in Form von Nasenspray genommen werden. Ihre Wirkung: LHRH-Analoga unterbrechen die hormonellen Regelkreise zwischen Hirn und Hoden und unterdrücken so die Spermienbildung. Nebenwirkung: Auch die Potenz nimmt ab. Ähnliche Probleme hat es bereits mit anderen hormonellen Verhütungsmitteln für den Mann gegeben. Deshalb befindet sich diese Methode noch im Test-Stadium.

Die Sterilisation ist auch eine bei Männern erprobte und sichere Verhütungsmethode. Da nur die beiden Samenleiter chirurgisch unterbunden werden, ändert sich nichts im Hormonhaushalt. Der Eingriff ist ambulant möglich. Schwere Komplikationen sind nicht bekannt geworden. Mit (psychologischen) Potenz-Problemen muß man nur dann rechnen, wenn die Entscheidung zur Sterilisation unter äußerem Druck getroffen wurde. Das gleiche gilt auch für andere seelische Folgeerscheinungen. Die Sicherheit liegt statistisch bei über 99 Prozent.

Kondome sind nach Pille, Spirale und Sterilisation der Frau die am häufigsten verwendeten Verhütungsmittel und der einzige reversible Schutz des Mannes vor ungewollter Vaterschaft. Nachteil: Kondome können die sexuelle Empfindung des Mannes vermindern. Vorteil: Sie sind ein guter Schutz gegen sexuell übertragbare Krankheiten. Sicherheits-Index: 1-5.

Während Politiker, Juristen und Mediziner allmählich zu liberaleren Rechtsauffassungen gelangten, ist der Vatikan seiner Denktradition in Sachen Familienplanung prinzipiell treu geblieben, trotz innerkirchlichen Wider-

standes. Zweieinhalb Monate nachdem die Vereinten Nationen Familienplanung zum allgemeinen Menschenrecht erklärt hatten, bekräftigte Papst Paul VI. am 25. Juli 1968 in seiner Enzyklika *Humanae vitae* noch einmal den

kirchlichen Standpunkt. Und im November letzten Jahres ist Verhütung vom Vorsitzenden des päpstlichen Instituts „für Studien über Ehe und Familie“ mit Mord gleichgesetzt worden. Doch selbst gläubige Katholiken ließen und lassen

sich nicht mehr ohne weiteres in ihr Intimleben hineinreden: Nach einer Untersuchung des EMNID-Instituts von 1985 nehmen katholische Frauen ebenso häufig die Pille wie evangelische. Auch für die Wahl eines Verhütungsmittels spielen nach dieser Studie sittlich-religiöse Überlegungen eine untergeordnete Rolle: Nur fünf Prozent der 1267 Befragten messen ihnen eine Bedeutung zu. 85 Prozent aber erachten es als wichtig, daß Verhütungsmittel sicher, und 64 Prozent, daß sie frei von gesundheitlichen Nebenwirkungen sind. Gut ein Drittel der Frauen legt Wert darauf, daß die Art ihrer Familienplanung nicht in die natürlichen Abläufe im Körper eingreift.

Eine Methode, die alle Vorteile bietet, gibt es nicht. Die Palette der Verhütungsmethoden hat sich zwar seit Leinenläppchen und Granatapfel-Kügelchen verbreitet, doch gerade bei den als sehr sicher eingeschätzten Pillen und Spiralen sind Nebenwirkungen und Komplikationen wohl nie ganz auszuschließen. Für einige Unruhe sorgten Anfang 1989 zwei Studien aus den USA sowie eine aus England: Danach tragen Frauen ein erheblich (dreifach) höheres Risiko, an Brustkrebs zu erkranken, wenn sie

- kinderlos blieben, ihre Monatsblutungen vor dem 13. Geburtstag einsetzen und acht bis elf Jahre die Pille genommen haben;
- zehn Jahre die Pille genommen haben und 45 Jahre alt sind;
- zwischen 30 und 34 Jahren alt sind und früher die Pille genommen haben.

Kritiker unterstellen den Studien methodische Schwächen. Für eine Warnung auf den Packungen vor einem Gesundheitsrisiko reichen die Daten nach Ansicht der amerikanischen Gesundheitsbehörde (Food and Drug Administration) nicht aus.

Bei der natürlichen Familienplanung (Temperatur-



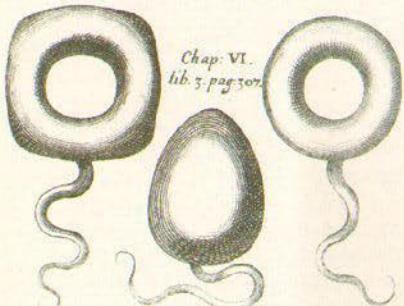
Die zweite Karriere der Kondome: Seit Präservative nicht nur der Schwangerschaftsverhütung dienen, sondern auch als Schutz vor der Übertragung von Aids-Viren propagiert werden, ist ihre Zuverlässigkeit besonders wichtig. Ein Mitarbeiter von «Ansell's» in Alabama testet 300 zarte Gummihüllen am Tag

messung und Körperbeobachtung), beim Diaphragma – plus chemischer Mittel – oder beim Kondom sind Anwendungsfehler wahrscheinlicher – auf Kosten der Sicherheit.

Dennoch ist das Verhüttungsproblem – die Qual der Wahl zwischen Zuverlässigkeit und Unschädlichkeit –

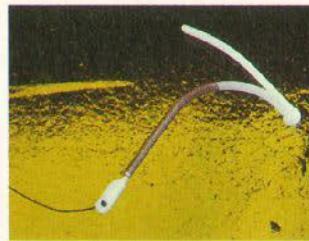
heute nicht mehr so drastisch wie noch vor einigen Jahren. In allen Bereichen der Empfängnisregelung ist die Entwicklung weitergegangen. Mit neuen, in ihrem Hormongehalt niedriger dosierten Pillen und anatomisch besser angepaßten Spiralen sind die Nebenwirkungsrisiken geringer geworden.

Voraussetzung dafür ist neben regelmäßigen Kontrolluntersuchungen allerdings, daß die betreuenden Ärzte vor dem Verschreiben der Pille oder dem Einlegen der Spirelle mögliche Gegenanzeichen beachten. Nicht alle Mediziner halten sich jedoch an diese wichtige Regel, wie ein Erfahrungsbericht der Münchner Frauenklinik rechts der Isar befürchten läßt: Bei knapp 50 Prozent jener Frauen, die sich wegen Spiralen-Komplikationen – etwa schwerer Unterleibsentzündungen – behandeln ließen, waren Kontraindika-



Schon im 17. Jahrhundert wurden Pessare zum Stützen der Gebärmutter verwendet

Nummer Sicher für die Liebe



»Spiralen«, wie hier aus Kupfer, können Unterleibsentzündungen hervorrufen

dikationen nicht beachtet worden. Eine andere Methode wäre ihnen vermutlich besser bekommen.

Die natürliche Verhütung ist durch verbesserte Anwendungsregeln – entwickelt von der Weltgesundheitsorganisation WHO und der internationalen Familienpla-

nungsorganisation IPPF – mittlerweile sicherer geworden. Diese Regeln zu erlernen verlangt allerdings Engagement: Die Kurse der Volkshochschulen, Familienbildungsstätten und Beratungsstellen dauern meist länger als sechs Doppelstunden. Die Sicherheit der Methode hängt offenbar, wie kanadische Untersuchungen belegen, auch von der Zielsetzung ab: Bei Paaren, die mit natürlicher Empfängniskontrolle nur den Abstand von einem Kind zum nächsten vergrößern wollten, wurden über 16 unbeabsichtigte Schwangerschaften auf 100 Frauen in einem Anwendungsjahr (Pearl-Index) beobachtet. Bei jenen Partnern, die keine (weiteren) Kinder mehr wollten, betrug der Schwangerschafts-Index nur 1,09, obwohl sie dieselbe Methode anwendeten.

Untersuchungen zur Gebrauchssicherheit des Dia-

phragmas haben ein ähnliches Bild ergeben. Zuverlässige Verhütung ist also nicht nur ein technisches Problem, sondern auch von psychosozialen Faktoren abhängig.

Zu den neueren Entwicklungen im Bereich der Geburtenkontrolle gehört schließlich auch die zweite Generation der „Pille danach“. Seit Anfang der achtziger Jahre ist sie in deutschen Apotheken erhältlich und kann – noch 48 Stunden nach einem ungeschützten Verkehr genommen – die Einnistung der befruchteten Eizelle in der Gebärmutter verhindern. Sie enthält nur noch einen Bruchteil der Hormon-Menge ihrer Vorgängerin; entsprechend geringer sind auch die Nebenwirkungen, wie etwa leichte Übelkeit. Obwohl dieses Präparat sehr zuverlässig ist, wird es in der Bundesrepublik nur etwa 60 000 mal pro Jahr verschrieben. Die Niederländer greifen genauso oft zu dieser Nothilfe zur Vermeidung von Abtreibungen – bei nur 14,5 Millionen Einwohnern.

Einer der Gründe für die deutsche Zurückhaltung: Die „Pille danach“ ist bei uns ethisch umstritten. Zwar verbietet kein Gesetz, eine befruchtete Eizelle an der Einnistung zu hindern. Doch schließt sich längst nicht jeder der juristischen Definition an, wonach die Schwangerschaft erst mit der Ei-Einnistung beginnt. Viele betrachten bereits ein noch früheres Eingreifen in die biologischen Prozesse als eine Mini-Abtreibung.

Ähnliche Vorbehalte werden sicherlich auch bei einer neuen Art der Geburtenkontrolle geltend gemacht, die vielleicht noch in diesem Jahrhundert verfügbar sein wird: die Anti-Baby-Impfung. Mit dieser Methode wird im weiblichen Organismus die Bildung von Abwehrstoffen angeregt, die das Hormon HCG (humanes Chorion-Gonadotropin) inaktivieren. HCG wird von der befruchteten Eizelle gebildet. Fehlt es, kann sie sich nicht in die Gebärmutter einnistten. Wissenschaftler haben erste, nach ihren Angaben erfolgversprechende

Impfversuche ohne gravierende Nebenwirkungen bereits durchgeführt – in Indien, wo sie kaum mit öffentlichen Protesten rechnen müssen. Ob sich die Anti-Baby-Impfung, abgesehen von ethischer Fragwürdigkeit, bei langzeitiger Anwendung sicher und gesundheitlich unbedenklich ist, weiß heute ohnehin noch niemand.

Ethisch gewiß weniger problematisch, aber schwer zu realisieren ist ein Anti-Baby-Präparat für den Mann.

Meldungen über angeblich erfolgreiche Entwicklungen rufen stets eine gewisse Skepsis hervor, seit in China ein Großversuch gescheitert ist. Dort erhielten von 1972 an 7000 Männer den natürlichen Wirkstoff Gossypol, der sie unfruchtbar machen sollte. Vor einigen Jahren wurde der Versuch jedoch abgebrochen: Ein Teil der Probanden litt unter Lähmungen, ein Drittel der Männer blieb auch nach Absetzen des Präparates steril.

Angelika Blume. Die Medizinjournalistin lebt und arbeitet in Hamburg.

ABTREIBUNG

Der Kampf um den Abbruch

Ungewollte Schwangerschaften gibt es wohl schon seit grauer Vorzeit. Und kaum weniger lang werden sie beendet. Wie grundverschieden Länder heute mit der weltweit verbreiteten Praxis des Schwangerschaftsabbruchs umgehen, zeigen die Beispiele Schweden und Rumänien.

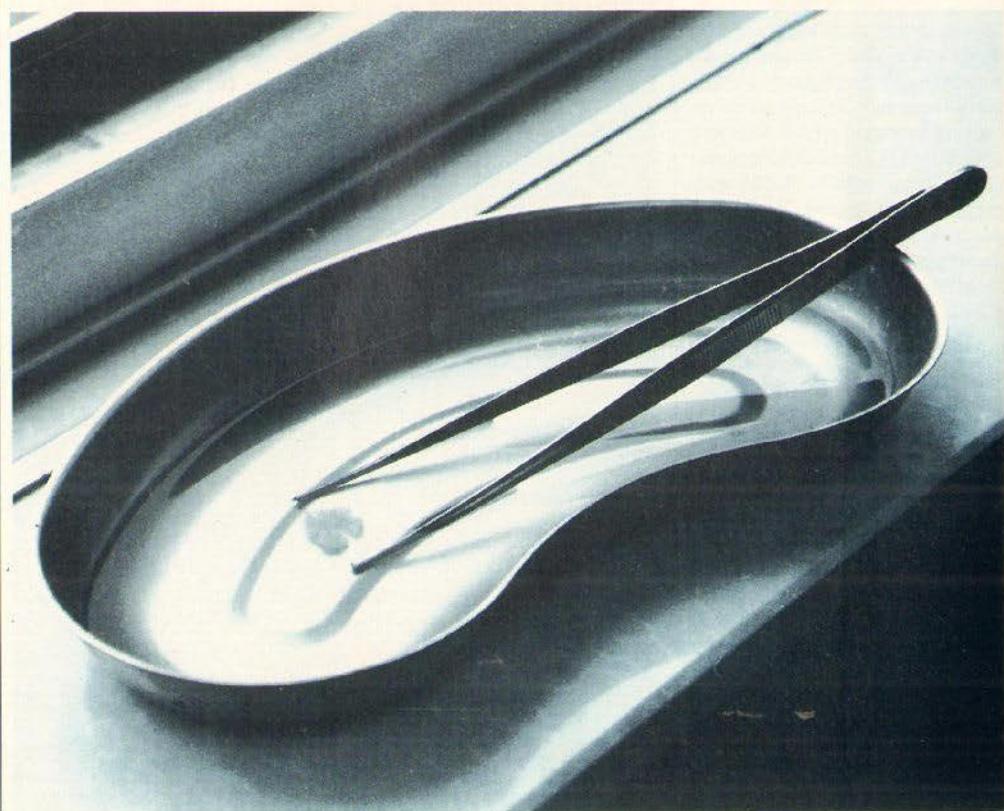
Beide Länder verzeichnen sinkende Geburtenraten, sind nicht katholisch dominiert, als kinderfreudlich bekannt und verfügen über ein staatliches Gesundheitswesen. Schweden ist ein reiches, entwickeltes Land, Rumänien dagegen so arm, daß es eigentlich Entwicklungshilfe benötigte.

Im Jahre 1965 verfügte der schwedische König eine Amnestie für Frauen, die sich wegen Schwangerschaftsab-

bruchs mit der Justiz in Konflikt befanden. Der Spruch des Monarchen beendete die „Polenreise-Affäre“, die in Schweden heftige Debatten ausgelöst hatte: Viele Frauen, die das gesetzlich vorgeschriebene Genehmigungsverfahren gescheut hatten, waren für den Eingriff nach Polen gefahren. Zu ihrer Unterstützung boten mehrere Organisationen Reisedienste und Vermittlung an polnische Ärzte an.

Anfang 1965 leiteten die Behörden entgegen der bis dahin sehr zurückhaltenden Praxis zahlreiche Strafverfahren gegen Frauen und deren Helfer/innen ein. Bevor der König die Amnestie aussprach, hatte der Justizminister allerdings schon eine Kommission eingesetzt, die eine weitergehende Liberali-

Ein winziger menschlicher Embryo, wenige Wochen nach der »Emplängnis« aus einer Gebärmutter gesaugt: Ist Schwangerschaftsabbruch »Mord im Mutterleib«?



sierung der Vorschriften erarbeiten sollte.

Die damaligen schwedischen Gesetze zum Schwangerschaftsabbruch glichen den heutigen in der Bundesrepublik: Bestimmte Ärzte waren berechtigt, über Indikationen zu entscheiden, die eine Abtreibung rechtfertigten. Resultat: 70 bis 90 Prozent der Anträge wurden genehmigt, eine Strafverfolgung fand praktisch nicht statt. In den sechziger Jahren war die Bewilligungsquote allerdings auf 65 Prozent zurückgegangen. 1975 verabschiedete das schwedische Parlament eines der liberalsten Abtreibungsgesetze der Welt.

Die rumänische Regierung machte 1966 den Erwerb von Verhütungsmitteln fast unmöglich und verbot strikt freie Abtreibungen, nachdem Frauen seit 1957 auf eigenen Wunsch ungewollte Schwangerschaften beenden lassen konnten. Mit der Wiedereinführung des strafbewehrten Verbots wollte die Regierung die stark gesunkene Geburtenrate wieder anheben. Tatsächlich kamen anfangs mehr als dreimal so viele Kinder zur Welt wie in den Jahren vor 1966. Doch nach zwei Jahren begannen die Geburtenzahlen schnell zu sinken. Heute haben sie wieder das alte Niveau erreicht. Preis des Experiments: Die Zahl der Frauen, die infolge eines Abbruchs sterben, schnellte in die Höhe und blieb bis in die achtziger Jahre auf dem Fünf- bis Siebenfachen des Niveaus vor 1966.

Die alten Wege der illegalen Abtreibung waren innerhalb von drei Jahren wieder voll installiert worden, mit allen Folgen: späte Abbrüche, unsachgemäße Eingriffe, Laien- und Selbstabtreibungen mit dubiosen und lebensgefährlichen Mitteln.

Die Schweden zogen aus ihren Erfahrungen die Konsequenz, Abtreibungen überhaupt nicht mehr zu bestrafen. Die Frauen allein entscheiden dort über den Ausgang einer ungewollten Schwangerschaft und haben gesetzlichen Anspruch auf sachgerechte medizinische



Hilfe. Ein Arzt kann sich sogar strafbar machen, wenn er einen Abbruch verzögert. Erst nach der 18. Schwangerschaftswoche muß eine behördliche Genehmigung vorliegen, nach der 24. darf das Sozialamt nur dann eine Genehmigung ausstellen, wenn das Austragen des Kindes das Leben der Frau gefährdet.

Die Beratung wird von 30 Prozent der Frauen vor der 12. Woche und von etwa 50 Prozent zwischen der 12. und 18. Woche in Anspruch genommen. 95 Prozent aller Abbrüche werden vor der 12. Woche ambulant vorgenommen. Die Zahl der Abtreibungen ist seit der Reform etwa stabil geblieben: 1984 waren es rund 31 000 jährlich bei einer Einwohnerzahl von etwa 8,3 Millionen und einer Geburtenzahl von etwa 94 000. Seit der Liberalisierung gibt es in Schweden keine Kindestötungen mehr.

Das Beispiel Rumänien bestätigt altbekannte Erkenntnisse von Familienplanern und Bevölkerungspolitikern: Kindersegen läßt sich ebenso wenig erzwingen, wie sich Abtreibungen aus der Welt schaffen lassen. Darüber, ob eine Indikation zum Abbruch vorliegt, befinden in Rumänien seit 1966 Kommissionen

– zusammengesetzt aus Fachärzten, einem Verwaltungsvertreter, einem Parteivertreter, einem Gerichtsmediziner und einem Staatsanwalt. Neben medizinischen, ergebnisgesundheitlichen und kriminologischen können die Frauen auch soziale Gründe geltend machen: Entweder müssen sie mindestens fünf Kinder geboren haben und diese selbst im Haushalt versorgen oder dürfen wegen körperlicher oder geistiger Invalidität nicht in der Lage sein, das neue Kind selbst zu betreuen.

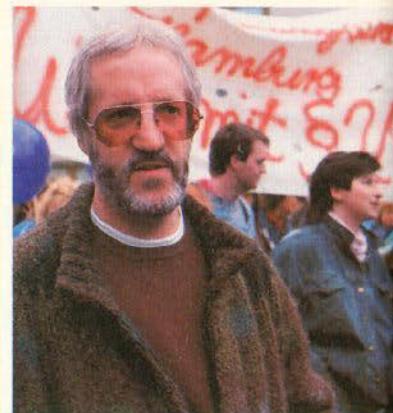
Mit einem strengen Überwachungssystem für Frauen und einer Meldepflicht für die Ärzte soll die Einhaltung der Gesetze kontrolliert werden. Dennoch gibt es jedes Jahr neben den rund 400 000 genehmigten wahrscheinlich etwa ebenso viele illegale Eingriffe – bei einer Bevölkerung von rund 23 Millionen und einer Geburtenzahl von rund 360 000 pro Jahr. Gleichzeitig hat die Zahl der Frühgeburten und die Müttersterblichkeit deutlich zugenommen. Außerdem stieg die Zahl der Delikte im Zusammenhang mit Abtreibungen stark an.

Rumänien befindet sich in einem Dilemma: Es könnte die Zahl der Abtreibungen –

der legalen wie der illegalen – drastisch senken, wenn es Verhütungsmittel zuließe. Das würde aber gleichzeitig zu einer weiteren Abnahme der Geburtenzahl führen, was dem erklärten Ziel der Staatsführung widerspräche.

In fast allen entwickelten Ländern hat sich die Anzahl der Geburten seit Anfang des Jahrhunderts verringert. Ab 1965 gab es noch einmal eine drastische Abnahme, die als „Pillenknick“ in die Annalen einging. Erst später reformierten die Länder ihre Abtreibungsgesetzgebung: England 1967, Dänemark 1970, USA 1973, Frankreich, Österreich und Schweden 1975, Bundesrepublik 1976, Italien 1978. Sinkende Geburtenzahlen waren also nicht das Resultat von liberalisierten Abtreibungsbestimmungen, sondern von Aufklärung, Verhütung und Änderung der Sexualmoral.

Irland, Belgien und die Schweiz haben sich in Europa dem internationalen Trend nicht angeschlossen. In der Schweiz wurde 1977 durch Volksabstimmung eine Fri-



Im bayrischen Memmingen stehen der Frauenarzt Horst Theissen und viele seiner Patientinnen wegen Verstoßes gegen den Paragraphen 218 vor Gericht

stenregelung abgelehnt. Wie in Belgien hat sich dort allerdings eine Praxis eingespielt, die – ähnlich der in der Bundesrepublik – den Frauen unter bestimmten Bedingungen einen „legalen“ Abbruch unter erträglichen medizinischen Umständen ermöglicht. Im katholischen Irland ist Abtreibung unter keinen Umständen erlaubt.

Die katholische Kirche ist die bedeutendste Organisation, die gegen die Legalisierung des Schwangerschaftsabbruchs kämpft. In Irland, in der Schweiz, in Spanien, in Portugal, aber auch in der Bundesrepublik hat sie bisher wirksam verhindert, daß die Entscheidung darüber den Frauen überlassen wird. Dagegen konnte sie sich in den traditionell katholischen Ländern Frankreich, Italien und Österreich nicht durchsetzen: Dort gelten seit Mitte der siebziger Jahre Fristenregelungen, nach denen ein Arzt nach Beratung der Schwangeren innerhalb gewisser Zeit nach der Empfängnis abtreiben darf.

Auf Widerstand stößt – nicht nur bei Katholiken – ei-

ne neue Entwicklung, die möglicherweise die Abtreibungsdebatte der nächsten Zeit verschärfen wird: RU 486 – die Abtreibungspille, die eine Schwangerschaft in den ersten 50 Tagen ohne chirurgischen Eingriff beenden soll. Einerseits würde diese Pille Frauen von der Gnade von Ärzten unabhängig machen und sie vor Strafverfolgung und Diskriminierung bewahren. Andererseits sind die Sorgen wegen gefährlicher Nebenwirkungen dieses neuen Präparats erheblich.

In der Bundesrepublik ist Abtreibung grundsätzlich strafbar. Ausnahmen sind gesetzlich geregelt. Seit Anfang der achtziger Jahre sinken die Abtreibungszahlen langsam, aber stetig: Gegenwärtig sind es schätzungsweise 130 000 im Jahr, von denen rund 90 000 gemeldet werden – bei einer

Bevölkerung von etwa 61 Millionen und etwa 600 000 Geburten jährlich.

Abtreibung war hierzulande eine „Straftat ohne Verfolgung“ geworden (1985: zehn Verurteilte). Doch 1988 eröffneten bundesdeutsche Gerichte 357 Strafverfahren wegen illegaler Abtreibung. Sie beschuldigen Frauen und Männer, das Genehmigungsverfahren nicht korrekt eingehalten, Beistand geleistet oder Geld beschafft zu haben. Das Vorgehen von Staatsanwälten und Richtern in Memmingen gegen den Gynäkologen Dr. Horst Theissen wird von vielen als skandalös empfunden, unabhängig davon, wie sie sonst zur Abtreibung stehen. Gegner/innen des Paragraphen 218 hoffen, daß die Beleitumstände dieses Verfahrens zu einer Wende in der politischen Diskussion führen. Die angekündigte Verfassungsklage der CSU deutet jedoch in eine ganz andere Richtung.

Renate Sadrozinski. Die Soziologin und Fachfrau für Familienplanung lebt in Hamburg.

Kampf für Frauenrechte gegen das Gesetz



Für die Entscheidungsfreiheit der Frau protestierten in Memmingen 7000 Männer und Frauen

PRÄNATALE DIAGNOSTIK

Der erste Check im Mutterleib

Hallo, ist da wer? Suchend gleitet der Schallkopf über den Bauch der Schwangeren. Arzt und Patientin starren auf den Bildschirm des Ultraschallgeräts. Da, war da nicht etwas Pulsierendes?

Tatsächlich: Ein auf- und abschwellender heller Punkt – ein beruhigendes Signal. „Das Herz schlägt“, verkündet Jochen Hackelöer, Gynäkologie-Professor am Hamburger Krankenhaus Barmbek, „das Früchtchen lebt.“

Die Schwangere atmet auf. Sie hatte tags zuvor plötzlich Blutungen bekommen. Nun versichert ihr der Frauenarzt, daß ihr zukünftiges Kind unversehrt ist und sich normal entwickelt. „Scheitel-Steißlänge: zwei Zentimeter“, tippt er in den Computer.

Das nächste Kind ist 18 Wochen alt und winkt mit schönen langen Fingern vom Bildschirm. Die Mutter muß lachen, obwohl ihr eigentlich gar nicht danach zumute ist. Sie hatte plötzlich kein Fruchtwasser mehr gehabt – ein Grund zum sofortigen Eingreifen. Denn ohne Fruchtwasser lebt das Kind gefährlich: Die Lunge entwickelt sich nicht, weil der Brustkorb sich nicht ausdehnen kann. In diesem Fall hatten Ärzte die eingefallene Fruchtblase der Patientin durch die Bauchdecke hindurch mit 120 Milliliter künstlichem Fruchtwasser aufgefüllt – physiologischer Kochsalzlösung mit etwas Zucker. „Damit das Kind einen Anreiz zum Trinken hat“, erklärt Hackelöer.

Bis der Gynäkologe den Fetus richtig im Bild hat, durchleben die Patientin und ihr Mann im Barmbeker Ultraschall-Diagnosezentrum einige bange Minuten. Denn Fruchtwassermangel deutet auf eine Funktionsstörung der kindlichen Nieren, der Blase oder der Harnröhre oder auf einen Fruchtblasenriß hin. „Hier ist die eine Niere, dort

die andere“, sagt Hackelöer endlich und zeigt auf den Bildschirm. „Die Harnblase ist ebenfalls gefüllt. Das beweist, daß die Nieren in Ordnung sind.“

Ohne die Ultraschall-Methode hätte niemand das Fehlen des Fruchtwassers bemerkt. Sie ist das wichtigste Werkzeug der „pränatalen“ – vorgeburtlichen – Diagnostik, mit der Kinder heute schon im Mutterleib auf Herz und Nieren geprüft werden können. Trotzdem ist die diagnostische Reichweite der Methode begrenzt: Sie kann nur grobe anatomische Strukturen erfassen. Um genetische Schäden frühzeitig aufzudecken, müssen die Mediziner an die Träger des Erbmaterials heran – an die Chromosomen im Kern der kindlichen Zellen.

Auch im Blut können sie die biochemischen Spuren bestimmter Krankheiten aufspüren. Eine Untersuchung des mütterlichen Blutes und die Ultraschall-Kontrolle dienen häufig als Vorprüfung. Denn nur bei begründetem Anfangsverdacht greifen die Ärzte zu weiterführenden Methoden, die das Leben des Embryos gefährden können – die Chorion-Biopsie, die Amnionzentese oder die Gewinnung einer kindlichen Blutprobe aus der Nabelschnur-Vene.

Die Amnionzentese ist die bislang am häufigsten angewendete Methode zur Untersuchung des kindlichen Erbguts. Dabei sticht der Arzt mit einer weniger als ein Millimeter dicken Nadel durch Bauchdecke und Gebärmutter-Muskulatur hindurch in die Fruchtblase – die „Amnion“-Höhle und saugt wenige Milliliter Fruchtwasser ab. Es enthält kindliche Zellen, die mit guter Aussicht auf Erfolg von der 17. Woche, aber mitunter schon von der 10. Woche an in einer Gewebekultur vermehrt werden können. Dies ist deshalb der früheste Zeitpunkt für eine Amnionzentese.

Eine bis drei Wochen dauert es, bis genug Zellen herangewachsen sind, die sich in der Teilungsphase befinden: Nur in diesem Stadium sind die Chromosomen unter dem Mikroskop sichtbar. Deren Un-

tersuchung kann weitere acht Tage in Anspruch nehmen. Erst um die 15. bis 20. Woche herum können die zukünftigen Eltern mit dem Ergebnis rechnen.

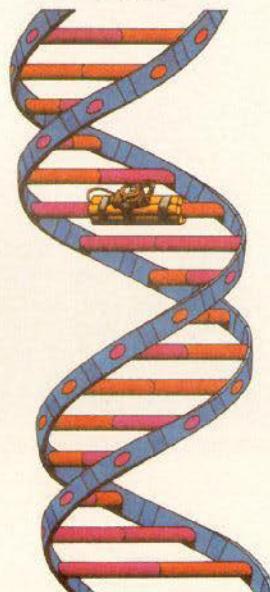
Die Chorion-Biopsie gibt dagegen schon von der achten Woche an Auskunft über die Erbanlagen des Embryos. Das Ergebnis ist jedoch nicht immer eindeutig. Außerdem ist die Methode riskanter und deshalb – mehr noch als die Amnionzentese – ein Fall für Spezialisten wie Friedrich Wilhelm Zahn, einen Frauenarzt in München.

Auf dem Gynäkologenstuhl in Zahns Behandlungszimmer liegt Franziska Melchers*. Eine vorangegangene Analyse hat ergeben, daß ihr Erbgut eine „balancierte Translokation“ aufweist: Bei zwei der 46 Chromosomen sind Stücke vertauscht. Für die Schwangere selbst hat diese Verwechslung keine Konsequenzen – sie besitzt ja das vollständige Erbmaterial. Ihrem Kind dagegen könnte eines der Stücke fehlen. Schwere Mißbildungen wären möglicherweise die Folge.

Zahn läßt sich von seiner Assistentin OP-Handschuhe anziehen. Noch einmal desinfiziert er die Scheide seiner Patientin, denn Infektionen, die von der Vagina in den Uterus geschleppt werden könnten.

* Name von der Redaktion geändert

Sprengladung
DNA: Oft verursacht
die Veränderung eines
Basenpaares ein
Erbleiden



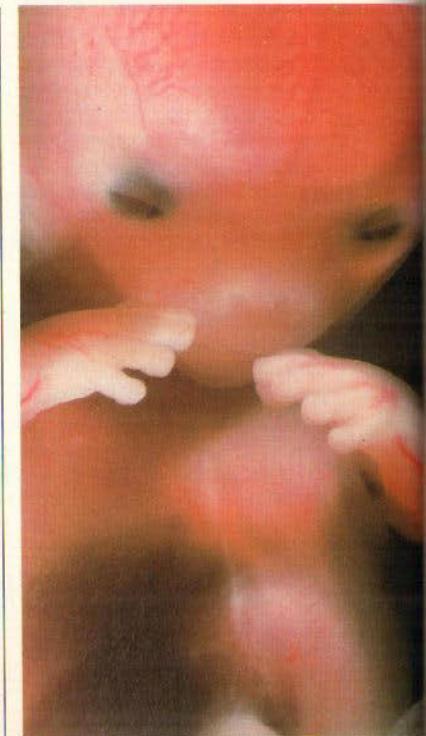
nen, sind der Schwachpunkt der Chorionbiopsie. Die Gefahr, daß der Embryo an den Folgen des Eingriffs stirbt, ist nicht unerheblich: Drei Prozent beträgt im Mittel das Risiko einer Fehlgeburt. Bei der schon länger praktizierten Amnionzentese konnte das Abort-Risiko inzwischen unter ein Prozent gesenkt werden.

Auf dem Ultraschallbild erscheint die weiß-reflektierende Spalte des Katheters. Der Gynäkologe hat sie durch Vagina und Muttermund geschoben und führt sie außen an der Eihülle entlang zum zottigen Choriongewebe. Nun zieht Zahn den inneren Teil des Katheters heraus und zupft durch den entstehenden Unterdruck ein paar Zotten ab.

Nach wenigen Minuten ist der Eingriff beendet und Franziska Melchers ruht sich aus. Weitere Schonung sei nicht notwendig, sie solle sich nur ablenken, empfiehlt Zahn seiner Patientin: „Das schlimmste Risiko ist die Angst. Am besten kommen die Frauen zurecht, die anschließend auf die Wies'n gehen oder zum Einkaufen.“

Die Angst zu verdrängen dürfte vielen Frauen schwerfallen, die aus Zahns Praxis kommen. Denn der Gynäkologe akzeptiert nur solche Frauen für die Chorion-Biopsie, die realen Grund zur Sorge haben: Weil sie selbst, ihr Partner oder eines ihrer Kinder Träger eines diagnostizierbaren genetischen Defekts sind. Eine genetische Analyse, die einzige – wie in Indien üblich – das Geschlecht des Embryos aufdecken soll, verweigert der Arzt den Ratschenden.

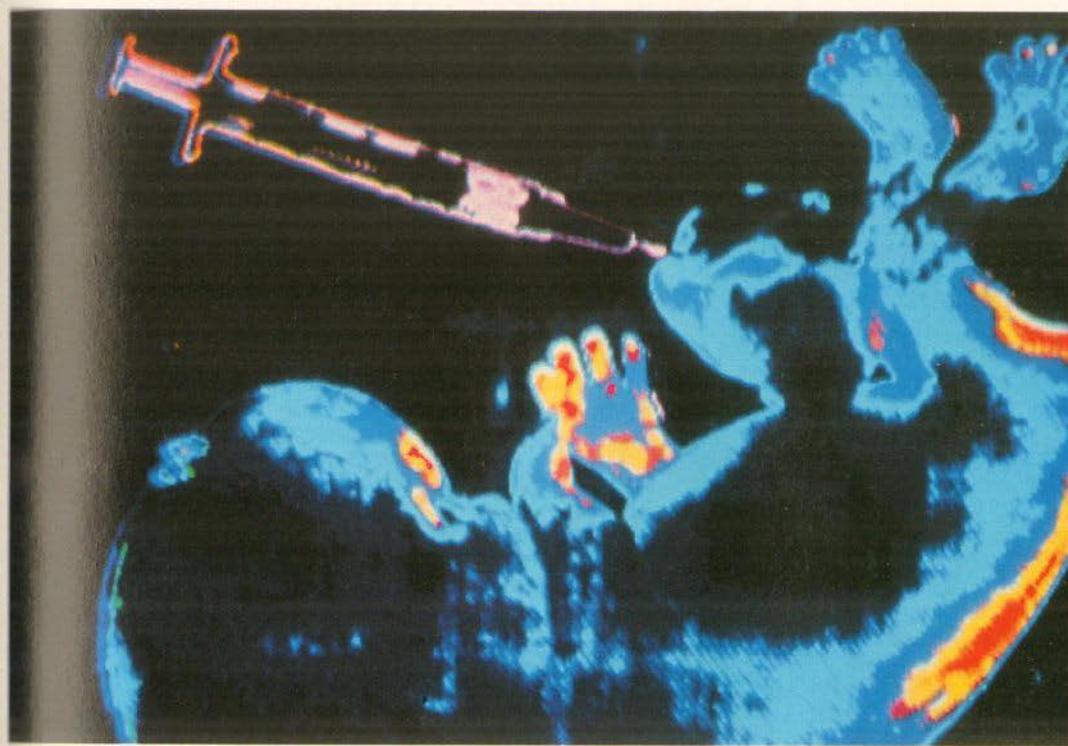
Die meisten Schwangeren kommen zur genetischen Untersuchung, weil sie älter als 35 Jahre sind. Das Risiko, ein erbkrankes Kind zu gebären, liegt bei 35-jährigen Frauen etwa bei einem Prozent, im Alter von 40 Jahren schon über zwei Prozent. Diesen Schwangeren bieten die Ärzte eine Amnionzentese und eine Blutuntersuchung an, die über das Risiko für die beiden häufigsten Fehlentwicklungen Auskunft gibt: *Spina bifida*, den „offenen Rücken“,



Embryo in der neunten Schwangerschaftswoche

und Trisomie 21, auch Down-Syndrom oder Mongolismus genannt. Zunächst fahnden die Ärzte nach Alpha-Fetoprotein im mütterlichen Blut. Die Eiweiß-Substanz wird in der kindlichen Leber gebildet. Eine zu hohe Konzentration weist auf ein erhöhtes Risiko für *Spina bifida*, eine zu niedrige auf Trisomie 21 hin. Letzte Gewißheit bringt jedoch erst die Chromosomen-Untersuchung nach einer Amnionzentese oder Chorion-Biopsie.

Nicht alle Schäden am Erbgut werden von den Eltern geerbt. Rund ein Fünftel entsteht spontan, in der Ei- oder Samenzelle, durch sogenannte Neumutationen: Bei der Zellteilung können Fehlverteilungen auftreten, indem etwa ein Chromosom ein Stück zuviel oder zuwenig mitbekommt. Ein ganzes Chromosom kann auch drei- statt zweifach vorliegen, wie bei der Trisomie des Chromosoms 21. Die weitaus überwiegende Anzahl der Erbschäden sind immerhin den Chromosomen anzusehen. Deshalb prüfen Humangene-



Ein durch Ultraschall kontrollierter Eingriff kann manche Entwicklungsschäden noch im Mutterleib beheben

tiker zumeist nur deren Anzahl und Aussehen. Bei Verdacht auf einen Defekt, der lediglich einzelne Gene betrifft, können Humangenetiker auch molekularbiologische Methoden anwenden: Hochspezifische „Gen-Sonden“ entlarven seit kurzem eine Reihe erblicher Stoffwechselkrankheiten – beispielsweise die Mukoviszidose, ein tückisches Lungenleiden.

Wenn das genetische Gutachten eintrifft, können 98 Prozent der Schwangeren aufatmen. Aber was tun, wenn einer dieser lateinischen Namen auf der Mitteilung steht, hinter denen sich fürchterliche Leiden verborgen können? Wird das Kind lebensfähig sein? Wenn nicht, gibt es kaum eine Alternative zum Schwangerschaftsabbruch – mit allen leidvollen psychischen Konsequenzen für das Elternpaar.

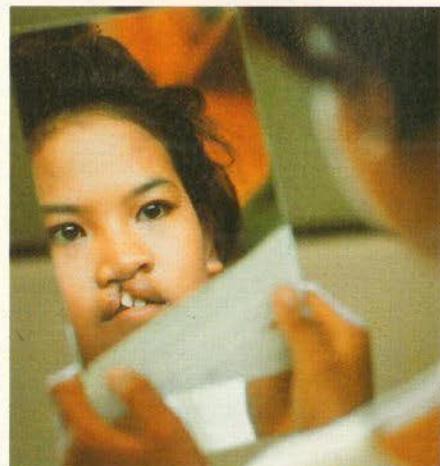
Trotzdem liegt hier der wesentliche Nutzen der pränatalen Diagnostik, weil sie längeres und größeres Leid vermeiden hilft. Ein Grenzfall

ist die Trisomie 21, bei der sich viele Eltern für das Kind entscheiden. Aber wie soll sich ein Paar bei der Diagnose einer Krankheit verhalten, die vielleicht erst im Erwachsenenalter ausbricht: zystische Nieren, Alzheimersche Krankheit oder Chorea Huntington (siehe „Humangen-

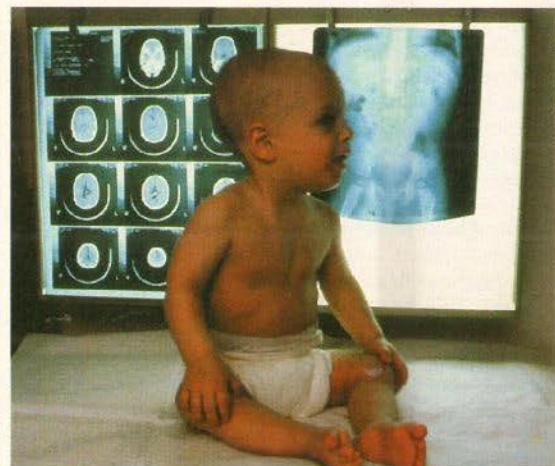
tik“, Seite 154). In solchen Fällen zählen die zukünftigen Eltern für den indiskreten Blick in das Erbgut mit Ratlosigkeit und Verzweiflung.

Die vorgeburtliche Diagnostik hat eine neue Frage aufgeworfen: Müssen Eltern aus Verantwortungsgefühl gegenüber ihren Kindern ihre eigenen Gene kennen? Oder haben sie angesichts fehlender Therapien ein Recht auf Unwissenheit?

Gegen Wasserkopf und Hasenscharte



»Hasenscharten« werden oft vererbt. Sie sind nach der Geburt operativ zu korrigieren



Wird beim Fetus ein Wasserkopf diagnostiziert, kann durch ein feines Röhrchen Kopflüssigkeit abgeleitet werden. Das Kind kommt gesund zur Welt

Kritiker fürchten, die neuen Möglichkeiten könnten eines Tages zur Pflicht werden – und sei es nur zu einer moralischen. Genährt wird die Furcht durch ein Forschungsprojekt zur „prädiktiven Medizin“, das die Europäische Gemeinschaft vorbereitet. Es soll nicht nur die Diagnose seltener Erbkrankheiten verbessern, sondern auch die genetische Disposition von Volksleiden wie Magengeschwür, Arthritis, Herz- oder Krebserkrankungen abschätzen helfen. Ziel der Anstrengung soll sein, „gefährdete Personen zu identifizieren, ... vor Krankheiten zu schützen ... und gegebenenfalls die Weitergabe der genetischen Disponiertheit an die nächste Generation zu verhindern“.

Argwohn ist nach den humangenetischen Verbrechen im nationalsozialistischen Deutschland tatsächlich angebracht: Was würde geschehen, gewännen die Befürworter einer „Ausmerzung“ von Krankheiten die Oberhand? Wäre nur noch den Trägern von Qualitäts-Genen der Weg ins Leben erlaubt? Wo würde die Grenze zwischen „lebenswert“ und „unwert“ gezogen? Gälte in diesem neuen eugenischen Zeitalter Krankheit als ein kriminalisiertes Delikt? „Bürger, schützt Eure Anlagen“ warnen pessimistische Vorausdenker.

Dr. Marianne Oertl. Die Biologin arbeitet als Wissenschaftsredakteurin in München.

Der Streit um den Schluck aus der Brust

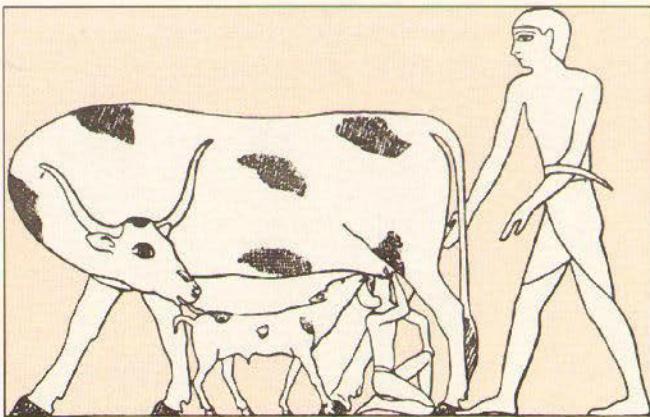
Genüßlich suckt Nicki an Renates Busen, lächelt kurz hoch und schmatzt dann mit einem Riesenappetit weiter. Nur noch selten kann die junge Mutter das Stillen ihres acht Monate alten Sohnes so genießen wie hier in der „Stillgruppe Starnberg“. „Seit Nicki ein halbes Jahr alt ist“, sagt sie, „sieht es mein Mann gar nicht mehr gern, daß ich das Kind stille. Am Anfang hat er mich sehr dabei unterstützt, doch jetzt habe ich das Gefühl, daß er eifersüchtig ist.“

Verständnisvolles Nicken begleitet Renates Worte. „Ich bin schon viel früher auf Ablehnung gestoßen“, erzählt eine der Frauen. „Meine Mutter sagte am Anfang ständig zu mir, ich solle meinem Sohn doch die Flasche geben. Sie meinte, daß er bei mir nicht satt wird.“

Solche Schilderungen kennt Petra Brandhofft – sie hat die Stillgruppe aufgebaut – zur Genüge: „Manche Frauen hören sogar mit dem Stillen auf, wenn die Verwandtschaft zur Taufe kommt. Aus Angst vor ablehnenden Blicken wollen sie ihrem Kind weder vor den Verwandten noch in der Öffentlichkeit die Brust geben.“ Zu Petra Brandhoffts Beratung gehören deshalb auch Tips, wo Mütter ihre Babys – zum Beispiel in der Münchener Fußgängerzone – ungestört stillen können.

Obwohl Muttermilch von Wissenschaftlern und Ärzten als die beste Säuglingernährung gepriesen wird, ist das Stillen gesellschaftlich noch nicht – wieder – akzeptiert. Die weibliche Brust gilt als sexuelles Attribut und – absurderweise – nicht mehr als natürliche Nahrungsquelle für Babys.

Ein Säugling wird in der Bundesrepublik zur Zeit im Durchschnitt ganze 14,7 Wochen lang gestillt. Nur eines von fünf deutschen Babys



Im Ägypten des 2. Jahrtausends vor Christus dienten Kühe als »Milchtierrammen«

kommt in den Genuss, länger als ein halbes Jahr die Milch seiner Mutter trinken zu dürfen. Das ist – biologisch gesehen – ein völlig unnatürlicher Zustand: Die Stilldauer der Spezies Homo sapiens beträgt mehrere Jahre.

Bei traditionell lebenden Jäger- und Nomadenstämmen in Afrika oder Australien nehmen Kleinkinder oft mehrere Jahre lang Tag und Nacht die Brust – tagsüber etwa viermal pro Stunde, wenn auch immer nur für wenige Minuten. Da Wissenschaftler dieses Saugschema bei unterschiedlichen Kulturen in mehreren Erdteilen beobachtet haben, könnte es sich um das natürliche Still-Muster handeln.

Schon der griechische Philosoph Plutarch hatte im ersten Jahrhundert nach Christus den Wert der Muttermilch gepriesen und sich zugleich gegen das Ammenwesen gewandt: „Aber auch die Natur macht deutlich, daß die Mütter ihre Kinder selbst ernähren und aufziehen sollen. Denn aus diesem Grunde hat sie jedem Lebewesen, das gebiert, die aus Milch bestehende Nahrung zur Verfügung gestellt.“ Noch im Europa der Renaissance waren zwei Jahre Stillzeit üblich. Und heute, da die Amme längst vom Fläschchen verdrängt worden ist, gilt Plutarchs Rat mehr denn je: Gestillte Kinder werden seltener krank.

Die Ursache dafür konnte die moderne Biomedizin erst in den letzten zwei Jahrzehnten aufklären: Babys kommen

mit einem „ungeübten“ Immunsystem zur Welt. Die Milch jeder Mutter enthält deshalb einen speziellen Cocktail aus Abwehrsubstanzen für das Neugeborene. Eine wichtige Gruppe dieser Immunstoffe entstammt „B-Lymphozyten“ – weißen Blut-

zellen, die im Verlauf der Schwangerschaft aus den lymphatischen Organen des Darms in die Brustdrüse wandern. Dort geben sie ihre sogenannten IgA-Antikörper in die Milch ab. Da diese im Magen des Säuglings nicht verdaut werden, gelangen sie unversehrt in den Darm und überziehen ihn mit einem Schutzfilm gegen Bakterien.

Daneben empfängt ein Säugling aus der Mutterbrust eine ganze Palette anderer wichtiger Abwehrstoffe:

- Immun-Stimulanten aktivieren B-Lymphozyten und andere Zellen seines Abwehrsystems;
- Lysozym, in Muttermilch 3000mal konzentrierter als in Kuhmilch, zerstört bakterielle Zellwände;
- Laktoferrin bindet Eisen und entzieht so bestimmten, im Baby-Darm lebenden Bakterien ein wichtiges Mineral;



Die Damen der gehobenen Schichten waren sich lange zu fein für das Stillen: Während die Geliebte des französischen Königs Heinrich IV. sich schont, hat eine Amme beider Sohn an der Brust

GEO-VISION – faszinierend wie GEO selbst

Die Videos von GEO geben Ihnen ungewöhnliche Einblicke in interessante Themen. Die einmaligen Aufnahmen machen jeden Film zu einem spannenden Erlebnis. Sie sind mit dabei, wenn Männer im Himalaya dem steinzeitlichen Gewerbe der Honigjagd nachgehen, der Dompteur Gerd Siemoneit seine Raubtiere mit Geduld und Ausdauer zu erstaunlichen Dressurleistungen führt oder der Fotograf H. J. Burkard die abenteuerliche Inselwelt der Südsee entdeckt. Volker Arzt stellt mit unkonventionellen Methoden schwierige, aber hochinteressante Sachverhalte der Immunforschung dar. GEO-VISION lässt Sie miterleben, wie sich Tiere im Spiel verhalten oder Wissenschaftler den Geheimnissen unseres Universums auf die Spur kommen.

GEO-Videos dauern 30–50 Minuten.

Die Geburt der Materie



Kein Krieg in der Manege



GEO
VISION

GEO
VISION

Antwort-Postkarte

GEO-VISION
Versand-Service
Postfach 600

7107 Neckarsulm

Bitte
mit 60 Pf
freimachen,
falls Marke
zur Hand

Bücher von GEO – so farbig und fesselnd wie unsere Welt

In den Büchern von GEO wird unsere vielseitige Welt auf neue Weise erlebbar; sie widmen sich faszinierenden Themen, vermitteln Information und Wissen aus erster Hand. Inhalt, Ausstattung und Umfang entsprechen der hohen GEO-Qualität: Bücher von GEO haben 350 Seiten und mehr, im Format 20,5 x 28 cm, Leineneinband und farbigen Schutzumschlag sowie 250 bis 480 fast immer farbige Abbildungen.

Von GEO sind bisher 15 Bücher erschienen, davon sind zwei bereits vergriffen.

Islam
KARL GÜNTHER SIMON
Urdalles
im Namen Allahs



SAISON
DAS REISEMAGAZIN VON

NEU



Paris mit Extra-Stadtführer zum Herausschneien • Griechenland
50 Inseln im Vergleich • Costa Rica Ein Schauspiel für die Seele
Bayern Unterwegs mit Gerhard Polt • Tokio Das letzte Lächeln von
Lucie • USA Brooklyn – die unerträlichen Seiten von New York

Nutzen Sie den Preis-Vorteil!

Bitte
mit 60 Pf
freimachen,
falls Marke
zur Hand

Antwort-Postkarte

GEO
Presse-Versand-Service
Postfach 600

7107 Neckarsulm

SAISON: Das Reisemagazin von GEO – für alle, die mehr über ihr Reiseziel erfahren möchten

Ein unerlässlicher Urlaubsplaner – kompromisslos recherchiert bekommen Sie auf ca. 190 Seiten klare und nutzbare Informationen zum Thema Reisen. Wobei Unterhaltung und Erlebnis nie zu kurz kommen. Jede Ausgabe von SAISON stellt Ihnen die Vielfalt lohnender Urlaubsziele vor: Städteporträts mit herausnehmbarem Reiseführer, kulturelle Schauplätze und verborgene Kleinodien, persönliche Eindrücke und getestete Fakten; Erlebniszonen, Attraktionen, Dokumentationen. Und damit Sie keine Ausgabe versäumen und das neue SAISON sofort frei Haus beziehen können, gibt es SAISON jetzt im Abonnement zum Preis von derzeit DM 7,- pro Heft (statt DM 7,50 bei Einzelheftkauf).

Antwort-Postkarte

SAISON
Leser-Service
Postfach 10 25 25

2000 Hamburg 1

Bitte
mit 60 Pf
freimachen,
falls Marke
zur Hand

Bestell-Karte für GEO-Videos

JA, bitte liefern Sie mir gegen Rechnung folgende Videos von GEO (Anzahl bitte eintragen):

- »Honigjäger«
(ca. 30 Min.) (G 0614) DM 34,50
- »Kein Krieg in der Manege«
(ca. 50 Min.) (G 0606) DM 49,80
- »Südsee-Impressionen«
(ca. 40 Min.) (G 0607) DM 39,80
- »Wer spielt, gewinnt«
(ca. 40 Min.) (G 0608) DM 39,80
- »Die Geburt der Materie«
(ca. 40 Min.) (G 0609) DM 39,80
- »Angriffe aus dem Mikrokosmos«
(ca. 45 Min.) (G 0615) DM 39,80
- »Rückkehr der Seuchen«
(ca. 45 Min.) (G 0616) DM 39,80
- »Gesunde Gedanken«
(ca. 45 Min.) (G 0617) DM 39,80

Name/Vorname _____

Straße/Nr. _____

Postleitzahl _____ Wohnort _____

Datum _____ Unterschrift _____

Bitte keine Vorauszahlung leisten. Rechnung abwarten.

Bitte beachten Sie, daß GEO-Videos nur für das System VHS lieferbar sind.

Alle Preise zuzüglich DM 2,- Versandkosten-Anteil pro Lieferung.
Ausland: Lieferung nur gegen Vorkasse per Scheck zuzüglich DM 3,- Versandkosten-Anteil.

84539

»Honigjäger« Die abenteuerliche Attacke auf honigreiche Nester an steilen Fels-hängen in Nepal. Ca. 30 Min.

»Kein Krieg in der Manege« Szenen aus der Dressurarbeit des berühmten Dompteurs Gerd Siemoneit. Ca. 50 Min.

»Südsee-Impressionen« Eine Reise durch die Inselwelt der Südsee auf den Spuren des Forschers Georg Forster, dokumentiert von dem Fotografen H. J. Burkard. Ca. 40 Min.

»Wer spielt, gewinnt« Das Spiel der Tiere in einzigartigen Szenen: ein Film über Verhaltensforschung bei Tieren. Ca. 40 Min.

»Die Geburt der Materie« Eines der großen Abenteuer der Physik: den Urknall und das Schicksal des Universums zu ergründen. Ca. 40 Min.

»Angriffe aus dem Mikrokosmos« Volker Arzt stellt das raffinierte Verteidigungssystem des Körpers vor. Ca. 45 Min.

»Rückkehr der Seuchen« Ein (lebens-) wichtiges Thema: auf der Suche nach neuen, wirksamen Medikamenten, auch gegen AIDS. Ca. 45 Min.

»Gesunde Gedanken« Beschäftigt sich eindrucksvoll mit Zusammenhängen zwischen Immunsystem und Psyche. Ca. 45 Min.

Bestell-Karte für die Bücher von GEO

JA, bitte liefern Sie mir gegen Rechnung und mit 10 Tagen Rückgaberecht folgende Bücher von GEO: (Anzahl der gewünschten Exemplare bitte eintragen):

- »Die amerikanische Reise«
(X 7029) DM 98,-
- »Amerika«
(X 7996) DM 98,-
- »Die Wüste«
(X 1665) DM 98,-
- »Die Sonne«
(X 1720) DM 98,-
- »Bedrohte Paradiese«
(X 4955) DM 98,-
- »Geburt eines Ozeans«
(X 7030) DM 98,-
- »Der Planet der Meere«
(X 2058) DM 98,-
- »Regenwald«
(X 4572) DM 98,-
- »Verlorene Menschen«
(X 4742) DM 98,-
- »Die Alpen«
(X 2380) DM 98,-

- »Der Mensch«
(X 1639) DM 98,-
- »Inseln in der Zeit«
(X 6212) DM 98,-
- »Islam«
(X 6210) DM 98,-
- Poster: »Geburt«**
(G 0634) DM 24,-
(191x65cm; Lieferung in der Rolle)

Name/Vorname _____

Straße/Nummer _____

Postleitzahl _____ Wohnort _____

Datum _____ Unterschrift _____

84541

Abruf-Karte für ein SAISON-Abonnement

JA, ich möchte den Preis-Vorteil nutzen.

Ich bestelle SAISON – das Reisemagazin von GEO – im Abonnement. Senden Sie mir bitte alle Ausgaben sofort nach Erscheinen zum Preis von derzeit nur DM 7,- je Heft (statt DM 7,50 Einzelpreis), inkl. Porto und Verpackung.

Falls ich auf SAISON nach einem Jahr verzichten möchte, teile ich Ihnen dies 6 Wochen vor Ablauf der Bezugsfrist mit. Nach einem Jahr kann ich jederzeit die Zustellung beenden lassen.

Meine Zahlungsweise (bitte ankreuzen):

Bequem und bargeldlos durch jährliche Bank-abbuchung (DM 28,-)

Bankleitzahl (bitte vom Scheck abschreiben):

Kontonummer: _____

Geldinstitut: _____

Gegen Jahresrechnung (DM 28,- für 4 Hefte). Bitte keine Vorauszahlung leisten. Rechnung abwarten.

Widerrufs-Garantie: Diese Bestellung kann ich durch Absenden einer kurzen Mitteilung an den SAISON Leser-Service, Postfach 11 16 29, 2000 Hamburg 11, innerhalb von 10 Tagen widerrufen. Rechtzeitiges Absenden genügt. Ich bestätige dies mit meiner zweiten Unterschrift.

Name/Vorname _____

Straße/Nr. _____

Postleitzahl _____ Wohnort _____

Datum/Unterschrift _____ Bitte unbedingt hier unterschreiben!
Dieses Angebot gilt nur in der Bundesrepublik einschließlich Berlin (West). Auslandspreise auf Anfrage

2. Unterschrift (bitte nicht vergessen)

84542 F/O

Ihre Vorteile, wenn Sie SAISON jetzt im Abonnement bestellen:

- Sie zahlen derzeit nur DM 7,- je Heft (statt DM 7,50 Einzelpreis).
- Sie können kein Heft versäumen – Lieferung sofort nach Erscheinen.
- Frei-Haus-Lieferung. Zustellung und Verpackung sind bereits im günstigen Preis enthalten.
- Sie können die Bestellung durch Absenden einer kurzen Mitteilung an den SAISON Leser-Service, Postfach 11 16 29, 2000 Hamburg 11, innerhalb von 10 Tagen widerrufen. Rechtzeitiges Absenden genügt.

- Mehrfachzucker können Grippe-Erreger und andere Viren von den Zellwänden ablenken und so eine Barriere gegen Virusinfektionen bilden, aber auch das Wachstum von Coli-Keimen hemmen. Diese eigenartigen Substanzen kommen sonst in der Natur kaum vor;
- Anti-Adhärenz-Faktoren verhindern, daß sich *Pneumokokken*, *Haemophilus-influenzae*- und *E.coli*-Bakterien an der Rachenschleimhaut anheften;
- Antiparasitäre Stoffe schützen unter anderem vor Durchfällen, die das Geißeltierchen *Giardia lamblia* auslösen kann;
- Linolsäure stimuliert das Immunsystem des Säuglings, wenn er dennoch infiziert werden sollte.

Umstritten ist noch, ob und wie Muttermilch vor Allergien – etwa dem „atopischen Ekzem“ – schützt. Bei Asthma

Die Muttermilch hilft der Abwehr



Babys kommen mit einem »ungeübten« Immunsystem zur Welt. Weil sie durch die Milch der Mutter Abwehrstoffe bekommen, werden gestillte Säuglinge seltener krank. Das gilt für Kinder und Mütter im sowjetischen Usbekistan genau wie in Papua-Neuguinea



und Heuschnupfen bleibt „trotz widersprüchlicher Ergebnisse der Hinweis“, wie Eberhard Schmidt von der Universitätskinderklinik Düsseldorf berichtet, „daß Kinder aus allergiebelasteten Familien zumindest einen gewissen Schutz durch Muttermilchernährung genießen“. Schmidt rät dringend zur Vorsorge: „Es sollte die Regel sein, daß das Kind aus einer allergiebelasteten Familie mindestens sechs Monate voll gestillt wird und vor allem in den ersten Lebenstagen keinen Tropfen Kuhmilch erhält.“

Über Zusammenhänge zwischen Allergien und Stillen berichtet auch Petra Brandhoff. Sie empfiehlt den Frauen der Starnberger Stillgruppe, sechs Monate voll zu stillen, das Kind also ausschließlich mit Muttermilch zu ernähren. Die Befürchtung vieler Frauen, sie könnten dafür nicht genügend Milch produzieren, hält sie für ein Ammenmärchen: „Die Milchmenge richtet sich nach der Nachfrage. Je häufiger das Baby saugt, um so mehr Milch wird produziert.“ Also müsse ein hungriges Kind öfter angelegt werden.

Dennoch suggerieren die Prospekte vieler Babynahrung-Produzenten immer noch, Mangel an Muttermilch sei normal. Sie empfehlen ihre Erzeugnisse „zum Zufüttern“ (Alete), wenn „die Muttermilch nicht mehr ausreicht“ (Milupa). Mit dem irreführenden Satz wirbt sogar die Firma „Holle“, die Produkte aus biologisch-dynamischem Landbau vertreibt. „Stillhindernisse auf Seiten der Mutter“, weiß Hans-Georg Bender von der Universitätsfrauenklinik Düsseldorf, „gehören zu den seltenen Ausnahmen.“

Das einzige ernsthafte Argument gegen das Stillen ist die hohe Schadstoffbelastung der Muttermilch: Babys sind, ökologisch gesehen, das Endglied einer Nahrungskette, bei der in jeder Stufe gesundheitsgefährdende Chemikalien angereichert werden. Für die verschiedenen Schadstoffe zeichnen sich unterschiedliche Trends ab. Die Belastung mit Substanzen wie Hexachlorbenzol (HCB), Beta-Hexa-

chlorcyclohexan (β-HCH) und dem Insektizid DDT geht seit Anfang der achtziger Jahre deutlich zurück. Gleichbleibend hoch ist dagegen die Konzentration an Polychlorierten Biphenylen (PCB), einem Stoffgemisch, das vor allem als Isoliermittel in Transformatoren eingesetzt wurde. Erst in jüngster Zeit wurden in der Muttermilch polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF) entdeckt.

Um Säuglinge nicht zu stark mit Schadstoffen zu belasten, empfiehlt die „Rückstandskommission“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Babys nur vier Monate voll zu stillen und danach Beikost in steigenden Mengen zu geben. Allerdings sollte keine Frau, ergänzt Eberhard Schmidt, aus Angst vor schädlichen Rückständen in der Muttermilch auf das Stillen verzichten. Der Düsseldorfer Kinderarzt weist darauf hin, daß ein Säugling ja schon im Mutterleib Kontakt mit diesen Substanzen habe. Und in etlichen Ländern liege der Schadstoffgehalt der Muttermilch „um ein Vielfaches höher“ als in der Bundesrepublik.

„Solange nirgendwo“, argumentiert Schmidt, „Krankheiten bei Kindern beschrieben worden sind, die auf den Schadstoffgehalt der Muttermilch zu beziehen wären, sollte alles getan werden, um eine Beunruhigung der stillenden Mutter zu vermeiden.“ Und natürlich müsse auch alles unternommen werden, damit die schädlichen Chemikalien wieder aus der Umwelt und der Muttermilch verschwinden.

Sylvia Brunn, Koordinatorin der „Arbeitsgemeinschaft freier Stillgruppen“, empfiehlt kürzeres Stillen nur Frauen, die vor Geburt ihres Babys im Beruf oder am Wohnort extrem hohen Schadstoffbelastungen ausgesetzt waren. Allen anderen Müttern empfiehlt sie: „Stille dein Kind und kämpfe gleichzeitig für eine Verbesserung unserer aller Umweltsituation.“

Christine Broll. Die Biologin und Wissenschaftsjournalistin aus dem oberbayrischen Penzberg, ist seit 1987 Mutter.



Zwischenlager
auf dem Weg zur
Vagina: In einem
Kunststoffbecher
ergießt sich der
Spendersamen

von WOLFGANG MICHAL

Der junge Mann kommt in der Mittagspause. Dann ist die Praxis leer. Keine Patientin, die ihn mustert, keine Arzthelferin, die ihn aufruft.

Er geht in den Raum mit dem Gynäkologenstuhl, schließt beide Türen hinter sich ab, zieht den Lamellenvorhang zu und nimmt einen weißen Plastikbecher aus dem Medizinschränkchen. Er knöpft seine Hose auf, legt sich auf die Pritsche und beginnt zu masturbieren.

Absolut nichts in diesem Zimmerchen könnte ihn anregen: nicht der orangefarbene Duschvorhang, hinter dem sich zu anderer Stunde Patientinnen entkleiden, nicht der Gynäkologenstuhl, auf dem sie die Beine breitmachen müssen.

Der junge Mann macht lieber die Augen zu – fertig. Routinearbeit.

Dann steht er auf, wäscht sich, schließt die Türen auf, geht.

Eine Arzthelferin holt den Plastikbecher mit dem Ejakulat.

Das Sperma wird analysiert, bewertet, auf stroh-

halmdünne Röhrchen gezogen und tiefgefroren. Kniestend verschwinden die verpackten Ampullen in einer dicken Kanne mit Flüssigkeitstoff.

Der Spender erhält 200 Mark.

Das ist nicht viel, gemessen daran, daß sein Samen theoretisch fünf, sechs Paaren zum ersehnten Kind verhelfen könnte.

Die junge Frau hatte von Anfang an keine Bedenken:

Eine Fremdbesamung akzeptieren viele eher als eine Adoption

„Ich wollte ein Kind“, sagt sie mit fester Stimme, „ganz egal wie! Ohne Kind wäre für mich eine Welt zusammengebrochen.“

Ihr Mann war vor fünf Jahren ziemlich niedergeschlagen nach Hause gekommen, den Befund des Urologen im Ohr: Sie sind „infertil“, Herr Schmidt*, unfruchtbar, zeugungsunfähig.

Was tun?

Eine Adoption kam nicht in Frage: „Die hätten wir * Namen von der Redaktion geändert

nicht verheimlichen können.“

Und außerdem lag es ja nicht an ihr. „Zur Hälfte“ blieb ihr „die Möglichkeit eines eigenen Kindes“, ernährt und ausgetragen von ihr. Auf dieses „schönste Erlebnis, das eine Frau haben kann“, wollte Ilse Schmidt nicht verzichten.

Monate später stieß sie auf einen Artikel über „künstliche Befruchtung“ mit Spendersamen. Ein erster Hoffnungsschimmer. Doch der Gynäkologe, den sie aufsuchte, lehnte entsetzt ab, verwirrt über ihr Ansinnen, „technischen Ehebruch“ zu begehen.

Verzweifelt durchforstete das Ehepaar Bibliotheken, Zeitschriften, Fachliteratur, entdeckte die engagierten Beiträge des Gynäkologen Christoph Streda*, bat um ein Beratungsgespräch und wußte danach: Das ist der Richtige! Er sollte Ilse Schmidt „künstlich befruchten“.

„Ach, wissen Sie“, wehrt der Doktor müde ab, als müsse er einem begriffsstutzigen Laien zum tausendsten Mal dasselbe erklären. „Als ob Zauberei im Spiel wäre! Künstlich! Das ist so negativ besetzt. Reden Sie lieber von Samenübertragung. Das verstehen die Leute besser.“

Künstliche Samenübertragung wird seit Jahrzehnten praktiziert, ein technisch einfacher, völlig ungefährlicher Eingriff. Durch einen dünnen Plastikschlauch wird Spendersperma zum Zeitpunkt des Eisprungs in den Gebärmutterhals injiziert – fertig.

Auf diese Weise werden jedes Jahr Zehntausende von Kindern gezeugt. Erst seit einigen Jahren ist ein rigoroser Ton in die Debatte gekommen. „Konservative und Grüne wollen die Methode verbieten lassen. Obwohl sie keine Ahnung vom Leidensdruck kinderloser Ehepaare haben können.“

Christoph Streda macht sich die Sache nicht leicht. Ehepaare, die in den Beratungsgesprächen Unsicherheit zeigen oder mit Hilfe eines Kindes ihre Eheprobleme beheben möchten, lehnt er ab. Ehepaare, die sich nicht schon lange um ein Kind bemüht haben, die keine Unfruchtbarkeitsbescheinigung des Mannes vorweisen und keine Basalttemperaturkurventabelle der Frau, lehnt er ab. Unverheiratete Paare, alleinstehende Frauen, lesbische Paare lehnt er ab. Überhaupt lehnt er mehr ab, als er annimmt. In 15 Jahren hat er es auf bescheidene

Der (un)heimliche Erguß

200 Kinder gebracht. Sein oberstes Prinzip: „Das Ehepaar muß mich überzeugen, nicht umgekehrt.“

Erst dann wird der Vertrag geschlossen.

Die Spender wählt Streda genauso sorgfältig aus. Sie sind zwischen 20 und 25 Jahre alt, weil die Samenqualität in diesem Alter am besten ist. Sie müssen eine Spermanalyse von einem Andrologen vorlegen und völlig gesund sein. Sie werden untersucht, auf Aids getestet und vom Humangenetiker nach Erbkrankheiten befragt. Ob sie die fünfjährige Enthaltsamkeit vor der Samenspende eingehalten haben, wird unter dem Mikroskop geprüft.

Auffallend ist, daß alle Beteiligten nachdrücklich betonen, wie nüchtern sie die Angelegenheit betrachten, wie normal. „Es gibt ja Frauen“, sagt Ilse Schmidt, „die eckeln sich beim Gedanken, Sperma eines fremden Mannes eingespritzt zu bekommen. Ich seh das ganz nüchtern. Für mich war das wie ein Gang zum Zahnarzt.“

Der junge Mann zuckt die Schultern und sagt: „Ist doch nichts dabei. Ich verdien schnell 'n paar Mark und tu' 'ner Frau noch 'n Gefallen.“

Und der Arzt dient dem Kinderwunsch.

Alle sind zufrieden. Und verdrängen doch, daß sich hinter der künstlichen Nüchternheit eine moderne Dreiecksgeschichte verbirgt.

Ilse Schmidt, die Empfängerin, muß sich „total“ auf ihren Arzt verlassen. „Ich bin ihm praktisch ausgeliefert.“

Denn ER sucht den Spender aus, wählt den Typ, der ihr liegt. Nur wenige Außlichkeiten stimmt er mit dem Ehepaar ab: Blutgruppe, Größe, Gewicht, Augen- und Haarfarbe. Das Kind soll dem sozialen Vater ähnlich

sehen. Alles andere ist Chefsache.

Ilse Schmidt wollte nicht zu viel wissen. Um Phantasien vorzubeugen. Um Neugier nicht hochkommen zu lassen. Um die Ehe nicht zu gefährden. Um die Sache wegstecken zu können. Vor sich, vor dem Partner – und für das Kind.

Dabei ist gar nicht der Spender das Problem. Der Arzt ist es. Mit vor Begeisterung geröteten Wangen erzählt Ilse Schmidt, wie sie in Zusammenarbeit mit Streda im siebten Zyklus den kleinen Christoph* erzeugte, wie

Der Arzt fürchtet den Druck seiner Kollegen und der Kirche

sie jeden Eisprung, jede Hormontherapie, jedes Unwohlsein, jeden Spannungszustand mit ihm diskutierte, wie sie zu seiner Gehilfin wurde und er zu ihrem Gehilfen, wie er rund um die Uhr für sie da war, wie feinfühlig und fachkundig er auf alle Stimmungsschwankungen reagierte.

Gute Frau, wäre ich der Ehemann, mir würde angst und bange vor Eifersucht!

Streda kennt das Problem. „Die Fixierung auf mich als Übervater“ ist Alltag in vielen Frauenarztpraxen.

Der Doktor empfiehlt deshalb erfolgreich Geschwängerten, zu dem Arzt, der sie überwiesen hat, zurückzugehen. In hartnäckigen Fällen trägt er die Geschichte seiner „Balint-Gruppe“ vor. Das ist ein lockerer Zusammenschluß niedergelassener Ärzte am Ort, die unter Anleitung eines

Psychotherapeuten versuchen, „Beziehungsprobleme“ zwischen Arzt und Patient zu therapieren.

Weniger bereitwillig spricht Streda über seine Fixierung auf Samenspender. Schließlich wählt er sie nicht nur nach Augenfarbe und Spermaqualität aus, sondern nach Charaktermerkmalen, Aussehen und Sympathie. Er sucht auch dann einen ähnlichen Spender, „wenn beide Ehepartner nicht die Schönsten sind“. An sich selbst stellt er die Frage: „Würdest du dir von diesem jungen Mann ein Kind wünschen, wenn du selbst infertil wärst?“

Wer sich umsieht in seiner Praxis, in seiner Villa, merkt schnell, daß ästhetische Kriterien für Christoph Streda ziemlich wichtig sind. Griechische Statuen, erotische Bilder – ein Schöngest, zweifellos. Ursprünglich wollte er Priester werden und zölibatär leben. Seine spätere Frau bewog ihn zur Umkehr. Lange engagierte sich der Katholik in der CDU, verließ die Partei aber wegen verschiedener Skandale. Auslöser war die Wörner/Kießling-Affäre.

„Ich bewege mich“, sagt er, „mit zunehmendem Alter nach links. Eine Sache der Lebenserfahrung. Außerdem wird man auch toleranter.“

Und ängstlicher! Denn der 53jährige will sich nicht mehr zu seiner Inseminationspraxis bekennen. Er fürchtet „Druck“ von Standesorganisationen und Kirchenleitungen. „Bitte verstehen Sie, daß ich in Ihrem Artikel anonym bleiben will!“

„Warum haben Sie denn Angst?“ frage ich. „Sie kämpfen doch für eine gute Sache.“

„Ich bin deprimiert.“

Auf allen Beteiligten, auf Arzt, Ehepaar und Samenspender, lastet diese Scheu vor der Öffentlichkeit. Wo doch erwiesen ist, daß Familien mit künstlich gezeugten „Wunschkindern“ harmonisch funktionieren.

Ilse Schmidts Christoph jedenfalls, der am Tag meines Besuchs seinen dritten Geburtstag feiert, sieht richtig glücklich aus. „Papa“ und Mama müssen die Geschenke begutachten, und die Großeltern freuen sich über den Enkel.

Die Oma hebt ihn auf den Schoß, streichelt ihm zärtlich die Bäckchen, sieht ihn an und seufzt: „Ganz der Vater.“ □

Wolfgang Michal, 35, ist GEO-Redakteur.

Werkzeug für die künstliche Befruchtung: Per Spritze und Schlauch wird Sperma in den Bauch der Empfängerin gedrückt



Schon seit Wochen wartet Susan Fitter in diesem schäbigen Motelzimmer darauf, daß sich ein paar Kilometer entfernt eine Gebärmutter zusammenkrampft. Immer wieder redet die andere von Wehen, aber nichts passiert.

Bleib ruhig, Liebling. Bald haben wir es geschafft.

Stephen Fitter liegt entspannt auf dem Motel-Bett. Er ist über die Feiertage von Oklahoma City nach Mount Pleasant gekommen: vier Stunden Flug nach Detroit, dann gut drei Stunden im Mietwagen Richtung Nordwesten. Dort wartet seine Frau auf „unser schönstes Weihnachtsgeschenk“, die Geburt „ihrer Zwillinge“.

Susan sitzt im Sessel und blättert im „New Parent“. Zwischen Fernseher und Tür zum Bad stehen zwei Reisetaschen, fertig gepackt fürs Hospital. Stephen hat Kindersitze mitgebracht für die Heimfahrt zu viert.

Jetzt kommt es nur noch auf die andere an, auf Julie Boldrey, die eine halbe Autostunde entfernt in einem kleinen Trailer im Wald lebt. Julie hat die Zwillinge der Fitters im Bauch. Sie ist eine bezahlte Leihmutter.

Seit Wochen meldet sie leichte Wehen – für Susan nicht viel mehr als ein Begriff, der ihr das Ende des Wartens signalisiert. Das Ende der Angst, im letzten Augenblick könne doch noch etwas schiefgehen. Das Ende der Ersatzhandlungen: Alles Gedruckte über Babys, was ihr in die Hände geriet, hat sie gelesen, als stehe sie vor einem Examen. Gemeinsam mit Julie hat sie sich auf die Geburt vorbereitet, sogar die Atemübungen beherrscht sie.

Alexandra und Stephanie – die Zwillinge haben schon Namen – werden nicht nur die pränatalen Trockenübungen beenden, sondern vielleicht auch die leisen Zweifel aus der Welt schaffen: Haben wir uns nicht doch an etwas versündigt, das wir nur nicht benennen können?

Aber nein, Susan, nein. Das hier ist die sauberste Art, es zu tun.

Stephen setzt sich auf die Bettkante und nimmt seine Frau in den Arm. An der kleinen Tanne baumelt Baby-Spielzeug.

Am Weihnachtsbaum in der Kanzlei von Noel Keane hängen 253 rotlackierte Holzherzen. Auf jedes Herz ist in zarten goldfarbenen Buchstaben ein Name gemalt, darunter ein Datum: Ashley 7-7-85, Garrit 11-23-88, die Geburtstage der „Miracle babies“. So nennt der Anwalt – auf einem Album mit Kinderfotos – die menschgewordnen Resultate seiner Aktivitäten.

Noel Keane hat Dearborn, Michigan, die wohlhabende Vorstadt von



LEIHMUTTER

MEIN BAUCH GEHÖRT DIR



Ein Baby mit zwei Müttern wird geboren. Die eine ließ ihre Eizellen mit dem Sperma ihres Mannes im Reagenzglas befruchten. Die andere vermietete ihren Bauch, in dem sich die Keime einnisteten. Sie wurde die erste Leihmutter, die »Reagenzglaszwillinge« zur Welt brachte - für 10 000 Dollar. Genausoviel erhielt Rechtsanwalt Noel Keane, der bereits 1976 das Geschäft mit den Ersatzbrüderinnen erfunden hat

Detroit, wieder in die Schlagzeilen gebracht. Dort, wo von 1908 an Henry Ford als erster Autos am Fließband produzierten ließ und damit das Model T zu einem Symbol für „Moderne Zeiten“ machte, steht heute Keanes zweistöckiges, elegant eingerichtetes Law Office. Auch Keane hat ein Symbol geschaffen: Sein bislang prominentestes Kind, Baby M., stieß die Öffentlichkeit auf ein bis dahin wenig beachtetes Gebiet der „Schönen neuen Welt“.

Der Anwalt hat 1976 eine der sonderbarsten Branchen der Dienstleistungsgesellschaft aus der Taufe gehoben: die kommerzielle Vermittlung von „Ersatzbrüterinnen“. So nennt Gena Co-re in ihrem Buch „Muttermaschine“ Frauen wie Mary Beth Whitehead. Diese Leihmutter gelangte zu weltweiter Bekanntheit, weil sie „ihr“ Kind,

**»Ich verkaufe
keine Babys. 10 000 Dollar
sind doch kein Preis für
einen Menschen«**

„M“ (elissa), behalten wollte. Doch ein Gericht sprach das Mädchen dem Ehepaar Stern zu, das für die Dienstleistung bezahlt hatte.

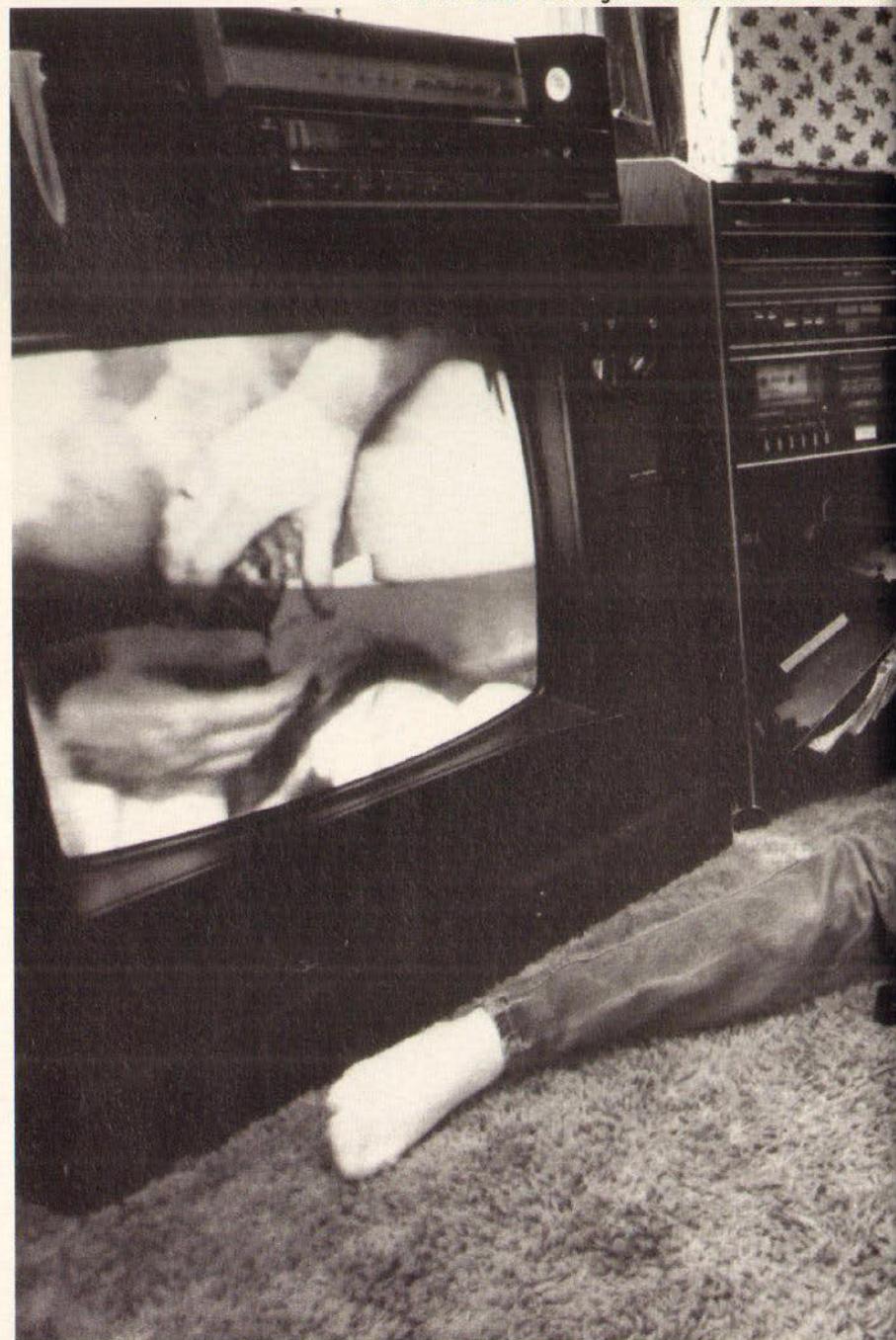
An den Wänden von Keanes Kanzlei hängen Bilder von strahlenden Säuglingen und säuberlich gerahmte Zeitungsartikel. Die Ausschnitte haben nur ein Thema, Surrogate mothers, und eine Hauptperson, den Baby seller. Das Feld zwischen Haß und Verherrlichung ist klar abgesteckt: „Babymakler oder Heiliger?“, fragt das Magazin des „Boston Globe“ seinen treu dreinblickenden Titelhelden.

Keane kassiert, und nicht zu knapp: Jede Vermittlung bringt ihm 10 000 Dollar. Aber hat er es nur aufs Geld abgesehen? Oder ist er auch der Kindernarr und Menschenfreund, den er fortwährend herauskehrt? Zweifellos genießt er die Rolle des Katalysators, der Verzweiflungen in Hoffnungen verwandelt und dafür hundertfach geliebt wird.

Aber auch Kritik ist ihm recht, wenn sie millionenfach verbreitet wird. „Die wahren Väter der Leihmutter-Story“, vermutet er, „sind wahrscheinlich die „Donahue-Show“ und die Illustrierte „People““. Der umstrittenste Geburthelfer der Nation lässt sich im Fernsehen geduldig als unmoralischen Anwalt bezeichnen, als einen, der mit den Nöten anderer Geschäfte macht. Denn am nächsten Tag melden sich wieder neue Frauen, die ihre Fortpflanzungs-Organen für mindestens neun Monate vermieten wollen. Und Ehepaare rufen an, die besessen und begütert genug sind, sich für ein eigenes Kind auf die

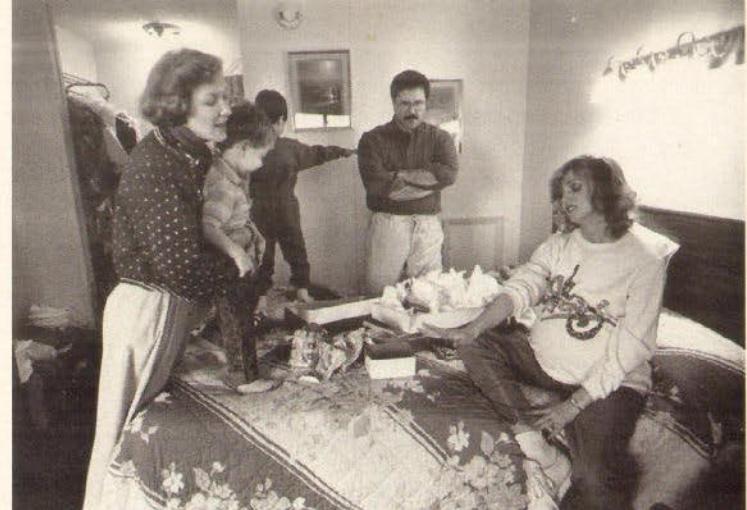


Im Motelzimmer verbringen die Zahleltern die Wartezeit





Fast täglich fahren sie zur Leihmutter und deren Familie



Geschenke für die leiblichen Kinder der Leihmutter



Während die beiden Frauen einen Videofilm von Julies zweiter Niederkunft anschauen, erfässtet Susan ihre ungeborenen Zwillinge im Bauch der anderen

Ultima ratio einzulassen. Für sie ist Keane der Retter.

Wohltat und Wohlstand reichen indes nicht aus, die Beweggründe des weltbekannten Industriearbeitersohns zu verstehen. Er, der sich als „Pionier“ sieht, wirkt immer zugleich zufrieden und ungeduldig. Richtig big, sagt er, seien in Dearborn sein Schwager, der ist Vorstandsvorsitzender in der Ford Motor Company, und seine Schwester, die für das Bürgermeisteramt kandidiert hat. Auch Keane will ein geachteter Bürger sein, nicht nur weltbekannt.

Dafür nimmt er auch die heikle Aufgabe des Matching der Parteien auf sich. Auf diese Anbahnungsgespräche

»Vor neun Monaten trafen wir uns in der Kanzlei. Jetzt warte ich auf ihre Wehen«

verzichten einige der Nachahmer-Agenturen in den USA, weil sie emotionale Komplikationen fürchten. Keane aber konfrontiert seine Klienten miteinander. Die Zahleltern haben eine Vorauswahl schon bei der Durchsicht der prallgefüllten Aktenordner getroffen. In diesen Leihmütter-Katalogen geben Hunderte von Frauen auf Vordrucken ihre Körper- und Gesundheitsdaten zu Protokoll und beschreiben ihre Motive: Leben schenken, Mütternschen beglücken, Schwangerschaft genießen. Die Amateur-Fotos, die den Formularen beigelegt sind, sprechen allerdings eine andere Sprache: Da sind viele arme Familien zu sehen, die einfach Geld brauchen.

Die Zahlenden achten insbesondere auf Äußerlichkeiten wie Körperbau, Haar- und Augenfarbe, wenn die Leihmutter gleichzeitig als Ei-Spenderin fungieren soll. Oft krabbeln Kleinkinder über den Teppichboden der Kanzlei, lebendige Belege für die Tauglichkeit der Leihmütter, verstohlen taxiert von den Kinderlosen im Besprechungszimmer. Dort, hinter der Glastür, stellen die Augen auch noch Fragen, wenn die Stimmen längst verstummt sind: Wird die Leihmutter bis zum Eintreten der Schwangerschaft auf Sex verzichten, auf Rauchen, Trinken, andere Drogen? Wird sie, wie im Vertrag vereinbart, zur Pränataluntersuchung gehen? Wird sie ein gesundes Kind zur Welt bringen und es dann auch hergeben? Der Anwalt hält den Ängsten der Kunden seine Erfolgsrate entgegen, lenkt ihre Aufmerksamkeit auf die 253 roten Herzen.

Dann zieht „Onkel Noel“, wie sich der verheiratete Vater zweier konventionell gezeugter Söhne auch nennen lässt, Bilanz: „Gestern haben wir das 255. Kind geboren. Dazu kommen 42 Schwangerschaften, 200 weitere haben

wir in Arbeit.“ Als Sinnbild seiner Fruchtbarkeit sollte er wohl das Kaninchen aus massivem Glas verstehen, das ihm Freunde zu Weihnachten geschickt haben. Dabei lag ein Kärtchen: „Du bringst der Erde neues Leben.“

Der nette Onkel aus Dearborn hat jeden seiner Fälle im Gedächtnis – gespeichert unter den Namen der Zahlenden: „Was ist mit den Fitters“, fragt er seine Sekretärin, als erwarte er seinen täglichen Geschäftsbericht. „Die müßten doch längst soweit sein.“

Susan Fitter, die Psychologie studiert hat, weiß nicht, wie weit sie ist. Deshalb ist sie zu Julie Boldrey gefahren. Draußen vor dem Trailer spielt ihr Mann mit Julies zwei Söhnen im Schnee. Drinnen ertasten Susans Hände ihre Kinder im Bauch der anderen. Sie redet mit ihnen, weil sie gelesen hat, daß Kinder schon lange vor der Geburt hören und sich auf Stimmen einstellen können. „Hey, girls, worauf wartet ihr noch.“

Susan und Julie bleiben souverän in dieser Situation, für die es keine Regeln gibt, nur Instinkte. „Ich bin froh, wenn es vorbei ist“, sagt Julie einmal. „Zu viele Menschen haben Kontrolle über meinen Körper.“ Aber statt zu klagen betont sie, wie gern sie Susan „hilft“.

Freilich macht es die Friseuse auch für das Häuschen in Florida, von dem die Boldreys träumen. „Paar, das keine Kinder haben kann, zahlt 10 000 Dollar Gebühr und alle Auslagen an die Frau, die ihr Kind austrägt“, heißt es in den Anzeigen, die Noel Keane regelmäßig in kleinen Lokalzeitungen drucken läßt.

Armut ist jedoch tatsächlich nicht der einzige Beweggrund für Leihmutterhaft. Nicht selten, so vermuten Psychologen, wollen Frauen Wiedergutmachung leisten für eine frühere Abtreibung. Julie hingegen hat das Schicksal ihrer Familie in die Hand genommen, um das sich ihr Ehemann Cedric kaum kümmern konnte, der damals nur stundenweise als Hausmeister arbeitete. Der gelernte Maschinenschlosser ist so einer, der alles ruhig hinnimmt. Aber auch er hat seine Grenzen. Daß seine Frau per Vertrag ein Kind für andere austrägt und sogar das Risiko zu sterben auf sich nimmt, hat er ebenso akzeptiert wie die monatelange sexuelle Abstinenz. Niemals aber würde er zulassen, daß sie ihr Ei hergeben und sich mit dem Samen eines anderen Mannes schwängern ließe. Weil auch Julie ahnte, daß sie sich von einem „eigenen“ Kind nur schwer trennen können, haben sie damals „IVF only“ auf das Antragsformular geschrieben: Sie wollte sich nur Embryonen aus einer In-Vitro-Fertilisation (IVF) einpflanzen lassen, aus Samen- und Eizelle eines anderen Elternpaares.

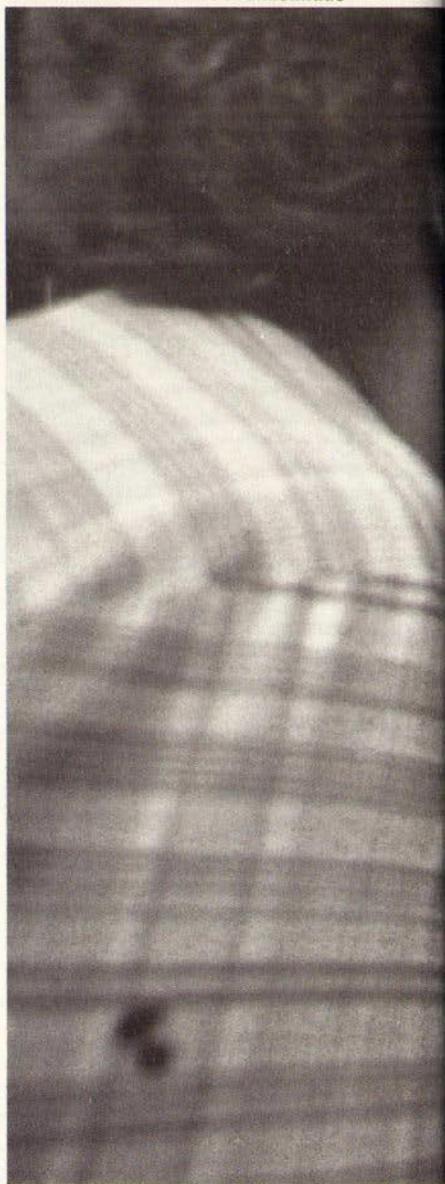
Die Fitters wußten, daß sie auf natürlichem Weg keine Kinder bekommen



Anruf aus dem Motel: immer noch keine Wehen



Julie frisiert Susan fürs Krankenhaus





Warten, daß sich im Bauch der anderen etwas tut



Letzte theoretische Vorbereitungen



Die Leihmutter wird aufs Bett gelegt



Wehen und Mit-Leid: Hände verbinden das Zahl-Vaters sorgenvolle Erwartung mit dem Schmerz der Leihmutter

konnten: Susan war 1979 wegen Verdacht auf Krebs an der Gebärmutter operiert worden. Sie dachten an Adoption. Doch gesunde neugeborene Weiße sind kaum zu haben, seit die USA in den siebziger Jahren ihre Abtreibungsgesetze liberalisiert haben.

Da hörte das Ehepaar vom ersten IVF-Kind, das eine Leihmutter ausgegraben hatte. Weil Susans Eierstöcke noch gesunde Eier produzierten, beschlossen die Fitters, den gleichen Weg zu versuchen. Über Noel Keane und seine „IVF only“-Akte fanden sie Alice* aus Detroit. Stephen, der Chefarzt aus Oklahoma, wußte vom guten Ruf eines Kollegen in Ohio. Gemäß seinem Motto „Was zählt, ist die Erfolgsquote“ trafen sich die beiden Frauen in der Klinik des Kollegen in Cleve-

**»Als ich meine
Kinder erstmals sah,
wußte ich, daß ich eine gute
Mutter werde«**

land. Dreimal, erinnert sich Susan, brachte sie die „Hormon-Tortur“ hinter sich, ihren Zyklus mit dem natürlichen Zyklus von Alice zu synchronisieren. Anschließend „ernteten“ die Ärzte ihre Eier, befruchteten sie mit Stephens Samen und transferierten die Embryonen in Alices Gebärmutter.

Nach zwei Abgängen wurde Alice, die auf das Honorar von 250 Dollar pro IVF-Versuch verzichtete, schwanger. In der zehnten Woche diagnostizierten die Ärzte jedoch eine Eileiterschwangerschaft. Die verhinderte Leihmutter mußte unters Messer. Susan: „Alice hat ihren Eileiter für uns verloren.“

Die Fitters machten weiter. „Wie gut, daß wir so stur geblieben sind“, sagt Susan heute. Im Grunde blieb vor allem Stephen stur. Sie war mehr als einmal bereit aufzugeben. Doch er „ermutigte“ sie weiterzumachen.

„Das alles überragende Prinzip“, schreibt Gena Corea, „ist der Wunsch des Mannes, eigene Nachkommen in die Welt zu setzen.“ Aus Angst, verlassen zu werden, akzeptiere so manche Frau, daß ihr Mann eine andere künstlich befruchtet, eine „unechte Leihmutter“.

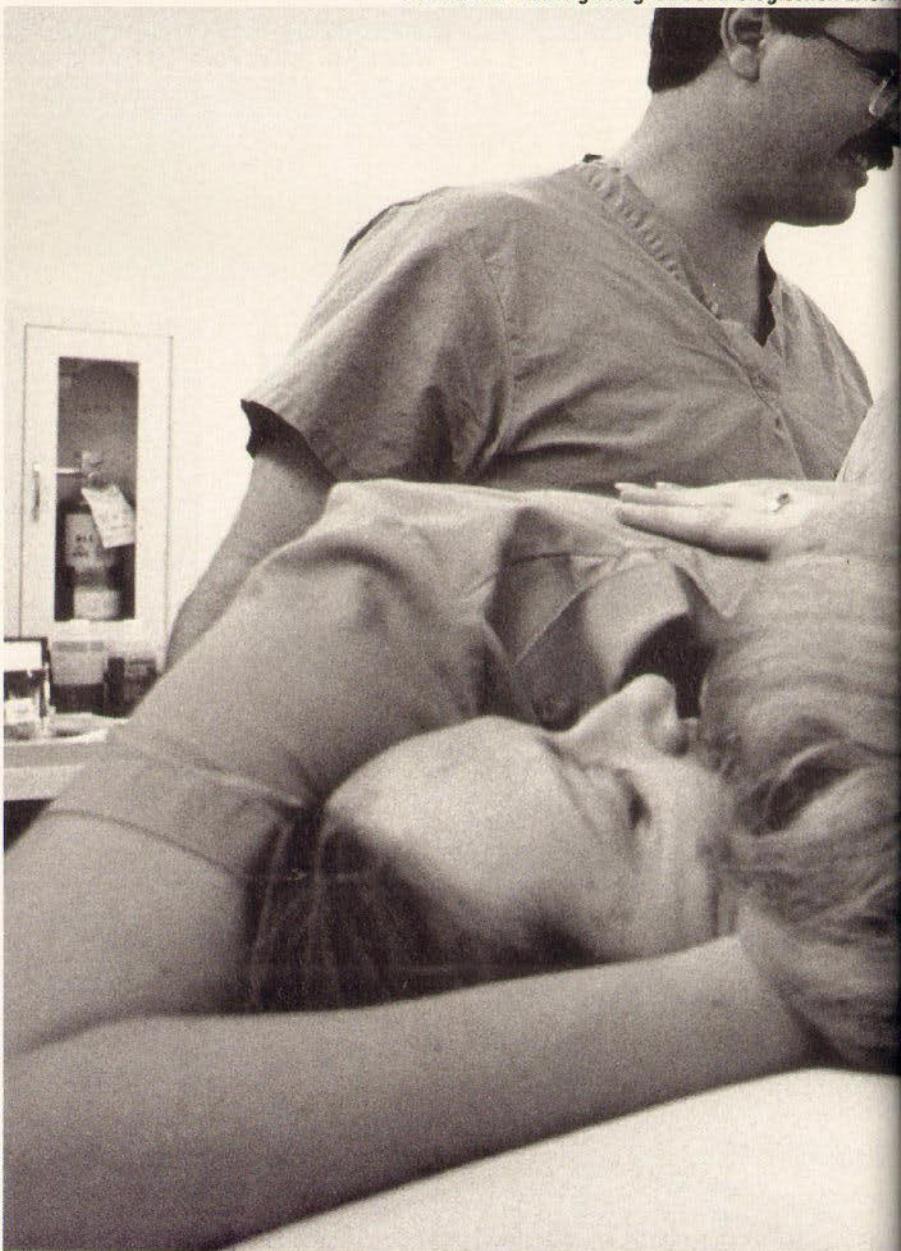
Bisweilen stellt sich später heraus, daß die „Unfruchtbarkeit“ der eigenen Frau nicht körperliche sondern psychische Ursachen hatte. Noel Keane kennt Paare, die jahrelang kein Kind bekamen und dann in kurzem Abstand zwei: eins von der Leihmutter und eins auf natürlichem Weg.

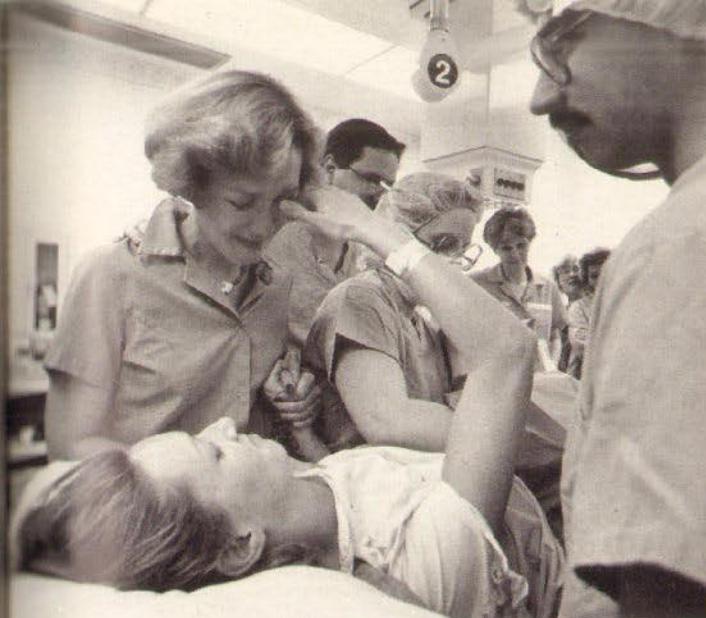
In seiner Kanzlei lernten die Fitters zufällig Julie kennen, die spätere „echte“ Leihmutter. Gleich der erste Versuch gelang: Zwei der drei in Cleveland

* Name von der Redaktion geändert.

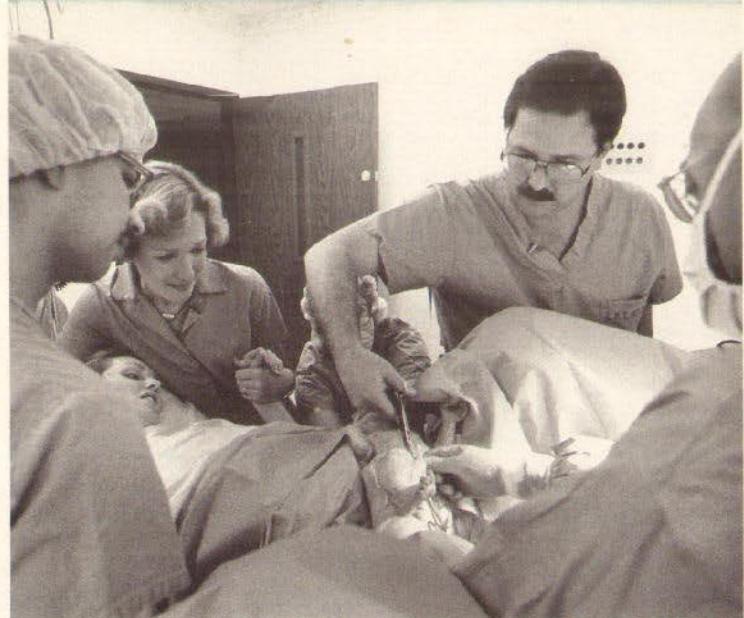


Freude und Fassungslosigkeit der biologischen Eltern

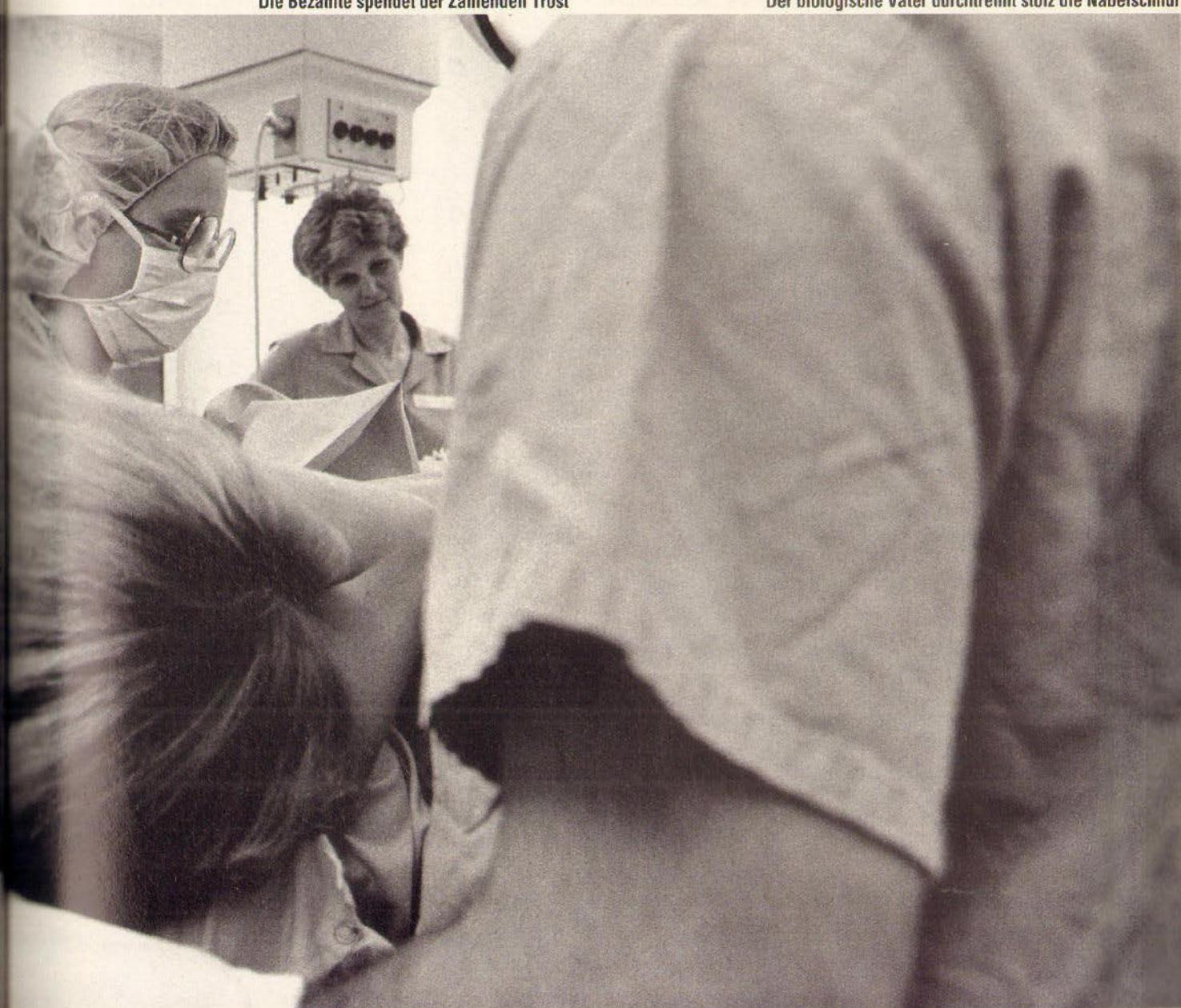




Die Bezahlte spendet der Zahlenden Trost



Der biologische Vater durchtrennt stolz die Nabelschnur



Dankbarkeit für eine Dienstleistung: Erlöst umarmt eine Mutter die andere

eingepflanzten Keime wuchsen zu den Fitter-Zwillingen heran.

Noel Keane, der auch schon alleinstehenden Männern Nachwuchs verschafft hat, entscheidet „von Fall zu Fall“. Zur Zeit betreut er auch einen österreichischen Adligen, der offenbar versehentlich mit einer unfruchtbaren Dame verheiratet ist: Der Herr hat sich in den Kopf gesetzt, sechs Jungen in die Welt zu setzen. Drei Kinder hat er bereits per Leihmutter gezeugt, am vierten „arbeitet“ er gerade: In einem der tristen Behandlungsräume des Gynäkologen Ronald Zack, 20 Kilometer außerhalb von Detroit, masturbiert er in einen Becher. Dafür ist er eigens aus Europa eingeflogen, schon zum zweitenmal für den gleichen Buben: Mit frischem Samen ist die Chance größer als mit eingefrorenem. Der Herr hofft, daß es diesmal klappt.

»Für mich waren es nur neun Monate, aber wir werden immer zusammengehören«

mit Kitty*. Die kommt eine Stunde später, legt sich auf den Behandlungsstuhl und spreizt die Beine. Durchschnittlich drei Besamungen sind für eine erfolgreiche Befruchtung nötig. Vor der „Übertragung“ versucht Dr. Zack, in einer Zentrifuge die „weiblichen“ Spermien abzutrennen, damit es auch ein Junge wird.

„War es das schon?“ fragt Kitty, als der Arzt den dünnen Schlauch aus ihrer Scheide zieht. „Ja“, antwortet Zack, „heute hastest du einen Quicky.“ Der Österreicher ist schon wieder auf dem Weg nach Europa. Heute hat Kitty den Mann nicht einmal gesehen, dessen Samenzellen jetzt in ihren Bauch wandern.

Kitty, eine 19jährige mit zerrissenen Stiefeln, erklärt: „Ich mache das für Lisa*.“ Ihr eigenes Baby ist dabei, wenn sie von Denver, Colorado, zu Doktor Zack reist. Sie arbeitet meistens als Kellnerin, und 10 000 Dollar sind für sie sehr viel Geld. Die Ausflüge nach Dearborn findet sie „aufregend“. Wenn alles gutgeht, wird sie auch noch Florida sehen.

Denn viele von Keanes Miracle babies haben kurz nach der Geburt noch eine Reise vor sich: Im Bundesstaat Florida läßt sich das Adoptionsverfahren zügiger abwickeln als in Michigan. Außerdem besteht dort kaum die Gefahr, daß der Richter die Leihmutter-Vereinbarung nicht anerkennt und den Zahl-Eltern nicht erlaubt, „ihr“ Baby zu adoptieren.

Geschickter Umgang mit Richtern und Gesetzen ist die Spezialität des Advokaten in Dearborn. Seit September 1988 ist in Michigan – als erstem US-

* Name von der Redaktion geändert.

Staat – die Bezahlung und bezahlte Vermittlung von Leihmüttern unter Strafe gestellt. Keane fügt das nicht an: „Dann machen wir den Vertrag eben woanders.“ In seinem New Yorker Büro zum Beispiel, oder im nahen Kanada, gleich am anderen Ufer des Detroit River. Dort gibt es – wie in vielen US-Bundesstaaten – noch kein Leihmuttergesetz.

Bald, so glaubt Keane, werde niemand mehr „die Sache“ aufhalten. „Die Bewegung“ sei mittlerweile so stark, daß sich Leihmuttertum als Therapie weiblicher Unfruchtbarkeit durchzusetzen beginne. Daran könnten auch die deutschen Gerichte nichts ändern, die ihm seine Aktivitäten nach wenigen Monaten untersagten. Sein Unterhändler Franklin Torch mußte das Büro in Frankfurt zwar aufgeben, weit brauchte er jedoch nicht zu gehen: Inzwischen läuft das Geschäft in den Niederlanden.

Noel Keane, mit dem 1976 die Leihmutter-Story begann, gibt sich siegesgewiß. Ein Ziel jedoch hat er auch 1988, im Jahr 80 nach Ford, noch nicht erreicht: ein Held in seiner Stadt zu sein. Kurz vor Weihnachten, auf der Party zu seinem 50. Geburtstag, muß er sich zwischen den Glückwünschen viele böse Worte anhören. Ein Freund tritt ans Mikrofon und bezeichnet ihn vor über 400 Gästen scherhaft als das „größte Arschloch der Welt“.

Am 26. Dezember 1988 werden Stephanie und Alexandra Fitter im Central Michigan Community Hospital von Mount Pleasant geboren. Diese laut Keane ersten Zwillinge einer Leihmutter nach In-Vitro-Fertilisation und Embryotransfer nennt der Anwalt „historisch“. Der Mann denkt offenbar weiter: Würde IVF zur Routineteknik, dann ließe sich sein Kundenkreis erheblich ausweiten. Dann könnten, so fürchten Kritiker/innen, auch fruchtbare Frauen die Fortpflanzungsorgane einer anderen mieten. Vielleicht in der dritten Welt, wo sie viel billiger zu haben wären.

All das kann die Freude von Stephen Fitter freilich nicht trüben. Traditionsgemäß zerschneidet der biologische Vater die Nabelschnüre und trennt die Neugeborenen, die seinen Namen tragen, vom Leib der anderen. Julie Boldrey, die noch in derselben Nacht die Ähnlichkeit der Zwillinge mit den Fitter-Eltern hervorhebt, weint beim Abschied zum erstenmal und sagt: „Nine months for me, but it will be forever.“ Julie, die kurz darauf einen Scheck über 10 000 Dollar erhält, wünscht sich noch ein – eigenes – Mädchen. □



Lynn Johnson, von der New Yorker Foto-Agentur Black Star und GEO-Redakteur Jürgen Nette bangten mit den zwei Elternpaaren der Geburt der Fitter-Zwillinge entgegen. Seltensagt die Fotografin, sei ihr die Arbeit so nahe gegangen.

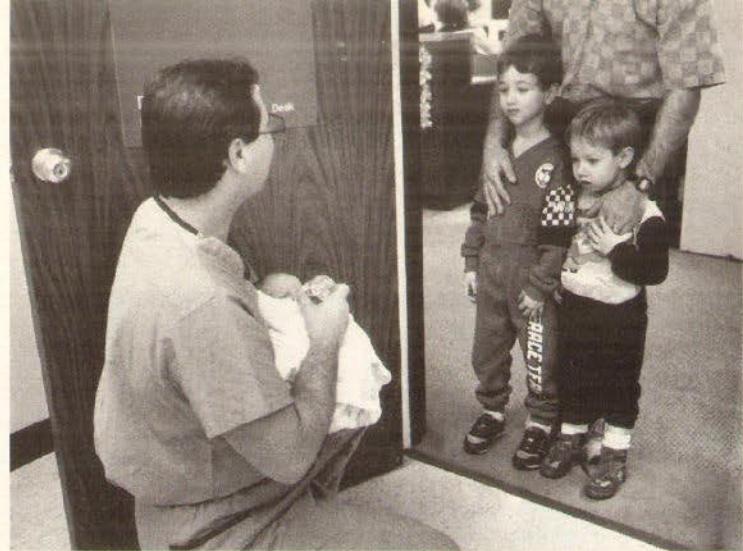


Die Fitter-Zwillinge – geboren am 26. 12. 1988





Eine Mutter nimmt ihre Babys in Empfang



»Die Kinder eurer Mutter sind nicht eure Geschwister«



Abschied nach Abmachung: Meine Kinder gehören dir

Zu allen Zeiten haben Hebammen und Ärzte alles Mögliche – nicht immer aus

VON KATHARINA ZIMMER

Für die zartgliedrige Frau war es die erste Niederkunft. „Demütig-ergeben“, so schreibt ein Augenzeuge die Hausgeburt Anfang des Jahrhunderts im Schweizer Lötstschental, ließ die werdende Mutter „die heftigen Austreibungswehen über sich ergehen. Sie trug Rock und Kittel; der Unterkleider hatte sie sich entledigt. Sie hielt sich am Strick, welcher für sie an einem Deckenbalken der Stube befestigt war. In der Wehenpause kauerte sie sich auf die Ofenbank. Begann eine neue Kontraktion, griff sie zur Seilschlinge.“

Die Hebamme kniete bei jeder Wehe vor die junge Frau, „faßte sie unterm Rock an beiden Hüftbeinen und drehte sie mit äußerst kräftigen, ruckartigen Bewegungen einige Male hin und her, um „das Becken zu lösen und das Kind herunterzuschütteln“. Stoisch ertrug die Erstgebärende die Behandlung. Als das Kind zum Vorschein kam, wurde es von der Hebamme „gesickt aufgefangen“. Sie band mit einer – durch Bienenwachs gezogenen – Hanfschnur den Nabelstrang ab und schnitt ihn mit einer Haushaltsschere durch. Auf den Nabelstumpf trüpfelte sie heißes Öl.

Das Kind im Stehen heraus-schütteln? Drücken, reiben, pressen, zerren? Nichts von solch rabiaten Entbindungen ist beim „Fest“ der „sanften Geburt“ à la Frédéric Leboyer geblieben. Kaum vier Generationen liegen zwischen stoisch ertragener Qual und zartfühlender Fürsorge. Zu allen Zeiten haben Hebammen und Ärzte alles Mögliche versucht, um Babys heil ans Licht der Welt zu holen. Und stets folgte die Geburtshilfe nicht allein rationalen Notwendigkeiten, sondern – bei Kleopatra wie heute bei Frau Schulze – auch der Mode. Religion und soziales Umfeld, der Stand der Wissenschaft und der Technik

prägen das Verhalten von Gebärenden wie Geburtshelfern. Konstant bleibt nur die biologische Basis: Das Kind kommt aus dem Leib der Mutter.

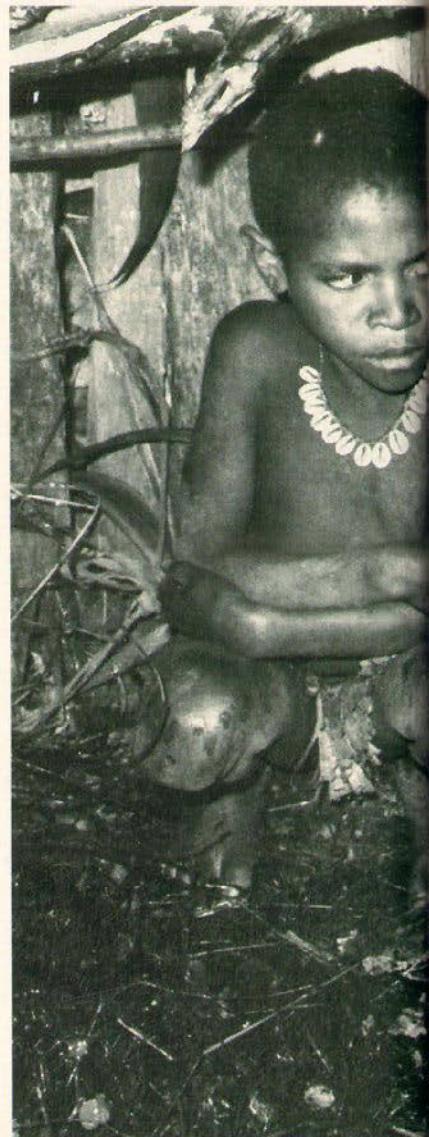
Die natürlichste Sache der Welt war beim Menschen von Anbeginn mit Schmerzen und Risiken verbunden. Denn bei der Geburt des Homo sapiens hat die Natur einen Kompromiß zwischen dem großen Kopf des Kindes und der Architektur des mütterlichen Beckens eingehen müssen. Zwar kommen Menschenkinder im Vergleich zu tierischem Nachwuchs extrem „unreif“ zur Welt – mit nur rund 23 Prozent des späteren Gehirngewichts. Aber für den engen Geburtskanal ist auch dies schon fast zuviel.

Methoden und Moden – ja Rituale – des Gebärens und der Geburtshilfe hatten darum immer drei Hauptziele: die Entbindung zu erleichtern, Schmerzen zu lindern und Gefahren für Mutter und Kind abzuwenden. Mehr als Helfer und Heilmittel – von Kräuterkompressen über Wehentropf bis zur Peridural-Anästhesie – spielt dabei die „Haltung“ der Schwangeren eine Rolle.

Bei etwa zwei Dritteln der Menschheit war und ist die „Ge-bärhaltung“ – in westlichen Industrieländern heute Gegenstand heiß diskutierter Untersuchungen – kein Thema: In fast allen Kulturen brachten und bringen Frauen ihre Babys keineswegs liegend zur Welt.

Eine Geburt im Stehen zeigt schon ein etwa 10 000 Jahre altes Felsbild aus der Zentralsahara – wahrscheinlich das älteste bekannte Bildnis zum Thema. Das 3500 Jahre alte ägyptische Hieroglyphenzeichen für „gebären“ zeigt eine Entbindung auf „Ge-bärsteinen“. Kleopatras Niederkunft – im Knie – schildert ein altes Flachrelief im Tempel von Hermonthis; eigentlich genossen Frauen ihrer Stellung damals das Privileg, auf einem Stuhl zu gebären. Solche Gebärstühle erleichterten auch vornehmen Griechinnen und Römerinnen

Schwerkraft und Vater helfen, wenn Mutter – wie die balinesische Holzskulptur illustriert – ihr Baby im Sitzen bekommt



Nun hocken sie wieder



Wenn die Wehen einsetzen, ist eine schwangere Frau der Eipo-Gesellschaft auf Neuguinea niemals allein – und immer frei, die ihr jeweils angenehmste Körperhaltung einzunehmen (links). Während der Eröffnungsphase des Geburtskanals, so beschreibt Wulf

Schiefenhövel vom Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie die von ihm beobachtete Entbindung (oben), »bleibt der Körperkontakt zur Geburtsbetreuerin stets erhalten«. Selten werde in der Eipo-Gesellschaft »weibliche Solidarität so deutlich wie während der Geburt«

die Entbindung. Hippokrates empfahl ihn für schwierige Geburten und für die Lösung der Plazenta.

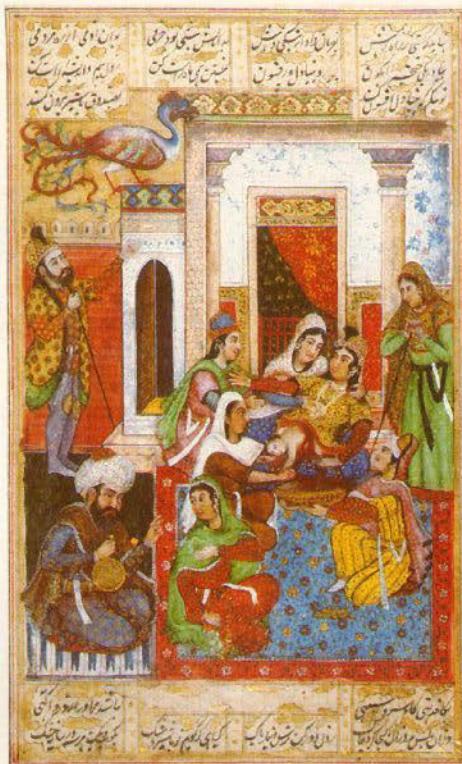
Hockend kamen und kommen auch Chinesinnen nieder. So beschreibt der Arzt Wang Dui Me in einem Lehrbuch der Geburshilfe von 1785 eine „auf Stroh sitzende Kreißende, die unter großer Mühe und Sorge“ und unter „Aufwendung aller ihrer Kraft“ ihr Kind zur Welt bringt.

Stehend oder sitzend, kniend oder halb liegend gebären bis heute Frauen sogenannter Naturvölker. Sie stützen sich dabei auf Pfähle, lehnen sich an Baumstämme, halten sich an Seilen. Ihre Mütter und Schwiegermütter, Freundinnen und weise Frauen – mitunter auch ihre Männer – leisten ihnen Beistand.

Wie Atemne, eine junge Frau vom Stamm der Bime im zentralen Bergland von Neuguinea, ihr erstes Kind zur Welt brachte, haben der Ethnomediziner Gunter Konrad und seine Frau Ursula beobachtet: Nachts setzen bei Atemne heftige Wehen ein. Die Mutter gibt ihrer unerfahrenen Tochter Verhaltensratschläge, zeigt ihr, wie sie sich während der Wehen an zwei Stöcken festhalten kann und wie sie in der Austreibungsphase in der Hocke pressen soll. Sorgenvoll und in gebührendem Abstand nimmt der Ehemann am Geschehen Anteil. In den Wehenpausen legt sich Atemne erschöpft auf ihre linke Seite ins Gras. Dann springt endlich die Fruchtblase. Nun entfernen sich die Angehörigen und überlassen die junge Frau ihrem Schicksal – die Bime fürchten, in dieser Phase könnte ihre Gegenwart Geister stören, die der Geburt einen günstigen Verlauf geben sollen.

Hockend bringt Atemne schließlich am Nachmittag ihr Kind zur Welt. Es gleitet etwa 20 Zentimeter tief ins Gras. Eine gute Viertelstunde vergeht, bevor die junge Mutter zum ersten Mal ihr Baby – ein kleines Mädchen – anblickt. Als es zu regnen beginnt und kühl wird,wickelt sie es samt der Plazenta in Bananenblätter und trägt es ins Frauenhaus. Die Nabelschnur trennen die Bime erst einige Stunden nach der Geburt mit einem Bambusmesser durch.

Die Vorteile der senkrechten Geburtshaltung hatten auch



Die Szene des um 1700 gemalten persischen Bildes schildert die mythische »reine Geburt« des iranischen Sagenhelden Rustem – per Kaiserschnitt. Solche Schnittentbindungen wagten Geburthelfer zwar schon vor dem 17. Jahrhundert – aber nur, wenn die Mutter bei der Geburt gestorben war. Für Mutter und Kind überlebbare Schnittgeburten gab es erst später

manche westlichen Mediziner schon im letzten Jahrhundert erkannt. Als „vortrefflich“ lobte zum Beispiel der englische Missionssarzt C. I. Egan im Jahr 1858 die aufrechte Körperhaltung einer „auf dem Boden sitzenden Negerin“, die den Rücken an einen Pfahl stützte: „Die Frau hat volle Kraft, nach abwärts zu drücken und ihre Wehen zu verarbeiten.“ Der Damm erhalte die

„rechte Stütze dadurch, daß er auf einer festen Unterlage ruht; so kann das Kind mit dem Kopf nicht zu rasch durchtreten“. Die Rückenlage während der Geburt bevorzugen nur einige Frauen bei ganz wenigen Naturvölkern. Manche afrikanische Stämme glauben sogar, daß diese Position den Tod des Kindes herbeiführe.

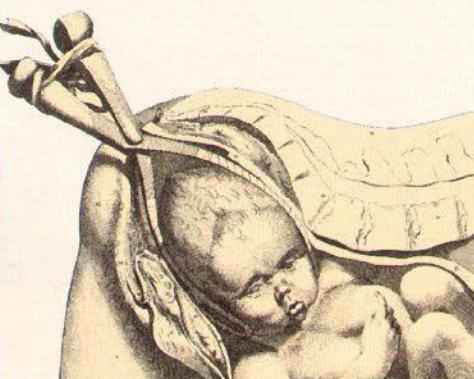
In halb sitzender Körperhaltung kreißten – bis vor nicht allzu

langer Zeit – auch Frauen in Europa. Technische Hilfsmittel wurden vom späten Mittelalter an benutzt: allerlei Sitz- und Stützgeräte für die Frau sowie Instrumente zur „Extraktion“ des Kindes, die wohl oft eher Angst als Zuversicht einflößten.

Die Einführung des Buchdrucks verhalf Mitte des 15. Jahrhunderts geburthilflichen Schriften zu großer Verbreitung – und mit ihnen dem Gebärstuhl. Er war ein stabiles, gelegentlich gepolstertes Möbel aus Holz, mit Lehnen für den Rücken und Griffen oder Stützen für Hände und Arme. Mitunter konnte der Stuhl auch verstellt oder sogar zusammengeklappt werden. Eine Öffnung in der Mitte des Sitzes erlaubte der Hebamme, das Kind von unten her aufzufangen. Sie kauerte auf einem niedrigen Schemel vor dem Stuhl und überwachte die Geburt, indem sie „blind“ – wenn auch kundig – deren Fortgang unter den Rücken der Gebärenden mit den Händen ertastete. Das Schamgefühl war ausgeprägt, und die Hebammen fürchteten, daß die Kälte Mutter und Kind Schaden zufügen könnte.

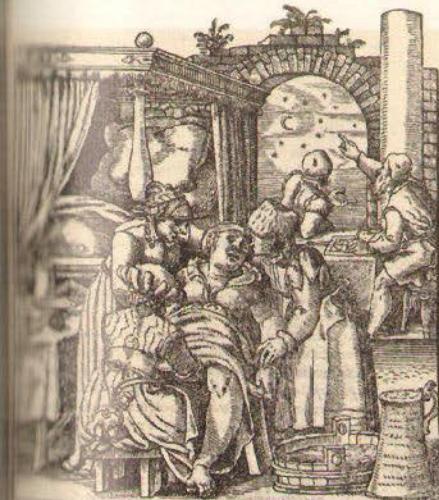
Während der Niederkunft hielt häufig eine Helferin die Kreißende im Rücken. Gelegentlich wurde ihr auch ein langes Tuch um den Oberbauch gewickelt, an dessen Enden dann zwei Helferinnen kräftig zogen: Sie versuchten damit, die „Austreibung“ des Kindes zu fördern.

Die Schamhaftigkeit erreichte im 16. und 17. Jahrhundert ihren Höhepunkt, als werdende Mütter oft hinter einem aufgespann-



Mit Zangen, Haken und anderen, eher abschreckend wirkenden Instrumenten versuchten Mediziner, schwere Geburten zu erleichtern





Während die Hebamme das Kind holt, deuten Astrologen dessen Zukunft (deutscher Holzschnitt, 1580). Die damalige Vorstellung, wie der Fetus wächst, illustriert ein Stich von 1627 aus Padua



Halb sitzend, halb liegend kamen Frauen im Italien des 16. Jahrhunderts nieder



ten Tuch vor ihrer Hebamme und den manchmal anwesenden Geburtshelfern verborgen wurden. In jener Zeit liegen auch die Anfänge der modernen experimentellen Medizin: 1610 gelang dem Wittenberger Chirurg Jermias Trautmann – wahrscheinlich erstmalig – eine Entbindung per Kaiserschnitt, bei der Mutter und Kind nachweislich am Leben blieben. Damals begannen Männer, die – zuvor „weisen Frauen“ vorbehaltene – Geburtshilfe zu übernehmen. Nun wurde die Bequemlichkeit des Arztes bei der Behandlung und bei der Anwendung von Instrumenten wichtiger als die herkömmliche Haltung der Gebärenden. Wie eine Frau ordentlich niederzukommen hatte, bestimmte der berühmte französische Geburtshelfer Mauriceau (1637–1709). Er hatte das „lit de misère“ – das „Elendsbett“ – konstruiert, dessen Hauptvorteil er so beschrieb: „Die Unbequemlichkeit zu vermeiden, die Frau nach der Geburt (ins Bett) transportieren zu müssen.“

Von nun an lagen Kreißende in Europa hilflos wie Maikäfer auf dem Rücken. Das war durchaus zum Vergnügen etwa des französischen Königs Ludwig XIV.: Er liebte es angeblich, seinen Maitresses beim Gebären zuzusehen. Männer schafften also die herkömmliche – physiologisch offensichtlich sinnvolle – Gebährhaltung ab, aber auch eine der Geburtshilfe eher abträgliche Schamhaftigkeit. Ein Mann

war es auch, der Tausenden und Abertausenden von Wöchnerinnen das Leben rettete: Der Wiener Arzt Ignaz Philipp Semmelweis hatte 1847 erkannt, was etwa jede zehnte Frau nach einer Geburt am „Kindbettfeuer“ sterben ließ – die mangelnde Hygiene der Geburtshelfer.

Nicht allen Männern war indessen das „Elendsbett“ eine unantastbare Errungenschaft. „Die Rückenlage“, kritisierte Ende des 19. Jahrhunderts der deutsch-amerikanische Arzt und Ethnologe Gustav Engelmann, „ist nicht allein die naturwidrigste, unphysiologischste. Sie befreit die Frau der Vorteile, welche die Schwerkraft als Hilfsmittel der Austreibung“ bietet.

Engelmanns Kritik fruchtete wenig. Erst in den sechziger Jahren dieses Jahrhunderts schwoll der Unmut wider das horizontale Geburtsgewerbe hörbar an. Renommierte Gynäkologen wie Roberto Caldeyro-Barcia aus Uruguay nannten weitere Gründe gegen das Gebären im Bett – vor allem die Gefahr für die Blut- und damit Sauerstoffversorgung des Ungeborenen: Wenn die Kreißende auf dem Rücken liegt, drückt das Kind mit seinem ganzen Gewicht auf die mütterliche *Vena cava inferior*, die wichtigste Vene im Unterleib.

Gleichwohl verteidigen andere Fachärzte die Niederkunft im Liegen hartnäckig bis in die Gegenwart: Geburtshilfliche Eingriffe ließen sich besser vornehmen, die Herztöne des Kindes

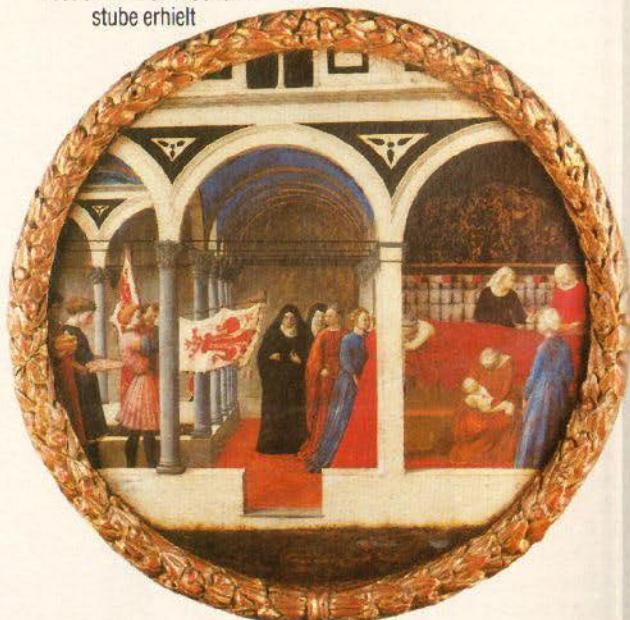
besser überwachen, der Geburtsverlauf besser kontrollieren.

In der Tat können sich die Erfolge der modernen Geburtshilfe sehen lassen. Vor allem die erhöhte Aufmerksamkeit der Ärzte für die Gesundheit des Kindes vor, während und unmittelbar nach der Geburt – die „perinatale Medizin“ – erhöhte die Überlebenschancen besonders bei

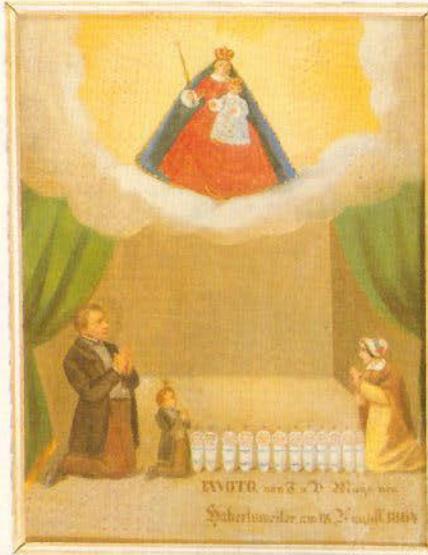
problematischen Entbindungen. So konnte etwa in der Bundesrepublik die Neugeborenen-Sterblichkeit von 2,7 Prozent im Jahr 1967 auf heute rund 0,7 Prozent gedrückt werden – ein Erfolg, der auch werdende Mütter beeindruckte. Sie nahmen in Kauf, vor der Niederkunft mit allerlei Meßgeräten verkabelt und somit zusehends bewegungsunfähiger zu werden.

Hebammen und Geburtshelfer waren in den siebziger Jahren bestrebt, den Frauen in Vorbereitungskursen die Angst vor der neuen Technik zu nehmen. Es

Geburtshilfe war noch nahezu ausschließlich Frauensache, als im 15. Jahrhundert eine vornehme Florentinerin Besuch in ihrer Wochenstube erhielt



Mit einem Votivbild gedachte ein deutsches Elternpaar Mitte des letzten Jahrhunderts seiner 13 früh gestorbenen Kinder. Erst bessere Hygiene, dann Schutzimpfungen und schließlich Antibiotika drückten die einst horrende Kindersterblichkeit aufs heutige Maß



setzte – verstärkt durch den Geburtenrückgang – ein regelrechtes Werben um die Schwangeren ein. Sie sollten sich wohl fühlen. Nun durften auch die – zuvor nicht einmal in der Nähe des Kreissaals geduldeten – Väter bei der Geburt mit dabeisein. Nach dem Motto „Wir sind schwanger“ wuchsen werdende Väter über die Rolle des Händchenhalters hinaus: Da sie – im Idealfall – an den Vorbereitungskursen teilgenommen haben, können sie ihre Frauen massieren und mit ihnen im eingübten Rhythmus atmen.

Sogar den Babys, den fast vergessenen Hauptpersonen des Spektakels, wurden emotionale Bedürfnisse zugestanden. Seitdem sichert ihnen das „Rooming-in“ einen Dauerplatz neben ihren Müttern.

Damit gaben sich die Frauen jedoch keineswegs zufrieden. Sie informierten sich zunehmend über unterschiedliche Geburtspraktiken und ließen nicht mehr einfach über sich ergehen, was in den einzelnen Kliniken üblich war. Ein „natürlicherer“, menschlicherer Ablauf der Entbindung wurde ihnen ebenso wichtig – manchmal sogar wichtiger – als technisch perfektionierte Sicherheit. Sie wollten die vielleicht bedeutendste Erfahrung ihres Lebens möglichst wach und bewußt miterleben, ja genießen.

Vielen Frauen genügten freilich der Kindsvater im Kreissaal und das Baby am Wochenbett

noch immer nicht. Sie wünschten, zu Hause zu entbinden, und nahmen dabei die Unbequemlichkeit eines Wohnzimmers oder Küchentischs ebenso in Kauf wie die größeren Risiken für das Kind. Andere wiederum forderten, das Kind solle „sanft“ und „ohne Gewalt“ zur Welt kommen, so wie es Frédéric Leboyer und Michel Odent in Frankreich praktizierten. Der Trend zur „sanften Geburt“

Das aus dem Ei schlüpfende Baby – ein Ammenmärchen, 1885 in Frankreich als Pralinen-schachtel realisiert



wurde zudem durch neue, erstaunliche Erkenntnisse über die Erlebnisfähigkeit von Neugeborenen gefördert, die das junge Fachgebiet der „Neonatologie“ beisteuerte.

Das erwachende Interesse am Wohlergehen der Babys dämpfte zugleich den Enthusiasmus für schmerzstillende Medikamente. In den sechziger Jahren war die „Schlafgeburt“ – bei der die Frauen erst aus ihrer Narkose aufwachten, wenn das Kind geboren war – große Mode. Sie wurde ein Jahrzehnt später von der damals heißbegehrten Peridural-Anästhesie abgelöst: Bei ihr bleibt die Gebärende bei vollem Bewußtsein, während ein in die Außenhülle – die „Dura“ – des Rückenmarks gespritztes Schmerzmittel die Geburtspein lindert. Heute lässt sich der Schmerz per Infusion mit einem Dauerkatheter so gezielt niedern, daß eine Betäubung des Kindes fast ganz vermieden werden kann. Die Ideallösung eines komfortablen Geburtserlebnisses war, so schien es, endlich gefunden.

Doch auch die Peridural-Anästhesie blieb nicht der letzte Schrei. Anfang des Jahrzehnts war sie im Hamburger Allgemeinen Krankenhaus Barmbek – mit mehr als 2000 Geburten pro Jahr eine der größten Entbindungsstationen der Bundesrepublik – noch bei 70 Prozent aller Fälle angewandt worden. Inzwischen lassen sich dort nur noch 30 Prozent der Gebärenden die Teilnarkose verabreichen. „Schmerzen“, erklärt Klinikchef Konstantin Martin, „werden heute als Teil eines natürlichen Geschehens weitgehend akzeptiert“.

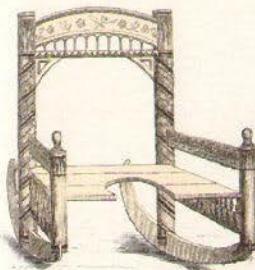
Martin setzt in seiner Abteilung auch unkonventionelle Mittel gegen Wehenschmerzen ein: homöopathische Präparate, Akupunktur und Reflexzonen-Therapie, bei der Kochsalzlösungen an bestimmten Nervenpunkten eingespritzt werden. Seine Erfahrungen damit sind gut.

Noch bessere Erfahrungen im Sinne einer angsthemmenden Psycho-Prophylaxe macht Martin mit einem kürzlich gestarteten Modellversuch, bei dem jede schwangere Probandin von Anfang an von einer bestimmten Hebammie betreut wird: Sie kommt auch ins Haus, wenn die

werdende Mutter nicht zur Untersuchung erscheint; sie ist verfügbar, wenn sich die Geburt ankündigt; sie kümmert sich während der Entbindung und anschließend am Wochenbett um Mutter und Kind. „So ist“, sagt Martin, „eine lückenlose und für die werdende Mutter beruhigende Überwachung gesichert, was sonst in Deutschland keineswegs selbstverständlich ist.“

Methoden und Moden der Geburtshilfe lösten sich innerhalb der letzten Jahrzehnte mit wachsender Geschwindigkeit ab. Einige Trends konnten sich nicht durchsetzen – die „schmerzlose Geburt“ und die Entbindung zu Hause, die Niederkunft unter Wasser ebenso wie die von Gynäkologen zugun-





Gebärstühle waren bis ins 18. Jahrhundert üblich. Jetzt kommen sie – wie hier in einer Wiener Klinik – wieder in Mode



sten einer besseren Planbarkeit des Klinikbetriebs erfundene „programmierte Geburt“: Sie waren unrealistisch oder zu risikant für Mutter und Kind. Manch vorteilhafte Methoden oder Geräte fanden jedoch – teils abgewandelt – ihren Weg in die inzwischen viel flexibleren Entbindungspraktiken. So wird in vielen europäischen Kliniken der ehrwürdige Gebärstuhl – modernen Erkenntnissen angepaßt – wiederentdeckt.

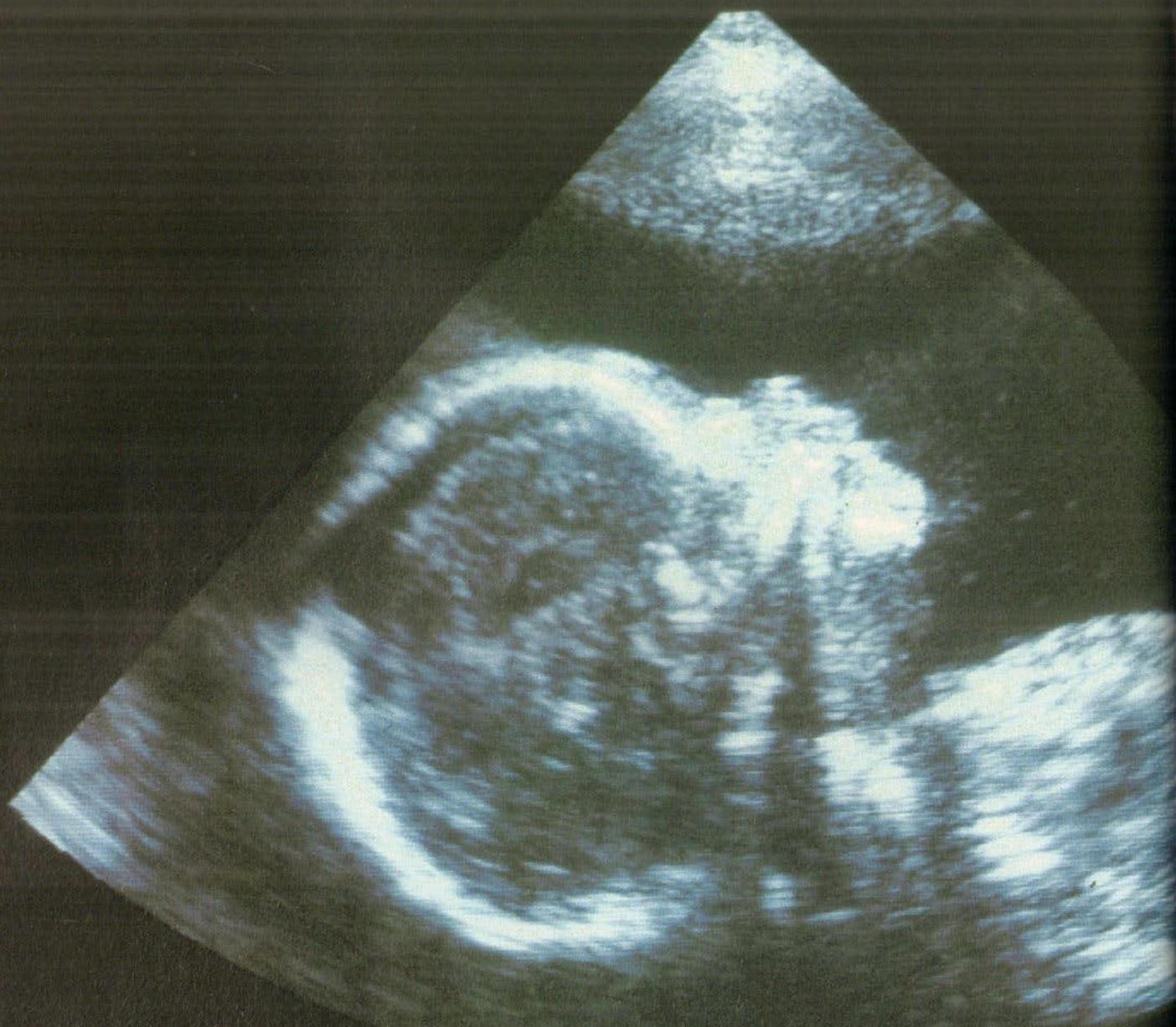
Heute können Frauen dank moderner Technik während der unterschiedlichen Geburtsphasen frei die für sie angenehmste Haltung wählen – Sitzen, Liegen, Hocken und sogar den „Vierfüßerstand“: Die drahtlose – telemetrische – Überwa-

chung von Mutter und Kind über einen Mini-Sender auf dem Bauch der Frau ermöglichen völlige Bewegungsfreiheit. Die Schwangeren können sogar im Park neben der Klinik spazieren gehen. Die Statistik scheint dieser unorthodoxen Geburthilfe recht zu geben: „Die perinatale Sterblichkeit bei uns“, sagt Martin, „ist fast null“. Am wichtigsten sei jedoch „die Droge Hebamme und Arzt“: „Je besser und lieblicher eine Frau sich versorgt fühlt, desto weniger Medikamente braucht sie, desto risikoärmer verläuft die Geburt.“ □

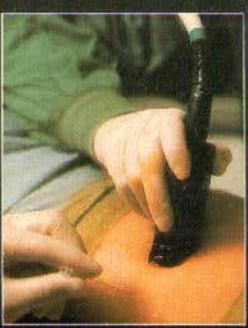
Katharina Zimmer, langjährige Redakteurin des „Zeitmagazin“ und Buchautorin („Das Leben vor dem Leben“), arbeitet als freie Journalistin in Paris.

Der letzte Schrei beim Gebären: Niederkunft, sitzend im (Schwarzen) Meer. Der sowjetische Arzt Igor Tjarkowsky propagiert seit einigen Jahren die Idee, Babys würden sich besser entwickeln, wenn sie im Ur-Element allen Lebens – im Meer – zur Welt kämen





Klarzeichnet sich das Portrait eines kranken Fetus auf dem Monitor eines Ultraschallgeräts der Universitätfrauenklinik Bonn ab. Dort schiebt der Arzt eine feine Hohlnadel durch die Bauchdecke der Mutter bis zur Nabelvene des Fetus. Dessen Blut muß wegen einer Rhesus-Unverträglichkeit ausgetauscht werden. Der Weg der Nadel wird auf dem Monitor überwacht



DEPTH = 120
ACUSON 3/V

PWR = 0dB
50dB 1/4/2
GAIN = 2dB

FETAL-THERAPIE

Der Blick in den Mutterleib mit Hilfe neuer Techniken ermutigt Ärzte, kranke Feten schon »pränatal« - vor der Geburt - zu behandeln. Das wichtigste Instrument der Mediziner ist dabei eine dünne Hohlnadel

Der rettende Stich ins werdende Leben

von KATHARINA ZIMMER

Deutlich erscheint die Silhouette des Patienten auf dem Bildschirm. Sein Bauch, das sieht Yves Dumez sofort, wölbt sich prall wie ein Ballon. Und das ist kein gutes Zeichen.

Die junge Frau auf der Liege ahnt noch nichts von der Krise. Mit schrägsgelegtem Kopf versucht sie, die seltsamen Muster auf dem Schwarzweiß-Monitor des Ultraschallgeräts zu deuten. Die Linien und Flecke sind Bilder ihres Kindes, das sie seit 26 Wochen unterm Herzen trägt. Ihr Gynäkologe hat ihr verraten, daß es ein Junge wird, und sie hat sich schon einen Namen ausgesucht: Nicolas*.

Yves Dumez kennt die Gefahr, in der Nicolas schwebt. Sein trainiertes Auge hat registriert, daß der winzige, nur 31 Zentimeter lange Körper von zu wenig Fruchtwasser umgeben ist. Nun streicht der Leiter der Abteilung für Fetalmedizin am Pariser

Universitätskrankenhaus Port Royal mit dem Ultraschallgerät über den Bauch der werdenden Mutter hin und her. Nach einem Suchen wird er fündig: Die Blase des Fetus ist viel zu groß. Vermutlich ist die Harnröhre verschlossen und der Urin kann nicht abfließen.

Dumez weiß, was das bedeutet: Wenn die Mißbildung nicht von selbst zurückgeht, werden Nicolas' Nieren unweigerlich geschädigt. Und wenn das Fruchtwasser völlig verschwindet, wird der ungedämpfte Druck des Mutterleibes den Körper des ungeborenen Kindes verformen. Dann können die Lungen sich nicht normal entwickeln. Das aber, so muß der Arzt seine Patientin aufklären, käme einem Todesurteil über den Fetus gleich.

Die schwangere Frau beschwört Yves Dumez, alles zu tun, um ihr Kind zu retten. Sie hat Glück: Der Pariser Facharzt zählt zu den weltweit wenigen Spezialisten, die derart geschädigten Feten helfen können. Und nach schwerer Entscheidung - die Operation ist nur in wenigen Fällen

*Der Name wurde von der Redaktion geändert

len aussichtsreich – entschließt er sich, den Eingriff zu wagen.

Fetal-Chirurgie: Das klingt nach heroischen Heilversuchen, bei denen Ungeborene aus dem Mutterleib geschnitten, operiert und wieder in den Uterus zurückgesteckt werden. In der Tat hatte 1985 in San Francisco ein Team um den Kinderchirurgen Michael Harrison mit dieser Prozedur Erfolg: Die Ärzte öffneten, wie bei einem Kaiserschnitt, die Gebärmutter, nahmen den 23 Wochen alten Fetus heraus, ohne die Nabelschnur zu kappen, und korrigierten dessen verstopfte Harnröhre. Nach einer Viertelstunde wurde der Fetus zurück in seine Mutter verpflanzt. „Baby Mitchell“ überlebte den Eingriff und erblieb neun Wochen später – nach Kaiserschnitt – „offiziell“ das Licht der Welt.

Vor und nach Harrisons Pioniertat gab es jedoch allzu viele Mißerfolge, die mit dem Tod der Feten endeten. In einigen Fällen ging zudem die zunächst erkennbare Mißbildung mit der dazugehörigen Schwellung noch im Mutterleib von allein zurück, so daß die betroffenen Kinder ohne ärztliches Zutun gesund zur Welt kamen. Andere dagegen schienen – behandelt oder nicht – unrettbar zum Tode verurteilt zu sein. Viele Ärzte stellten deshalb den Sinn des Eingriffs in Frage.

„Es gibt offensichtlich eine Gewinner- und eine Verlierergruppe“

Gar nicht heroisch, dafür erfolgreich gehen heute Spezialisten wie Yves Dumez und dessen deutscher Kollege Manfred Hansmann vor, Leiter der Abteilung Fetalmedizin an der Universitätsfrauenklinik Bonn. Ihr Prinzip: Sie belassen die ungeborenen Patienten im Mutterleib und behandeln deren verstopfte Blasen – aber auch Herzrhythmusstörungen, Blutkrankheiten sowie Flüssigkeitsansammlungen in Bauch, Lunge und Kopf – mit Hilfe feiner Hohlnadeln. Diese lassen sich ohne große Probleme durchs mütterliche und fetale Gewebe bis zum jeweiligen Krankheitsherd vorantreiben. Durch oder über die Nadel kann dann ein Schläuchlein – der „Shunt“ – zur Ableitung unerwünschter Flüssigkeit geschoben werden (siehe Grafik).

Mit ihren schonenden Nadelstichen scheinen Dumez und seine Fachkollegen auf dem richtigen Weg zu sein. Beim Treffen der gut zwei Dutzend führender Fetalmediziner Ende 1988 in Chicago – Thema: „Ausblick auf das 21. Jahrhundert“ – berichtete zum Beispiel Manfred Hansmann über seine Erfahrungen aus vielen hundert Eingriffen, darunter etlichen, die direkt ins Herz eines Ungeborenen zielten: „Wir hatten einen schwer geschädigten Fetus in der 29. Woche behandelt: Diagnose – Spina bifida mit Hydrozephalus. Nach einer Punktions des Herzventrikels hatte sich sein vorher schon desolater Zustand verschlechtert. Der Fetus drohte zu sterben. Es gab nur noch eins: Wiederbele-

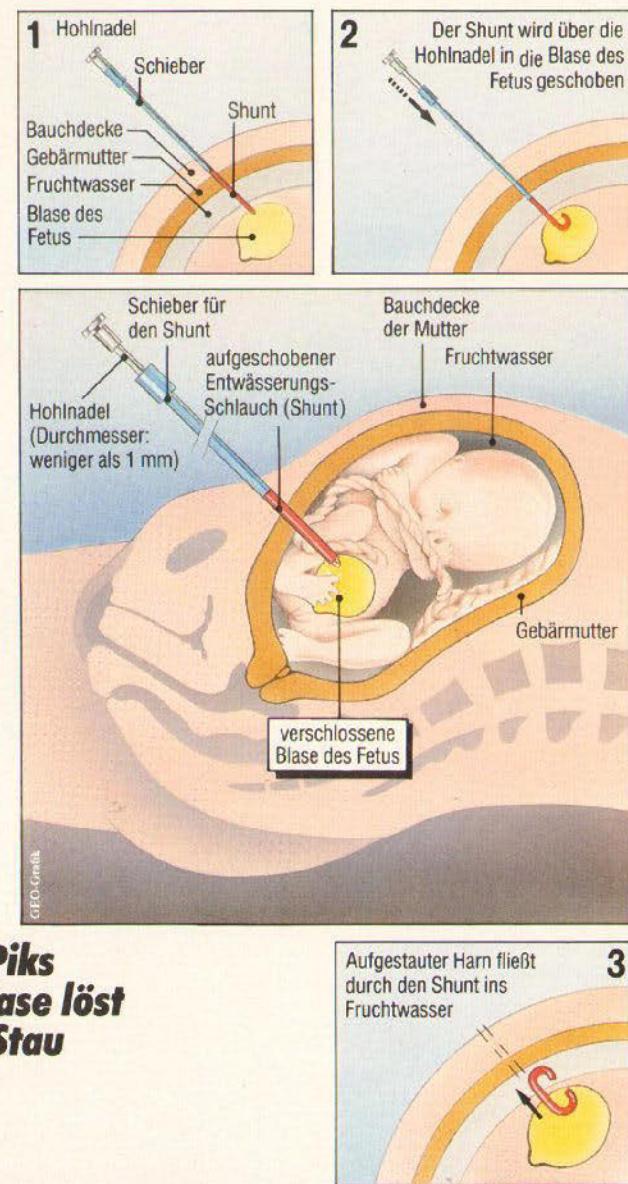
bung mit einer Adrenalin-Alupent-Injektion ins Herz. Für alles andere war es zu spät.“ Die Reanimation war erfolgreich.

Längst sind in der Gebärmutter vorgenommene – „intrauterine“ – Bluttransfusionen Routine, etwa bei Anämien oder bei der immunologisch bedingten Rhesus-Unverträglichkeit zwischen Mutter und Kind: Die gängige Methode – per Hohlnadel über die Nabelschnur – ist heute bei 19 von 20 behandelten Kindern erfolgreich.

Obwohl die Nadeln von Fachärzten schon routiniert und sicher gesetzt werden, ermahnten sich die Spezialisten in Chicago gegenseitig, auch weiterhin Vorsicht walten zu lassen. Denn noch ist das Risiko für die so behandelten Kinder hoch. Vor allem bei Harnwegsverschlüssen müssen die Mediziner mehr und verlässlichere Kriterien bestimmen als bisher: Welche Feten haben bei einer „Shunting-Operation“ überhaupt eine Chance, unbeschadet zur Welt zu kommen?

„Wir kommen“, gesteht Manfred Hansmann ein, „nicht darum herum: Es gibt ganz offensichtlich eine Gewinner- und eine Verlierergruppe.“

Die Chancen ihrer ungeborenen Patienten versuchen die behandelnden Ärzte mit Hilfe unterschiedlicher Diagnosen abzuschätzen. Zunächst prüfen sie per Ultraschalluntersuchung, ob der Fetus an keiner weiteren Mißbildung leidet. Es folgt eine Blutprobe direkt aus der Nabelschnur, mit der geklärt werden kann, ob eine Chromosomen-Anomalie wie Trisomie 21 (Down-Syndrom oder Mongolismus) vorliegt. Dann muß sich mindestens eine der beiden Nieren als intakt und vor allem frei von Zysten erweisen. Die dazu nötigen Untersuchungen zeigen zugleich, ob die Harnwege funktionsfähig sind: Per Punktions wird dem Fetus Urin entnommen und dessen Natriumgehalt überprüft, der nicht zu hoch sein darf; ein zweiter Test bestimmt den Anteil des Proteins Beta-2-Mikroglobulin. Die-

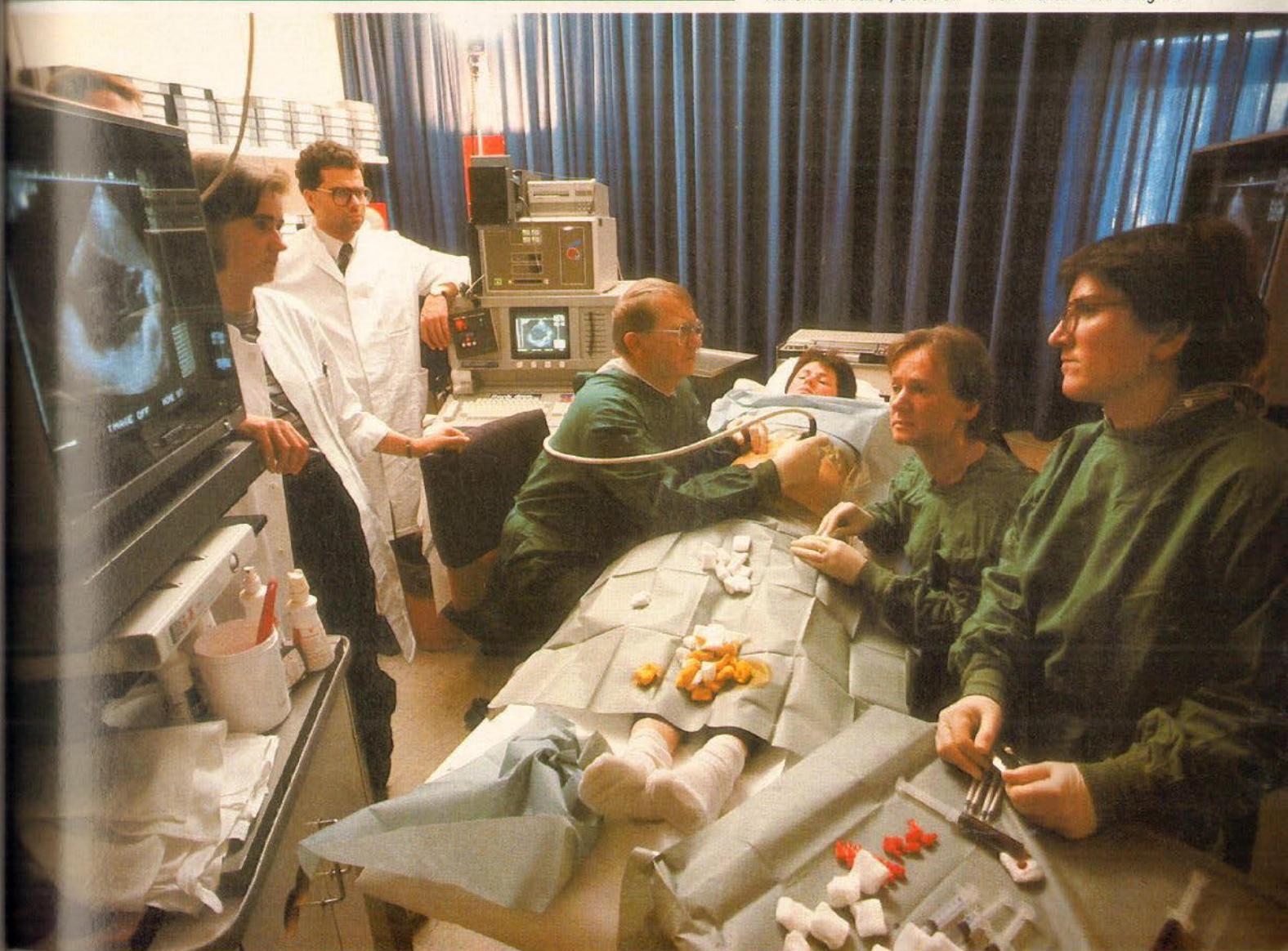




Im Notfall geht die Nadel mitten ins Herz

Ultraschallbilder verraten heute dank raffinierter Computerprogramme und mit Hilfe des »Doppler-Effekts« sogar die Fließrichtung des fetalen Blutes: Auf dem Monitor (links) sind die auf die Ultraschallsonde zulaufenden Gefäße rot und die von ihr wegführenden blau eingefärbt. In der Universitätsfrauenklinik Bonn ist das Team von Manfred Hansmann dabei, einen an

Rhesus-Unverträglichkeit leidenden Fetus zu behandeln, dessen Blut durch eine Hohlnadel über die Nabelvene ausgetauscht werden soll. Während Hansmann die Ultraschallsonde auf dem Bauch der Schwangeren hält, überwacht der ihm gegenüberstehende Oberarzt Rainer Bald mit beständigem Blick auf den Bildschirm den Verlauf des Eingriffs



ser Eiweißstoff – er stammt aus der Plazenta – gelangt nach der 20. Entwicklungswöche normalerweise nicht mehr in den Urin des Ungeborenen.

Für Yves Dumez ist der Beta-2-Mikroglobulin-Gehalt das letzte ausschlaggebende Kriterium für oder gegen einen Eingriff. Wenn der Wert unter einer bestimmten Grenze liegt und der Fetus schon mindestens 34 Wochen alt ist, kann ihm die Nadel erspart werden: Dann wird die Geburt vorzeitig eingeleitet und der Harnwegsverschluß anschließend auf herkömmliche Weise operiert. Fällt der Testwert dagegen zu hoch aus und ist der Fetus jünger als 34 Wochen, entscheidet der Pariser Spezialist sich für's „Shunting“.

Bei Nicolas liegt der Wert über der Grenze. Einige Tage nach der Untersuchung desinfizieren Krankenschwestern den leicht gerundeten Leib seiner Mutter auf dem Operationstisch und decken ihn mit sterilen Tüchern ab. Nur ein etwa 20 mal 25 Zentimeter großes Rechteck Haut bleibt frei. Am Bildschirm des Ultraschallgeräts neben Dumez' OP-Tisch wacht ein zweiter Arzt; er wird während der gesamten Operation den kleinen Patienten nicht aus den Augen lassen. Auf dem Monitor wölbt sich jetzt die pralle Blase des kranken Fetus.

Yves Dumez beruhigt die ängstlich zusehende junge Frau: „Wir brauchen keine Narkose, nur eine kleine Lokalanästhesie. Achtung, jetzt pikst es ein bißchen.“ Er gibt seiner Patientin eine Spritze in die Bauchdecke. Dann schiebt er vorsichtig die dünne Hohlnadel in ihren Leib, wobei er jede Bewegung auf dem Monitor kontrolliert. Das Ultraschallgerät enthüllt, wie das feine Instrument den Körper des Fetus erreicht und durch die Bauchdecke des Kindes in die aufgetriebene Blase hineingleitet.

»Wir hatten die Wahl, entweder passiv zuzusehen – oder sofort zu handeln«

Als erstes entnimmt der Arzt eine Urinprobe, die sofort analysiert wird. Dann schiebt er die biegsame Sonde – den Shunt – in die Hohlnadel. Sobald der Shunt am anderen Ende des starren Röhrchens austritt, kringelt er sich wie ein Schweineschwanz, so daß er nicht aus der Blase rutschen kann, sollte sich der Fetus bewegen. Danach zieht Dumez die Nadel langsam aus dem fetalen Körper zurück, bis deren Spitze wieder in die Fruchtblase reicht. Nun rutscht das andere Ende des Shunt heraus, kringelt sich ebenfalls und fixiert somit den dünnen Schlauch über der Bauchdecke des Fetus. Jetzt kann die Nadel auch aus dem Mutterleib gezogen werden. Die Operation ist beendet.

Auf dem Bildschirm verfolgen die Ärzte den augenblicklichen Erfolg ihres Eingriffs: Durch den Shunt strömt Urin aus der prallgefüllten Blase des Fetus hinaus ins Fruchtwasser. Mit dem künstlichen Harnleiter – der „Drainage“ – hat Nicolas eine gute Chance, unbeschadet zur Welt zu kommen. Gleich

nach der Geburt wird ihm dann eine zweite, relativ unproblematische Operation bevorstehen: Seine Harnröhre muß durchlässig gemacht und der Shunt entfernt werden.

Die Erfolge der Fetalmediziner sind keineswegs selbstverständlich. Denn die neue Disziplin existiert eigentlich erst seit Beginn der achtziger Jahre. Noch ist jeder neue Behandlungsschritt ein Wagnis – wie zum Beispiel 1984, bei der ersten Bluttransfusion direkt ins Herz eines ungeborenen Kindes.

„Wir hatten“, erinnert sich Manfred Hansmann an die beklemmende Entscheidung, „die Wahl, entweder auf dem Bildschirm passiv zuzusehen, wie der Fetus stirbt – oder sofort zu handeln.“ Gemeinsam mit seinem kanadischen Kollegen Duncan Farquharson, der sich als Gast in Bonn aufhielt, entschloß er sich, einen riskanten Stich zu wagen. Das Kind litt an einer Rhesus-Unverträglichkeit: „Zu einer der üblichen Transfusionen war es zu spät, also versuchten wir, das Blut direkt in die rechte Herzkammer zu leiten.“ Der diffizile Eingriff gelang.

Pionier des Blutaustauschs bei Ungeborenen – und damit der fetalen Therapie überhaupt – war Anfang der sechziger Jahre Sir William Liley in Neuseeland. Damals wurde das Blut noch in den Bauchraum des Fetus transfundiert. Davon sind die Ärzte längst abgekommen. Heute übertragen sie das Blut bei Rhesus-Unverträglichkeit oder Anämie gewöhnlich per Hohlnadel in die Nabelschnur. Auch der Austausch über die rechte Herzkammer wird – zumindest in Bonn – schon relativ häufig praktiziert. Dank der neuen Transfusionsmethoden haben sich die Heilungschancen der betroffenen Kinder von einst 30 auf inzwischen rund 95 Prozent erhöht. Davon profitieren auch Ungeborene mit anderen Krankheiten. So berichtete Hansmann in Chicago über die bisher einmalige Behandlung eines leukämiekranken Fetus: Drei Wochen nach dem Blutaustausch konnte das Kind geboren und als geheilt in die Welt draußen entlassen werden.

Die meiste Erfahrung hat Manfred Hansmann bei Feten mit Ödemen und Wassersäuungen im Oberkörper gesammelt. Diese merkwürdigen, „Hydrops“ und „Hydrothorax“ genannten Syndrome lassen die Lungen der Feten verkümmern, wenn die aufgestaute Flüssigkeit nicht – ähnlich wie bei einer verschlossenen Harnblase – vor der Geburt mit Hilfe eines Shunt abgeleitet werden kann. In einer weltweit einzigartigen, 400 Fälle umfassenden Studie konnte der Bonner Professor nachweisen, daß diese Leiden überwiegend auf Blut- und Herzkrankheiten zurückgehen, wenn sie nicht durch immunologische Störungen wie die Rhesus-Unverträglichkeit ausgelöst werden. Die Untersuchung läßt überdies keinen Zweifel daran, daß ein Fetus mit einer Mißbildung des Herzens trotz eines „Shunting“ keine Überlebenschance hat.

Dieses Verdict gilt nicht mehr bei fetalen Herzrhythmusstörungen. Unbehandelt schädigt eine solche Tachykardie das Herz des Ungeborenen irreversibel – es schlägt

dann bis zu 300mal pro Minute und damit doppelt so schnell wie normal. Heute läßt sich die Störung gut behandeln, selbst wenn sie zusammen mit einem Hydrothorax oder Hydrops auftritt. In etwa vier von fünf Fällen genügt es, der Mutter Medikamente zu geben, die das ungeborene Kind über die Plazenta erreichen. Gelegentlich injizieren Fetalmediziner die Mittel jedoch direkt in die Nabelschnurvene, um eine genauere Dosierung und schnellere Wirkung zu erzielen. Diese medikamentöse Direktbehandlung erfordert wegen der unmittelbaren Gefahren außerordentliche Erfahrung und viel Finger-



spitzengefühl. „Unser Wissen aus der Neugeborenenmedizin“, gesteht Hansmann, „hilft uns hier kaum. Beim Fetus ist alles anders.“

Fortschritte der Fetalmedizin lassen sich nicht erzwingen. Probleme gibt es genug, etwa bei der Behandlung bestimmter erblicher Krankheiten – Defekten bei der Bildung roter und weißen Blutzellen, aber auch durch mangelhafte Enzyme verursachte Stoffwechselstörungen.

Ungeborene mit solchen Leiden könnten – wie Fetalmediziner mit Blick auf die Kinderheilkunde vermuten – vielleicht von einer

Knochenmarktransplantation profitieren, bei der die „Stammzellen“ aller Blutzellen übertragen werden. Erste Versuche englischer Forscher mit Affen- und Mäusefeten enttäuschten: Der gefürchtete Abstoßungseffekt ließ sich nicht ganz ausschalten.

Wenn es, so spekuliert Yves Dumez, eine Möglichkeit gäbe, das Knochenmark bereits vor der 13. Woche zu übertragen, könnte der Abstoßungseffekt unterlaufen werden. Denn die dafür verantwortlichen weißen Blutzellen – immunologisch wirksame Lymphozyten – sind dann noch nicht „kompetent“. Das Ungeborene ist zu diesem Zeit-

punkt jedoch noch sehr zart; der Eingriff könnte die Schwangerschaft gefährden. Was tun?

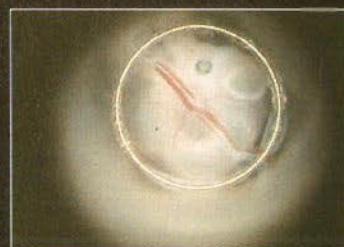
Eine elegante Idee kam dem Pariser Gynekologen unlängst bei einer seiner Lieblingsbeschäftigungen, der Embryo- und Fetuskopie. Sie erlaubt ihm, mittels eines durch die Vagina eingeführten Sehrohrs ein unborenes Kind im Mutterleib zu beobachten. Als er bei einer seiner ungezählten Untersuchungen wieder einmal einen Dottersack vor Augen hatte, ging ihm ein Licht auf.

Beim menschlichen Embryo verschwindet das nur wenige Millimeter große Dottersack-



Die Abwehr durch den Dotter stärken?

Der Dottersack – die gefäßreiche kleine „Kugel“ im großen Foto – bildet embryonale Blutzellen. Bei der „Embryoskopie“ – rechts ein Blick mit dem Sehrohr auf Dottergefäß und Embryo – kam dem Pariser Arzt Yves Dumez die Idee, Embryos mit ungenügender Blutbildung zu helfen: durch das Verpflanzen blutbildender Stammzellen in den Dottersack. Wichtig vor jeder pränatalen Behandlung ist die Kontrolle, ob Chromosomen-Schäden vorliegen (rechts)



»Selektive Reduktion« – eine Fehlleistung der Medizin

Heutztage", so hob ein Leitartikel des "New England Journal of Medicine" im April 1988 an, „ist es nicht unüblich, daß auch vielversprechende neue Therapien eine ‚Kehrseite‘ haben.“ Als „schlagendes Beispiel“ dafür nannte das angesehene amerikanische Fachblatt dann die Folgen moderner Sterilitätsbehandlung: Frauen, die mit vier, fünf oder noch mehr Leibesfrüchten schwanger gehen.

Seit Ärzte gelernt haben, Unfruchtbarkeit mit hormonell stimulierter Ovulation, In-Vitro-Befruchtung und Embryo-Transfer zu überwinden, kommen Drillinge 60mal, Vierlinge gar bis zu 500mal häufiger vor als früher. Solche Mehrlingsschwangerschaften aber gefährden die Gesundheit der werdenden Mutter und mindern drastisch die Chancen der Ungeborenen, lebend – und gesund – zur Welt zu kommen.

Für solche Fälle bieten Reproduktionsmediziner seit einigen Jahren eine weitere Errungenschaft ihres Fachs an: die „selektive Reduktion“. Hinter dem Fachausruck verbirgt sich die Methode, einzelne Embryonen gezielt zu töten. Der Eingriff erfolgt wie die operative Fetal-Therapie im Mutterleib mit einer Hohlnadel (siehe Grafik Seite 122). Dabei wird einem acht bis zwölf Wochen alten Embryo eine lähmende Substanz direkt ins Herz injiziert, wodurch fast augenblicklich der Tod eintritt. Das umliegende Gewebe resorbiert den winzigen abgestorbenen Körper bis zur Geburt der verbleibenden Kinder.

Befürworter halten die selektive Reduktion bei drei Indikationen für ethisch vertretbar:

- Wenn einer oder mehrere Embryonen schwer geschädigt sind;
- wenn einzig durch das Opfern eines oder mehrerer Keime den anderen Ungeborenen eine Überlebenschance gegeben werden kann;
- wenn die Mehrlingsschwangerschaft – wie bei rund der Hälfte aller Fünflings- oder Sechslingschwangerschaften – Gesundheit oder Leben der werdenden Mutter bedroht.

Bei zwei Indikationen bürdet die selektive Reduktion Eltern und Ärzten ein kaum lösbares ethisches Dilemma auf: Welche der herbeigeschönten, mit hormoneller Hilfe entstandenen und ansonsten gesunden Leibesfrüchte sollen geopfert werden? Außerdem ist sie mit einem hohen medizinischen Risiko behaftet: Etwa jeder vierte Eingriff hat eine Fehlgeburt und damit den Tod aller Mehrlinge zur Folge.

1988 wurde das Unbehagen über diese Folge allzu flotten Fertilisierens unüberhörbar. So warnte Hermann Hepp, Chefarzt der Universitätsfrauenklinik München-Großhadern, vor einer „gleichermaßen zynischen und perversen Entwicklung“: Ärzte und Patienten könnten leichtfertig solche Sterilitätsbehandlungen auswählen, bei denen Mehrlingsschwangerschaften häufig sind, weil sie die selektive Reduktion von vornherein einplanen. Diese „Fehlleistung der Medizin“ (Hepp) soll ein im April 1989 vorgelegter Bericht der Bundesärztekammer korrigieren. In ihm wird gefordert, daß deutsche Ärzte etwa nach In-Vitro-Fertilisationen nicht mehr als drei Embryonen in die Gebärmutter einer Patientin verpflanzen.

chen bis zur Geburt fast vollständig. Sein Gewebe ist von vielen Blutgefäßen durchzogen und spielt bei der frühen Blutbildung des Embryos eine Rolle. Da zwischen den Gefäßen dieses Gebildes und der fetalen Leber eine Verbindung besteht, schlägt der Mediziner vor, Knochenmarkzellen nicht in den zarten Körper des Ungeborenen, sondern – unter endoskopischer Kontrolle – ins Gewebe oder in die feinen Blutgefäße des Dotteracks zu transplantieren. Später könnten dann per Hohlnadel gewonnene Blutproben zeigen, ob die übertragenen Stammzellen tatsächlich ihr Ziel – zunächst die Leber und dann das Knochenmark des Fetus – erreicht haben. Das wäre der Beweis, daß diese fremde, sozusagen „gesunde“ Zellpopulation vom Körper des Empfängers akzeptiert worden ist und sich nun weiter vermehrt. Damit hätte das Ungeborene bessere Überlebenschancen. Ob der alternative Weg des Yves Dumez gangbar ist, müssen nun Forschungsarbeiten erweisen.

Nicht das Skalpell, die Hohlnadel ist das Instrument der Wahl

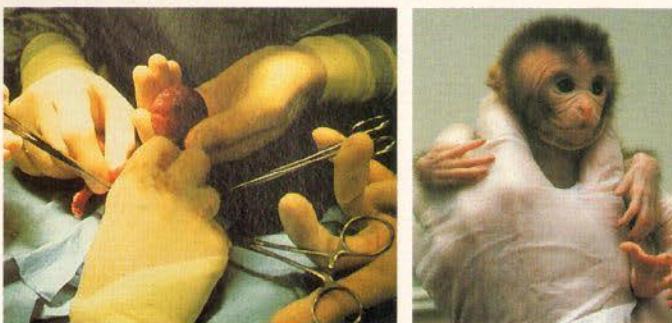
Das oberste Ziel der Fetalmedizin, darin waren sich die Experten in Chicago mit Manfred Hansmann einig, „muß es sein, dem Fetus so wirksam wie möglich zu helfen und dabei ihn und seine Mutter so wenig wie möglich zu gefährden“. Für die meisten Fachleute ist daher nicht das Skalpell, sondern die Hohlnadel das Instrument der Wahl.

Michael Harrison jedoch, der insgesamt sechs Feten mit verschlossener Harnröhre außerhalb der Gebärmutter operiert hat, von denen drei überlebt haben, möchte solche extrauterinen Eingriffe sogar noch auf andere Fälle ausweiten. Bei Versuchen an Tieren will sein Team unter anderem herausfinden, ob Wunden bei Feten weniger Narben hinterlassen als später bei Kindern, die gleich nach der Geburt – etwa wegen einer Hasenscharte – operiert werden müssen. Die bisherigen Ergebnisse sind nicht ermutigend.

Während die amerikanische Gruppe davon spricht, daß die fetale Chirurgie außerhalb des Mutterleibs „faszinierende Möglichkeiten eröffnet“, bleiben europäische Hohlnadel-Experten skeptisch. Nach ihrer Meinung könnten nur wenige extrauterine Operationen am Ungeborenen in näherer Zukunft sinnvoll werden – zum Beispiel die Korrektur einer Zwerchfellmißbildung.

Bei einer solchen Schädigung ist die Trennwand zwischen Ober- und Unterleib nicht ganz geschlossen oder gar nicht vorhanden. Bleibt der Defekt unbehandelt, dann wandert der Bauchinhalt mitsamt dem Darm in den Brustraum, verlagert das Herz und verhindert die normale Entwicklung der Lungen. Mit einer – nach Ansicht der Ärzte – „relativ einfachen“ und möglichst frühen Operation ließe sich das Loch vernähen oder durch eine Prothese schließen. Ein sonst zum Sterben verurteiltes Kind würde gerettet. □

Schon vor der Geburt ans Licht geholt



Im Tierversuch an Rhesus-Affen erprobte ein US-Team um Michael Harrison die fetale Chirurgie außerhalb des Mutterleibs. Das Äffchen überlebte den Eingriff und kam 1981 gesund zur Welt.



Attraktion des Dalí-Museums im spanischen Figueras: Ein Bühnenbild des Künstlers aus den vierziger Jahren. Foto: Lothar Koch

Was kommt nach Dalí?

Die Szene ist in Bewegung geraten. Junge Talente drängen ans Licht. Alte Meister haben uns plötzlich wieder Neues zu sagen. Vergessene Werke werden wieder entdeckt. Bahnbrechende Ausstellungen in Malerei und Plastik, spektakuläre Auktionen bestimmen das aktuelle Gespräch über Kunst. Und wie nie zuvor beeinflusst die Kunst unseren Alltag, gibt uns Impulse für ein sinnvolles Leben. ART präsentiert jeden Monat die Avantgarde und dokumentiert

das Bleibende in Malerei, Skulptur, Fotografie, Architektur und Design. Dazu die aktuellen Termine und Kritiken aller wichtigen Ausstellungen im In- und Ausland.

ART – die führende Kunstzeitschrift Europas – ist Ihr Schlüssel zur Welt der Kunst.

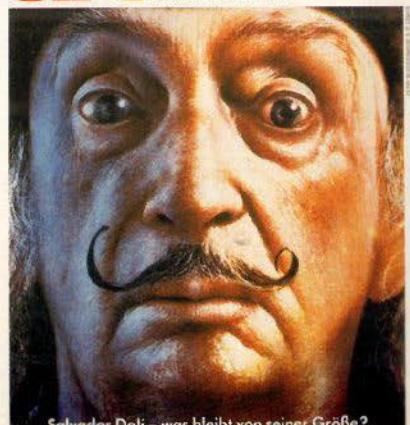
**Jeden Monat neu
bei Ihrem
Zeitschriftenhändler**

Gu. 51601 1001 100 11 C 1084 E

art

Das Kunstmagazin: Die besten
Bauten von Günter Behnisch ■ Vom
Geg zur Kunst: 25 Jahre Video-
Plastik ■ Der starke Auftritt des
Bildhauers Thomas Virnich

ZEITGEGENWÄRT
DURCHFÜHRUNG
HERSTELLER
HAUPTVERBUND
VERMEIDUNG



Salvador Dalí – was bleibt von seiner Größe?

von Wolfgang van den Daele

Jessie Jeffersons Schwangerschaft war normal verlaufen. Erst im Krankenhaus, wenige Tage vor der Entbindung, erfuhr die Hochschwangere aus dem US-Bundesstaat Georgia, daß mit Komplikationen zu rechnen sei: Die Plazenta blockiere den Geburtskanal. Der Versuch einer natürlichen Geburt würde, so erklärten ihr die Ärzte, mit Sicherheit zum Tod des Kindes führen und mit 50prozentiger Wahrscheinlichkeit auch sie selbst umbringen. Ein Kaiserschnitt sei unumgänglich.

Jessie Jefferson lehnte aus religiösen Gründen ab. Alle Versuche der Ärzte, die Hochschwangere umzustimmen, scheiterten. Schließlich riefen die Ärzte das für Vormundschaftsfragen zuständige Gericht an. Mit Erfolg: Im Januar 1981 entzog das Gericht der Mutter schon vor der Geburt das Sorgerecht für ihr Kind. Der Richter sah in der Verweigerung des Kaiserschnitts eine Verletzung elterlicher Fürsorgepflicht. Er verfügte, daß die Schwangere „sich dem Kaiserschnitt zu unterziehen hat und den damit verbundenen Eingriffen, soweit sie vom behandelnden Arzt für notwendig erachtet werden, um das Leben des Kindes zu erhalten“. Obwohl Jessie Jeffersons Widerspruch beim obersten Gerichtshof von Georgia abgelehnt wurde, kam es dennoch nicht zur Zwangsoperation: Entgegen allen Prognosen gab die Plazenta in letzter Minute den Geburtsweg frei.

Die Entscheidung des Gerichts beruhte auf vier Prämissen. 1. Der entwickelte Fetus ist ein Subjekt mit eigenen Rechten. 2. Die Rechte des Fetus begrenzen das Recht der Schwangeren, über ihre Lebensführung und den Umgang mit ihrem Körper selbst zu entscheiden. 3. Dritte Personen – das Jugendamt oder

IM FALLE "FETUS GEGEN MUTTER"

auch der Vater des ungeborenen Kindes – können als Anwalt der Kindesinteressen notfalls rechtlichen Zwang mobilisieren, um das Verhalten der Schwangeren zu regulieren. 4. Der Arzt in der Schwangerschaftsvorsorge hat eine Doppelrolle. Er ist sowohl Arzt der Schwangeren als auch Arzt des Fetus.

Diese Prämissen signalisieren eine neue Einstellung der Gesellschaft zur menschlichen Fortpflanzung – ein Resultat der Fortschritte in den Naturwissenschaften: Biologie und Medizin haben begonnen, die ursprünglich untrennbare Lebenseinheit zwischen der Schwangeren und ihrer Frucht zu durchdringen und aufzulösen. Die Ultraschalltechnik gestattet schon nach wenigen Schwangerschaftswochen erste Blicke auf das neue Leben im Mutterleib. Raffiniert produzierte Filme, die im Zeitraffer den allmählichen Gestaltwandel des immer menschenähnlicher werdenden Embryos zeigen, haben – via Massenmedium Fernsehen – ungezählte Menschen erreicht. Entwicklungsbiologen vermitteln ein immer umfassenderes Bild von der Embryonalentwicklung. Das neue Wissen aber hat die Frucht als Subjekt gegenüber der Schwangeren verselbständigt. Der Mutterleib wird zusehends zur „Umwelt“ des Ungeborenen. Damit steht auch die Lebensführung der Schwangeren zur Diskussion – als potentieller Risikofaktor für den Fetus.

Die Kenntnisse über derartige Risikofaktoren haben in den letzten Jahrzehnten sprunghaft zugenommen. Jeder Gynäkologe befragt heute

seine schwangere Patientin über familiäre Krankheiten, überstandene Infektionen, Schadstoffe am Arbeitsplatz, Alkohol- oder Medikamentenkonsum. Meist entläßt er sie mit konkreten Verhaltensempfehlungen aus der Sprechstunde. Treten Komplikationen ein, so können bestimmte Krankheiten des Ungeborenen schon in der Gebärmutter behandelt werden (siehe Seite 120). Aus diesem Fortschritt der Medizin ergeben sich zwangsläufig höhere Ansprüche gleichsam an das „Management“ einer Schwangerschaft – durchaus mit rechtlichen Konsequenzen.

Der Arzt beispielsweise verletzt den Behandlungsvertrag und riskiert eine Kunstfehlerklage, wenn er die zukünftige Mutter nicht über den jeweils neuesten Stand ärztlicher Kunst und Kenntnisse aufklärt oder davon im Interesse des Fetus Gebrauch macht. Arzneimittelhersteller müssen Medikamente vor ihrer Zulassung auch auf fruchtschädigende Wirkung prüfen. Arbeitgeber dürfen werdende Mütter oder – in Ausnahmefällen – gebärfähige Frauen nicht mehr auf Arbeitsplätzen beschäftigen, an denen sie fruchtschädigenden Arbeitsstoffen oder ionisierender Strahlung ausgesetzt sein können. Sogar dem Fetus selbst werden Rechte gewährt: Er hat – vorausgesetzt, er wird geboren – einen zivilrechtlichen Anspruch auf Ersatz von Schäden, die er im Mutterleib erleidet, etwa durch einen Arbeitsunfall oder eine Berufskrankheit der werdenden Mutter.

Die rechtliche Absicherung des Fetus, einschließlich eige-



Wider den Paragraphen 218 demonstrierten am 25. Februar 1989 in Memmingen 7000 Menschen. Anlaß war das Verfahren gegen den Gynäkologen Horst Theissen, dem 156 illegale Schwangerschaftsabbrüche vorgeworfen wurden. Und gegen Abtreibungen protestierten im Herbst 1988 Anhänger der amerikanischen »Pro Life«-Bewegung



ner Ansprüche gegen Dritte, entspricht akzeptierten politischen Zielen und zudem den Interessen schwangerer Frauen. Sie weckt aber auch die Erwartung verantwortlichen Verhaltens an die Schwangere. Dieser Anspruch bleibt stumm, solange die Schwangere selbst das größte Interesse am Schutz ihres Fetus hat. Er wird jedoch bei „abweichendem“ Verhalten deutlich: Eine Schwangere, die Alkohol- oder Drogenmißbrauch betreibt, vorsätzlich fruchtschädigende Arznei-

mittel nimmt, entgegen ärztlichem Rat einer für den Fetus gefährlichen Arbeit nachgeht oder eine zur Gesunderhaltung des Fetus notwendige Maßnahme ausschlägt, wird mit Unverständnis und moralischen Vorhaltungen ihrer Umgebung zu rechnen haben. Rechtliche Kontrolle muß sie bislang nicht fürchten.

Das könnte sich möglicherweise ändern. Die im Fall Jessie Jefferson angewandten Prämissen werden, sollten sie sich auch in der Bundesrepublik durchsetzen, die Selbst-

bestimmung schwangerer Frauen weit über die bisherigen Abtreibungsregelungen hinaus beschränken. An rechtlichen Voraussetzungen dazu fehlt es nicht: Das Bürgerliche Gesetzbuch konstatiert in Paragraph 1912, Absatz 2 eine Fürsorgebeziehung der Eltern zur Leibesfrucht, die als Vorwirkung der elterlichen Sorge gilt. Dementsprechend soll nach Paragraph 1666 das Vormundschaftsgericht zum Schutz des ungeborenen Lebens eingreifen können, wenn die Eltern ihre Für-

Zum Wesen des Menschen
gehören auch seine Unvollkommenheiten
und Unzulänglichkeiten, seine ihm schicksalhaft
gegebene Individualität, gewiß auch die
wenigstens potentielle Fähigkeit, über die eigene

*Unvollkommenheit hinauszuwachsen. Der
neue Mensch, dessen naturgegebene Unvollkom-
menheit durch gen-chirurgische Eingriffe
aufgehoben würde, wäre nicht mehr der uns heute
bekannte Mensch und nicht der, von dem
das Grundgesetz ausgeht*

Ernst Benda, früherer Präsident des Bundesverfassungsgerichts

sorge vernachlässigen und das Wohl des künftigen Kindes dadurch gefährden. Gemeinsam mit der Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts, das 1975 dem Fetus das Grundrecht auf Leben zuerkannt hat, ist dies die Basis, von der aus die Belange des Fetus rechtlich gegen die Interessen der Frau ausgespielt werden können.

Die zivil- und strafrechtlichen Tendenzen der bundesdeutschen Rechtsentwicklung sind jedoch uneinheitlich und umstritten. Zivilrechtlich haf- tet die Schwangere wie jeder Fremde, wenn sie durch ihr Verhalten während der Schwangerschaft die Gesundheit des Fetus *vorsätzlich* schädigt. Handelt sie dagegen *fahrlässig*, wird eine Haftung überwiegend abgelehnt. Die meisten Gesetzeskommentatoren sehen in dem rechtlichen Zwang der Schwangeren, die eigene Lebensweise gänzlich am Schutz der Leibesfrucht auszurichten, einen unzulässigen Eingriff in die Freiheit und das Persönlichkeitsrecht.

Eine gegenteilige Rechtsauffassung herrscht in manchen Staaten der USA: Im Jahre 1980 verfügte ein Gericht im Bundesstaat Michigan die Haftung einer Frau für fahrlässige Schädigung ihres ungeborenen Kindes. Sie hatte bei Beginn der Schwangerschaft ihren Arzt unter anderem nicht darüber infor-

miert, daß sie Tetracyclin einnahm – ein Antibiotikum. Ihr Verhalten habe jenseits der „vernünftigen Ausübung elterlicher Entscheidungsbefugnis“ gelegen, hieß es in der Urteilsbegründung. Zwar wies das Berufungsgericht den Fall zur Beweisaufnahme in die erste Instanz zurück, bestätigte aber prinzipiell die Möglichkeit der Haftung. Im Bundesstaat Wisconsin praktizierte ein Gericht vorbeugenden Fetusschutz an einer 16jährigen. Sie wurde in einer Anstalt eingewiesen, weil sie laut Urteil dazu neigte, „herumzustreunen“ und ihr die „Motivation und Fähigkeit abgingen, die Schwangerschaftsvorsorge in Anspruch zu nehmen“.

Auch strafrechtliche Konsequenzen werden offenbar ins Auge gefaßt. In San Diego im US-Bundesstaat Kalifornien kam 1986 eine Frau in Untersuchungshaft, weil sie laut Anklage schulhaft schwere angeborene Schädigungen und den Tod ihres

Neugeborenen verursacht hatte. Neben Tabletten- und Drogenmißbrauch warf ihr das Gericht vor, „daß sie nicht durchgehend dem medizinischen Rat gefolgt ist, den sie erhalten hat“. Die Klage wurde abgewiesen, weil das Gesetz diesen Fall – noch – nicht abdeckte.

Der 1986 vorgelegte Diskussionsentwurf für das bundesdeutsche Embryonen-schutzgesetz sah Strafe für den Fall vor, daß eine Schwangere etwa durch Alkohol- oder Nikotingenuß ihr Kind in grob fahrlässiger – „leichtfertiger“ – Weise schädigt. Zu dem Vorschlag kam es trotz des Bedenkens, daß Strafverfolgung die „personale Beziehung zwischen Mutter und Kind beeinträchtigen“ könnte. Der neue, 1988 von einer Bund-Länder-Arbeitsgruppe überarbeitete Diskussionsentwurf klammert diese Frage jedoch aus.

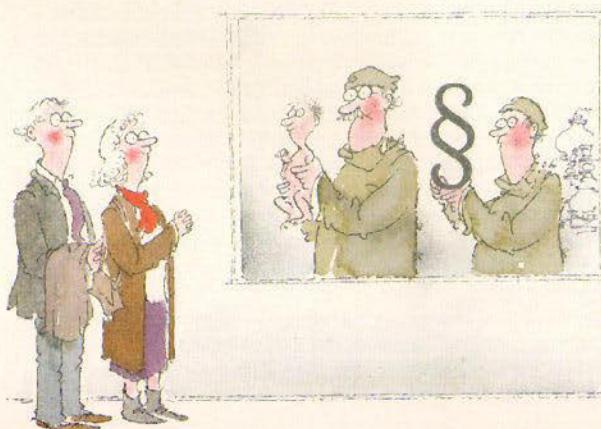
Im bundesdeutschen Arbeitsschutz haben die Belange des Fetus bereits Vorrang vor den persönlichen Freiheitsansprüchen der Schwangeren. Die Beschäftigung werdender Mütter oder – in Ausnahmefällen – gebärfähiger Frauen ist nach der Gefahrstoffverordnung (Paragraph 26), dem Mutterschutzgesetz (Paragrahen 3 und 4) oder der Röntgenverordnung eingeschränkt. Die Frau kann, selbst wenn sie möchte, den für den Fetus gefährlichen Arbeitsplatz nicht einnehmen.

Derartige Einschränkungen sind umstritten. In den USA stießen sie auf besonders heftigen Widerstand, nachdem bekannt wurde, daß sich

mehrere Frauen „freiwillig“ hatten sterilisieren lassen, um ihre bleibesten Arbeitsplätze nicht zu verlieren. Unternehmen wie Dow-Chemical oder BASF verfolgen inzwischen eine geschlechtsneutrale Arbeitsschutzpolitik: Sie soll die Belastungen auf ein auch für Schwangere sicheres Maß reduzieren.

Medizinische Zwangsbehandlung schwangerer Frauen erscheint vielen Ärzten durchaus akzeptabel, wenn sie Leben und Gesundheit des Fetus schützt. In den USA ergab 1986 eine Umfrage unter 75 hochrangigen Fetal-Medizinen, daß knapp die Hälfte eine Zwangsbehandlung befürwortet, wenn die Schwangere sich einer Therapie widersetzt, die der Arzt für den Fetus als notwendig erachtet. Ein Fünftel der Befragten hielt es sogar für angebracht, Hause geburten zu verbieten. Nur ein Viertel der Ärzte trat für das Alleinentscheidungsrecht der Frau ohne jede Einschränkung ein. Auch unter den Ärzten in der Bundesrepublik gibt es die Ansicht, daß der staatliche Schutz des ungeborenen Lebens eigentlich dazu führen müßte, „die Mutter zur Behandlung des Ungeborenen (zu) zwingen, auch wenn es zu deren Schaden ist“, wie Elisabeth Mrozik 1985 in der Fachzeitschrift „Geburtshilfe und Frauenheilkunde“ schrieb. Nur schwere – etwa fetalchirurgische – Eingriffe sollten auscheiden. Freilich nur wegen des Risikos für die Schwangere – nicht aus Achtung vor deren Autonomie.

Auch in der bundesdeutschen Rechtsliteratur wird Behandlungspflicht zumindest dann befürwortet, wenn der Eingriff die Schwangere nur gering belastet und von minimalem Risiko ist. Diese Kriterien könnten bei lediglich medikamentöser Behandlung erfüllt sein. Bei einer Bluttransfusion wäre das schon fraglich. Eine Verpflichtung zum operativen Eingriff – etwa einem Kaiser-





Zeugung im Labor: Ein reifes Ei wird per Pipette angesaugt und dann im Reagenzglas befruchtet

Wie das rechtliche Vakuum in der Embryonenforschung gefüllt werden soll

Darf alles, was technisch machbar ist, erlaubt werden? Vor dieser Frage stehen die Gesetzgeber aller Nationen, seit Forscher und Ärzte zunehmend in die Entstehung und Entwicklung menschlichen Lebens eingreifen. Denn In-Vitro-Fertilisation und Embryo-Transfer verschaffen Wissenschaftlern Zugang zu Embryonen für Forschungszwecke. Sie rücken sogar genetische Veränderungen des Menschen in den Bereich des Möglichen. Damit hat die Fortpflanzungsmedizin ein „Rechts-Vakuum“ geschaffen, das – je nach kultureller und religiöser Tradition eines Landes – sehr unterschiedlich ausgefüllt werden kann.

In den USA beispielsweise dürfen Unternehmer Leihmütter vermitteln. In Indien ist es – trotz staatlicher Intervention – üblich, daß Schwangere das Geschlecht ihrer Leibesfrucht bestimmen lassen, um weibliche Feten abtreiben zu können. Auch innerhalb Europas weichen die Rechtsauffassungen auseinander. In der Frage der Embryonenforschung vertritt Dänemark derzeit den härtesten Standpunkt: Solange eine

gesetzliche Regelung aussteht, gilt ein Moratorium. Verstöße gegen dieses vorläufige Verbot hat der dänische Staat mit Strafe belegt. Die Bundesregierung will bis 1990 mehrere zivil- und strafrechtliche Regelungen zur Fortpflanzungsmedizin durchsetzen. Nach einem im März 1988 verfaßten Kabinettsbericht sollen unter anderem

- Maßnahmen der Fortpflanzungsmedizin nur bei medizinischer Indikation, nur von einem Arzt und nur nach umfassender Beratung der künftigen Eltern durchgeführt werden dürfen;
- Maßnahmen zur Wahl des Geschlechtes eines Kindes verboten werden (Ausnahme: bei schwerer geschlechtsgebundener Erbkrankheit);
- Übertragungen des Samens eines bereits verstorbenen Ehemannes verboten werden;
- Ei- und Embryonen spenden verboten werden;
- Ärzte nicht an einer künstlichen Befruchtung zur Herbeiführung einer Schwangerschaft bei einer Ersatzmutter mitwirken dürfen;
- In-Vitro-Befruchtungen nur im „homologen System“ (bei

Paaren) erlaubt sein. Um die Entstehung „überzähliger“ Embryonen zu vermeiden, sollen nur so viele Eizellen im Reagenzglas befruchtet werden, wie für den einmaligen Übertragungsversuch vorgesehen sind. Nur in engen Ausnahmefällen dürfen Embryonen tiefgefroren werden.

Ein geplantes Embryonen-schutzgesetz sieht strafrechtliche Verfolgung vor bei

- Erzeugung von Embryonen zu Forschungszwecken;
 - Verwendung von Embryonen, die zum Zwecke des Embryo-Transfers erzeugt worden sind, für Forschung oder andere Zwecke;
 - Eingriffen an *in vitro* befruchteten Eizellen, die die weitere Entwicklung des Embryos gefährden, sowie Abspalten von Zellen des Embryos für Forschung oder Diagnose.
- Unklar war im März 1989, ob auch die Ersatzmutterstrafe strafrechtlich verfolgt werden soll – so wie es für die Vermittlung von Leihmüttern vorgesehen ist. Zumindest wird eine zivilrechtliche Regelung angestrebt, nach der die Frau, die das Kind zur Welt bringt, auch die rechtliche Mutter ist. Über die „heterologe Insemination“ – die Samenspende eines Dritten – diskutieren Vertreter von Bund und Ländern ebenfalls noch: Die Vorschläge reichen vom generellen strafrechtlichen Verbot bis zur Zulassung in wenigen Fällen, wenn der Ehemann zustimmt.

schnitt – könnte danach unter keinen Umständen entstehen. Aber selbst wenn eine Behandlungspflicht eingeführt werden sollte: Wie wäre sie durchzusetzen, falls die Schwangere sich definitiv weigert? Kann man sich polizeilichen Zwang in der gynäkologischen Praxis vorstellen?

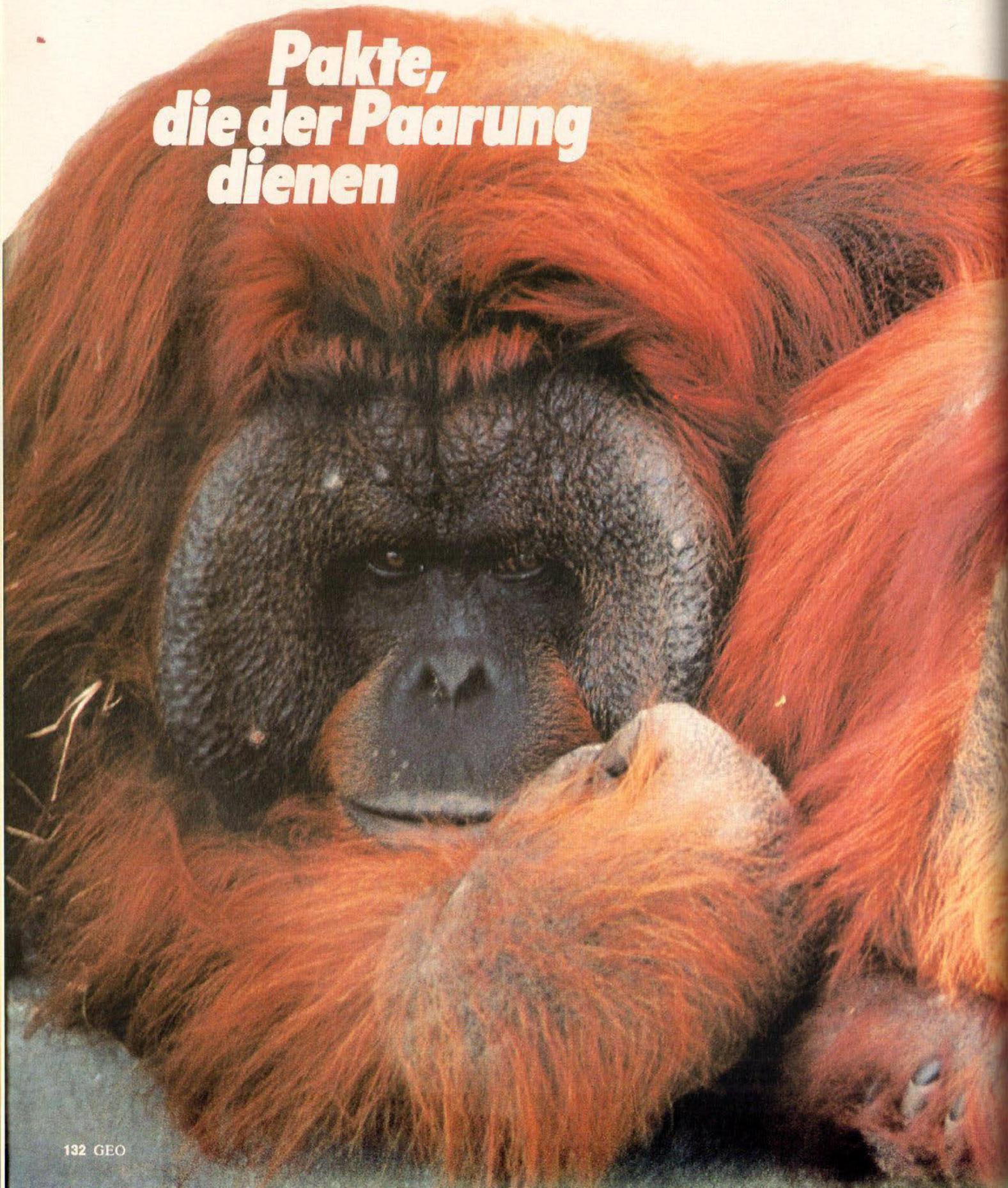
Das Ungeborene gewinnt Konturen als selbständiges Subjekt. Nichts kann ihn in das Dunkel einer undurchschaubaren Lebenseinheit mit der Schwangeren zurückzwingen. Schwangerschaftsvorsorge, ärztliche Aufklärungspflicht und die Öffentlichkeit machen die wachsende Kenntnis der Risiken für den Fetus und der Möglichkeiten zu deren Abwehr zu einer Art Zwangsinformation. Ihr kann sich keine Frau entziehen. Ebenso wenig kann sie die moralischen Ansprüche und gesellschaftlichen Erwartungen ignorieren, die aus solchem Wissen folgen: Die Zunahme der Verantwortung ist nicht revidierbar.

Um so mehr wird die Gesellschaft der Versuchung widerstehen müssen, diese Verantwortung umstandslos in rechtliche Zwänge zu übersetzen. Die Tendenz, Schwangerschaft nicht nur als soziale Beziehung, sondern als Rechtsverhältnis einzurichten, berührt den Kernbereich der Freiheit der Frau als Person. Sie eröffnet ein Feld für präventive Zwänge, die das Verfügungsrecht der Schwangeren über ihre Lebensführung und ihren Körper beseitigen könnten. Spätestens da, wo die Frau nur noch als Mittel zum Kind gesehen wird, sind die Grenzen des Rechts erreicht. Die Gesellschaft wird das Ungeborene auf andere Weise schützen müssen. □

Wolfgang van den Daele, 49, ist Professor für sozialwissenschaftliche Technikfolgenforschung an der Universität Bielefeld und Autor des Buches „Mensch nach Maß“. Er war Mitglied der Enquetekommission „Chancen und Risiken der Gentechnologie“ des Deutschen Bundestages.

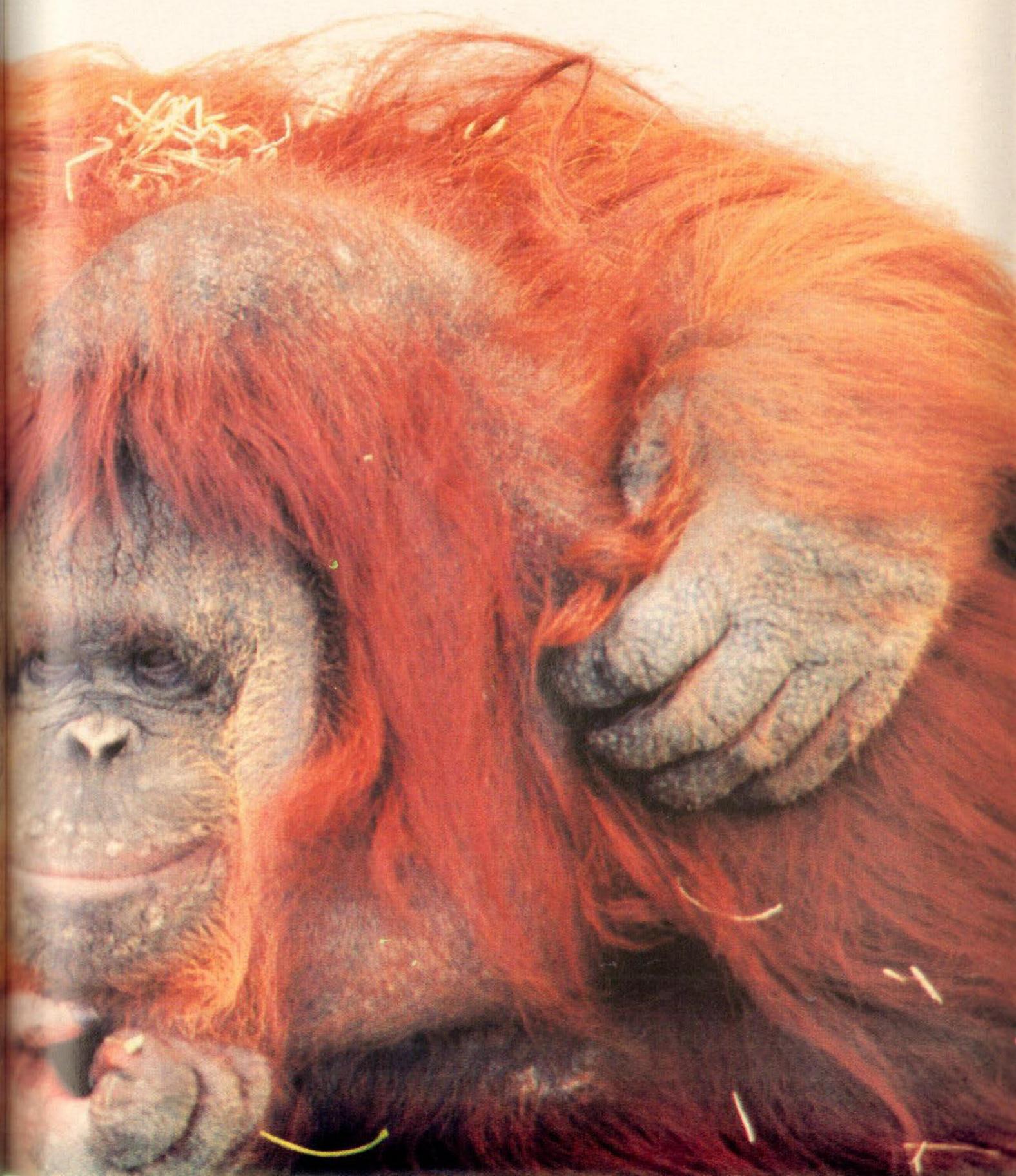
Wie es der Orang-Mann mit den Frauen hält, das verrät im Vergleich der »Fortpflan

Pakte, die der Paarung dienen



zungsstrukturen« auch manches über die menschliche Sexualität

PRIMATEN



Nicht wegen des Beinamens „der Blutrünstige“ ging Mulai Isma'il ins „Guinness Buch der Rekorde“ ein. Marokkos Sultan im frühen 18. Jahrhundert soll vielmehr eine unübertroffene Zahl von Nachkommen gezeugt haben – 888. Der Frauen-Spitzenwert liegt bei „nur“ 69: Vor zwei Jahrhunderten gebar eine russische Bäuerin ausschließlich Mehrlinge.

Chancen bei diesem imaginären Fortpflanzungs-Wettbewerb der Geschlechter hatte die Gebärerekordlerin gegen den Zeugungsrekordler nicht. Für die Spezies *Homo sapiens* trifft nämlich zu, was für andere Säugetiere auch gilt: Ein Männchen vermag im Laufe seines Lebens weitaus mehr Nachkommen zu zeugen, als ein Weibchen je zur Welt bringen kann.

Die dramatischen Konsequenzen dieses Ungleichgewichts hatte bereits Charles Darwin erkannt: Säugetier-Männchen seien in eine Rüstungsspirale hineingetrieben worden, da es „dem weniger erfolgreichen Bewerber nicht gelingt, ein weibliches Wesen zu gewinnen“ und er „infolgedessen weniger oder keine Nachkommen erzeugt“. Auf das Resultat der „sexuellen Selektion“ hatte der Vater der Evolutionstheorie 1871 in seinem Werk „Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl“ hingewiesen: „Die männlichen Individuen zeichnen sich gegenüber den weiblichen durch ihre bedeutendere Größe, Stärke und Kampfeslust aus, ihre Angriffs- und Verteidigungswaffen.“

Für Darwin gab es keinen Zweifel, daß nicht nur der „wilde indische Eber mit seinen großen Hauern“ und der „Elefant mit seinen ungeheueren Stoßzähnen“ sich mehrere Weibchen zu verschaffen versucht. Auch „die bedeutendere Größe und Stärke des Mannes im Vergleiche mit der Frau“ sah er als eine Konsequenz des „Erfolgs der stärksten und kühnsten Männer in ihren Streits um Frauen“.

Darwins revolutionäre Recherchen legen nahe, daß der Mensch durch „Vererbung von seinen frühen halbmenschlichen Urerzeugern“ zur Vielweiberei neigt – eine Theorie, die auch durch weite Strecken der Kulturgeschichte, etwa der Antike und des Islam gestützt wird. Demgegenüber erklärte 1954 der Große Strafsenat des Bundesgerichtshofes in Karlsruhe, „die Ehe und die Familie“ sei dem Menschen „als verbindliche Lebensform gesetzt“.

Der Streit um die „Natur“ der menschlichen Sexualität beschränkt sich nicht nur auf Ehe oder Vielweiberei. Warum haben Männer den längsten Penis aller Primaten? Warum besitzen Frauen außerhalb der Stillzeit Brüste? Warum sind Frauen auch an ihren unfruchtbaren Tagen sexuell interessiert und attraktiv?

Evolutionsbiologen überprüfen ihre Theorien in bester wissenschaftlicher Tra-

dition in der Natur. Das Sozialverhalten des Menschen ist jedoch stark kulturell formbar. Weit weniger flexibel sind hingegen Bau und Gestalt des Körpers. Werden morphologisch-anatomische Merkmale in den Artenvergleich einbezogen, sind verlässlichere Aussagen über den Verlauf der Stammesgeschichte möglich, als wenn nur das Verhalten allein betrachtet wird.

„Ein Anatom“, erklärt der britische Veterinärmediziner Roger Short, „den zum ersten Male Gorilla, Orang, Schimpanse und Mensch zur Sektion vorgelegt werden, würde aus den Unterschieden ihrer Extremitäten auf unterschiedliche Fortbewegungsarten schließen. Ein Paläontologe würde, ohne zu zögern, aus ihrem Gebiß die jeweilige Nahrung ableiten. Daher wäre es überraschend, wenn die deutlichen Unterschiede ihrer Fortpflanzungsorgane nicht deutliche Unterschiede im Sexualverhalten widerspiegeln würden.“

Faustregeln für das Puzzle der Geschichte

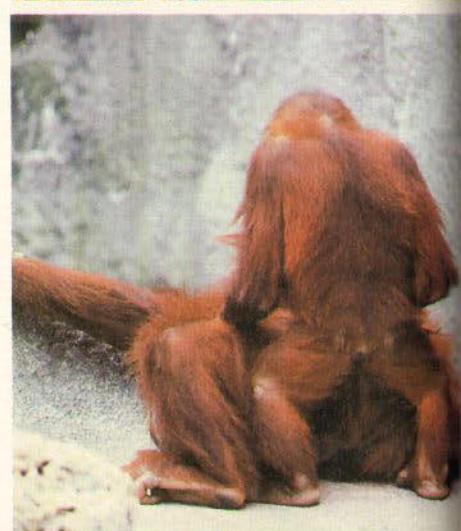
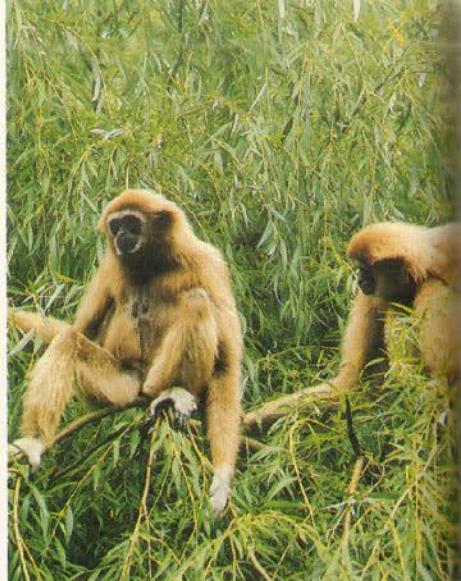
Ordnung in das Sexpuzzle bringt zunächst die Erkenntnis Darwins, daß bei Arten, die zur Vielweiberei – Polygynie – neigen, die Männchen größer und stärker sind. Wie brauchbar diese Faustregel ist, belegen verblüffende Gegenproben:

- Bei monogamen Arten entfällt auf jedes Männchen ein Weibchen. Eine Aufrüstung des Körpers zur Verdrängung von Rivalen wäre eine Fehlinvestition. Die Geschlechter sollten daher gleich groß sein. Eben dies ist bei den meisten ehehigen Arten der Fall – etwa bei Ringeltauben, Störchen oder Bibern.
- Manche Vogelarten wie der Drossel- uferläufer pflanzen sich in Vielmännerei – Polyandrie – fort. Das Weibchen legt lediglich Eier. Brüten und Jungenaufzucht besorgen die Männchen. Hier sind erwartungsgemäß die Weibchen größer und konkurrieren um die Männchen, die ihre Gelegenheit bebrüten sollen.

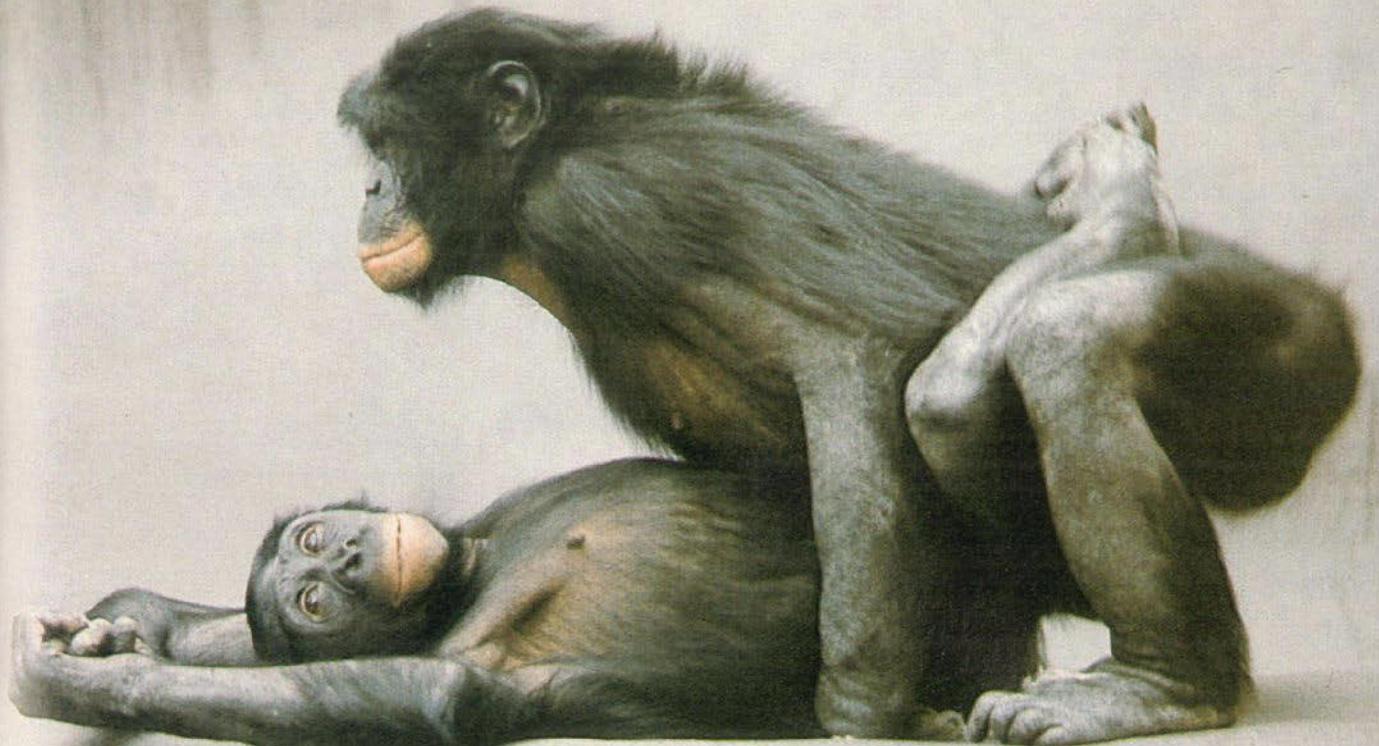
Aufschluß über die Evolution des menschlichen Sozialverhaltens versprechen vor allem vergleichende Untersuchungen an den etwa 190 Arten von Primaten. Innerhalb dieser Ordnung der Säugetiere ist für uns ein Seitenast von speziellem Interesse. Er zweigte sich vor etwa 23 Millionen Jahren von den übrigen Altweltaffen ab und führte zu den *Hominoidea*, den „Menschenähnlichen“. Zu ihnen zählen:

- Die „kleinen Menschenaffen“ – mehrere Arten in Südostasien beheimateter Gibbons;
- die „großen Menschenaffen“ – der auf Borneo und Sumatra lebende Orang-Utan sowie der Gorilla und die beiden Schimpanse-Arten aus Zentralafrika;
- die Menschen mit der einzigen überlebenden Art *Homo sapiens*.

Das Wissen über unsere nächsten zoologischen Verwandten schwoll in den letzten



Nicht nur der Mensch kann sich in manche Stellung bringen



Zur Zeugung von Nachwuchs gehören immer zwei. Aber wie die Geschlechter zusammenleben und sich paaren, ist auch bei Menschenaffen sehr unterschiedlich. Unwissen und Prüderie förderten

das Vorurteil, das Verhalten des Menschen beim Sexualakt unterscheide sich prinzipiell von dem seiner nächsten biologischen Verwandten. Jahre-lange Freiland-Beobachtungen an Orang-Utans, Gorillas,

Gibbons und Schimpansen (im Urzeigersinn von links unten) führten jedoch zu einer neuen Einschätzung vermeintlich »typisch menschlicher« Spielarten wie der »Missionarsstellung«

Jahrzehnten explosionsartig an. Entscheidende Anstöße dazu waren von dem in Kenia arbeitenden Urmenschenforscher Louis Leakey gekommen, der 1972 verstorben ist. Er hatte gehofft, die Beobachtung von Menschenaffen in freier Wildbahn würde Rückschlüsse auf das Leben der Urmenschen erlauben, und deshalb nacheinander drei Frauen zu Langzeitstudien ermutigt: Die Engländerin Jane Goodall ging in Tansania unter die Schimpansen, die 1985 ermordete Amerikanerin Dian Fossey in Ruanda unter die Berggorillas und die Kanadierin Biruté Galdikas zu den Orangs auf Borneo.

Ein Experte, der die Ergebnisse der Freilandstudien kennt, könnte im Frankfurter Senckenbergmuseum von den Skeletten ohne große Mühen aufs fleischliche Vorleben schließen. Die enormen Knochengerüste von Gorilla- oder Orang-

Männern mit ihren eckzahnbewehrten Schädeln sind sehr viel größer als die der Weibchen, deren Eckzähne nicht über Schneide- und Backenzähne hinausragen – ein untrüglicher Hinweis auf Vielweiberei.

Orang-Männer leben als Einzelgänger. Auch ihre Weibchen klettern meist nur in Gesellschaft von ein oder zwei Kindern in den Laublabyrinthen herum. Das Eremitentum hängt vermutlich mit der Nahrungsversorgung zusammen. Ergiebige Futterquellen – hauptsächlich fruchtende Bäume – sind weit verstreut; entsprechend aufwendig ist die Futtersuche. Einen Ernteeinsatz in Gruppen verbietet die Statik der Bäume: Die Äste würden brechen. Denn mit 80 bis 90 Kilogramm für Männchen und 40 bis 50 Kilogramm für Weibchen sind Orangs die schwersten baumbewohnenden Säuger überhaupt. Aus der Vogelperspektive offenbart die Eigenbrö-

telei jedoch durchaus soziale Aspekte. Die Streifgebiete erwachsener Männchen umschließen mehrere Wohnareale von Weibchen. Die Fortpflanzungsstruktur ähnelt somit einem Harem (siehe Grafik). Kämpfe um Weibchen konnte Biruté Galdikas wegen der schwierigen Sichtverhältnisse im Regenwald erst zweimal direkt beobachten. Stille Zeugnisse blutiger Auseinandersetzungen sprechen jedoch Bände: Drei Viertel aller Männchen weisen Narben, abgebrochene Zähne, fehlende Finger, Zehen und Augen auf.

Ein Silberrücken toleriert bestenfalls seine heranwachsenden Söhne

Gorillas leben auf dem Boden. Sie vertilgen große Mengen relativ nährstoffarmer Kräuter und Blätter, an denen kaum Mangel herrscht. Gruppen von durchschnittlich sieben Tieren können daher gemeinsam herumziehen. Ein dominanter „Silberrücken“ – Gewicht: bis zu 275 Kilogramm – hält einen Harem aus kaum halb so schweren Weibchen beisammen. Besteins toleriert er seine heranwachsenden Söhne, die sich jedoch nicht fortpflanzen dürfen.

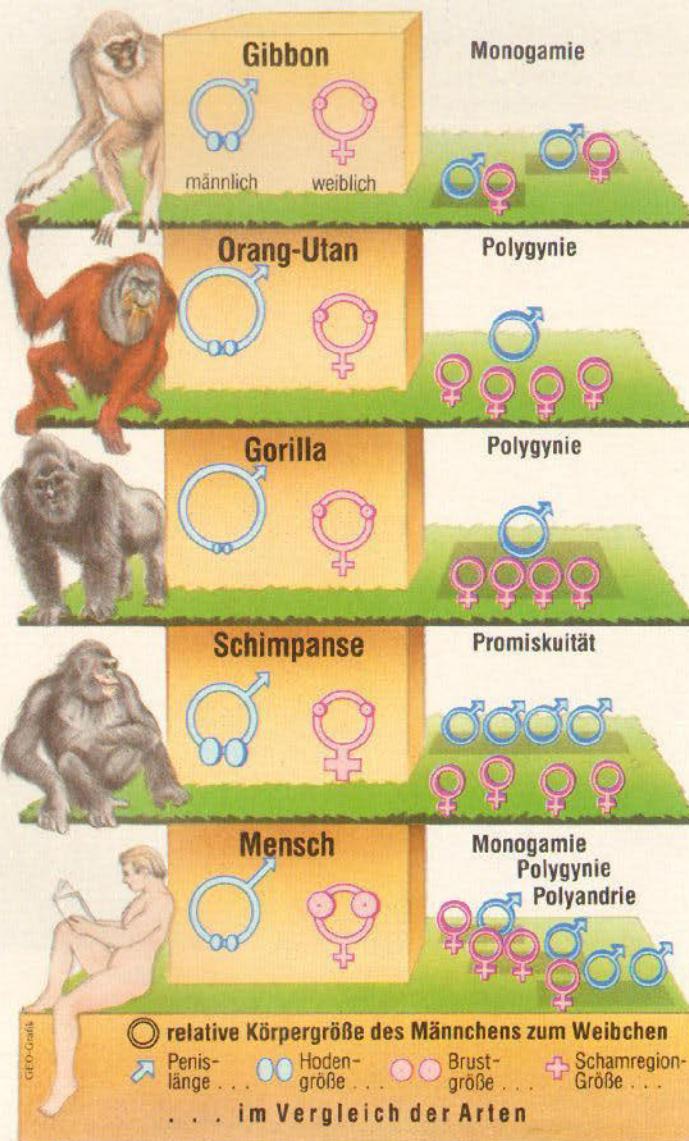
Wie sich konkurrierende Gorilla-Männer einzuschüchtern versuchen, beobachteten der Engländer Alexander Harcourt und die Amerikanerin Kelly Stewart drei Jahre lang in der von Dian Fossey aufgebauten Forschungsstation in Ruanda: „Normalerweise trommeln sie auf die Brust, hämmern auf den Boden, schütteln Zweige, und niemand wird verletzt. Manchmal aber kommt es zu ernsthaften Kämpfen. Dann können viele Quadratmeter plattgewälzter und blutbespritzer Vegetation zurückbleiben, und die Wunden der Rivalen sind noch Tage oder gar Wochen später sichtbar.“ Fossey besaß sogar ein Foto eines Silberrücken-Schädels, in dem der Eckzahn eines Kontrahenten nahe der Augenhöhle steckt.

Gibbon-Skelette hingegen nötigen im Museum auch Zoologen einen Blick auf die Beschriftung der Vitrine ab. Denn hier unterscheiden sich die Geschlechter kaum in Körper- oder Eckzahngroße. Der Rückslub auf Einehe ist korrekt. Fünf bis sechs Kilogramm Körpergewicht erlauben den Schwinghängern, in den luftigen Wipfeln des Regenwaldes zusammenzuleben. Fruchtbare Bäume sind dort jedoch so selten, daß ein Wohngebiet von ökonomischer Größe lediglich ein Weibchen, dessen Nachkommen und den dazugehörigen Familienvater ernähren kann. Paare verteidigen ihre Territoriumsgrenzen gemeinschaftlich.

Nicht so eindeutig zuordnen lassen sich die Skelette von Schimpanse und Mensch. Die Erbsubstanz beider Arten ist – das zeigen biochemische Analysen – zu 98 Prozent identisch. Zwar sind die männlichen Formen im Mittel jeweils um fünf bis zwölf

Das Kleine 1 x 1 des Sex

Unterschiede bei bestimmten männlichen und weiblichen Körpermerkmalen von Menschenaffen und Menschen (Mitte) spiegeln unterschiedliche „Fortpflanzungsstrukturen“ (rechts) wider: Bei einehigen – monogamen – Arten wie Gibbons sind Männchen und Weibchen gleich groß; bei Arten wie Orang-Utan und Gorilla, die in Vielweiberei (Polygynie) leben, ist der „Haremshalter“ viel größer als seine Partnerinnen. Bei den in „sexueller Freizügigkeit“ (Promiskuität) lebenden Schimpansen fällt die Größe der Hoden und der weiblichen Brustschwellung auf. Der Mensch ist am flexibelsten (Polygynie, Monogamie, Polyanandie), hat aber eine deutliche Tendenz zur „gemäßigten Vielweiberei“.





Zähne wider den Rivalen

Säugetier-Männchen wie diese Paviane im tansanischen Gombe-Nationalpark sind – das hatte schon Charles Darwin erkannt – von der „sexuellen Selektion“ in eine Rüstungsspirale hineingetrieben worden. Denn erfolgreiche Bewerber um weibliche Gunst geben ihre Vorzüge an mehr Nachkommen weiter als die anderen

Prozent größer und zwanzig Prozent schwerer als die weiblichen. Aber da sich die Eckzähne kaum unterscheiden, liegt die Vermutung nahe, daß beide Spezies monogam leben.

Zumindest bei Schimpansen trifft dieser Tip nicht zu. *Pan troglodytes* bildet Gemeinschaften von 20 bis 100 Mitgliedern, denen Männchen und Weibchen angehören. Sie leben überwiegend auf dem Boden und ernähren sich hauptsächlich von Früchten, gelegentlich auch von Insekten. Mitunter veranstalten sie regelrechte Treibjagden auf Stummelaffen, Meerkatzen oder Paviane.

Schimpansen müssen ihre Nahrung weit zusammensuchen. Das erlaubt eine nur lockere Gruppenstruktur. Weibchen mit Jungtieren ziehen oft allein umher. Sie werden – wie auch Wohngebietsgrenzen – von Männchen gemeinschaftlich verteidigt. Das entscheidende Band ist dabei deren genetische Verwandtschaft: Im Unterschied zu den meisten Primaten verbleiben Schimpansen-Männchen lebenslang in ihrer Geburtsgruppe, während die Weibchen auswandern.

Deren sexuelle Gunst muß allerdings geteilt werden. Beide Geschlechter paaren sich recht freizügig – promisk – mit mehreren Partnern. Zwar stören Männchen einander beim Kopulieren. Aber ein Rivale, der sich auf einen ernsthaften Kampf einläßt, schmette sich ins eigene Fleisch. Während der Prügelei könnte ein lachender Dritter die Situation nutzen und

ein – wie es im Fachjargon heißt – *sneaking fucking* machen: eine Kopulation stiebitzen.

Auch die Blutsverwandtschaft unter den Männchen spielt eine Rolle. „Ein Verwandter“, erklären Alexander Harcourt und Kelly Stewart das Einmaleins der Soziobiologie, „teilt einige deiner Gene, und wenn du einem Verwandten etwas zuleide tust, verringert du die Chancen, daß „deine Gene“ in der nächsten Generation vertreten sind. Gorilla-Männchen, die normalerweise nicht verwandt sind, brauchen keine solchen Hemmungen zu haben.“ Genetisch verwandte Schimpansen-Männchen bringt blutige Rivalität also wenig Vorteile, weshalb sich die Körpergröße der Geschlechter nur relativ geringfügig unterscheidet.

Die freizügige Multi-Männer-Gesellschaft der Schimpansen kann aber mit ziemlicher Sicherheit nicht Modell dafür sein, wie es Menschen ursprünglich mit Fortpflanzung hielten. Das legt eine elegante Beweisführung von Roger Short nahe. Er hatte Mitte der siebziger Jahre herausgefunden, wie bei verschiedenen Spezies – unabhängig von der Körpergröße der Geschlechter – die Fortpflanzungssysteme Monogamie und Polygynie von dem der Promiskuität unterschieden werden können. „Als Darwin sein Konzept der geschlechtlichen Zuchtwahl entwickelte“, erklärt Short, „berücksichtigte er zwar deren Einfluß auf allgemeine körperliche Charakteristika. Aber er war vermutlich zu

sittsam, um seine Argumentation auf die Geschlechtsorgane selbst auszudehnen.“ Short argumentiert ohne solche Hemmungen für eine „genitale Selektion“ der Geschlechtsorgane, während er die geschlechtliche Zuchtwahl der Körpergröße „somatische Selektion“ nennt. Paart ein empfängnisbereites Weibchen sich kurz hintereinander mit mehreren Partnern, hängt die Chance eines Männchens, daß eine seiner Samenzellen den Wettlauf zum Ei gewinnt und es befruchtet, von der Menge der ejakulierten Spermien ab. Entsprechend erfolgreich pflanzen sich Rivalen mit besonders leistungsfähiger Spermaproduktion fort. Deshalb werden bei promiskuen Arten Männchen mit besonders großen Hoden „herangezüchtet“.

Um die Hypothese zu überprüfen, hatten Short und seine Kollegen bei 33 Primaten-Arten das relative Hodengewicht errechnet und mit dem Sexualverhalten verglichen. Ein 74,6 Kilogramm schwerer Orang-Mann trägt zum Beispiel einen 35,3-Gramm-Hoden; das entspricht 0,5 Promille seines Körpergewichtes (siehe Grafik). Orang-Frauen gebären alle fünf bis sieben Jahre ein Baby und sind alle drei bis sechs Jahre brüinstig. Ein Orang-Mann, der die Wohngebiete mehrerer Weibchen kontrolliert, kann also nur wenige Male pro Jahr kopulieren.

Gleiches gilt für den Silberrücken eines Gorilla-Harems. Seine Weibchen bringen ungefähr alle vier Jahre ein Kind zur Welt; drei bis vier Jahre später sind sie bis zur

nächsten Empfängnis jeden Monat ein paar Tage sexuell aktiv. Ein Gorilla-Mann hat somit nur etwa einmal pro Jahr Geschlechtsverkehr. Kein Wunder, daß der Riese mit den relativ kleinsten Hoden aller Primaten auskommt: 0,2 Promille.

Bei Schimpansen sieht es auf den ersten Blick nicht anders aus: Die Geburten liegen vier bis acht Jahre auseinander, und die Mütter sind daran anschließend drei bis sechs Jahre lang nicht empfängnisbereit. Da jedoch viele Weibchen in einer Gruppe leben, kopulieren die Männchen durchschnittlich einmal pro Tag. Schimpansinnen können leicht acht, zehn verschiedene Sexpartner haben. Wer da beim Sperma-rennen mitmischen will, braucht große Samendrüsen. Schimpansen bringen es folglich auf einen hohen Hodengewichtsanteil von 2,7 Promille.

Als Flo und Fifi »rosig« wurden, brach eine chaotische Zeit aus

Die genitale Selektion beschränkt sich nicht nur auf die Samendrüsen. Brüngige Schimpansinnen entwickeln auffällige rosa Schwellungen der Ano-Genital-Region, die etwa 10 Tage anhalten und für Männchen außerordentlich attraktiv sind. „Eine chaotische Zeit brach an,“ notierte Jane Goodall, „als Mutter Flo und Tochter Fifi einmal gleichzeitig „rosig“ wurden. Während dieser für die Männchen strapaziösen acht Tage zogen die Schimpansen in einer großen Gruppe von über zwanzig Tieren umher. Eines Tages saß ich bei Goliath und David Greybeard, die einander friedlich lausten. Plötzlich starnte Goliath aufmerksam über das Tal, und Sekunden später folgte David seinem Blick. Selbst ich entdeckte mit bloßem Auge bald etwas, das wie eine große rosa Blüte aussah, die in einem dichtbelaubten Baum schimmerte. Im Nu waren die beiden Männchen auf den Beinen und entfernten sich rasch durch das Dickicht. Wenig später sah ich, wie sich Goliath und David in den Baum schwangen, die Zweige schüttelten und sich mit dem Weibchen paarten.“

Schimpansinnen versammeln mittels dieser „Flagge“ ganze Gruppen von Bewerbern um sich und erhöhen so vermutlich die Wahrscheinlichkeit, an ein Männchen mit guter genetischer Ausstattung zu geraten. Sie halten es offenbar für eine – wie Darwin es nannte – „wohlgefällige Eigenschaft“, wenn Bewerber durch Ästschnütteln oder Fellsträuben imponieren wollen und ihr Geschlechtsteil präsentieren.

Dank seiner rosa Färbung hebt sich der eregierte Schimpansen-Penis – im Mittel acht Zentimeter lang – deutlich von der umgebenden weißen Haut ab. Doch auch der Beste kann sich nicht in Ruhe paaren, wenn es dem Nachbarn nicht gefällt. Deshalb haben Schimpansen den Quicky zur Fertigkeit vervollkommen: Der Koitus

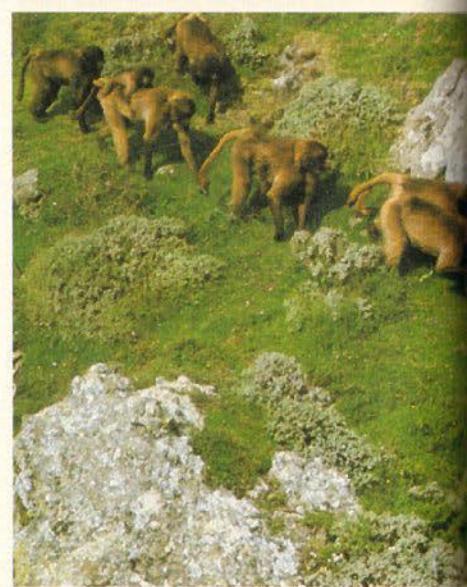
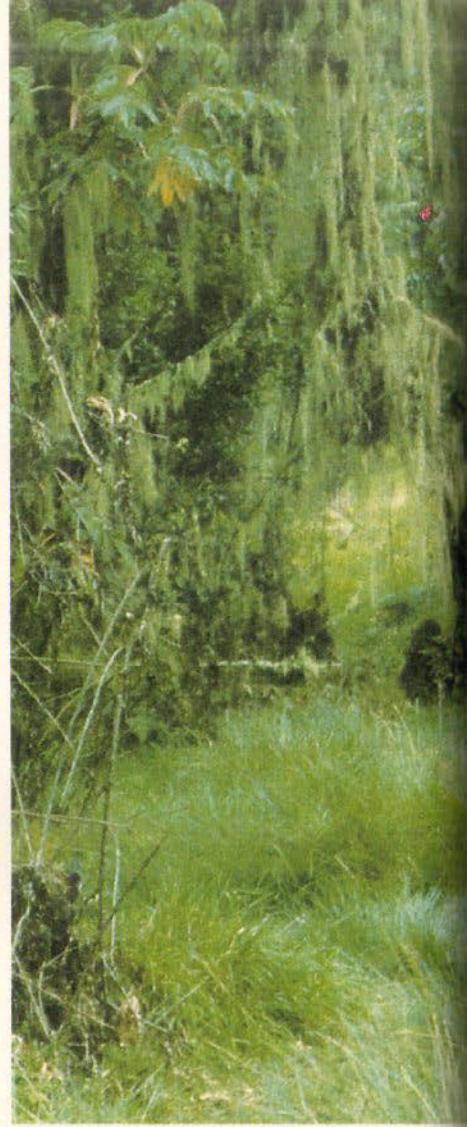
dauert sieben bis acht Sekunden. Männchen können nach durchschnittlich 8,8 Beckenstößen ejakulieren und dies in zehn Minuten dreimal. In den Harems von Orang und Gorilla wäre dagegen jedes ausgeklügelte Werbeverhalten Energieverschwendug – Energie, die über Nahrung gedeckt werden müßte und bei der Rivalenabwehr fehlen könnte. So sitzt ein Gorilla-Mann oft inmitten seines Harems in einer geradezu „kontemplativen Buddha-Pose“. Harcourt und Stewart charakterisieren die eher stoischen Szenen beim Sex: „Ein brüngiges Weibchen blieb nahezu unbeachtet, bis es sich praktisch in die Arme des Männchens begab.“

Der eregierte Penis des größten lebenden Primaten ist unauffällig schwarz gefärbt und misst ganze drei Zentimeter – beim Orang gerade ein Zentimeter mehr. Da niemand dazwischenfunken kann, währt der Koitus beim Gorilla ruhige anderthalb Minuten, beim Orang gar eine Viertelstunde. Bei beiden Arten „verzichten“ die Weibchen auf auffällige Schwelungen – sie könnten ohnehin kein anderes Männchen als den Haremshalter anlocken. Das Prinzip „Ein Mann – kein Tamtam“ gilt auch für einehige Arten wie die Gibbons, deren Weibchen keine auffälligen Schwelungen haben.

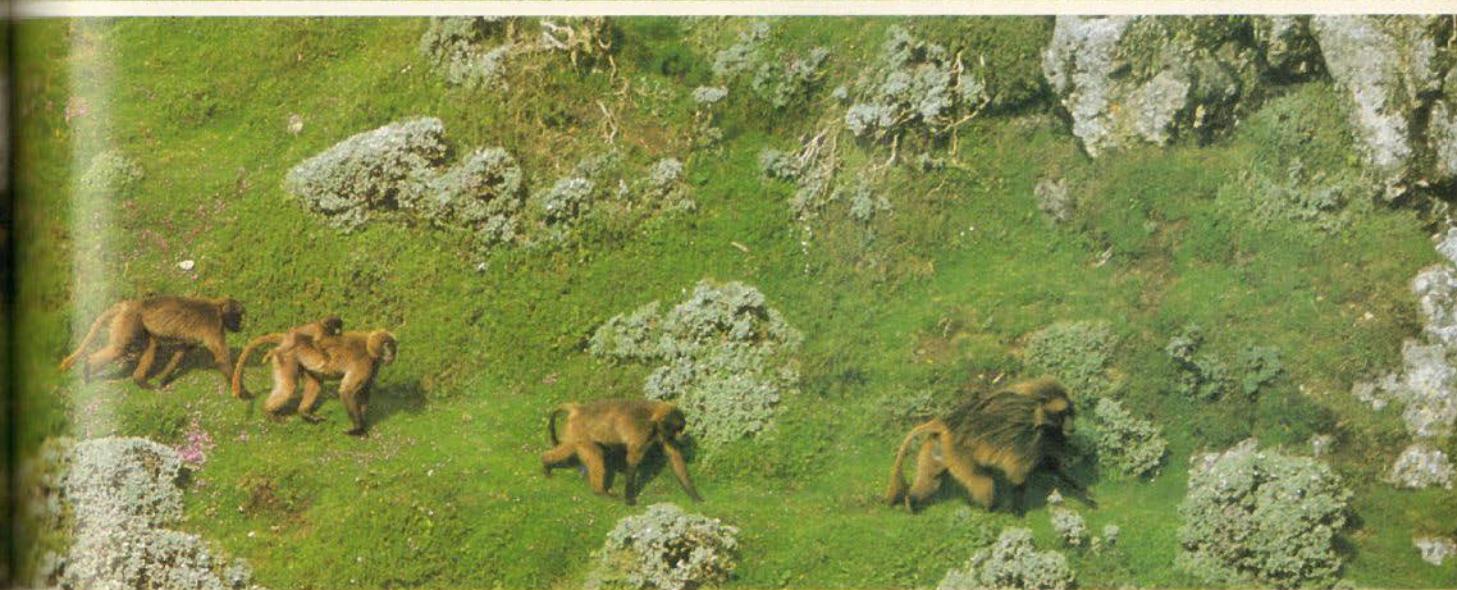
Spannend wird dieses Darwinopoly beim Menschen: Nach welchen Spielregeln vermehrten sich unsere Vorfahren? Was ist „natürlich“? Sexuell freizügige Viel-Männchen-Gruppen lassen sich nahezu sicher ausschließen. Dafür ist ein relatives Hodengewicht von nur 0,6 Promille zu gering. Auch fehlende Brustschwellungen und die Tatsache, daß der durchschnittliche Koitus bei *Homo sapiens* zwischen zwei und zehn Minuten dauert, deuten auf Ein-Mann-Verhältnisse – entweder Harem oder Monogamie. Aber: Sollte der Mensch eine Ausnahme von der Regel sein, daß fast alle Arten sich polygyn verhalten, bei denen Männchen mindestens zehn Prozent schwerer als Weibchen sind?

Der amerikanische Anthropologe George Peter Murdock machte denn auch eine Tendenz zur „gemäßigten Vielweiberei“ aus. Er listete die Eheformen in 849 verschiedenartigen menschlichen Gesellschaften – „Kulturen“ – auf: Von ihnen sind 83 Prozent gewohnheitsmäßig oder gelegentlich polygyn, etwa Mormonen, Indios und viele islamische Stämme. Je reicher und mächtiger ein Mann ist, desto wahrscheinlicher monopolisiert er mehrere Frauen und desto häufiger gehen Männer der sozialen Unterschicht leer aus. Nur 16 Prozent der Kulturen leben – wenigstens nach dem Gesetz – monogam. Und lediglich vier Gesellschaften praktizieren Vielmännerei.

In das Mosaik einer „mild polygynen“ Spezies *Homo sapiens* lassen sich allerdings noch nicht alle argumentativen Steinchen einfügen. Was soll zum Beispiel der – eregiert im Mittel 13 Zentimeter lan-



**Im Harem
wär' ein »Flirt« nur bloße
Kraftvergeudung**



Berggorillas leben an den Hängen der ostafrikanischen Virunga-Vulkane in festgefügten Gruppen von durchschnittlich neun Tieren. Ein dominanter »Silberrücken« hält die Weibchen beisammen,

die nur halb soviel wiegen wie die bis zu 275 Kilogramm schweren Männchen. Der Boss des Harems toleriert bestenfalls heranwachsende Söhne, die sich jedoch nicht fortpflanzen dürfen. Zwischen konkurrierenden

Männchen kommt es manchmal zu blutigen Kämpfen. Solche Rivalitäten sind typisch für haremgebildende Primatenspezies, wie auch Beobachtungen an ebenfalls polygyn lebenden Blutbrustpavianen belegen

ge – Rekordhalter unter den Primaten-Penissen, wo Mann doch keine Gemeinschaftsbalz à la Schimpanse veranstaltet? Angebliche Besonderheiten beim Koitus – artistische Variabilität, Frontalstellung oder außerordentliche Dauer – entpuppen sich beim Artenvergleich als hinfällig: Der Orang-Utan bringt es mit seinen vier Zentimetern leicht auf eine Viertelstunde in vielerlei Positionen – auch kopfunter an Ästen hängend. Die beim Menschen – auch in ursprünglichen Stammesgesellschaften – übliche „Missionarsstellung“ bedarf keineswegs eines langen Penis als unverzichtbare Requisite: Frontal treiben es gelegentlich die Gorillas, häufiger die Orangs und – bei mehr als der Hälfte aller Kopulationen – die Pärchen der Spezies *Pan paniscus*, der auch „Bonobo“ genannten kleineren der beiden Schimpansen-Arten.

So wenig wie beim langen Penis können Evolutionsbiologen bei den stark vergrößerten Brüsten der Menschenweibchen einen plausiblen Selektionsdruck anführen. Mit Mutterschaft haben deren im Vergleich zu anderen Primatinnen mächtigen *Mammae* nichts zu tun. Denn sie zeichnen sich bereits während der Pubertät und auch nach der Stillzeit deutlich ab.

Der britische Zoologe Desmond Morris postulierte 1967 in seinem Bestseller „Der nackte Affe“: „Die halbkugelig vorgewölbten Brüste sind sicherlich Kopien der fleischigen Hinterbacken, die scharf begrenzten roten Lippen solche der roten Labien“ – sexuelle Ersatzsignale also, die

bei der Umstellung auf „frontalen“ Sex nötig geworden seien. Diese Theorie lässt sich jedoch leicht widerlegen: Begattungen von hinten funktionieren etwa bei Gorillas und Gibbons auch ohne Schwellung bestens, während „geschwollene“ Bonobo-Weibchen oft Gesicht-zu-Gesicht mit ihren Partnern kopulieren.

Morris köderte sein Publikum mit der Behauptung, der „nackte Affe“ sei „der von allen Primaten am meisten geschlechtsbetonte – sagen wir ruhig: der sexysten – Affe“. Tatsächlich ist beim Menschen der direkte Zusammenhang zwischen Koitus und Fortpflanzung weitgehend aufgehoben. Frauen können während des gesamten Zyklus und der Schwangerschaft sexuell aktiv sein, auch wenn eine Befruchtung ausgeschlossen ist. Der Eisprung kündigt sich weder durch Schwellungen noch durch unmißverständliche Verhaltensänderungen an – es findet eine „heimliche Ovulation“ statt.

Morris spekulierte, die „sexuelle Dauerrezeptivität“ der Frauen würde die monogame Paarbindung fördern. Um einen Partner für die Aufzucht ihrer Kinder zu finden, hätten Frauen im Lauf der Evolution des Menschen die Partnerschaft zementieren müssen – durch häufigeren Sex: Er soll, meint Morris, „die Paarbindung dadurch vertiefen, daß die Begattung den Partnern wechselseitig Lust verschafft“.

Aber auch diese Hypothese ist wackelig: Andere monogame Primaten sind ohne Sexköder zu lebenslanger Treue fähig. Bei manchen Gibbons helfen Männchen intensiv bei der Aufzucht des Nachwuchses, obwohl die Weibchen nur alle zwei bis drei Jahre kurz sexuell aktiv werden.

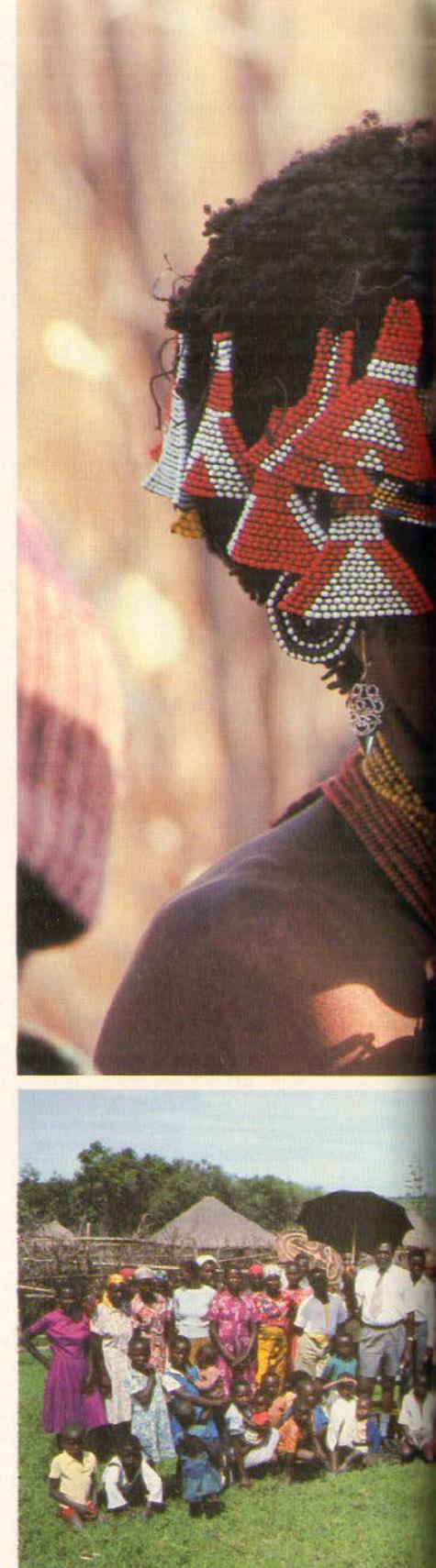
Urfrauen wären, spekuliert dagegen der Anthropologe Donald Symons von der University of California in Santa Barbara, deshalb konstant sexuell attraktiv geworden, um sich und ihren Kindern gezielt Zugang zur Jagdbeute der Männer zu verschaffen. Er weist darauf hin, daß bei Schimpansen bevorzugt Gruppen von Männern gemeinsam Affen, Gazellen oder Buschschweine aufscheuchen, fangen und zerreißen. Geben die Männchen Fleisch ab, erhalten Schimpansinnen häufig dann einen Brocken, wenn sie brünnig sind.

Eine weitere Hypothese offerieren Richard Alexander und Katherine Noonan von der University of Michigan: „Die heimliche Ovulation entwickelte sich beim Menschen, weil Frauen begehrswerte Männer dadurch lange genug in eine Paarbindung drängen konnten.“ Wären Männer nämlich in der Lage, den Eisprung bei Frauen auszumachen, würden sie nur an diesen fruchtbaren Tagen mit ihnen verkehren und ansonsten – ihrer polygynen Veranlagung folgend – weitere Partnerinnen zu schwängern versuchen. Wenn aber Frauen ihre Paarungsbereitschaft zeitlich gleichmäßig verteilen und ihre Ovulation

Wenn Babys, dann kein Sex



Nach der Geburt eines Kindes sind Schimpansinnen drei bis sechs Jahre lang nicht empfängnisbereit. Sie ziehen ihren Nachwuchs ohne männliche Mithilfe auf.



Nur der Mensch ist frei, sich nach eigner Wahl zu binden



Ob eine Buschmann-Mutter ihr Kind anlacht, Häuptling Denja Akuku in Kenia stolz seine Frauen und Kinder präsentiert oder eine tibetische Zwei-Ehemänner-Familie zum Gruppenbild mit

Dame antritt – stets wird dabei das vielfältige Fortpflanzungsverhalten des Menschen sichtbar. Von 849 unterschiedlichen menschlichen Gesellschaften praktizieren 83 Prozent der

Kulturen die Vielwiberei. Monogam leben nur 16 Prozent. Ganze vier Kulturen betreiben Vielmännerei: In Tibet heiraten Brüder eine Frau, damit der knappe Ackerboden im Erbfall nicht zerstückelt wird

verheimlichten, müsse ein Mann aus Furcht vor Seitensprüngen alle Nächte bei ihr bleiben. „Zugleich wird“, betonen die beiden Zoologen, „der Mann sicherer, daß die Kinder tatsächlich von ihm gezeugt wurden.“ Deshalb sei er stärker motiviert, in deren Aufzucht zu investieren.

Auch Brüste würden nach dieser Argumentation einen evolutionären Sinn machen: Würden sie nur während Schwangerschaft und Stillzeit anschwellen, wären sie ein deutliches Signal für unfruchtbare Perioden – also auch für Seitensprünge.

Hormone hält James Spuhler von der University of New Mexico für die eigentlichen Weichensteller auf dem Weg zum Dauersex: „Weibchen unserer Spezies haben einen höheren Blutspiegel an Androgenen“ – männlichen Sexualhormonen – „als Rhesusäffinnen und Schimpansinen, weil die natürliche Selektion Männer und Frauen an ausdauerndes aufrechtes Gehen und Rennen angepaßt hat.“

Ausdauer hatten Urmenschen in der Tat nötig, Männer bei der Jagd, Frauen für kilometerlange Sammeltage sowie das Schleppen von Lasten und Kindern. „Androgene wirken als Anabolika“, argumentiert Spuhler. „Sie fördern das Muskelwachstum.“ Zugleich steigern sie aber auch die Libido – „erotisches Phantasieren, Empfinden und Handeln“. Das kontinuierliche sexuelle Interesse von Frauen wäre demnach ein Beiproduct der Evolution.

Auch wenn so manches Paradoxon menschlicher Sexualität unerklärt bleibt, eines läßt sich aus den vergleichenden Untersuchungen an Primaten jedoch ableiten: Es gibt keine „naturgewollte“ Eheform des Menschen und schon gar keine genetisch fixierte Einehe. Bei den *Australopithecinen* – menschlichen Urahnen, die vor einer bis fünf Millionen Jahren in Afrika lebten – waren die Größenunterschiede zwischen Mann und Frau noch ausgeprägter als beim Jetzmenschen, und sie pflanzten sich wahrscheinlich in Polygynie fort. Unser Körperbau und unser Verhalten verraten, daß dieses Erbe bis auf den heutigen Tag noch großen Einfluß hat.

Für Verhaltensforscher sind die Übergänge zwischen Zusammenleben, eifersüchtigem Bewachen und Liebe durchaus fließend. Die Monogamie, diesen pragmatischen Schluß zog der Schweizer Anthropologe Walter Leutenegger, gehörte beim Menschen somit „weit mehr äußerer Zwangen als einem eigentlichen biologischen Bedürfnis“. □

Dr. Volker Sommer, 34, arbeitet am Institut für Anthropolologie der Universität Göttingen. Er beobachtete über viele Jahre hinweg in freier Wildbahn das Sozialverhalten von Tempelaffen – einer Languren-Art – im indischen Rajasthan. Sommer ist Autor des im Herbst erscheinenden Buches von GEO über Affen.



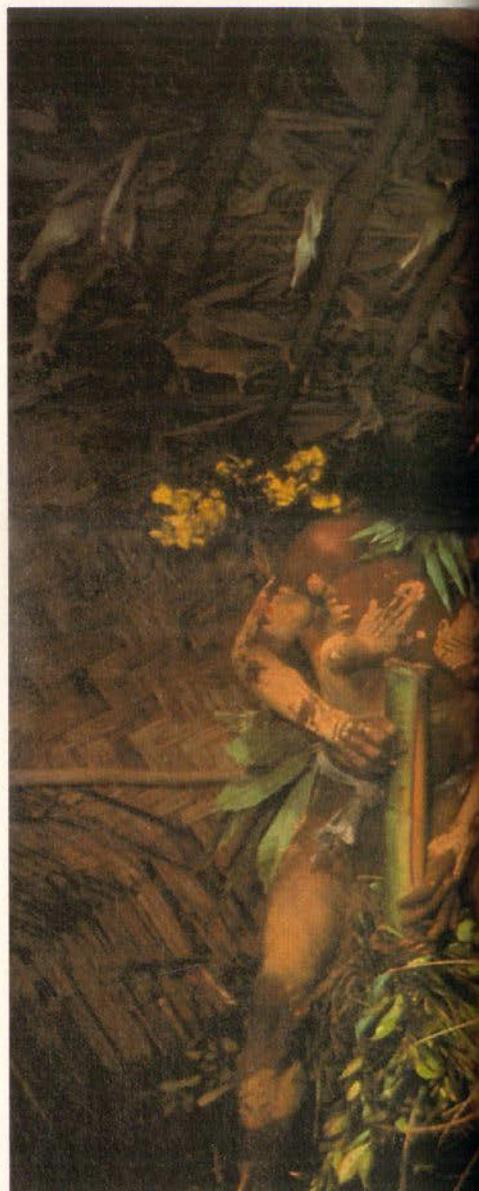
Trotz allem Lust und Liebe



Adam und Eva waren ideale Ehegatten: Sie konnten im Paradies ihre Geschlechtsteile gebrauchen, ohne Lust zu empfinden. Dies lehrte zumindest der Kirchenvater Augustinus. Von Jesus überlieferte Maximen zur Sexualität lassen sich kaum finden, doch unter dem Einfluß altrömischer Tugendlehren ächtete schon die fröhe christliche Kirche die böse Begierlichkeit. Nichtsdestoweniger waren die Sitten in den nachfolgenden Jahrhunderten oft viel freier, als der Blick auf die kirchlichen Moralvorschriften vermuten lassen könnte



Ein Lebens- und Fruchtbarkeitssymbol könnte die steinzeitliche »Venus von Willendorf« gewesen sein. Stilisierte weibliche Formen stehen noch heute im Zentrum archaischer Rituale



von FRANZ MECHSNER

Komm, mein Freund, laß uns aufs Feld hinausgehen und unter Zyperblumen die Nacht verbringen. Da will ich dir meine Liebe schenken.“ So freimütig spricht das Mädchen im „Hohelied“ des Alten Testamentes zum Geliebten. Welche Welten liegen zwischen ihr und der unbekannten englischen Dichterin, die 1688 über das „Un Glück ihres Geschlechts“ klagte: „Unsere Gedanken, wie Zunder bereit, Feuer zu fangen / Werden oft von liebendem Verlangen ergriffen. Doch die Sitte verfügt so strenge Gebote, / Wir dürfen's um unser Leben nicht zeigen.“ Und welche Welten liegen wiederum zwischen ihr und Nina Hagen, die 1978 „Wenn du scharf bist, mußt du rangehn“ ins Mikrofon röhrt, aber auch ihrem „Schätzchen“ die Meinung stieß: „Spritz – spritz – das is'n Witz!“

Das Hohelied irritierte schon die Kirchenoberen des Mittelalters, galt ihnen doch der Stachel der Begierde als schlimmster Feind eines christlichen Lebenswandels. Und was mußten die hohen Würdenträger nicht alles lesen: von Brüsten, die wie junge Zwillinge von Gazellen sind; von Gerüchen, die alle Gewürze übertragen; vom Schoß des Mädchens, der wie ein runder Becher ist, dem es nimmer an Getränk mangelt.

Als die Bibel den Gläubigen zugänglich wurde, verkündete ihnen die Kirche, das Hohelied sei symbolisch gemeint, ein Gleichnis für die Liebe Christi zur gläubigen Seele als dessen Braut. Trotzdem hielten einige Theologen die Bibel auch in heutiger Zeit für jugendgefährdend: „Praktisch muß man sagen, daß unser Buch für körperlich und geistig



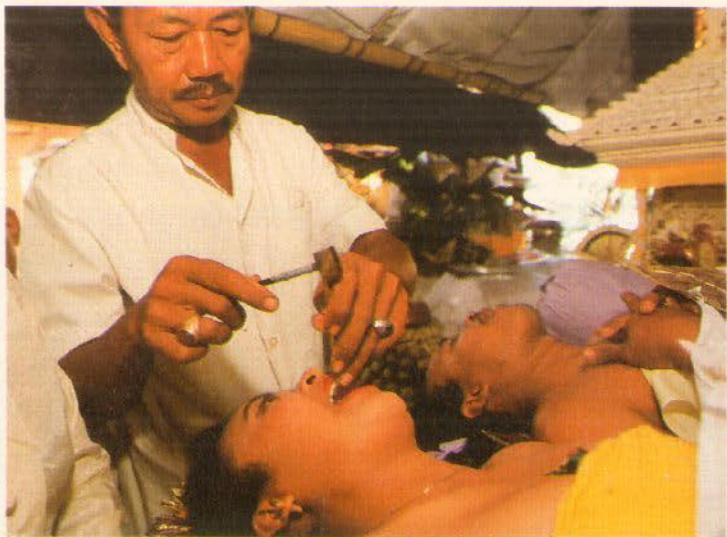
Frauen den Mythos einer vergangenen Welt ohne Männer, ohne Streit und ohne Unterdrückung



Erotische Wandbilder in Pompeji als Zeugnisse römischen Liebeslebens

Altkeltische »Landschaftskunst« an einem Kreidefelsen beim englischen Ort Dorset

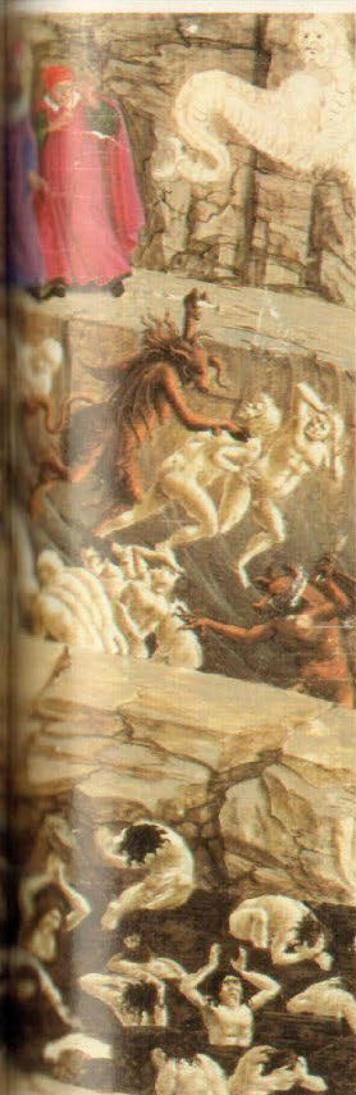
Pubertätsriten sind weit verbreitet: Junge Masai warten auf ihre Beschneidung. Einer Balinesin werden von einem Priester feierlich die Zähne geschliffen



Als edelste Form der Erotik galt im antiken Athen die homosexuelle Begegnung freier und gleicher Männer



Nackt in Paradies und Hölle: Auf Lucas Cranachs Gemälde »Das Goldene Zeitalter« und auf Botticellis Federzeichnung zu Dantes »Inferno« sind die Menschen hüllenlos



unreife Menschen nicht geeignet ist“, hieß es noch 1971 über das Hohelied.

Text Nummer zwei war eine solche Provokation, daß die Verfasserin es wohlweislich vorzog, als „Sylvia“ anonym zu bleiben. Nicht nur wegen des Inhalts: Im puritanischen England des 17. Jahrhunderts hatten Frauen nicht nur keine erotischen, sondern möglichst überhaupt keine Wünsche zu haben. Vor allem hatten sie sich nicht an die Öffentlichkeit zu drängen: „Denn eine Frau, die ihren Körper verkauft, ist keineswegs schändlicher als eine Frau, die ihren Geist feilt.“ Gänzlich ausgerottet ist diese Vorstellung immer noch nicht – wer wollte bestreiten, daß intellektuelle und sexuell fordernde Frauen auch gegenwärtig noch Männer ängstigen.

Und ist das, was Nina Hagen vor einem Jahrzehnt böse karikierte, nicht die „erotische“ Realität in zahlreichen Ehe- und sonstigen Betten?

Drei Texte, in denen Frauen erotische Sehnsucht oder Enttäuschung äußern. Drei Auffassungen, mit denen die Männerwelt ihre Schwierigkeiten hatte und heute noch hat. Drei Dokumente sehr unterschiedlicher Zeiten, die eine Historie der Sexualität anzudeuten scheinen: Von der Unbefangenheit der Wünsche über deren Knebelung zum wütenden Aufstand. Dabei war keine Epoche der patriarchalisch geprägten abendländischen Ge-

schichte der Erotik eindeutig und klar in ihren Normen, was erlaubt und verboten, was gut und was schlecht sei.

Wie schillernd zeigt sich etwa die antike griechische Einstellung zur Sexualität zwischen Männern. Schon Solon, der athenische Gesetzgeber, hielt den homosexuellen Verkehr für die edelste Form der sexuellen Zuwendung. Das viel beschworene „androgyn Ideal“ der Griechen war jedoch nicht der Mann mit Vagina, sondern die Frau mit Penis: der Knabe. Das Bedürfnis, um seiner selbst willen körperlich und geistig geliebt zu werden, konnten nach dem sexuellen Ethos der hellenischen Männer vor allem Knaben befriedigen. Grund war jedoch nicht die Herabsetzung des geschlechtlichen Verkehrs mit Frauen, sondern der Lobpreis einer erotischen Verbindung zwischen gleichberechtigten Partnern.

Der Kampf des Geistes mit den Begierden war vorgezeichnet

Juristisch unterlag die freie Liebe für freie (männliche) Bürger vor allem einer wichtigen Beschränkung: Der Geschlechtsverkehr mit Menschen, die bereits einem anderen Mann gehörten, war strafbar. Als erlaubt, aber nicht edel, galten Hurerei und außereheliche Abenteuer. Der Sitte entsprach die Vereinigung von Mann und Frau, sofern sie verheiratet waren. Diese Verbindung galt als edel, aber nicht als auszeichnend – denn Frauen hatten keine Bürgerrechte, waren mithin nicht frei. Die edelste Form der Sexualität war darum die Liaison von gleich zu gleich: die freie erotische Bejahrung eines Freien durch einen Freien.

Von der hellenischen Elite wurde indes Mäßigung erwartet: Unter den geistigen und politischen Führern Athens galt Enthaltsamkeit zumindest als ethisches Ideal. Die spätere christliche Tradition des geistigen Kampfes mit den Begierden ist im klassischen Athen vorgezeichnet, doch fand er dort – folgt man der Argumentation des französischen Philo-

sophen Michel Foucault – unter anderem Vorzeichen statt: Die Herrschaft über sich selbst war ein Zeugnis der Reife, auch zur Herrschaft im Haus oder in der Stadt befähigt zu sein.

Auch die auf den ersten Blick paradox erscheinende Verachtung des Homosexuellen, die es trotz aller Hochschätzung gab, sehen einige Historiker als Äußerung dieser Moral des Herrschens. Wer penetriert, ist Herrscher, wer penetriert wird, ist Diener – diese schlichte Formel bestimmte nach Auffassung Foucaults die Bewertung jeden Geschlechtsverkehrs. Nicht immer deutlich von einer Überredung, Nötigung oder Vergewaltigung zu unterscheiden, war jeder Sexualkontakt ein Sieg des aktiven Partners über den passiven.

Schändlich war es mithin für einen Mann, des anderen Sexualobjekt zu sein. Die passive Rolle des Knaben, der doch einmal herrschen sollte, war von heikler Ambivalenz: Der „Zögling“ gewährte seine Gunst, durfte aber auch nicht allzu willfähriges Objekt sein.

„Arschgeickt ist unser ganzes Volk“ schrieb Aristophanes, um die Athener zu ärgern. Könnte es sein, daß die Griechen sich doch insgeheim ihrer Knabenliebhaberei schämten?

Nicht alle Historiker teilen die Vorstellung, in der sexuellen Kultur der Griechen habe der homosexuelle Verkehr eine außerordentlich dominierende Rolle gespielt. Und auch vieles von dem, was über die sexuelle Herabsetzung der Frau im klassischen Athen behauptet wurde, basiert auf bloßen Mutmaßungen.

Unbestritten ist immerhin, daß die Frau – eingesperrt im Haus und rechtlos in der Gesellschaft – wenig Möglichkeiten hatte, über sich und ihr Liebesleben zu bestimmen. War sie Ehefrau, genoß sie den Schutz ihres Gatten, stand aber völlig unter seiner Gewalt. Unverheiratet blieb ihr bestenfalls die zweifelhafte Karriere einer begehrten, doch zugleich verachteten Hetäre.

In der römischen Antike wurde zumindest die vermeidende Frau vorübergehend



**Magisches Kompendium 1775:
»Das Ungeheuer so den Ausgang des Fegefeuers bewacht«**

unabhängiger. Sie konnte sich fast ebenso ungeniert ihre Eskapaden leisten wie der Mann. Hintergrund dieser sexuellen Emanzipation war die Einführung des Erbrechts auch für Töchter. Zuvor war das Besitztum begüterter Römer an die Stadt zurückgefallen, wenn es ihnen nicht vergönnt gewesen war, einen männlichen Erben zu zeugen. Die Töchter wußten die Gunst der neuen Lage zu nutzen. Diese Kränkung männlichen Selbstbewußtseins empfahl der römische Dichter Ovid gelassen zu nehmen: „Rückständig ist ein Gemahl, / der um einen Hausfreund sich aufregt: / Wie's in der Stadt zugeht, / hat er noch gar nicht bemerkt.“

Trotz der verbreiteten Tendenz zur „Sittenlosigkeit“ wur-

zurückhalte, werde stark, kühn und feurig.

Auch viele religiöse Richtungen förderten die Askese. Obwohl Jesus sich zur Sexualität kaum geäußert hatte, pries der Apostel Paulus die Enthaltsamkeit. Doch wer sich nicht beherrschen könne, solle sich halt verehelichen: „Es ist besser zu heiraten als zu brennen.“ Nach Meinung des französischen Historikers Philippe Ariès maß Paulus der Zeugung von Kindern wenig Bedeutung bei, da er an die baldige Wiederkunft Christi glaubte.

Die spätere kirchliche Auffassung, daß einzig die legitime Nachkommenschaft den Geschlechtsverkehr rechtfertige, ist ursprünglich stoischer Herkunft. Der jüdische Theologe Philon von Alexandrien, ein Zeitgenosse von Paulus, deutete Kultvorschriften des Alten Testaments im Sinne der Stoa um und verankerte so deren Sexualethik im Christentum.

Damit war der Rahmen vorgezeichnet, innerhalb dessen sich die christliche Morallehre entwickeln sollte. Die Kirche schützte die Ehe, doch gleichzeitig ächtete sie rigoros und autoritär die sexuelle Lust – mit den bekannten verheerenden Wirkungen.

Im frühen Mittelalter kamen – oft von Bischöfen verfaßte – Bußbücher in Umlauf, in denen akribisch alle nur möglichen Sünden und deren Strafen aufgezeichnet waren. Manche schrieben genaue Zeiten vor, in denen jeder eheliche Geschlechtsverkehr verboten war – insgesamt etwa zwei Drittel des Jahres. Bischof Caesarius von Arles forderte von Eheleuten, nach jedem Koitus einen Monat lang keine Kirche zu betreten. Einige Theologen verglichen gar Verheiratete, die sich zu heftig liebten, mit Ehebrechern. Die Kirche forderte vom Sünder nicht nur – wie noch Jesus – Reue und künftige Besserung, sondern belegte ihn mit teils öffentlichen Kirchenstrafen wie Ausschluß vom Abendmahl, Tragen eines Büßerhemdes oder Wallfahrten.

Weit verbreitet war das Bußbuch des Gratian, eines Mönchs aus dem zwölften

Inquisition: Angeklagte »Hexen« wurden absurd sexueller Verbrechen beschuldigt. Frauen mußten gestehen, es mit dem Teufel getrieben, Männer impotent gehext, gar Penisse wie Hühner in einem Stall gehalten zu haben



Badeborde 1470:
Der Kopf ist bedeckt, ansonsten
geniert sich keiner

Hexenprobe:
Frauen, die gefesselt
schwimmen
können, wären
überführt



de die Ehe im Kaiserreich aufgewertet. Mehr und mehr wandelte sie sich von einem Geschäft zwischen Brautvater und Bräutigam zu einem freiwilligen Bündnis der Gatten. Treue wurde jetzt nicht nur von der Ehefrau, sondern zunehmend auch vom Manne gefordert. Die möglichst liebe- und lustvolle Gestaltung der Ehe konnte ins Zentrum des Lebens rücken.

Die Ärzte der späten Antike priesen eine gewisse Enthaltsamkeit aus medizinischen Gründen. Zum einen fürchteten sie die heftigen Zuckungen beim Geschlechtsverkehr, weil sie der Epilepsie ähnelten. Vor allem aber warnten sie vor einer Verschwendug des Samens: Wer ihn verausgabe, schwäche sich, wer ihn



Jesus und die Frauen: Wer das Thema – wie der Film »Die letzte Versuchung Christi« – allzu frei behandelt, zieht sich auch heute noch den Zorn christlicher Fundamentalisten zu



Scharfe Scherze mit der alemannischen »Fasnet«: Was die Sitte nicht erlaubt, das gestattet die Maske

Jahrhundert. Es ahndete „kleinere“ Vergehen wie „Unzucht“ von Ledigen, Geschlechtsverkehr während der Schwangerschaft oder männliche Onanie mit zehn sexuellen enthaltsamen Fasttagen. Für weibliche Onanie gab es ein ganzes Jahr. Später verordnete die Kirche teilweise so harte Strafen, daß öffentliche Büßer zeitweilig wie künftige Heilige verehrt wurden.

Schwer wog auch die Sünde des gleichgeschlechtlichen Verkehrs. Homosexuelle brannten im Mittelalter auf dem Scheiterhaufen. Ihre Verfolgung und grausame Bestrafung wurzelte unter anderem in einer heidnischen Tradition: Schon bei den Germanen wurden Menschen verbrannt, in denen man böse Kräfte vermutete. Sie sollten in keiner Form wiederauferstehen können. Und bei den Germanen galt der Homosexuelle als gemeingefährlich wie der Schadenszauberer, dessen man sich auch nur durch Verbrennung entledigen konnte. An diese Vorstellung knüpfte vermutlich 1487 der „Hexenhammer“ an, ein Regelwerk für die Inquisition. In ihm wurde homosexueller Verkehr als Hexerei gepeißelt.

Erst 1563 wurde die kirchliche Trauung zur Vorschrift

Die Verbindung von Mann und Frau stand dagegen unter dem besonderen Schutz der Kirche. Weithin galten Eheschließungen durch den ersten Geschlechtsverkehr als vollzogen: In manchen Gegenden wurde das Paar feierlich von den Hochzeitsgästen ins Brautgemach geleitet, und der Pfarrer segnete das Bett. Oft wartete die fröhliche Runde auch noch das Entkleiden ab, ehe sie sich zum Singen und Tanzen vor die Tür zurückzog und auf die Präsentation des durch Entjungferung blutbefleckten Leintuch wartete.

Vielerorts galt das gegenseitige Treueversprechen der Gatten als Eheschließung, selbst wenn dies heimlich geschah. Eine solche „Winkel-ehe“ konnte vor allem der Frau große Nachteile bringen,

wenn diese etwa ihre Jungenschaft verloren hatte, womöglich schwanger geworden war und nun ihrem untreuen Geliebten die heimliche Hochzeit nicht nachweisen konnte. Erst im Jahre 1563 schrieb das Konzil von Trient die kirchliche Trauung endgültig vor.

Auch die Unauflöslichkeit der Ehe setzte die Kirche recht spät, im Laufe des Hochmittelalters, durch. Vor allem adlige Männer hatten lange auf ihrem Recht beharrt, Frauen zu verstoßen. Das einfache Landvolk scheint dagegen nicht nur der wachsenden Macht der Kirche nachgegeben zu haben: Neuere Forschungen des französischen Historikers Philippe Ariès legen nahe, daß die unauflösliche Ehe auf dem Lande bereits Norm war, bevor die Kirche dort irgend jemanden zu irgend etwas zu zwingen brauchte.

Gesellschaftlich anerkannte Formen der Ehe waren allerdings lange Zeit denen vorbehalten, die „etwas darstellten“ – den ältesten Söhnen der Adligen, selbständigen Handwerkern und Hoferben. Besitzlose Männer mußten sich mit lokeren Konkubinen und Abenteuern begnügen. Im 15. Jahrhundert nahmen in vielen französischen Städten sexuelle Überfälle auf Frauen überhand. Sie wurden oft von Jugendlichen verübt, die allenfalls in ferner Zukunft oder gar nicht auf Heirat hoffen konnten. Um Abhilfe zu schaffen, forderten die Magistrate billige Bordelle, die zu besuchen offenbar kaum als Schande galt.

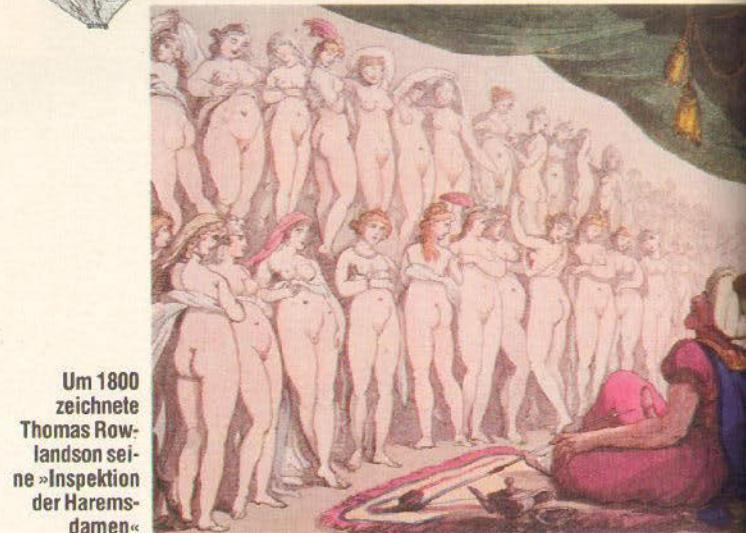
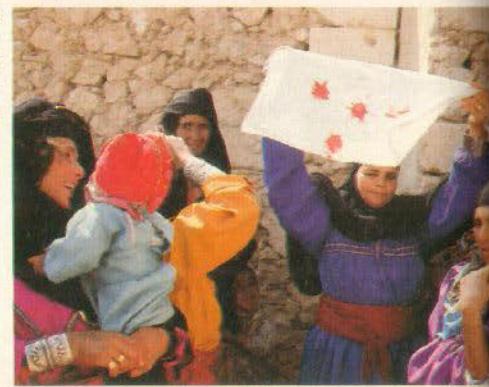
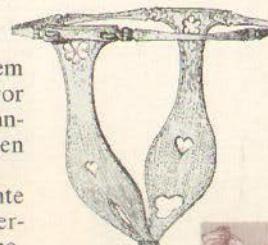
Einem trotz der strengen kirchlichen Moralvorschriften recht lockeren Sexualleben frönten auch viele Angehörige von Adel und Klerus. Fürsten und Bischöfe hielten sich Mätressen, und gegenseitige Besuche von Mönchen und Nonnen waren üblich. Manche Nonnenklöster brachten es so weit, daß die Betreiber der örtlich zugelassenen, Abgaben zahlenden Freudenhäuser sich bei der Stadt über die unlautere Konkurrenz beklagten.

Die höfische Literatur idealisierte die außereheliche Liebe. So ist beispielsweise die weite Verbreitung des mittel-



»Auserwähltes Lieb, wie ich Dein begehre!« – Miniatur aus der Manessischen Handschrift, um 1300

Die Unberührtheit der Braut und die Treue der Ehefrau können sozial und »mechanisch« kontrolliert werden



Um 1800 zeichnete Thomas Rowlandson seine »Inspektion der Harems-damen«



Ein »Blunder-wagen« transportiert 1775 üppige Mitgift zur »Egerländer Bauernhochzeit«



Hochzeitsriten: Fast jede Kultur hat ihre eigene Art, die Vermählung zu feiern. Marokkanische Bräute werden festlich dekoriert, im Flandern des 16. Jahrhunderts führt der Schwiegervater die Braut, die Chassidim-Juden in den USA separieren die Festgäste nach Geschlecht

»Die Hose oder das Leben« – Kupferstich aus Bamberg um 1820



alterlichen Epos „Tristan“ und der Artus-Dichtung ein Symptom für die Faszination, die der Ehebruch – die „wahre Leidenschaft“ – ausstrahlte. In ihm manifestierte sich die Rebellion gegen das System der Vorteilsheiraten und die Enge der Moralvorschriften.

In der Renaissance erblühten mit dem Handel auch die Wissenschaft und die schönen Künste. Adel und Bürgertum erfreuten sich an üppigen Formen und Farben: Nicht mehr der schmalbrüstige, langgliedrige Mensch mit Schnabelschuhen und spitzem Hut galt etwas, sondern der Muskelmann in bunter Pluderhose und die Frau, „die in der Umklammerung Riesen zu erdrücken vermag“. Wohlhabende Männer kleideten sich geckenhaft und betonten ihren Hosenlatz durch besondere Farben. Vornehme Damen ließen sich nackt porträtieren. Unverheiratete Frauen zeigten die vormals eingeschnürten Brüste, nicht selten dekolletiert bis unter die Warzen.

Vulkanische Leidenschaft wurde zur höheren Tugend für beide Geschlechter. Dabei standen Mediziner, Freud vorwegnehmend, den Liebsten bei: Der Nichtgebrauch einer sehnsgünstigen Vagina, so meinten sie, könne Hysterie verursachen. Selbstbewußt sprachen Frauen miteinander über das sexuelle Unvermögen ihrer Ehemänner. Obwohl un-

treuen, in flagranti überraschten Ehefrauen von Gesetzes wegen die Tötung drohte, stürzten sich viele in erotische Abenteuer. Zum Keuschheitsgürtel, mit dem Adlige oft bei Abwesenheit ihre Ehefrauen versahen, besaß manche der Eingeschlossenen einen Nachschlüssel.

Auch während des Absolutismus war in der Oberschicht die Begierde allgegenwärtig, wenn auch selten ernst gemeint. Der französische Hofstaat liebte das Getändel und Getue, die „galante“ Delikatessen, die sich etwa in der Kunst des zierlichen Rockaufhebens oder gar in der Toilette vor Fremden äußerte. Als kostbares Spielzeug wurde der zarte Busen verehrt, dem natürlich jedes Stillen verboten war – dafür gab es Ammen. Wie die Arbeit verabscheuten die Adligen überhaupt jede gröbere Beanspruchung des Körpers und frönten dem Mäßiggang.

Angesichts dieser Dekadenz wollte das aufkommende Bürgertum eine sittlichere Lebensordnung errichten. Dies mündete jedoch im 19. Jahrhundert in eine solche Prüderie, daß in weiten Kreisen jede Erwähnung von Sexuellem tabu war. Mit drakonischen Strafen für Homosexuelle, Ehebrecher und andere „Perverse“ feierte der Moralfanatismus düstere Orgien. In schummrigen Bougeois und schwulen Cabarets blühte dagegen eine sexuelle Subkultur, die auch bei selbstgefälligen Moralaposteln sehr beliebt war.

Wissenschaftler unterfütterten die Moraldogmen der geistlichen und staatlichen Lustverhüter mit neuen Theorien: So deutete der Wiener Psychiater Richard von Kraft-Ebing in seinem Werk „Psychopathia sexualis“ die sogenannten „Perversionen“ als Folgen biologischer Degeneration. Nur wenige sexuelle Spielarten jenseits der „Normalstellung“ entgingen der Verurteilung als krankhaft. Sigmund Freud, der Begründer der Psychoanalyse, vertrat die Ansicht, daß Triebverzicht der Preis sei, den die Menschheit für kulturelle und zivilisatorische Leistungen zu zahlen habe. Erst „sublimier-

te“ sexuelle Energie ermögliche höchste Schaffenskraft.

Jugendliche bekamen bis weit ins 20. Jahrhundert hinein die angeblichen Folgen der Onanie vor Augen geführt: Gehirnschrumpfung, Hysterie, Epilepsie oder Lähmungen. Besorgte Eltern, die auf die Wirkung von Drohungen allein nicht vertrauen wollten, konnten ihre Kinder auch mechanisch vor Unheil schützen: Von stachelbewehrten Penisringen bis hin zu eisernen Unterhosen für gefährdete Mädchen reichten die angebotenen Schutzvorrichtungen. Und im Extremfall standen Chirurgen bereit, eine sündenträchtige Klitoris abzuschneiden.

Wilhelm Reich hingegen, ein Schüler Freuds, behauptete in den zwanziger Jahren,

Die verruchte, männermordende Frau war ein typisches Thema der Kunst im späten neunzehnten Jahrhundert

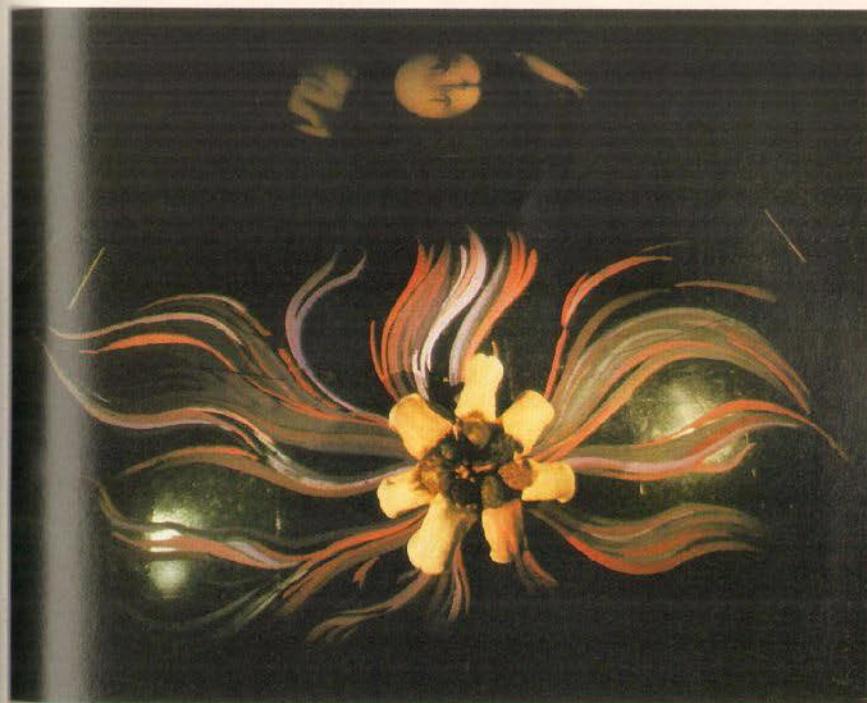


Frauen demonstrierten im Jahre 1908 in London. Die Emanzipationsbewegung irritierte die Männer in ihrem traditionellen Weltbild

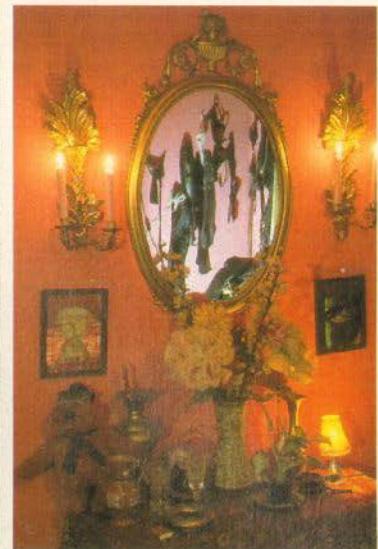
»Schockieren macht Spaß« war eine Devise der fröhlich anarchistischen sechziger Jahre



»Auf dem schönen Liebesbaum saß ein Heer von Liebesgöttern«



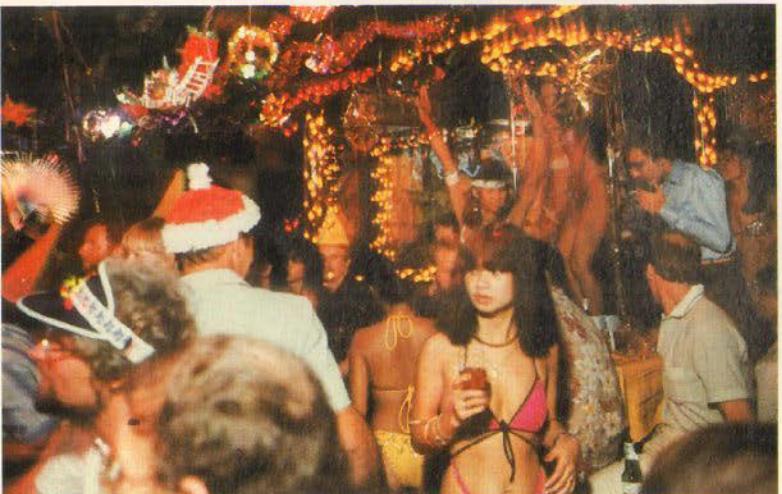
Nackte Menschen auf der Bühne, wie hier im Musical »Oh Calcutta«, provozieren heute kaum noch



Im Studio einer Leder-Domina wirken Teddybär und Kitsch-Bildchen niedlich. Was Männern Jahrhunderte lang recht war, ist manchen Frauen heute billig: Nicht nur zum Angucken entblättern sich die schönen Burschen im »Chippendale«-Strip-tease-Club in Manhattan



Sextourismus: Fern von Ehefrauen und Emanzen »erholen« sich gestresste Westler in einer Sexbar in Bangkok



Amerikanische Homosexuelle demonstrieren gegen die Aids-Politik ihrer Regierung

nicht die Sexualität, sondern deren Unterdrückung mache krank. Er formulierte eine politisch brisante, in den sechziger Jahren von revolzierenden Studenten wieder aufgegriffene These: Der Kapitalismus profitiere von der sexuellen Repression. Untertanengeist, Sadismus und Destruktivität der wilhelminischen Ära und schließlich des aufkommenden Nationalsozialismus deutete der Psychoanalytiker als Folge geknebelter Sexualität. Seine Schlußfolgerung: Erst die Abschaffung des Kapitalismus werde die „volle orgasmatische Potenz“ der Menschen ermöglichen.

Erkenntnisse der Psychoanalyse, aber auch das Studium der verblüffend vielfältigen Sexualität anderer Völker und Epochen zeigten immer deutlicher: Nicht die Natur, sondern die Kultur definiert das Erlaubte und das Verbotene. Die Studien des polnischen Ethnologen Bronislaw Malinowski an Südseevölkern unterstützten die Argumentation, daß sexuelle und gesellschaftliche Unterdrückung eng miteinander verknüpft seien. Die amerikanische Anthropologin Margaret Mead – deren Forschungsergebnisse heute skeptischer bewertet werden – behauptete in den dreißiger Jahren, daß männliches und weibliches Rollenverhalten von Gesellschaft zu Gesellschaft stark variiere. Deshalb könne von „natürlicher“ Männlichkeit oder Weiblichkeit kaum die Rede sein.

Der Kinsey-Report zeigte Anfang der fünfziger Jahre, wie wenig die Amerikaner der offiziell verkündeten Sexualmoral zustimmten. Eine schockierte Öffentlichkeit mußte beispielsweise erfahren, daß als pervers gebrannte Sexualpraktiken weit aus beliebter und gebräuchlicher waren als angenommen.

In den sechziger Jahren begann sich – unterstützt durch die Einführung der „Pille“ – die Einstellung zur Sexualität zu wandeln. Die amerikanische Flower-Power-Bewegung brach radikal mit den moralischen Normen der Elterngeneration. Auch ein Teil der bundesdeutschen Jugend akzeptierte

nicht länger traditionelle Tabus. Für linke Studenten galt die Kleinfamilie als Bruststätte sexueller und gesellschaftlicher Unterdrückung, gehörte die „sexuelle Befreiung“ somit zum politischen Kampf. Doch die Studenten waren nur besonders radikale Exponenten einer ohnehin sich anbahnenden Liberalisierung. Hundertausende von Bürgern sahen Ende der sechziger Jahre die Aufklärungsfilm Kolles.

Ersetzte die sexuelle Revolution alte Zwänge durch neue?

Doch diese Liberalisierung hat ein neues erotisches Verständnis, eine „Ars erotica“ kaum gefördert. Nach dem Hite-Report von 1977 fühlt sich manche Frau nicht befreit, sondern nur neuem männlichen Druck ausgesetzt: „Ich verachte die Einstellung so vieler Männer, daß sexuelle Befreiung für sie eine Frau bedeutet, die ihre Beine breit macht.“ Auch viele Männer leiden unter Leistungsdruck – hervorgerufen durch das neue erotische Selbstbewußtsein von Frauen. Es scheint, als habe die sexuelle Revolution alte Zwänge teilweise durch neue ersetzt und ihr wichtigstes Ziel noch nicht erreicht: das freiwillige und zärtliche Miteinander von gleichberechtigten Partnern.

Immerhin hat der sexuelle Umschwung gesellschaftlich Früchte getragen: Selbstbefriedigung gilt nicht mehr als verwerflich. Das Zusammenleben ohne Trauschein ist weitgehend akzeptiert. Immer jünger machen Jugendliche ihre ersten Erfahrungen mit dem anderen Geschlecht. Homosexuelle werden weniger diskriminiert. Und auch häufig wechselnde Partnerschaften scheint die Gesellschaft zu tolerieren.

Doch Aids hat altbekannte, überwunden geglaubte Vorbehalte wieder aufgebrochen. Nicht wenigen Verfechtern der traditionellen Moral scheint die Angst vor der Krankheit als Disziplinierungsinstrument gerade recht zu kommen. □

Der Biologe und Schriftsteller **Franz Mechshner**, 35, schreibt regelmäßig für GEO.

Schalten Sie um auf GEO-Vision

Begleiten Sie GEO-Reporter hautnah bei ihren Reisen, Recherchen und Experimenten. Erleben Sie Höhepunkte aus GEO als Video. GEO-Vision – eine faszinierende Kombination aus wissenschaftlichen Berichten

und Unterhaltung. Acht Filme sind bereits erschienen. Bestellen Sie mit der Karte auf Seite 99 oder über den GEO-Vision Versand-Service, Postfach 600, 7107 Neckarsulm.

Die Geburt der Materie

In unterirdischen Großexperimenten suchen Physiker den Urknall und das Schicksal des Universums zu ergründen. Ein Dokumentarfilm über eines der großen Abenteuer der Physik. Ca. 40 Min.



Angriffe aus dem Mikrokosmos

stellt das raffinierte Verteidigungssystem des Körpers vor: z. B. unersättliche Freßzellen, die Eindringlinge einfach auffressen. Oder das phantastische Gedächtnis des Immunsystems, das ein Leben lang Erreger wiedererkennen und bekämpfen kann. Ca. 45 Min.



Kein Krieg in der Manege

Sanft, einfühlsam und geduldig beschäftigt sich Gerd Siemoneit mit seinen Tieren und führt sie so zu erstaunlichen Leistungen in der Dressur. Ein Film von Volker Arzt. Ca. 50 Min.



NEU - Honigjäger

In den Hochtälern des Himalaya jagen Männer auf schwankenden Bambusleitern Wildbienen den Honig ab. Ein steinzeitliches und gefährvolles Gewerbe. Ca. 30 Min.



Gesunde Gedanken

Von den beeindruckenden ersten Ergebnissen einer neuen Forschungsrichtung, der Psycho-Neuro-Immunologie, berichtet dieses GEO-Video: Es beschäftigt sich mit eindrucksvollen Beispielen über den Zusammenhang zwischen Immunsystem und Psyche. Ca. 45 Min.

Südsee-Impressionen

Der Fotograf Hans-Jürgen Burkhard folgte den Spuren des Südseeforschers George Forster. Die Eindrücke, die er auf seiner 55.000 km langen Reise durch jene unschuldig-üppige Inselwelt festhielt, haben wir für Sie in einer Dia-Show auf Video zusammengefaßt. Ca. 40 Min.



Wer spielt, gewinnt

Sie beobachten in einzigartigen Szenen, was „live“ nur wenige je gesehen haben: Das Spiel der Tiere – ein Phänomen, dem selbst die Forschung sich nur zögernd nähert. Ca. 40 Min.

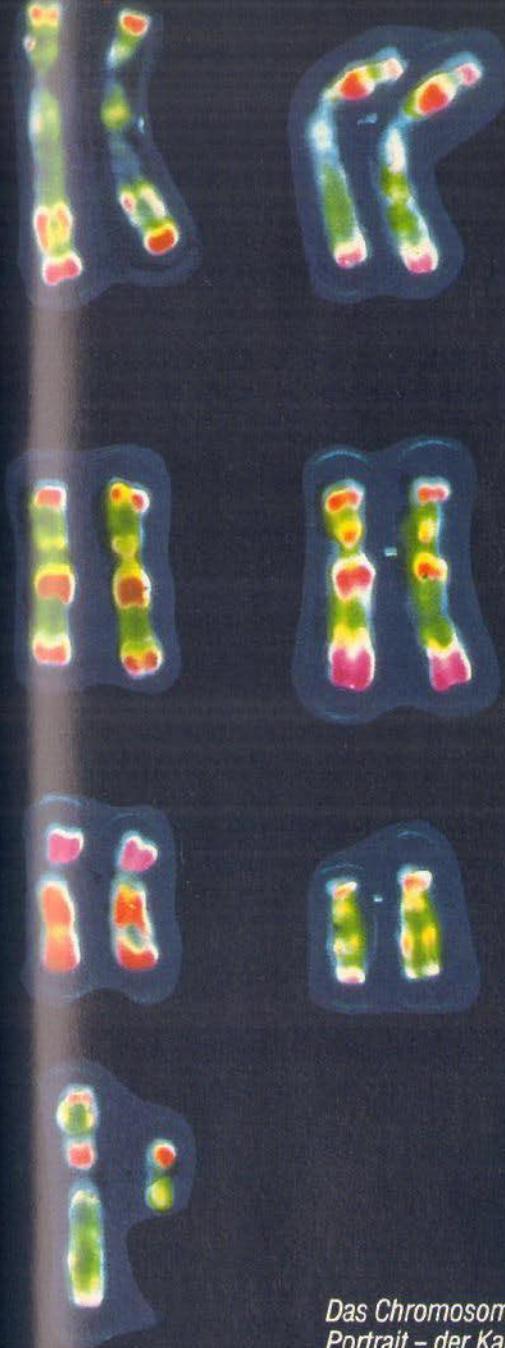


Rückkehr der Seuchen

z. B. Malaria. Durch die zunehmende Resistenz der Erreger wird die Suche nach neuen wirksamen Medikamenten immer dringlicher. Die Chancen bei der AIDS-Bekämpfung, sowie weitere (lebens-)wichtige Themen behandelt dieses GEO-Video. Ca. 45 Min.



DAS KREUZ MIT DEM



ERBE
Das Chromosomen-Portrait – der Karyotyp – eines männlichen Menschen zeigt 22 Paare sowie die beiden »Sex-Chromosomen« X und Y; die Kombination XX würde »weiblich« signalisieren. Karyotypen dienen zur Bestimmung von Erbkrankheiten. Mit dem Wissen wächst – nach den Greueln im Dritten Reich – erneut die Sorge vor einem Mißbrauch der Humangenetik

von CHRISTINE BROLL

Mitschuld am größten Völkermord der Geschichte? Fritz Lenz hätte einen solchen Verdacht wohl weit von sich gewiesen, wäre ihm die Frage damals gestellt worden. Was hatten er und seine Kollegen Erwin Baur und Eugen Fischer anderes gemacht als ein Lehrbuch verfaßt? Die „Menschliche Erblichkeitslehre und Rassenhygiene“ erschien 1921 und traf offenbar den Zeitgeist, den es auch in den Naturwissenschaften gibt, ganz gut: 1923 folgte die zweite, 1931 eine dritte Auflage des „Baur-Fischer-Lenz“.

„Von eigentlich rassenhygienischen Büchern“, hatte Lenz zwei Jahre vor der Machtergreifung in einer wohlwollenden Besprechung von Hitlers „Mein Kampf“ geschrieben, „hat Hitler, wie ich höre, die zweite Auflage des Baur-Fischer-Lenz gelesen, und zwar während seiner Festungshaft in Landsberg. Manche Stellen darin spiegeln sich in Wendungen Hitlers wider.“

Fritz Lenz war kein dumpfer Knecht der Nazis. Er war, wie der Kölner Genetiker Benno Müller-Hill in seiner Vorlesung „Von der Tier- und Blutmythologie zum Vernichtungskult in Auschwitz“ anmerkte, „der Gescheiteste unter den Genetikern“ im Deutschland vor Hitler. Der Münchener Professor fand sich durchaus im Einklang

mit vielen seiner – auch ausländischen – Kollegen, als er in der dritten Auflage seines Lehrbuchs schrieb: „Die Frage der Erbqualität ist hundertmal wichtiger als der Streit um Kapitalismus oder Sozialismus.“ Und er war überzeugt, „daß der Nationalsozialismus ehrlich eine Gesundung der Rasse anstrebt“.

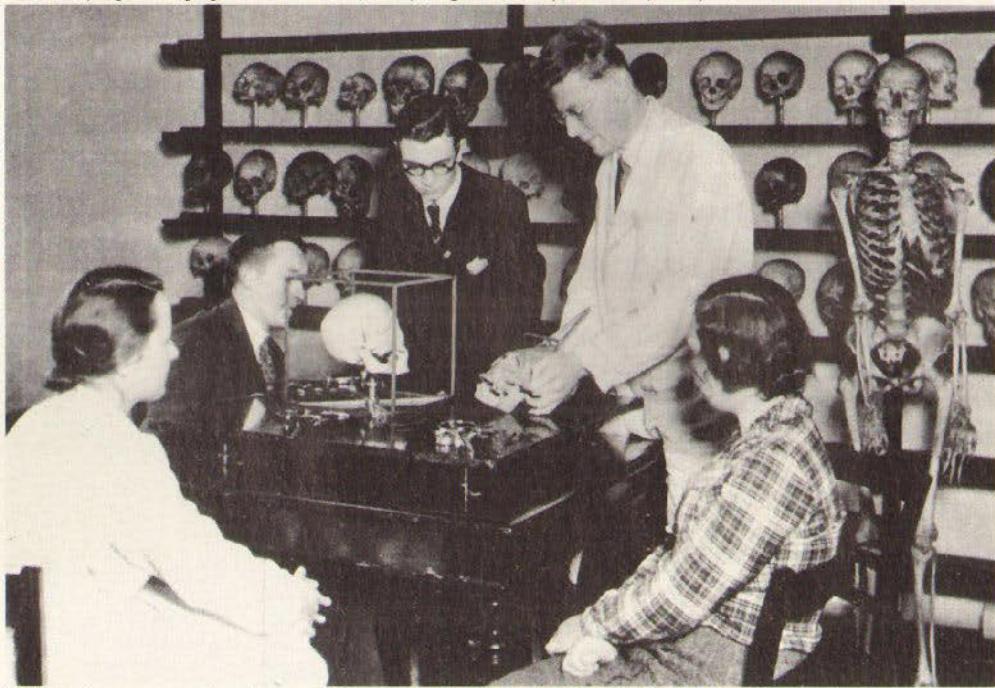
Über menschliche Vererbungslehre läßt sich heute kaum unbefangen reden. Noch immer haftet der Humangenetik ein Beigeschmack der „Rassenhygiene“ an, der sie zur Heilslehre verkommen ließ. Dennoch bleibt diese Wissenschaftsdisziplin von prinzipieller Bedeutung für die Medizin und für das menschliche Selbstverständnis. Und diese Bedeutung wächst mit dem Aufschwung der modernen Biologie derzeit sprunghaft an. Mit ihr keimt die Hoffnung von Patienten und Ärzten, viele schwere, bisher unheilbare Krankheiten endlich ursächlich behandeln zu können. Aber es droht auch, erneut, die Gefahr eines Mißbrauchs humangenetischer Erkenntnisse.

Eine ganze Generation deutscher Genetiker hatte sich in „die geistige Vorbereitung“ und „die geistige Beihilfe“ (Müller-Hill) des größten Verbrechens unserer Geschichte verstrickt. Schuldig machten sich auch Wissenschaftler der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, der Vorläuferin der Max-Planck-Gesellschaft. Eugen Fischer war 1927 Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts (KWI) für „Anthropo-

So würde es enden



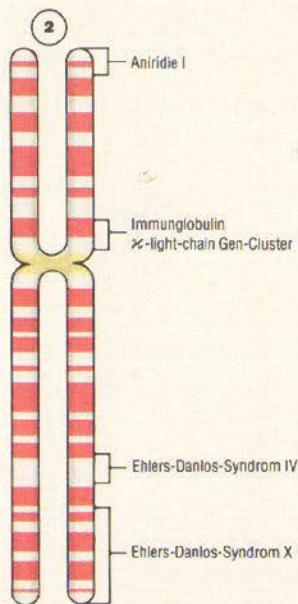
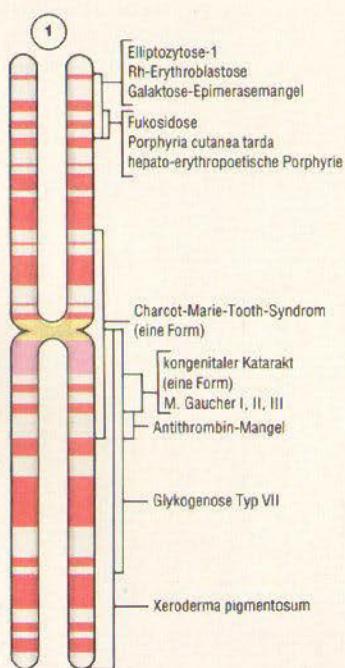
Nazi-Propaganda gegen Erbkranken (1935), Zigeuner-Deportation (1938): Forscher motivierten Mörder



Schädelvermessung im »Rassenbiologischen Institut« der Hansischen Universität Hamburg, 1935

Genetischer Aberglaube zeugte den Rassenwahn

Zur Hitler-Zeit kannten Gelekter nur krude Details der Vererbung. Erst 1959 wurde beispielsweise die »männlich« machende Eigenschaft des menschlichen Y-Chromosoms entdeckt. Heute gibt es detaillierte »Gen-Karten« des Menschen: Die Grafiken zeigen, welche Erbleiden auf den - hier durchnumerierte - 22 »autosomalen« Chromosomen sowie dem X- und Y-Chromosom lokalisiert werden konnten (Quelle: »The Human Gene Map«, 1987)



logie, menschliche Erblehre und Eugenik in Berlin geworden und hatte neben seinem Co-Autor Fritz Lenz unter anderem den Intermisten Otmar von Verschuer ans Institut geholt. Dessen Lieblingsschüler Dr. phil. Dr. med. Josef Mengele wurde 1943 im Vernichtungslager Auschwitz aktiv.

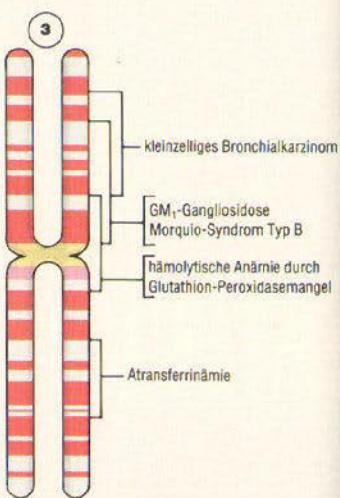
Mengele wollte mit seinen Menschenversuchen unter anderem herausfinden, ob verschiedene »Rassen« unterschiedlich auf Infektionen reagieren. Dazu infizierte er eineiige und zweieiige Zwillinge - Kinder aus jüdischen und zigeunerischen Familien - mit Typhusbakterien. Die Blutproben schickte der Schüler Mengele an seinen Lehrer Verschuer, der damals gerade die Leitung des Berliner KWI von Fischer übernommen hatte.

»Minderwertige sind auszumerzen«

Mengeles Experimente waren der grauenhafte Höhepunkt einer verbündeten erb-biologischen Argumentationskette:

1. Die Verschiedenheit der Menschen sei biologisch bedingt.
2. Das, was Deutsche zu Deutschen, Juden zu Juden, Asoziale zu Asozialen und Geisteskranken zu Geisteskranken mache, liege im Blut oder in den Genen.
3. »Minderwertige« seien zu sterilisieren oder »auszumerzen«, damit ihr Erbgut nicht den »Volkskörper verderbe«.

Wer als »minder-« oder »hochwertig« einzustufen sei, bestimmten nach der Machter-



greifung die Nazis – mit dem berüchtigten Nürnberger Rassengesetz zum Schutze des deutschen Blutes und der deutschen Ehre“ von 1935. Und wo bei Baur-Fischer-Lenz noch professorial-vage von einer „Trennung“ der „Rassen“ zu lesen war, wurden Hitlers Scherben ganz konkret – in den Vernichtungslagern.

Nach der nationalsozialistischen Katastrophe favorisierte der Zeitgeist im Westen – zumal in der Bundesrepublik – die „Kultur“: Die „Umwelt“ und nicht dessen biologische „Natur“ prägte den Menschen.

Seit einigen Jahren mehren sich allerdings wissenschaftliche Befunde, wonach wir doch stärker als angenommen von unseren Genen geprägt sind. Schon die Veränderung eines einzigen Gens – von rund 100 000 – kann Menschen zu Krüppeln machen. Auch manche Volkskrankheiten – etwa Arteriosklerose – werden genetisch verursacht. Sogar eine erhöhte Empfindlichkeit für Umweltbelastungen kann auf Erbfaktoren zurückgehen. Und bestimmte Gen-Kombinationen könnten Ursache für Schizophrenien oder manische Depressionen sein.

Das gentechnische Rüstzeug ermöglicht Medizinern heute, immer mehr Krankheiten schon vor dem Ausbruch zu erkennen. Gen-Tests lassen bereits aus einer Blutprobe erkennen, ob ein Mensch Herzinfarktgefährdet ist oder die gefürchtete „Chorea Huntington“ bekommen wird. Für Betroffene kann die frühzeitige Diagnose eine Chance sein, durch geeignete Vorsorge Leiden zu vermeiden. Sie kann

aber auch – wie etwa bei der Chorea – ein Menetekel sein, das einen (noch) gesunden Menschen dazu verdammt, hilflos einem vorzeitigen Ende entgegenzusehen.

Die neuen Möglichkeiten gehen nicht nur die Betroffenen selbst an, sondern stellen auch Fragen an die Gesellschaft: Werden etwa künftig Lebensversicherungen und private Krankenkassen vor Vertragsabschluß den genetischen Steckbrief fordern? Werden Arbeitgeber in Zukunft die Stellenbewerber routinemäßig nach genetischen Schwachstellen durchchecken lassen?

Am ehesten kann wohl bei den „klassischen“ Erbkrankheiten ein Konsens gefunden werden. Im Durchschnitt kommt etwa eins von 100 Babys mit einem Leiden auf die Welt, das durch ein einziges defektes Gen ausgelöst wird. Bekanntestes Beispiel ist die – fast ausschließlich Knaben und Männer befallende – Bluterkrankheit: Sie zieht sich durch die Stammbäume europäischer Fürstenhäuser. Die englische Königin Victoria zum Beispiel vererbte die Anlage an viele Enkel und Urenkel.

Ursache der unstillbaren Blutungen, die „Hämophilen“ schon nach leichten Verletzun-

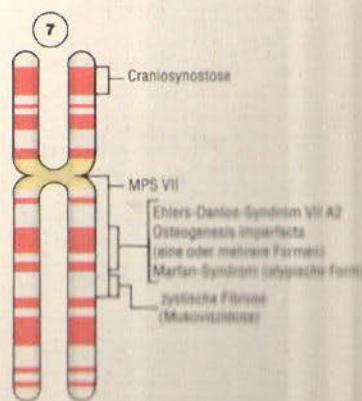
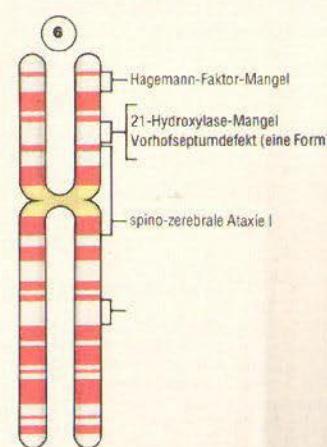
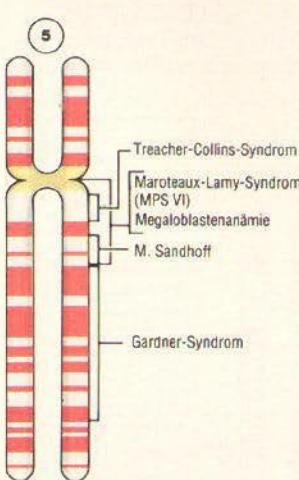
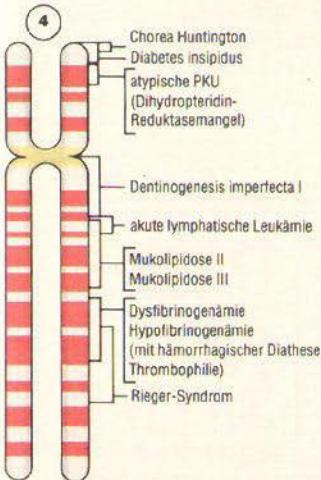
Nicht jede Abweichung macht krank



Zwergwuchs als genetische Spielart: US-Liliputaner



Aus gefrorenem Blutplasma wird der Gerinnungsstoff „Faktor VIII“ für erblich kranke „Bluter“ gewonnen



gen das Leben kosten können, ist meist ein Defekt in jenem Gen, das den Bauplan für den „Blutgerinnungsfaktor VIII“ – eine Eiweißsubstanz – trägt. Den Kranken kann heute mit Gerinnungsstoffen aus Spendernblut, neuerdings auch mit gentechnisch erzeugtem „Faktor VIII“ geholfen werden.

Noch schwerwiegendere Folgen hat ein anderer Gen-Defekt: Ein Enzym, das den Abbau der Aminosäure Phenylalanin – eines Eiweißbausteins – regelt, funktioniert nicht. Menschen mit einer solchen „Phenylketonurie“ werden schwachsinnig, wenn ihnen nicht rechtzeitig geholfen wird. In der Bundesrepublik werden deshalb alle Neugeborenen mit dem sogenannten Guthrie-Test auf die Krankheit untersucht. Betroffene Kinder können sich geistig normal entwickeln, wenn sie von Anfang an mit einer phenylalaninfreien Diät ernährt werden.

Schwieriger als bei klassischen Erbleiden ist die Lage bei Krankheiten, die erst in jüngster Zeit mit – zumeist mehreren – defekten Genen in Verbindung gebracht werden. Zu ihnen zählen Volkskrankheiten, die oft spät im Leben ausbrechen – wie etwa die Alzheimer-Krankheit, an der wahrscheinlich über 600 000 Bundesbürger leiden.

Wissenschaftler nehmen an, daß rund jeder zehnte Betroffene ein sogenanntes „familiäres Alzheimer-Gen“ trägt. Bei Menschen mit diesem – kurz „FAD-Gen“ genannten – Erbstück „beginnt die Krankheit in der Regel vor dem 60. Lebensjahr“, erklärt Konrad Beyreuther von der Universität Heidelberg, „früher als bei anderen Alzheimer-Patienten“.

Alzheimer ist ein tückisches Leiden. Es beginnt unauffällig mit leichter Vergeßlichkeit und

steigert sich innerhalb weniger Jahre zum kompletten Verlust der geistigen Leistungsfähigkeit. Im Endstadium, kurz vor ihrem Tod, können die hilflosen Patienten nicht mehr laufen und müssen gewindelt werden.

Auch Arteriosklerose hat erbliche Komponenten

Seit Alois Alzheimer im Jahr 1906 auffällige Eiweiß-Ansammlungen – sogenannte amyloide Plaques – im Gehirngewebe einer 56jährigen Frau mit dieser Krankheit in Zusammenhang gebracht hat, publizieren Wissenschaftler immer wieder neue Theorien über die Entstehung der Gewebsveränderungen. Im Februar 1987 veröffentlichte eine amerikanische Forschergruppe eine überzeugend klingende Hypothese: Das Gen für Eiweißmoleküle, die als Vorläufer der Amyloide fungieren, könnte identisch mit dem FAD-Gen sein und liege auf Chromosom Nummer 21; Ursache der Alzheimer-Krankheit wäre also vielleicht ein Defekt in diesem Amyloid-Gen.

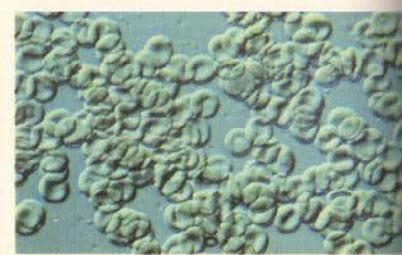
Die Ernüchterung kam schnell: Schon ein halbes Jahr später konnten zwei Forscherteams nachweisen, daß FAD-

und Amyloid-Gen nicht identisch sind. In welcher Beziehung beide zueinander stehen, ist bis heute ebenso unbekannt wie die Funktion des krankmachenden FAD-Gens. Konrad Beyreuther, der an der Isolierung des Amyloid-Gens beteiligt war, glaubt mittlerweile, daß mehrere Gene und wahrscheinlich auch Umweltfaktoren an der Entstehung der Alzheimer-Krankheit beteiligt sind.

Auch Harald Funke kann nicht über klare Verhältnisse berichten, wenn er von der Erblichkeit der Arteriosklerose spricht. „Unstrittig ist“, sagt der forschende Arzt von der Universität Münster, „daß es erbliche Komponenten gibt“: Epidemiologischen Studien zu folge geht die Hälfte aller Arteriosklerosen auf genetische Ursachen zurück. Welche der – zur Zeit 20 bis 25 – verdächtigen Gene tatsächlich die Verstopfung der Schlagadern fördern, wissen Funke und seine Kollegen allerdings nicht so genau.

Gut untersucht ist immerhin eine der häufigsten Varianten der erblichen Arteriosklerose: die „familiäre Hypercholesterinämie“, für deren Erforschung die Amerikaner Michael Brown und Joseph Goldstein 1985 den Nobelpreis erhielten. Sie wird bei etwa 30 Prozent aller Männer mittleren Alters diagnostiziert, die einen Herzinfarkt erlitten haben. Bei ihnen funktioniert ein wesentliches Bindeglied des Cholesterin-Stoffwechsels nicht: der sogenannte LDL-Rezeptor.

Dieser „Ankerplatz“ für Moleküle sitzt auf den Membranen der Körperzellen und fischt Cholesterin samt dessen Trägersubstanz *Low Density Lipoprotein* – eine kurz LDL genannte Fett-Eiweiß-Verbindung – aus dem Blut. Ist der Re-



Auf der Suche nach genetischen Zeitbomben

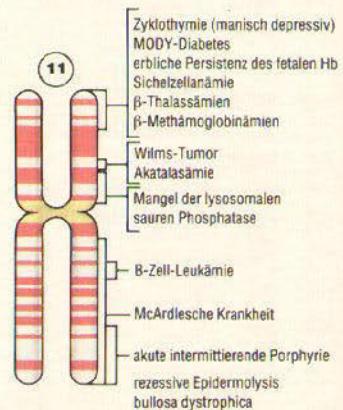
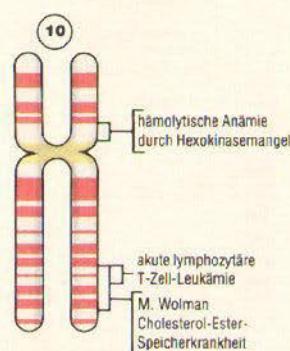
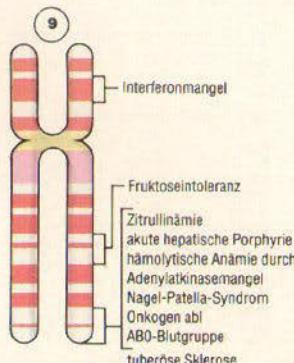
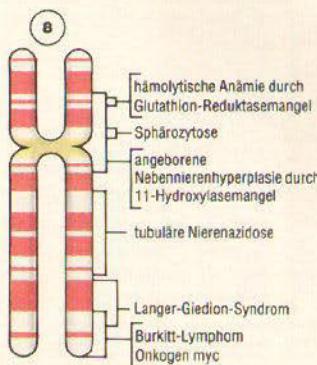
Normalerweise sind rote Blutkörperchen rund. Ein Gen-Defekt auf Chromosom 11 verformt sie bei Sauerstoffmangel sickelartig. Den Opfern dieser „Sichelzellen-Anämie“ – fast nur Schwarze – drohen Infarkte, Blutarmut und ein früher Tod



Blaue Bluter: Queen Victoria mit Verwandten

zeptor defekt, können die Zellen kaum noch das – für sie unentbehrliche – Cholesterin aufnehmen. Dadurch reichert sich die Fettsubstanz im Blut an, fördert Ablagerungen in den Gefäßen und erhöht somit die Anfälligkeit für einen Herzinfarkt.

Diese Gefahr droht jedem 500ten Bundesbürger: Bei ihnen ist entweder das väterliche oder mütterliche Gen mit dem Bauplan für den LDL-Rezeptor defekt. Diese „heterozygoten Träger“ haben ein stark erhöhtes Risiko, vor dem 50. Le-





Vom Herzinfarkt bedroht ist Ruwen: Der Neunjährige trägt das Gen der „familiären Hypercholesterinämie“

bensjahr einen Herzinfarkt zu erleiden. Noch viel höher ist das Risiko bei „homozygoten Trägern“, bei denen beide Gene Fehler aufweisen. In solchen seltenen Fällen muß bereits vor dem 20. Geburtstag mit einem Herzinfarkt gerechnet werden. Sogar ein drei Monate altes Baby fiel den Folgen des doppelten Gen-Defekts schon zum Opfer.

Mit einem anderen Typ der Hypercholesterinämie, der ebenfalls in einigen Familien gehäuft auftritt, haben sich in den letzten Jahren Gerd Ass-

mann und Harald Funke beschäftigt. „Die Erhöhung des Cholesterin-Spiegels“, erklärt Funke, „ist dabei allerdings weniger drastisch als bei dem von Brown und Goldstein untersuchten LDL-Defekt“.

Lebensversicherungen nur noch nach Gen-Tests?

Die beiden Münsteraner Wissenschaftler erforschen, welchen Einfluß die drei bisher bekannten Varianten des „Apolipoproteins E“ auf die

Wahrscheinlichkeit eines Herzinfarkts haben. Die Substanz – kurz Apo E – ist am Transport von Fetten im Blutkreislauf beteiligt. Als „normale“, weil häufigste Variante gilt Apo E3. Menschen mit Apo E4 weisen überdurchschnittlich hohe Cholesterin-Spiegel auf und tragen somit ein größeres Risiko. Apo E2 dagegen verhilft, statistisch gesehen, zu Cholesterin-Werten, die unter dem Durchschnitt liegen.

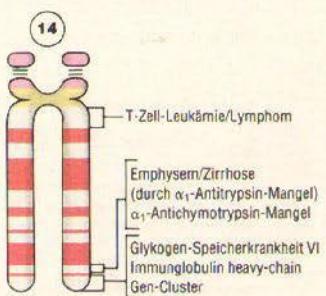
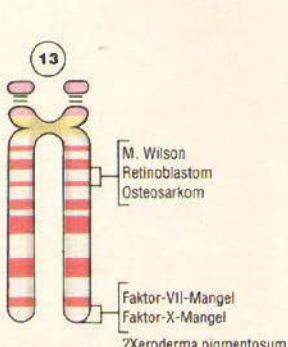
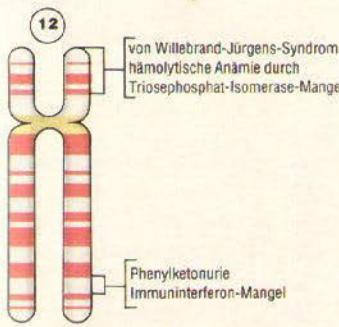
Wer welchen Apo-E-Typ vererbt bekommen hat, läßt sich mit biochemischen Metho-

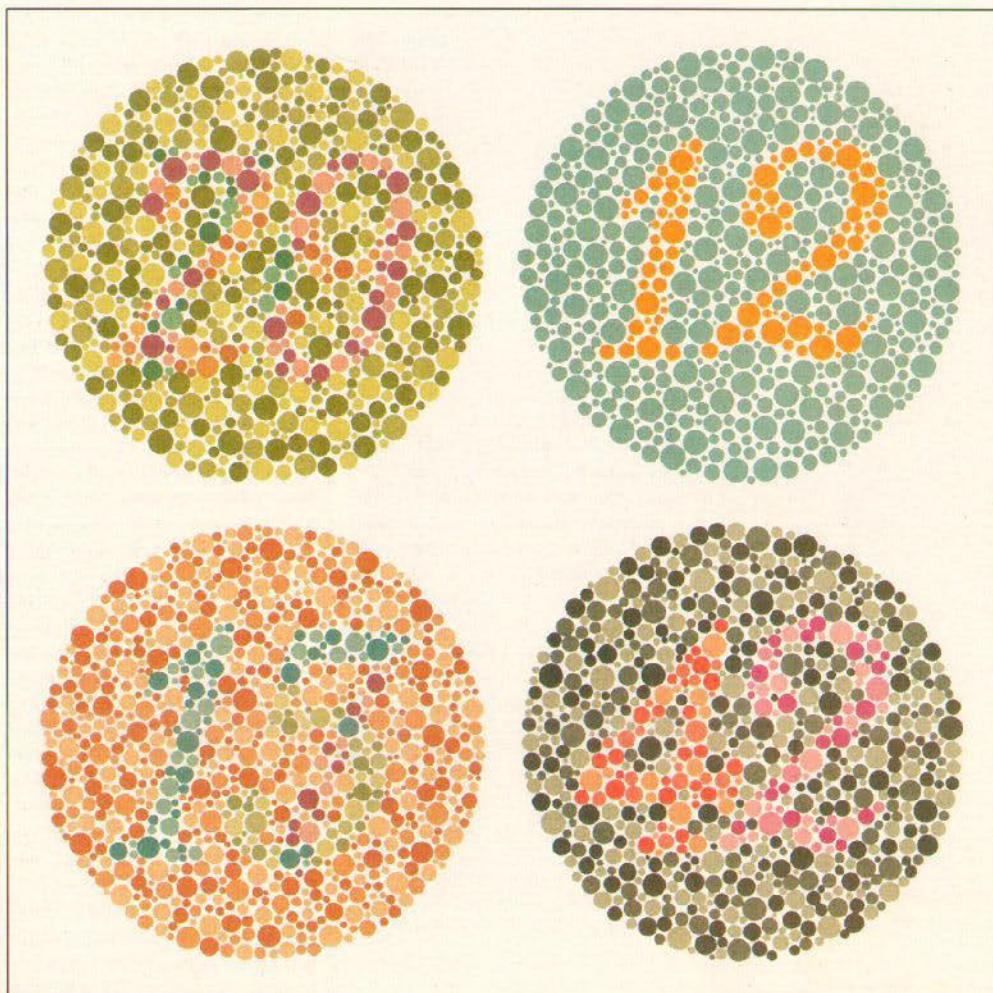
den oder mit einem Gen-Test bestimmen. Harald Funke sagt seinen Patienten, ob sie besonders gefährdet sind. Die Betroffenen reagieren unterschiedlich. Um einem Infarkt vorzubeugen, müßten sie eine strenge Diät einhalten – und das schmeckt manchem nicht, der sich gesund und beschwerdefrei fühlt.

Das oberste Gebot der Münsteraner Mediziner lautet: Die Ergebnisse bleiben strikt anonym. Sie werden deshalb nicht im Computer gespeichert, sondern in ein Buch eingetragen, das Harald Funke streng unter Verschluß hält. Fraglich ist freilich, ob die Testresultate auch bei breiterer Anwendung der Methode noch geheimgehalten werden können. Funke beschreibt mögliche Gefahren: Wenn es einmal bei privaten Versicherungen „zur Auseinanderstellung“ – er meint Unterscheidung – „Raucher/Nichtraucher und Autofahrer/Nichtautofahrer kommen sollte, dann könnten auch die Ergebnisse von Gen-Tests die Tarife beeinflussen“.

Absurd ist die Furcht vor einem obligatorischen Gen-Test keineswegs. Schon heute fordern Versicherungsgesellschaften bei Lebensversicherungen von einer bestimmten Summe an einen Aids-Test. Zum Gen-Test ist es dann nicht mehr weit.

In den USA hatte bereits 1972 der Chemiekonzern Du Pont Arbeitsuchende einem genetischen Überwachungsprogramm unterworfen. Und 1982 führten – einer Studie des Amtes für Technologiefolgen-Abstufung (OTA) des amerikanischen Kongresses zufolge – 18 US-Firmen Gen-Tests bei ihren Beschäftigten durch. Mit solchen Untersuchungen wollten die Unternehmen vor allem jene Bewerber oder Mitarbeiter





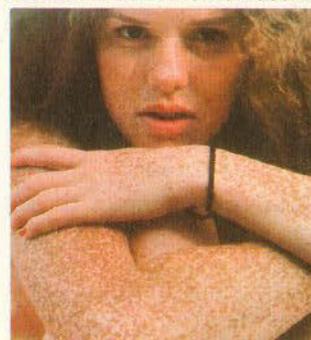
Farbenblinde erkennen keine Ziffern im Testbild. Ursache ist ein Gen-Defekt auf dem X-Chromosom

identifizieren, die besonders sensibel auf gesundheitliche Belastungen am Arbeitsplatz reagieren.

Am häufigsten war zum Zeitpunkt der OTA-Studie ein Test, mit dem nach den Trägern eines Gens für die sogenannte Sichelzellen-Anämie geforscht wurde. Bei der Krankheit – sie tritt fast ausschließlich bei Schwarzen auf – verformen sich die rote Blutkörperchen sichelartig, bleiben in feinen Blutgefäßen hängen und verursachen Durchblutungsstörungen und Organschäden. Da Sichelzellen kurzlebiger sind als normale rote Blutkörperchen, leiden die

Patienten zusätzlich an Blutarmut (Anämie).

Mit dem Test wurden Arbeiter gesucht, die nur eine Kopie des Sichelzellen-Gens tragen. Im Gegensatz zu homozygoten Menschen mit zwei Kopien des defekten Gens sind diese heterozygoten Träger gewöhnlich symptomfrei. Nur bei starkem Sauerstoffbedarf infolge extremer Belastung verformt sich ein Teil ihrer roten Blutkörperchen zu Sicheln. Da auch bestimmte Chemikalien – wie während der siebziger Jahre vermutet – die Bildung von Sichelzellen auslösen könnten, hatten sich einige Firmen entschlossen, per Gen-



Liebenswert oder lästig – aber gewöhnlich harmlos – sind solche erblich bedingten Merkmale wie Sommersprossen

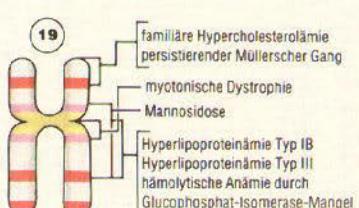
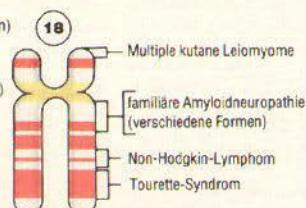
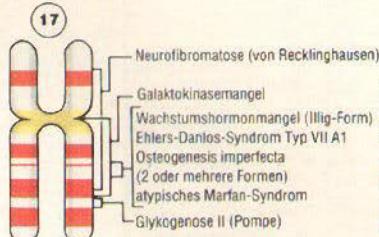
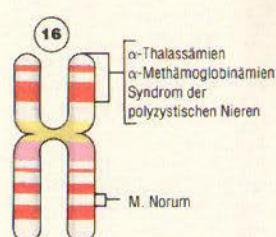
Test heterozygote Träger auszusieben. Ihr Interesse sank wieder, nachdem im OTA-Report dieser Zusammenhang angezweifelt worden war.

Wer seinen Gen-Defekt kennt, lebt manchmal länger

Inzwischen hat jedoch eine Fülle neuer Erkenntnisse den Katalog potentieller Einstellungshemmisse – die auch beim Abschluß von Lebensversicherungen relevant sein könnten – wesentlich erweitert. Immer mehr Untersuchungen bestätigen, daß die Reaktion auf bestimmte Umweltgifte und Medikamente genetisch festgelegt ist. So kann etwa die Hälfte der Europäer das Insektengift Parathion schlechter abbauen als der Rest der Bevölkerung: In ihrem Körper ist das Enzym Paraoxonase – es zersetzt das Gift – nicht so aktiv. Rund die Hälfte aller Europäer zählt zu den sogenannten „langsam Acetylierern“: Bei ihnen bewirken einige Medikamente – darunter das blutdrucksenkende Hydralazin und das gegen Herzrhythmusstörungen eingesetzte Procainamid – stärkere Nebenwirkungen als bei den „schnellen Acetylierern“. Ursache dafür sind unterschiedliche Aktivitäten des Leber-Enzyms „N-Acetyl-Transferase“.

„Ich bin sicher“, wertet Klaus Olek von der Universität Bonn die gesellschaftlichen Folgen von Gen-Tests, „daß man damit Unheil anrichten kann. Dagegen muß man sich auf der politischen Ebene früh genug wehren.“ Allerdings gibt der Forscher zu bedenken, daß es für einzelne Bürger sehr positiv sein könnte, wenn sie Kenntnis ihrer genetischen Sensibilität hätten – wenn sie zum Beispiel wüßten, daß es ihren Lungen an Alpha-1-Antitrypsin mangelt.

Die Folgen dieses Gen-Defekts, den etwa jeder zweitaußendste Nordeuropäer trägt, erforschten Klaus Olek und





Maximilian I. (1459-1519)



Karl II. (1661-1700)



Karl V. (1500-1558)



Philip IV. (1605-1665)



Leopold I. (1640-1705)

Wo die Gene eine dicke Lippe riskierten

Markant schoben viele Habsburger ihre Unterlippe vor. Über 388 Jahre hieß sich das auffällige Merkmal. Fachleute gilt es als Beispiel für dominant vererbte Gene

seine Arbeitsgruppe. Bei den Betroffenen gerät die Reaktion der Lungen auf Infektionen und Schadstoffe aus dem Gleichgewicht. Fremdkörper oder Entzündungsherde werden in den Atemorganen von einer Armada weißer Blutkörperchen angegriffen. Sie schütten unter anderem das Enzym Elastase aus. Es löst das Gewebe um den Entzündungsherd für den Abtransport auf und wird normalerweise vom Alpha-1-Antitrypsin kontrolliert.

Mangelt es an diesem Hemmstoff, zerstört die Elastase mehr gesunde Zellen, als

für die Abwehrreaktion nötig ist. Bei „homozygoten“ Trägern dieses Gen-Defekts lösen sich deshalb in den meisten Fällen mit 30 oder 40 Jahren Teile des Lungengewebes auf. Mindestens zwei Prozent der Betroffenen bekommen bereits in ihrer frühen Kindheit eine Leberzirrhose.

Die Zerstörung schreitet besonders rasch bei außergewöhnlich starken Belastungen – etwa extrem viel Staub oder Rauch – voran. Wer dagegen als Nichtraucher auf einem Bauernhof im Schwarzwald lebt, kann Olek zufolge „ein Leben lang symptomfrei blei-

ben“. Viele der schätzungsweise 10 000 bis 20 000 Betroffenen in der Bundesrepublik wissen nichts von ihrer genetischen Belastung. Sie können deshalb auch nicht dem Ausbruch der Krankheit vorbeugen, indem sie zum Beispiel in ein Reinluftgebiet ziehen und vor allem nicht rauen.

Selbst wenn die ersten Symptome schon auftreten, wird der Mangel an Alpha-1-Antitrypsin häufig nicht erkannt: Noch immer diagnostizieren Ärzte bei solchen Patienten Asthma. Dabei lässt sich diese Krankheit schon seit über 20 Jahren mit einer einfachen Blutuntersuchung feststellen. Ein Gen-Test, seit wenigen Jahren verfügbar, wird vorerst nur bei Ungeborenen angewandt. „Wir machen vor allem pränatale Diagnostik in Familien“, sagt Klaus Olek, dessen Arbeitsgruppe alle humanen genetischen Beratungsstellen der Bundesrepublik bedient, „die schon ein Kind mit Leberzirrhose infolge von Alpha-1-Antitrypsin-Mangel haben.“

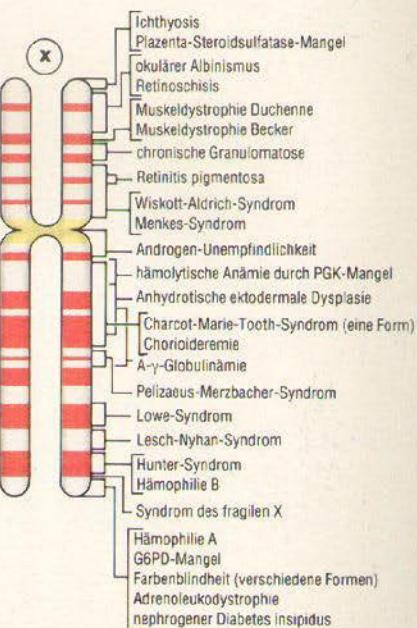
Sollten nun auch Erwachsene aus betroffenen Familien getestet werden? Vorbeugung wäre bei Trägern des Gen-Defekts dann eventuell noch möglich. Aber wie kommt ein junger Mensch mit dem Bewusstsein zurecht, bald schwer lungenkrank zu werden?

Unter dem genetischen Damoklesschwert leben auch Angehörige von Familien, in denen die Chorea Huntington vererbt wird. Das Leiden beginnt mit Bewegungsstörungen und endet nach durchschnittlich 13 qualvollen Jahren mit dem Tod. Seit 1983 gibt es einen Test, der mit 95prozentiger Sicherheit feststellt, ob jemand das Chorea-Gen besitzt. Aber wer will in jungen Jahren erfahren, daß er oder sie um das 40. Lebensjahr unheilbar krank sein wird?

Der Chorea-Test ist nicht nur fragwürdig, weil die Be-

troffenen keinerlei Hoffnung auf Heilung haben. Auch der Mißbrauch humangenetischer Daten während der Nazi-Herrschaft mahnt zu Wachsamkeit. Damals waren die Krankengeschichten von mehr als 130 Chorea-Sippen im „Rheinischen Provinzialinstitut für psychiatrisch-neurologische Erbforschung“ in Bonn zentral erfaßt worden. Verbrecher im weißen Kittel wie der Euthanasie-Gutachter Friedrich Panse stuften die „Nachkommen von Erbchoreatikern erb-biologisch und sozial gesehen als unerwünscht“ ein und forderten, sie „unschädlich zu machen, bzw. auszumerzen“. Viele der erfaßten Menschen wurden sterilisiert oder umgebracht.

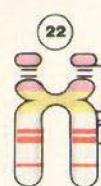
In einem Rechtsstaat wie der Bundesrepublik ist eine derart entmenschte „Humangenetik“ heute gewiß kaum vorstellbar. Aber: Hatten nicht auch die deutschen Gelehrten Baur, Fischer und Lenz damals – im Jahre 1921 – fest daran geglaubt, ihr Lehrbuch diene dem Wohl der gesamten Menschheit? □



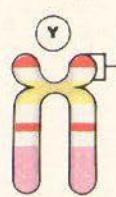
Kombinierter Immunodefekt durch Adenosin-Desaminase-Mangel
Wachstumshormonmangel
Defekt des Wachstumshormon-Releasing-Faktors
Diabetes insipidus (eine Form)



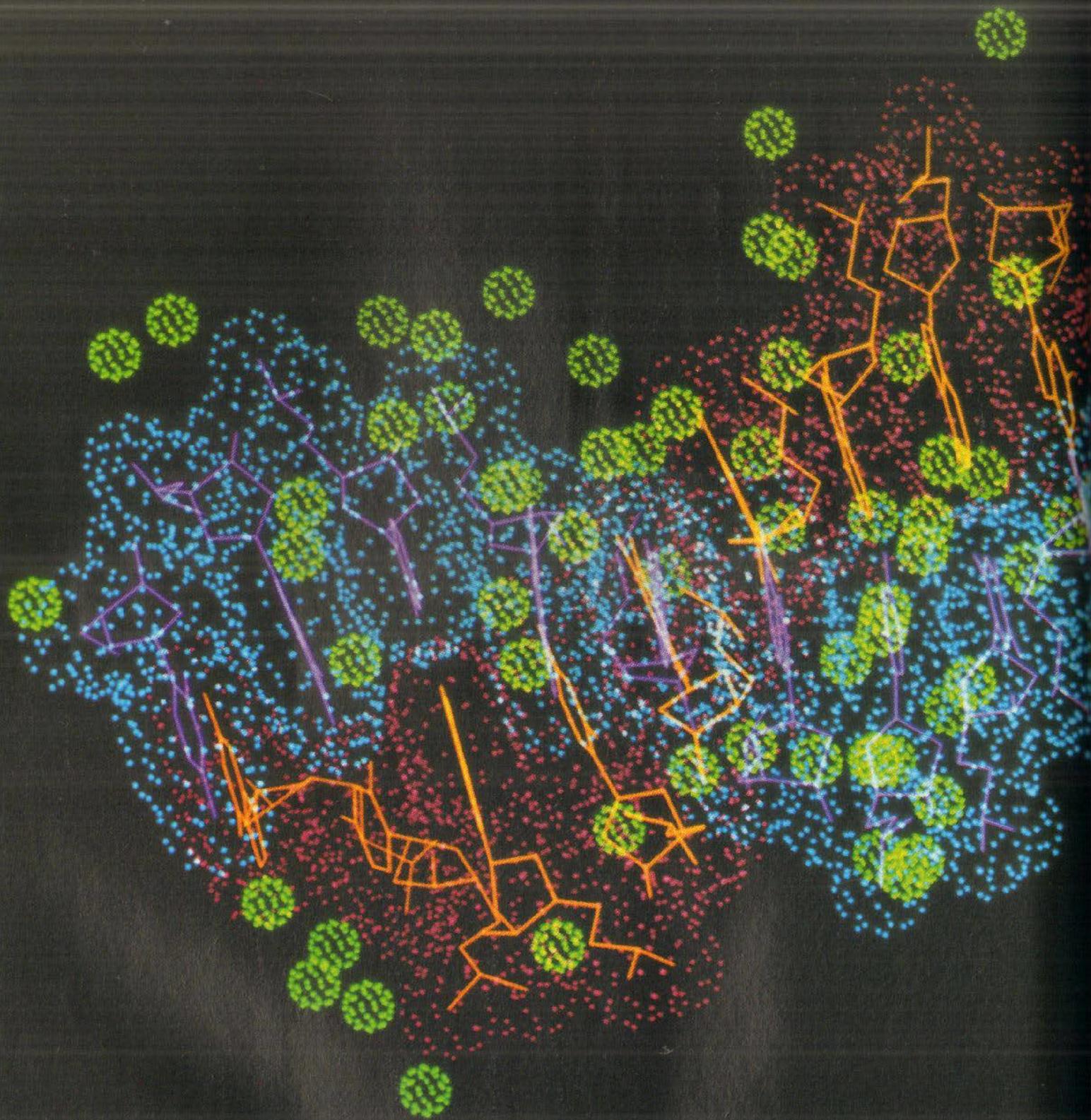
Morbus Alzheimer
Homozystinurie
SOD 1
hämolytische Anämie durch Phosphofructokinase-Mangel



Cat-eye-Syndrom
DiGeorge-Syndrom
MPSI (Hurler- und Scheie-Syndrom)
Immunglobulin
λ-light-chain Gen-Cluster
chronische myeloische Leukämie (Bruchpunkt)
Ewing Sarkom
Akustikusneurinom und Meningeom

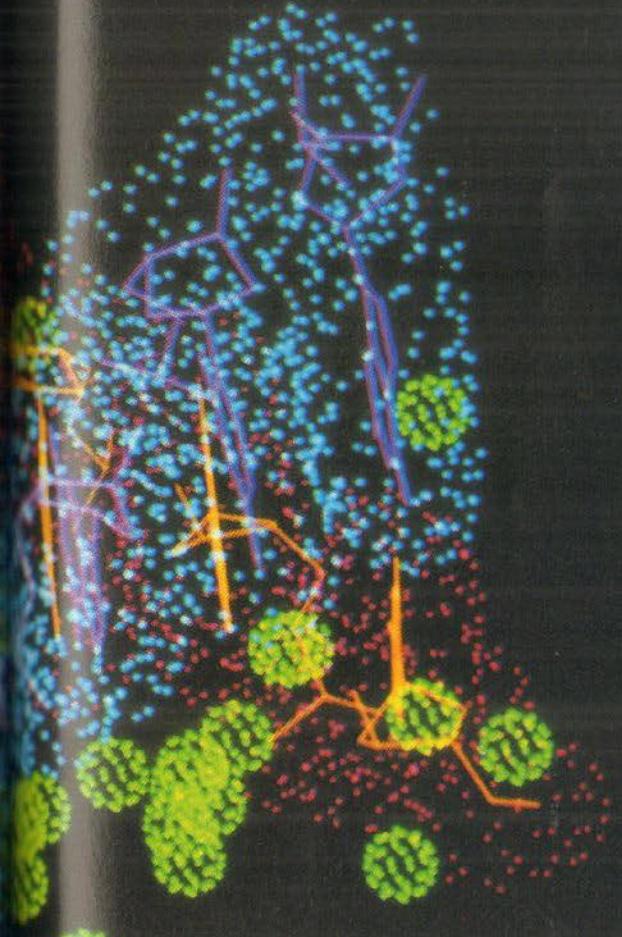


Testis-determinierender Faktor (TDF)
XY-Gonadendysgenesie



KUR FÜR KRANKE MOLE

GEN-THERAPIE



KÜLE
Eine Revolution in der Behandlung von Erbkrankheiten steht bevor – glauben die einen: Im Prinzip stünden alle Methoden zur Verfügung, defekte Teile der Erbsubstanz DNA durch »gesunde« zu ersetzen und damit Leiden ursächlich zu heilen. Andere fürchten, der gezielte Griff in die Gene – im Bild die Computer-Simulation der DNA-Doppelhelix – öffne das Tor zur »Schönen neuen Welt«: zum Menschen nach Maß durch Manipulationen an der befruchteten Eizelle

von BARBARA RITZERT

Wenn die 15jährige Ina ihre Atemübungen macht, brodelt es tief in ihren Lungen. Der zähe Schleim, der ihre Bronchien verstopft hat, beginnt sich zu lösen. Doch das Mädchen muß den natürlichen Hustenreiz unterdrücken, damit der Schleim nach oben wandert – eine quälende Prozedur für ein paar Stunden Atemluft.

Ina leidet an Mukoviszidose. Ihre Drüsen in den Bronchien und im Magen-Darm-Bereich produzieren ein abnorm zähes Sekret. Nur wenige der etwa 2000 Bundesbürger, die an dieser Erbkrankheit leiden, werden älter als 20 Jahre.

Die Lebenserwartung von Dean La Zar ist kaum größer. Der 22jährige Amerikaner sitzt im Rollstuhl, als habe ihn jemand hineingeschleudert: Seine Gliedmaßen sind eigenartig verrenkt, um seine dünnen Arme hat man dick gepolsterte Schienen geschnallt. Sie sollen verhindern, daß Dean seine Finger zerbeißt oder sich die Augen auskratzt.

Auch Dean leidet an einer Erbkrankheit, dem Lesch-Nyhan-Syndrom. Ein Übermaß an Harnsäure, die der Körper nicht abbauen kann, verursacht dieses Leiden. Dessen Opfer – viele unter ihnen geistig behindert – sind an Bett oder Rollstuhl gefesselt.

Erbleiden werden durch Defekte im Erbmaterial, in den Genen, verursacht. Gene fungieren als Baupläne für Eiweißstoffe (Proteine), die zentralen Bau- und Betriebssubstanzen eines Organismus. Ein einziger Fehler im Bauplan kann zu einem veränderten Protein führen. Solche Veränderungen sind – chemisch gesehen – oft so geringfügig, als ob in einem Text ein einziger Buchstabe vertauscht wäre. Doch wenn durch solch einen Fehler ein wichtiger Eiweißstoff „defekt“ ist, können die Auswirkungen auf den Organismus katastrophal sein. Sie reichen von Stoffwechsel- und Immundefekten über Mißbildungen bis zu geistiger Behinderung und frühem Tod. Bei annähernd 4000 der bekannten Erbkrankheiten ist nur ein einziges Gen defekt. Zu diesen „monogenen Erbleiden“ gehören die Mukoviszidose (ein Fall auf 2000 Geburten), die Chorea Huntington (1 zu 2500) und das Lesch-Nyhan-Syndrom (1 zu 100 000).

Den meisten Erbleiden stehen die Ärzte nahezu machtlos gegenüber. Zwar gibt es Medikamente, die das Leben von Patienten wie Ina und Dean verlängern und erleichtern, doch nur „drei oder vier Erbleiden können wirklich erfolgreich behandelt werden“, schätzt Theodore Friedmann aus San Diego, „bei den anderen sieht es trübe aus.“

Kein Wunder, daß die Kranken und ihre Angehörigen den

ersten echten Hoffnungsfunkentüten, den ihnen Medizin und Wissenschaft überhaupt aufblitzen ließen: LeRoy Walters von der Georgetown-University in Washington hatte schon im März 1986 geschrieben: „Im Verlauf der nächsten zwölf Monate werden Ärzte wahrscheinlich die ersten Anträge stellen, Erbkrankheiten zu therapieren.“ Die Molekularbiologie befand sich in Aufbruchsstimmung: Die Möglichkeit, erkrankte Menschen mit den Methoden der Gentechnik zu heilen, schien in greifbare Nähe gerückt zu sein.

Das Prinzip der Therapie klingt verführerisch einfach. Man nehme Kopien eines gesunden Gens, transplantiere sie in einige Körperzellen der Patienten, hoffe, daß sie dort die Aufgabe des defekten Gens übernehmen und bringe die manipulierten Zellen zurück in den Körper. Eine solche „s somatische Gen-Therapie“ könnte Erbleiden ursächlich heilen. Manche Forscher haben auch über Keimbahntherapie nachgedacht: Gelänge es, beim Embryo defekte Gene so auszutauschen, daß sie später auch in Ei- und Samenzellen des Menschen noch vorhanden wären, dann befänden sich die Ersatzgene, wie Wissenschaftler sagen, in der Keimbahn und würden auf nachfolgende Generationen vererbt.

Die Technik steckt noch in den Kinderschuhen

Doch so einfach funktioniert die Natur nicht: Nur wenn ein intaktes Gen exakt die Position seines defekten Gegenstücks einnähme, würde seine Aktivität auch natürlicherweise kontrolliert und gesteuert. Und nur dann wäre sichergestellt, daß dieses Gen zum richtigen Zeitpunkt aktiv ist und die erforderliche Eiweißmenge produziert. Die Techniken, mit denen sich eine solche Präzision erreichen ließe, stecken indes noch immer in den Kinderschuhen.

Bei der somatischen Gen-Therapie werden Körperzellen eines Patienten gentechnisch umprogrammiert – allerdings nur, wenn sie bestimmte Voraussetzungen erfüllen: Sie müssen sich relativ einfach dem Körper entnehmen und im Reagenzglas leicht handhaben lassen. Kommen sie nach der Ma-

nipulation wieder in den Körper, müssen sie sich dort vermehren und ihre zusätzliche genetische Information an alle zellulären Nachkommen weitergeben.

Nur zwei Zelltypen des menschlichen und tierischen Organismus erfüllen diese Kriterien: Hautzellen und die Stammzellen des Knochenmarks, aus denen sich rote und weiße Blutzellen entwickeln.

Knochenmarkszellen haben einen Vorteil: Ihre Nachkommen patrouillieren im ganzen Körper und können damit ein Gen-Produkt auch im ganzen Körper verteilen. Bei Experimenten mit Mäusen ist es bereits gelungen, fremde Gene in Knochenmarkszellen einzubauen. Die fremden Gene waren – wichtiger noch – auch aktiv.

Der Rausch der Gentherapeuten in den USA war nur von kurzer Dauer. Bereits ein Jahr nach ihren Prognosen mußten die Wissenschaftler einräumen, daß ihre Voraussagen allzu optimistisch gewesen waren: „Auf dem Weg zur Gen-Therapie“, kommentierte daraufhin die Zeitschrift der amerikanischen Medizinervereinigung, „liegen einige Stolpersteine.“ Umfangreiche Studien an Mäusen, Hunden und Affen hatten den Forschern deutlich gemacht, wie weit der Weg von der Theorie zur Praxis sein würde: Ein fremdes Gen, das in Zellen eingebaut wird, funktioniert nur in den seltensten Fällen wie das normale Gen in seiner natürlichen Umgebung. Meistens liefert es das entsprechende Protein in weitaus geringeren Mengen als erwünscht. Die Gen-Therapeuten mußten die gleiche Erfahrung wie ihre Kollegen von der klassischen Medizin machen: „In vivo veritas“ – im Leben liegt die Wahrheit und nicht im Reagenzglas.

Drei Schwierigkeiten machten den Forschern an Knochenmarkzellen besonderen Kummer: Nur etwa eine von 10 000 dieser Zellen ist eine Stammzelle, aus der sich noch alle anderen Zellarten entwickeln können. Da die Forscher Stammzellen aber bis heute nicht sicher von deren Nachkommen unterscheiden können, wird das fremde Gen ungleich häufiger in die Nachkommen von Stammzellen als in die Stammzellen selbst eingebaut. Teilen sich diese veränderten Zellen jedoch nicht mehr,

dann sterben sie nach einiger Zeit ab – und mit ihnen auch das fremde Gen. Ende der Therapie.

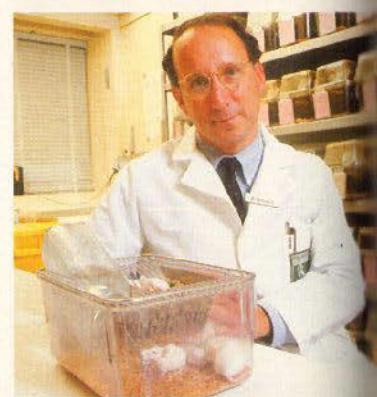
Eine zweite Schwierigkeit: Stammzellen können, selbst wenn sie die fremde Erbinformation tragen, diese einfach abschalten.

Ein drittes Problem tauchte erst vor kurzem auf: Zumindest bei Mäusen geht der größte Teil der Blutzellen nur aus einem Bruchteil der Stammzellen hervor. Weil bei der Gen-Therapie der Gen-Transfer ebenfalls nur bei einem Bruchteil aller Zellen gelingt, ist es sehr unwahrscheinlich, daß sich im Organismus gerade jene Zellen vermehren, bei denen die Gen-Übertragung gelückt ist.

Die Zellen arbeiteten nur im Reagenzglas

Wegen der Schwierigkeiten mit Knochenmarkzellen setzen einige Gentherapeuten auf bestimmte Hautzellen: auf Fibroblasten, Vorläufer von Bindegewebszellen. Ein Forscherteam um Theo Palmer im amerikanischen Seattle peilt die Therapie eines schweren erblichen Immundefektes an: Bei betroffenen Patienten fehlt im Erbgut die Bauanweisung für das Enzym Adenosin-Desaminase (ADA). Den amerikanischen Forschern gelang es, das ADA-Gen erfolgreich in Fibroblasten einzuschleusen, die das Enzym auch produzierten. Sie arbeiteten jedoch nur im Reagenzglas. Sollten solche Zellen jemals den Patienten zurückgegeben werden, ist offen, ob das Enzym in ausreichenden Mengen auch in den Blutstrom gelangt. Ebenso offen ist bis heute, wie lange genmanipulierte Zellen überhaupt im Körper überleben können. Nicht einmal Tierversuche wurden bislang dazu angestellt.

Das Repertoire gentechnisch manipulierbarer Zelltypen wurde unlängst um Leberzellen erweitert, die sich sehr schwer in der Kulturschale züchten lassen. Gelänge es, sie gentechnisch zu manipulieren, dann bestünde die theoretische Möglichkeit, Arteriosklerose, Schlaganfall und Herzinfarkt per Gen-Therapie zu bekämpfen. Denn zumindest bei einem kleinen Teil der Patienten ist die Arterienverkalkung genetisch programmiert: Sie leiden bereits in frühestem Ju-

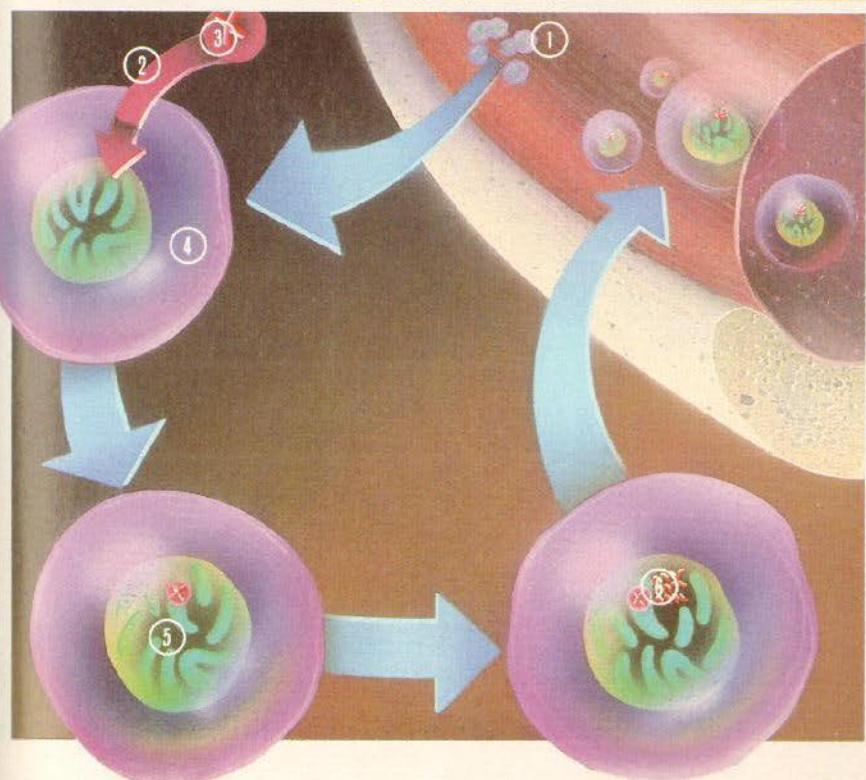


Eine Forschergruppe um Steven Rosenberg von den National Institutes of Health der USA führt zur Zeit die ersten Vorsätze für eine Gen-Therapie durch – mit veränderten Abwehrzellen gegen Krebs

Hoffnung auf ein historisches Experiment



Ans Bett gefesselt werden muß der amerikanische Junge, ein Opfer des Lesch-Nyhan-Syndroms. Eine ererbte Störung des Harnsäurestoffwechsels, die zu Schäden im Zentralnervensystem führt, verursacht die grausame Krankheit. Weil die spastischen und oft schwachsinnigen Patienten sich selber zu verstümmeln drohen, müssen sie ange schnallt werden



Zum erstenmal könnte die Gen-Therapie »kranker« Zellen - etwa weiße Blutzellen - außerhalb des Körpers gelingen: Dabei würde in Stammzellen ① + ④ des Immunsystems, ein Gen ③ mit Hilfe von Retroviren eingebaut ②. Im Chromosom ⑤ müßte es als Bauanweisung für den Eiweißstoff ⑥ fungieren, dessen Mangel das Leiden letztlich auslöst. Die so »geheilten« Stammzellen würden in das Knochenmark zurückinjiziert und dort »gesunde« weiße Blutkörperchen produzieren

geng an Arteriosklerose und haben schon im Kindes- und Jugendalter ihren ersten Herzinfarkt.

Da ein ähnlicher Gendefekt auch bei einer bestimmten Kaninchenart auftritt, arbeiten Richard Mulligan und seine Kollegen vom Whitehead Institute im amerikanischen Cambridge mit den Leberzellen dieser Tiere. Es gelang ihnen, diese Zellen in Kulturschalen zu züchten und das fehlende Gen einzubauen. Einmal in den Zellen, wurde das Gen aktiv. „Im Reagenzglas ist der Defekt geheilt“, sagt Mulligan. Allerdings hat er den entscheidenden Schritt noch vor sich: die Rücktransplantation der Leberzellen. Bei Ratten ist dieser Schritt prinzipiell bereits gelungen - allerdings nicht mit dem passenden Gen, sondern lediglich mit einem „Marker“. Im August 1988 berichtete die Gruppe um French Anderson im amerikanischen Bethesda, daß sie Leberzellen auf einem Träger fixiert und diesen in die Bauchhöhle von Ratten implantiert hatte. Nach zwei Wochen war das eingebaute fremde Gen noch aktiv.

Probleme haben die Gen-Therapeuten auch bei der Suche nach der am besten geeigneten Methode, fremde Erbstücke in Zellen einzuschleusen. Die direkte Injektion in den Zellkern scheidet bei Millionen gentechnisch verändernden Zellen von vornherein aus. Die am häufigsten eingesetzten Gen-Überträger - „Vektoren“ - sind daher sogenannte Retroviren, die bei einer Infektion das fremde Gen in alle Zellen einschleppen.

Diesen „Vektoren“ fehlen für ihre Vermehrung wichtige Gene. Statt dessen tragen sie jene Gene mit sich, die in die Zelle eingeschleust werden sollten. Derart umgebauten Viren können zwar in Zellen eindringen und dort - zusammen mit ihrem Erbgut - das fremde Gen deponieren. Doch sie können sich weder in den Zellen vermehren noch diese verlassen - eine der wichtigsten Voraussetzungen, solche Retroviren als Gen-Fahnen einzusetzen.

Doch bei diesen Viren sind längst nicht alle Sicherheitsprobleme gelöst. Wenn die Erreger ihr Erbgut in das Genom einer Zelle einklinken, besteht erneut die Gefahr, daß sie Krebszen-

aktivieren. Zweitens neigen diese Viren dazu, Abschnitte ihres Erbguts mit Teilen der sie umgebenden Erbsubstanz auszutauschen. Nun sind alle Lebewesen – und auch Menschen – häufig von inaktiven Retroviren infiziert. Fügt sich ein verkrüppeltes Virus bei einer Gentherapie in der Nähe eines solchen intakten Verwandten in das Erbgut ein, ist nicht auszuschließen, daß es sich die zur Vermehrung fehlenden Gene von diesem schlummernden Genossen holt.

Riskante Versuche, die nur Ärger brachten

An einer anderen Hürde war bereits Anfang der siebziger Jahre eine deutsch-amerikanische Wissenschaftlergruppe gescheitert, die – unbeachtet von der Öffentlichkeit – in der Bundesrepublik eine Art von Gen-Therapie erstmalig erprobte: Sie hatte versucht, ein erbliches Stoffwechselleiden mittels Viren zu kurieren. Diese sollten die Menge der Aminosäure Arginin im Blut von zwei kleinen Mädchen absenken, bei denen eine Überproduktion dieser Eiweißbausteine eine schwere Krankheit verursachte. Der Therapieversuch schlug jedoch fehl, die Ergebnisse wurden nie veröffentlicht.

Das gleiche Mißgeschick hatte auch der Amerikaner Martin Cline von der University of California mit seinem Experiment. Er hatte im Jahr 1980 versucht, zwei Patienten durch Gen-Therapie zu heilen – ohne vorangehende, erfolgreiche Tierversuche und ohne die vorgeschriebene Genehmigung seiner Universität. Die beiden Kranken litten an einer erblichen Blutkrankheit. Cline wollte im Reagenzglas das intakte Gen für einen Bestandteil des roten Blutfarbstoffes Hämoglobin in Knochenmarkzellen der Patienten einbauen. Zwar gelang die Gen-Übertragung, aber der Zustand der Patienten verbesserte sich nach der Zurückführung der Zellen nicht. Böse Folgen hatte das Experiment für Cline: Als der Versuch ruchbar wurde, kürzten die NIH seine finanzielle Förderung um fast 200 000 Dollar. Martin Cline durfte weiterforschen, mußte aber seinen leitenden Posten aufgeben.

French Anderson wagte sich 1985 nach den ersten erfolgver-

sprechenden Gen-Übertragungen in Labormäuse an Experimente mit den nächsten Verwandten des Menschen, mit Affen. Der erste Teil des Versuches gelang: Das ADA-Gen konnte in die Knochenmark-Stammzellen der Tiere eingeschleust werden, und das Gen war auch aktiv. Doch der entscheidende Teil des Experiments mißlang. Die Zellen lieferten das Enzym ADA nur über einige Monate und zudem in so geringen Mengen, daß – hochgerechnet auf den Menschen – eine therapeutische Wirkung nicht zu erwarten war.

Denn Gene für sich sind wie ungelesene Bauanweisungen. Ihre Aktivität wird von bestimmten Steuerelementen reguliert, den Promotoren. Bei der Konstruktion der Gen-Fähren setzen die Wissenschaftler in den meisten Fällen Promotoren von Viren ein, die normalerweise die Übersetzung der genetischen Information in Eiweißstoffe besonders effektiv antreiben. Bei gentherapeutischen Tierexperimenten erwiesen sich die Viren-promotoren oft als außerordentlich schwache Antreiber.

Also suchten die Gen-Forscher nach einem anderen Weg, die Eiweißproduktion in neu-programmierten Zellen zu verbessern. „Licht am Horizont“ machte David Weatherall von der Oxford University Anfang 1988 aus: Kollegen hatten gemeinsam mit dem Gen für den roten Blutfarbstoff DNA-Ab schnitte übertragen, die das Gen dramatisch antreiben und wie in dessen natürlichen Umgebung steuern.

Diese Ergebnisse machen erbliche Hämoglobin-Defekte – wie Sichelzellen-Anämien – erneut zu erfolgversprechenden Kandidaten für Gen-Therapien. Weil die komplizierte Steuerung des betreffenden Gens eine schwer zu überwindende Hürde ist, hatten sich die Forschergruppen nach ersten Fehlschlägen vor einigen Jahren anderen Erbleiden zugewandt. Beim Lesch-Nyhan-Syndrom oder den ADA-Defekten schien die Steuerung der Gene weniger bedeutsam zu sein. Weatherall vermutet, „daß die Gen-Therapeuten im Kreis gegangen sind und jetzt Hämoglobin-Defekte erneut die Kandidaten Nummer eins sind“.

Doch nicht nur die biologischen Hürden sind höher als ur-

sprünglich vermutet. Auch in den USA wird – wenn auch nicht ganz so heftig wie in der Bundesrepublik – über Nutzen und Risiken der Gentechnik gestritten. Ethik-Komitees und Genehmigungsbehörden sind viel vorsichtiger als so mancher Heißsporn im Labor. Ein – interner – Grund für die Vorsicht: Sollte ein Gen-Therapie-Experiment am Menschen fehlschlagen, wäre der Forschungszweig auf Jahre hinaus nicht mehr hoffähig. Monatlang wurde das erste Genehmigungsverfahren in verschiedenen US-Gremien immer wieder diskutiert, bevor im Dezember 1988 French Anderson, Steven Rosenberg und Michael Blaese von den NIH die Zusage erhielten. Der Antrag galt als Präzedenzfall, weil das Genehmigungsverfahren für mögliche Gen-Therapie-Studien an Patienten zum erstenmal durchexerziert wurde.

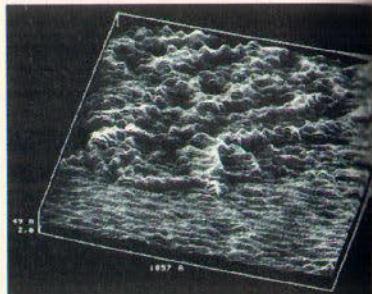
Dabei geht es in dem beantragten Experiment eigentlich gar nicht um Gen-Therapie: Abwehrzellen – Lymphozyten – aus dem Tumorgewebe von Krebspatienten werden im Reagenzglas mit einem immunologischen Botenstoff, dem Interleukin 2, „scharf“ gemacht und danach den Patienten zurückgegeben. Die derart aktivierte Abwehrzellen sollen Tumore vernichten. Um zu zeigen, daß die Lymphozyten ihre Aufgabe tatsächlich verrichten, tragen sie ein unverwechselbares Signal, ein „Marker-Gen“.

Die Maus nach Maß ist schon alltäglich

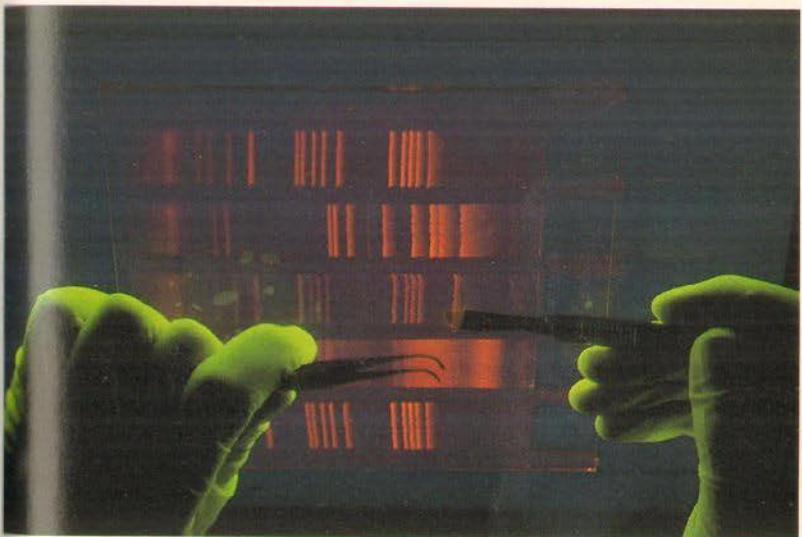
Bei allen biologischen und juristischen Hürden, die sich derzeit vor den Gentherapeuten auftürmen, ist es nicht verwunderlich, daß – zumindest offiziell – kein Wissenschaftler den technischen Eingriff in die menschliche Keimbahn anvisiert. Trotzdem fürchten Gentechnik-Gegner das Schlimmste – den Menschen nach Maß: Was bei Mäusen schon wissenschaftlicher Alltag ist, könnte – zumindest theoretisch – durch die Verbindung von Reproduktionsmedizin und Gentechnik auch für den Menschen Realität werden.

Die Angst wird geschürt durch Experimente mit „transgenen Tieren“. Diesen wird unmittelbar nach der Befruchtung ein

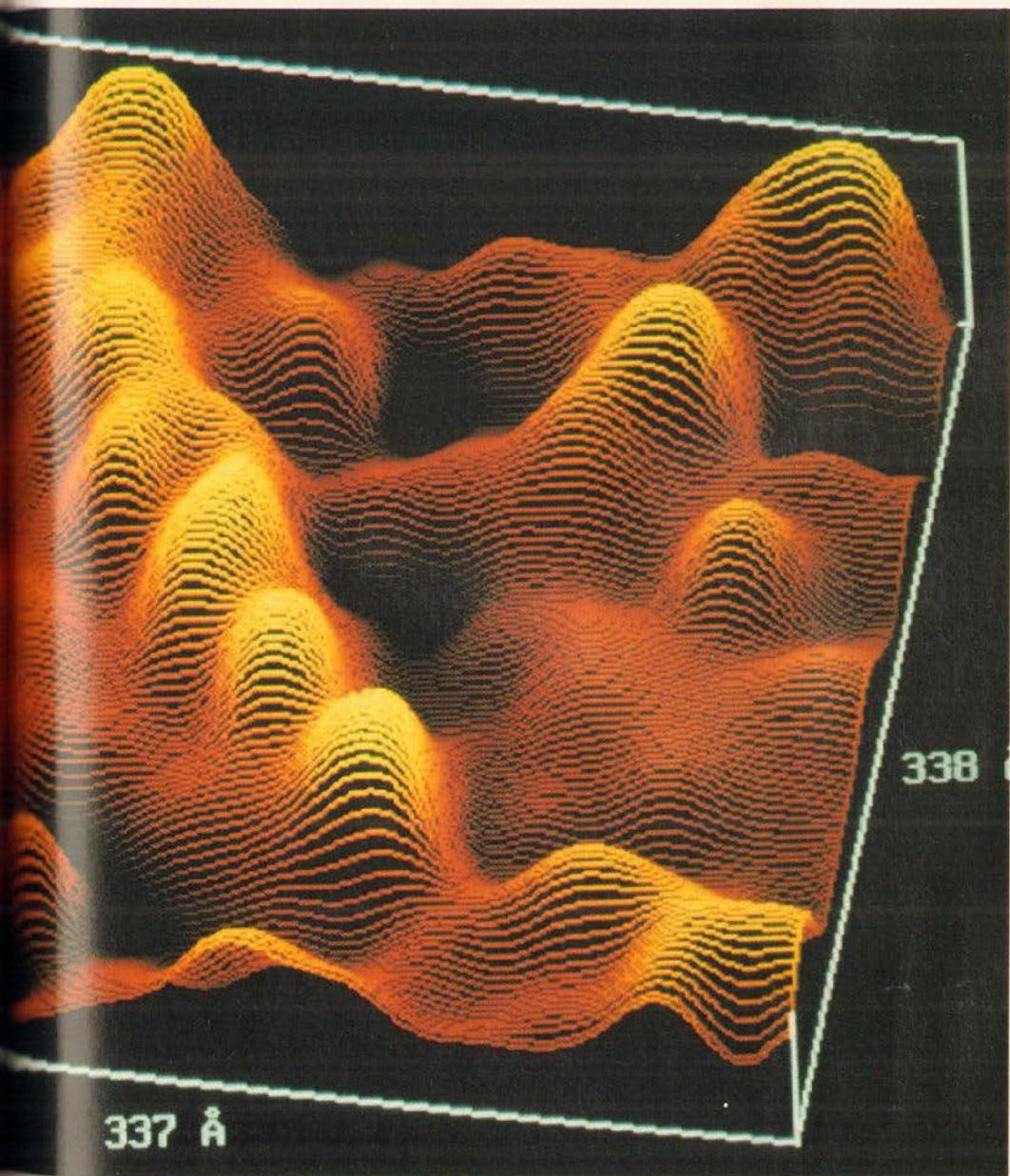
Licht am Ende des Tunnel-Mikroskops



9.8 A
x 3.0



Das Bild der Erbsubstanz DNA wird immer detaillierter. Die Streifenmuster der »Elektrophorese« enthüllen den Aufbau der Gene. Sogar einzelne DNA-Moleküle sind sichtbar zu machen: Kalifornische Forscher veröffentlichten Anfang 1989 Vergrößerungen mit einem Raster-Tunnel-Mikroskop. Aus einem Ausschnitt hatten sie ein Stück von 0,0000338 Zentimetern (= 338 Ångström) Kantenlänge vergrößert und eingefärbt



fremdes Gen eingepflanzt (siehe Tierzucht, Seite 62). Funktiert der Transfer, ist die fremde Erbinformation meist auch in der Keimbahn. Entwicklungsbiologen, die solche Experimente machen, wollen herausfinden, wie bestimmte Gene in ihrer natürlichen Umgebung funktionieren, wie sie gesteuert und reguliert werden.

Doch der Berliner Humangenetiker Karl Sperling meint, „die Gen-Therapie an kranken Embryonen ist überflüssig“. Wollten Ärzte ein Erbleiden per Keimbahn-Therapie kurieren, dann müssten sie, argumentiert er, die Diagnose außerhalb des Körpers stellen, nach Befruchtung im Reagenzglas. „Normalerweise ist nur ein Teil der Nachkommen erbgeschädigter Eltern ebenfalls von der Krankheit betroffen. Wenn wir aber Methoden entwickelt haben werden, schwere Erbleiden bereits am frühen Embryo festzustellen, dann genügt es, nur gesunde Keime in die Gebärmutter zu verpflanzen.“

Trotz aller Verheißungen klammern sich nicht alle, die an einer unheilbaren Erbkrankheit leiden, an den Strohhalm, den ihnen die Gentechniker hinhalten. Kai Kranen etwa glaubt, daß die Gen-Therapie schwerer Erbleiden nur den Beginn einer Entwicklung markiert, „an deren Ende ganz andere Dinge gemacht werden“. Kranen ist Mitglied im Vorstand der Huntington-Gesellschaft. Die Chorea Huntington bricht erst im Alter von etwa 40 Jahren aus. Sie beginnt mit Bewegungsstörungen und endet etwa 13 Jahre später nach völligem geistigen Verfall mit dem Tod. „Wenn ich der gentechnischen Behandlung von Erbleiden zustimme“, begründet Kranen seine Distanz, „nehme ich auch alles andere in Kauf.“

Freilich ist es noch völlig offen, ob die befürchteten Eingriffe am Menschen überhaupt machbar sind. Möglicherweise bewahrt die Komplexität der Vererbung den Menschen davor, seine eigene Evolution in die Hand zu nehmen und macht jenen, die das Erbleiden eines Patienten quasi mit der Genspritze heilen wollen, einen Strich durch die Rechnung. □

Barbara Ritzert, 37, ist freie Medienjournalistin und lebt in München.

von JÜRGEN NEFFE

Endlos läßt sich spekulieren über den „Höhepunkt der sexuellen Erregung“ – so eine gängige Definition des Orgasmus: Ist er eigentlich notwendig? Welche Funktion hat er? Wie hat er sich im Laufe der Evolution entwickelt?

Die Antwort auf solche Fragen fallen höchst unterschiedlich aus, je nachdem, ob die Experten über den männlichen oder den weiblichen Orgasmus reden, aber auch, ob sie männlich oder weiblich sind. Was den männlichen Höhepunkt angeht, so wird der – vor allem von männlichen Autoren – durchweg als notwendig und ursprünglich angesehen. Der weibliche Orgasmus hingegen ist Gegenstand bisweilen bizarrer Debatten: Sie reichen von der einstigen Behauptung, daß es ihn überhaupt nicht gibt, bis zur Vermutung, seine ursprünglich wichtige Funktion sei im Laufe des Zivilisationsprozesses völlig unterdrückt worden.

Der amerikanische Anthropologe Donald Symons hat sich intensiv mit der menschlichen Sexualität beschäftigt und stellte die These auf, beim Mann sei der Drang nach Kopulation ein Streben nach Befriedigung. Denn „der Samenerguß ist an intensive Lust gekoppelt“. „Für das männliche Geschlecht liegt der Anpassungsvorteil klar auf der Hand“, schreibt auch der kanadische Biologe Adrian Forsyth in seinem Buch „Die Sexualität in der Natur“: „Männchen, die sich häufig Kopulieren durch Orgasmus selbst belohnen, werden im allgemeinen (evolutionsmäßig) erfolgreicher sein als solche, die nur herumliegen und schlafen.“

Das leuchtet ein. Aber lassen sich die Lust-Fortpflanzung-Kopplung oder die Lerntheorie, die sich mit Belohnen und Bestrafen befaßt, nicht auch auf Frauen anwenden? Viele Wissenschaftler haken

sich bei ihrer Argumentation daran fest, daß Frauen sich auch ohne Orgasmus fortpflanzen können. Der weibliche Höhepunkt sei somit physiologisch nicht notwendig.

Warum hat sich ein so komplizierter Verhaltensablauf wie der weibliche Orgasmus bis heute überhaupt erhalten? Warum wurde er nicht aufgegeben, wenn er, wie Donald Symons glaubt, keine typisch weibliche evolutionäre Anpassung, sondern ein Nebenprodukt der Entwicklung des männlichen Orgasmus wäre, der durch „natürliche Auslese“ im Sinne Darwins entstanden ist?

Die Anthropologin Sarah Hrdy von der University of California in Davis Antwortet darauf: „Nur die Unfähigkeit, ernsthaft die weibliche Sexualität zu betrachten, kann jemandem den Schluß erlauben, daß natürliche Auslese stärker auf männliche Sexualität wirkt als auf weibliche.“



Ohne Freud mehr Freud' für die Frauen

Hrdy hat in ihrem Buch „The Woman That Never Evolved“ die wichtigsten Theorien über den weiblichen Orgasmus zusammengestellt und kommt zu der Schlußfolgerung: „Viele Modelle sind allzu offensichtlich Projektionen männerzentrierter Phantasie.“

In den Theorien spiegeln sich männliche Wünsche wider

Ausgehend von den verfügbaren Informationen – etwa aus der Beobachtung von Primaten und Naturvölkern oder aus der Menschheitsgeschichte – glauben Hrdy und eine Reihe anderer Forscher und Forscherinnen, daß der weibliche Orgasmus einmal eine wichtige Funktion erfüllt hat, deren ursprünglicher Sinn im Laufe der kulturellen Entwicklung allmählich vollkommen verschüttet wurde. Da auch Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen Produkte dieser Entwicklung sind, könnten auch ihre Theorien einseitig geprägt sein, besonders wenn sie heutige Zustände als „natürlich“ betrachten.

Der Verhaltensforscher Iraneus Eibl-Eibesfeld behauptet beispielsweise, der Orgasmus erhöhe die Bereitschaft der Frau, sich zu unterwerfen, und stärke außerdem ihre emotionale Bindung an den Partner. Er setzt dabei stillschweigend

voraus, Partnerschaft und Ehe seien die natürliche Form des Zusammenlebens und -zeugens, was ja keineswegs erwiesen ist. Sein Kollege Desmond Morris hält den weiblichen Orgasmus „im evolutionären Sinn für eine pseudomännliche Reaktion“. Woher wissen das diese Männer?

Die amerikanische Psychoanalytikerin Karen Horney wies bereits in den zwanziger Jahren darauf hin, daß in einer vom Mann geprägten Zivilisation alle positiven Werte als „männlich“ und die negativen als „weiblich“ beurteilt würden. Die Theorien seien von Männern entwickelt, vom männlichen Standpunkt aus betrachtet. In ihnen spiegelten sich männliche Wünsche und Enttäuschungen wider.

Aus direkten Analysen können die Weisheiten der Theoretiker jedenfalls nicht stammen. Denn, so schreibt Sarah Hrdy, „Zeugnisse für die längste und wichtigste Periode in diesem Fall, der Zeit vor zwölf bis fünf Millionen Jahren bis zur Gegenwart, fehlen völlig“. Damals trennten sich in der Evolution die Vormenschen von ihren äffischen Verwandten, und für alle Entwicklungen seither taugen Vergleiche mit Menschenaffen nur bedingt.

Über zweierlei besteht heute indes kaum noch Dissens: Zum einen läßt sich aus dem Ver-



gleich von Körperdaten unterschiedlicher Primaten und des Menschen schließen, daß *Homo sapiens* eigentlich eine „mild polygyne“ – eine leicht der Vielweiberei zuneigende – Art ist (siehe Grafik Seite 136). Zum anderen bestreitet niemand mehr, daß Frauen orgiastische Gefühle haben, wozu sie allerdings keinen Eisprung benötigen. Noch im letzten Jahrhundert wurde Frauen in Europa die Fähigkeit zum sexuellen Erleben oft abgesprochen – und das nach einem Jahrtausende währenden Kampf des Patriarchats gegen die „Unerlässlichkeit“ der Frau und deren „natürlichen“ Hang zur „Untreue“.

Die Verfemung der weiblichen Lust, so Hrdys Vermutung, röhrt vor allem daher, daß besonders bei Menschen die Unsicherheit der Männ-

chen über ihren Zeugungserfolg groß sei: Denn Frauen zeigen ja nicht an, ob sie empfängnisbereit sind.

Die Psychiaterin Mary Jane Sherfey, die sich mit der Evolution weiblicher Sexualität und weiblicher sexueller Reaktionen befaßt hat, postuliert sogar eine prinzipielle „Unstillbarkeit“ weiblicher Begierde. Sie sieht darin vor allem einen Anpassungsvorteil – unter Umständen gepaart mit rein mechanisch-biologischen Funktionen des Orgasmus. Tatsächlich ist im Uterus ein deutlicher Unterdruck gemessen worden, durch den Samenzellen hineingesaugt werden könnten. Damit würde der Frau eine gewisse Kontrolle darüber möglich, wer ihre Eizellen befruchtet, und der Orgasmus käme als ein Mittel der weiblichen Partnerwahl in Betracht.

Durch ihre Promiskuität und das Verbergen der Empfängnisbereitschaft aber hätten die Frauen Hrdy zufolge ihre Geschlechtspartner nicht nur darüber im unklaren gelassen, von wem ihre Kinder genetisch abstammten. Vielmehr hätten sie die Männer gezwungen, sie und ihren Nachwuchs zu versorgen, weil diese zumindest nicht ausschließen konnten, daß der ihr eigener war.

Wie der weibliche Sexualtrieb domestiziert worden ist

Sherfey vermutet daher, daß der Vorrang, befruchtet zu werden und ihre Kinder auch großzuziehen, bei unseren Urahnen jenen Frauen vorbehalten war, die sich durch besondere Sinnlichkeit und aggressives Sexualverhalten auszeichneten. Die Verhältnisse, so Hrdy, begannen sich erst mit dem Aufkommen von Frühkulturen umzukehren: Damals hätte die Dominanz der Männer begonnen, die zur Sicherstellung ihrer jeweiligen Vaterschaft Sexualität und Promiskuität der Frau unterdrückten.

Erst zu jener Zeit sei die „Paarbindung“ entstanden. Die kann somit nicht eine Ursache der weiblichen Lust gewesen sein, sondern ist eine Folge von deren Unterdrückung. Es ist aufschlußreich, mit welchen Mitteln der weibliche Sexualtrieb domestiziert worden ist. Beispielsweise mit

- der Verfemung des vorehelichen Geschlechtsverkehrs der Frau und der Verherrlichung ihrer Jungfräulichkeit bis zur „Hochzeitsnacht“, wie sie Religionen mancherorts bis heute propagieren;
- dem Keuschheitsgürtel für die „Strohwitwen“ abwesender Ehemänner wie im Europa des Mittelalters;
- der Todesstrafe bei Ehebruch der Frau, wie in vielen Kulturen heutzutage noch;
- der Klitorisbeschneidung und damit Verhinderung des

weiblichen Orgasmus, wie noch immer in afrikanischen Ländern.

Mit solch „unnatürlichen“ Mitteln, meinen einige Forcherinnen und Forcher, sei die Monogamie der Frau erzwungen worden. Ihr Geschlechtsakt wurde von ihrer Lustbefriedigung gelöst. Sexualakt mit Penetration gleichgesetzt. Eine Frau durfte – falls überhaupt – den Orgasmus nur erleben, wenn sie ihn durch das Eindringen des Penis in ihre Vagina erreichte. Aus solcher Logik entstand der Mythos vom vaginalen Orgasmus, den Sigmund Freud aufs wissenschaftliche Podest hob.

Für seine „Theorie der Sexualität“ erfand er, ohne empirische Grundlagen, den Transfer vom klitoralen zum vaginalen Orgasmus: Wenn eine Frau erfolgreich die Erregbarkeit von der Klitoris zur Vaginalmündung transferiert habe, dann schließe das ein, daß sie eine neue Hauptzone ihrer späteren Aktivität erworben habe. Frauen, die diesen Schlüsselschritt während ihrer Entwicklung verpaßt hätten, seien frigide, auch wenn sie – durch Stimulation des Kitzlers – Sex voll genießen können.

Freud, der Frauen ein eigenes geschlechtsspezifisches Sexualempfinden grundsätzlich absprach, unterstellte ihnen außerdem, daß sie durch die Schwierigkeiten mit dem Transfer häufiger an Neurosen und Hysterien litten als Männer.

Der Harvard-Evolutionsbiologe Stephen Gould hält dem Erfinder der Psychoanalyse „androzentrische Vorurteile“ vor, mit denen er „den Geschlechtsverkehr aus der Sicht des Mannes“ beschreibt. Auch die Sexualwissenschaftlerin Sabine zur Nieden vermutet hinter diesem Wahn vom Vaginalen „die Rechtfertigung männlichen Sexualgehabes, das weiblichen Bedürfnissen nicht gerecht wird“. Außerdem werde durch das undifferenzierte

Gleichsetzen von Ejakulation mit Orgasmus „vertuscht, wie häufig auch bei Männern Frigidity vorkommt“.

Das Ausmaß der frauenschädigenden Unvernunft lassen die drei großen Sex-Studien erkennen, die sich auf Daten statt Mutmaßungen stützen: Alfred Kinseys Bericht aus dem Jahre 1953, das 1966 publizierte Buch von Masters und Johnson sowie der „Hite-Report“ von 1976. Kinsey ging davon aus, daß die Klitoris ebenso reich mit Nerven versehen ist wie der Penis – und daher vergleichbar erregungsfähig ist. Die Wände der Vagina hingegen seien „bar jeglicher Nervenendungen für Gefühlsreize und sehr unempfindlich für sanftes Streicheln oder leichten Druck. Bei den meisten Individuen erstreckt sich die Unempfindlichkeit auf alle Teile der Vagina“.

Frauen sind im Prinzip sexuell „unersättlich“

Der Hite-Report legte dar, daß nur 1,5 Prozent der Frauen in der Vagina masturbierten, 79 Prozent aber bei der Selbstbefriedigung direkt die Klitoris und die umgebenden Regionen stimulierten. Nur 30 Prozent der Befragten erlebten einen Orgasmus beim Geschlechtsverkehr, und viele auch nur dann, wenn sie mit der Hand gleichzeitig ihren Kitzler streichelten. Daß Frauen dennoch berichten, sie erlebten den Orgasmus „in“ der Vagina, mag an der engen Zuordnung des Begriffes Klitoris liegen: „Als ‚Klitoris‘ nur ihre äußerste Spitze zu beschreiben“, konstatiert Sabine zur Nieden, „ist, wie wenn man beim Mann nur die Eichel als Penis bezeichnen würde.“ Auch Männer sagen, ihr Glied löse den Orgasmus aus, obwohl sie wissen, daß es nur ein kleiner Bereich an dessen vorderem Ende ist. Daß Männer sexuell mehr empfinden als Frauen, auch eine Freudsche These, wurde vom

Ehepaar Masters und Johnson durch eingehende Laborstudien der Sexualphysiologie widerlegt: Frauen können sogar häufiger Orgasmen haben als Männer, sie sind im Prinzip „unersättlich“.

Tiefe emotionale Reaktion läßt laut Sabine zur Nieden, „je stelle des Körpers ... zu einer erogenen Zone werden. Es gibt Frauen und Männer, die allein über die Phantasie, die Stimulation des Ohrläppchens, der Brustwarzen oder irgendeines erotisch besetzten Körperteils zum Orgasmus kommen können“. Trotzdem fiele es keinem Mann ein, nicht seinen Penis als Ort des Orgasmus zu betrachten. Physiologisch gesehen verhält es sich – ob bei Mann oder Frau – ähnlich wie beim Schmerz: Nicht der Finger hat ihn, sondern das Gehirn hat ihn im Finger.

Immer noch behaupten manche Evolutionsbiologen, die sexuellen Gefühle der Frauen wären ebenso bedeutungslos wie die Brustwarzen der Männer – sie existierten nur, weil beide Geschlechter Varianten eines „Basismodells“ seien. Der Argumentation von Donald Symons folgt Stephen Gould. Er ist „überzeugt, daß es für viele Strukturen – wie männliche Brustwarzen und klitoraler Orgasmus – keinen direkten Anpassungsgrund gibt“.

Tatsächlich aber ist die Klitoris dem Penis „homolog“, sie ist ihrer embryonalen Herkunft nach praktisch das gleiche Organ, ausgestattet mit denselben anatomischen Organisation und Fähigkeit zur Reaktion. Sie ist sogar das ursprünglichste Organ, aus dem – durch „männermachendes“ Hormon – der Penis erst entsteht. Und Kate Millett argumentiert in ihrem Buch „Sexus und Herrschaft“, die Klitoris sei das einzige menschliche Organ, daß allein für das sexuelle Lustgefühl bestimmt sei. Der Penis aber hat auch noch eine andere Funktion: das Pinkeln. □

Wenn sich Kafkas K. besinnungslos verirrt

VON TILMAN SPENGLER

Die Weltliteratur zog meist den Vorhang vor, wenn die Rede, wenn die Handlung zum Thema kam: Erinnern wir uns an Madame Bovarys Ehebruch. Emma und Leo steigen in eine Kutsche mit verhangenen Fenstern und lassen sich einen ganzen Nachmittag „ohne Ziel und Plan durch die Straßen und Gassen, über die Plätze und Märkte, an den Kirchen und öffentlichen Gebäuden und am Hauptfriedhof vorbei“ fahren. Flaubert teilt uns lediglich mit, wie es dem Kutscher dabei ergangen ist. Der war „ganz außer Fassung und dem Weinen nahe vor Durst, Erschlaffung und Traurigkeit“.

Was sich dagegen drinnen im Gefährt abgespielt hat, zu schweigen von dem, was Emma und Leo dabei empfanden, das bleibt der Phantasie überlassen. Sollte es zu Ekstatischem oder, im Wortsinn von Orgasmus, zu „Strotzendem“ gekommen sein, so verschweigt der Dichter die Details. Modischer ausgedrückt: Er behandelt den Vorgang hinter den vorgezogenen Gardinen als Black box.

Oder nehmen wir K. und Frieda in Kafkas „Das Schloß“. Heller ist es auch da nicht – Frieda hat das Licht ausgedreht. Im

Dunkel „rollten sie in einer Besinnungslosigkeit“. Und K. verspürt, kurze Zeit später, „immerfort das Gefühl, er verirre sich oder er sei so weit in der Fremde wie vor ihm noch kein Mensch“. Den Zustand nennt die moderne Sexualwissenschaft „partiellen oder totalen Bewußtseinsverlust“, womit für dieselbe Erscheinung zwar strengere, doch keineswegs schönere Worte gefunden wurden.

Gegenüberstellungen von literarischer Schilderung und wissenschaftlichem Jargon lassen sich natürlich beliebig häufig arrangieren. Klar wird dabei fast immer, daß der Höhepunkt des Liebesaktes seit Adam und Eva als hinlänglich bekanntes Ereignis vorausgesetzt werden kann, daß das Muster seiner Beschreibung jedoch der Wortschau, dem Zeitgeschmack und der Zielrichtung der menschlichen Neugier unterliegt.

Seit vier Jahrzehnten, seit den Untersuchungen von Alfred Kinsey – später dann von William Masters und Virginia Johnson und den Erhebungen der Shere Hite – bestimmen vornehmlich die Amerikaner die Verarbeitung der Neugier auf das, was einer ihrer Kollegen „ein introspektives Phänomen, einen autozentrischen Zustand der seelischen oder physischen Befriedigung“ genannt hat. Die Rede von der Lust ist, wie es



sich für eine puritanische Kultur gehört, streng wissenschaftlich. Und die Erkenntnisstrategien sind interdisziplinär: Neurologen, Urologen, Physiologen, Gynäkologen, Psychologen, Endokrinologen und Anthropologen arbeiten Hand in Handschuh an der Aufklärung dieses Rätsels der Natur.

Unterstützt wurden sie dabei von einer Heerschar von Testpersonen, die ihr Erinnerungsvermögen und ihre Körper in den Dienst der Forschung stellten. Verheiratete und Unverheiratete gaben Auskunft über sexuelle Präferenzen und Störfälle, über Höhe- und Tiefpunkte. In zahllose Meßbecher tropfte der Sperm der Edlen, der Selbst- und der Frembefriedigten. Vibratoren stimulierten Kitzler, Vaginalmyogrammen hielten das Ergebnis auf einer Mikroampère-Skala fest. Winzige Sensoren registrierten Druckschwankungen im Uterus, Knöpfe wurden gedrückt, um dem Er-

eignis eine statistische Dimension in der Zeit zu geben.

Das hat einige respektable Daten erbracht: Wen's interessiert, der kann in den einschlägigen Publikationen nachlesen, wie sich beim Orgasmus die Pulsfrequenz verändert, wieviel regelmäßige und wieviel unregelmäßige Muskelkontraktionen in welchen Sekundenabständen auftreten, wie der Blutdruck steigt und sinkt, der Penis schwilkt, die Atmung sich beschleunigt. Die Wissenschaft fand somit bestätigt, daß – nur ein Beispiel – der Akt beim durchschnittlichen männlichen Partner in der physiologisch besonders aufreibenden Missionärsposition fast ein Viertel des Sauerstoffhaushaltes beansprucht und daß sein Herzschlag zwei Drittel der maximalen Belastbarkeit erreicht. Ähnliches läßt sich auch durch das schnelle Erklimmen mehrerer steiler Treppen erreichen – allerdings mit geringerem Lustgewinn.

Die amerikanischen Forscher Joseph Bohlen und Gorm Wagner, die in den siebziger Jahren



Serien von Orgasmen quantitativ auswerteten, kamen 1984 zum ernüchternden Schluß, daß die ganze Kunst der Physiologie das Verständnis des Vorgangs kaum gefördert hat. Es hatte sich nämlich herausgestellt, daß das subjektive Empfinden der – um es mit Ovid zu sagen – „Überwältigten“ einfach nicht mit den technischen Daten in Übereinstimmung zu bringen war: Auf dem Papier währte die Lust doppelt so lang wie im Körper – oder umgekehrt. Was darauf hindeutete, daß eher die Psychologen als die Meßtechniker aufgerufen waren, Licht ins Dunkel zu bringen. Damit waren die Erkenntnisse über Interaktionen von Zwischenhirn, Großhirnrinde und Effektorzentrum und deren Folgen für Hormonausschüttung, Kristellerschen Ppropf und Samenfäden nicht bedeutungslos geworden, sie rückten nur in einen anderen Zusammenhang.

Dieser Zusammenhang ist enger und weiter gestaffelt zugleich: Die engere Variante stiftete die klinische Psychologie. Sie förderte zutage, wo im Hirn die Zentren des sexuellen Wohlgefühls zu lokalisieren sind, wie nahe sie neben den entsprechenden Feldern der Aggressivität liegen oder wie komplex die Mechanik von Reizen und Auslösern beschaffen ist. Und sie bestätigte, was allerdings auch zuvor kein allzugut gehütetes Geheimnis war: Der Orgasmus der Frau unterscheidet sich von dem des Mannes.

»Bleibe, o Muse, nun stehn vor der ver- schlossenen Tür«

Ganz ohne apparativen Aufwand war das den klassischen Psychologen schon klargeworden. Weibliche Laien sollen es sogar noch früher gewußt haben. Entscheidender allerdings als die Erkenntnis war die Deutung, war die Wertung, die ihr gegeben wurde. Sigmund Freud stiftete weder unter seinen Patientinnen noch unter seinen

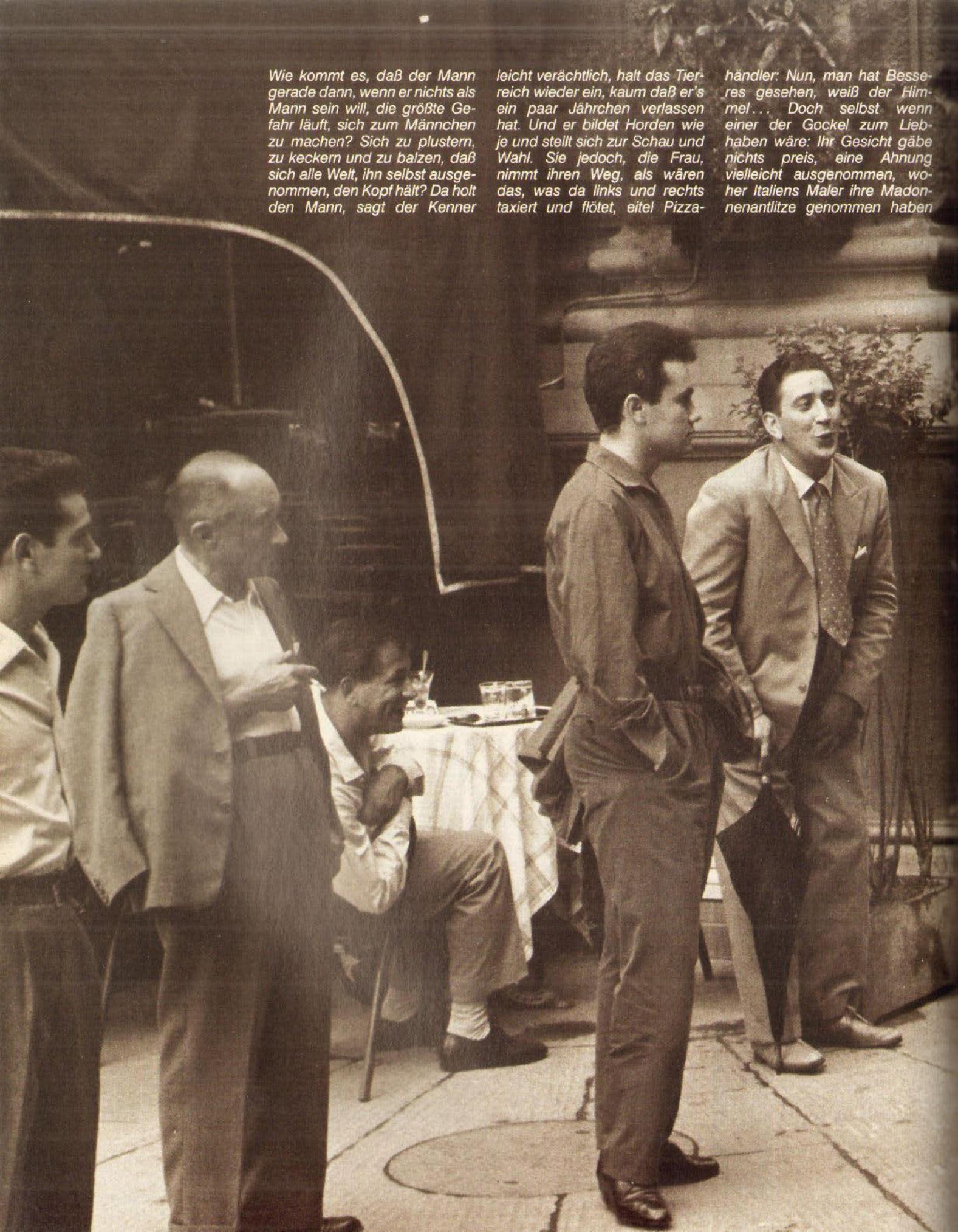
Schülerinnen viel Heil, als er zu Beginn des Jahrhunderts eine qualitative Differenz zwischen dem vaginalen und dem klitoralen Orgasmus der Frau konstatierte. Eine Differenz zuungunsten der Klitoris, versteht sich, jenes „Organs, ausschließlich für wollüstige Empfindungen“, wie der holländische Sexualaufklärer van de Velde urteilte. Womit ein Streit losgetreten war, der auf Jahrzehnte für Zunder sorgte.

Nach den Veröffentlichungen Alfred Kinseys und des Forscherpaars Masters und Johnson brach eine Periode über die Sexualforscher ein, die ein Psychiater die „Zentriertheit auf die Klitoris“ nannte. Heute haben die Virtuosen der Differenzierung das Sagen. Und die unterscheiden zwischen vaginalen, klitoralen, oralen, phantasiegesteuerten, brustzentrierten Höhepunkten bei der Frau. Der Mann ist da empfindungsärmer ausgestattet, ein spürig sozusagen – wen wundert's beim penilen Orgasmus.

„Bleibe, o Muse, nun stehn vor der verschlossenen Tür!“ fordert Ovid in seiner Liebeskunst – und hält sich selber nicht an das Gebot. Er war damit nicht der erste und – wie wir wissen – auch nicht der letzte. Die Verse des römischen Dichters wirken indes eigentlich kenntnisreich. Und das in einer Zeit ohne exakte Sexualwissenschaften, was aber wohl das Tröstliche daran ist. Schließlich empfindet, wie wiederum ein amerikanischer Forscher herausgefunden hat, jeder Mensch den Orgasmus auf persönliche Weise. Das wären weltweit pro Tag etwa 220 Millionen Empfindungen. Eine Herkulesarbeit für Sexologen. □



Dr. Tilman Spengler, 41, „Kursbuch“-Herausgeber und Sinologe, hat schon über Placentationsstörungen und die Bevölkerungsexplosion in China publiziert. Beide Themen, sagt er, hätte mit seinem Aufsatz zu tun, „irgendeine“.



Wie kommt es, daß der Mann gerade dann, wenn er nichts als Mann sein will, die größte Gefahr läuft, sich zum Männchen zu machen? Sich zu plustern, zu keckern und zu balzen, daß sich alle Welt, ihn selbst ausgenommen, den Kopf hält? Da holt den Mann, sagt der Kenner

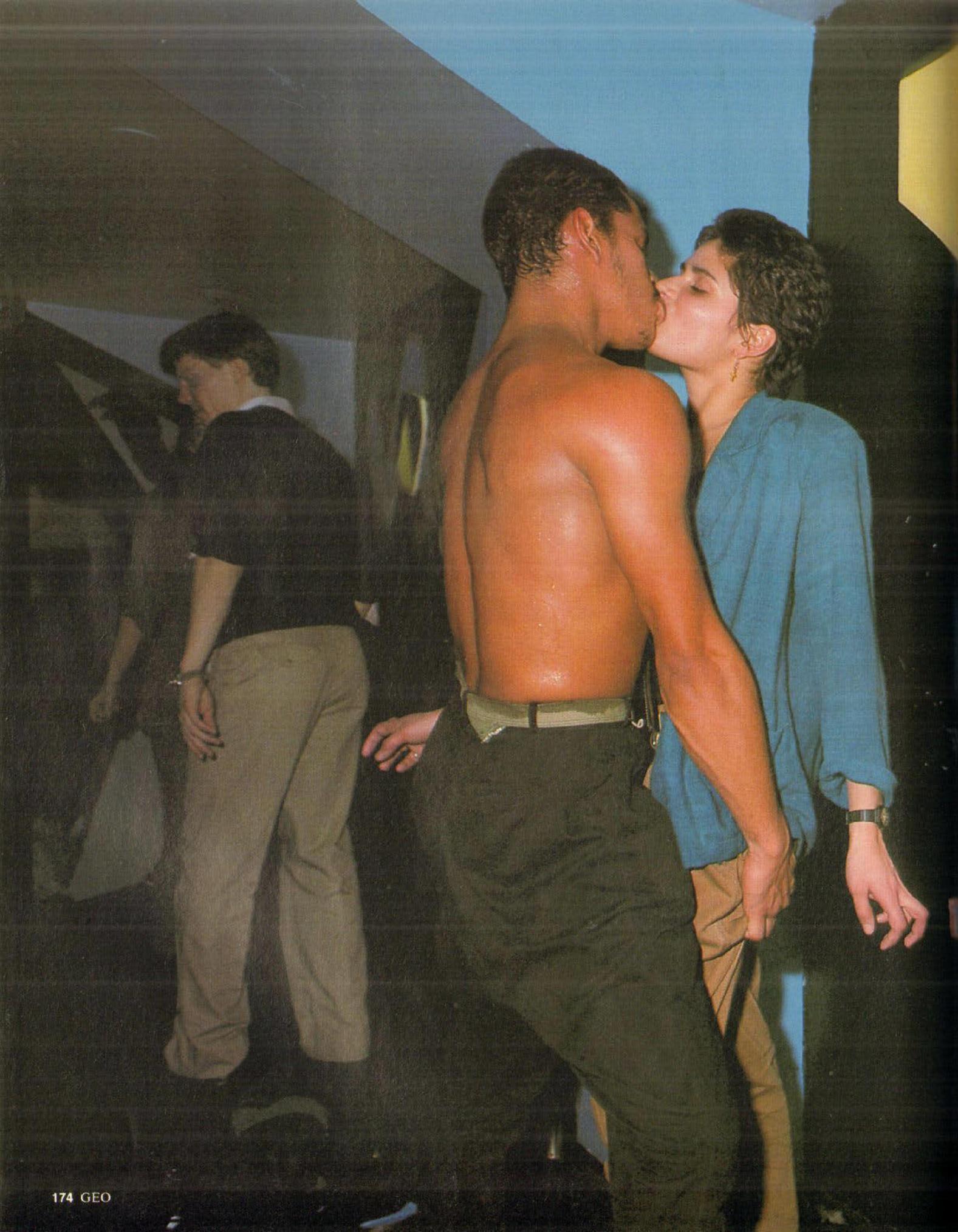
leicht verächtlich, halt das Tierreich wieder ein, kaum daß er's ein paar Jährchen verlassen hat. Und er bildet Horden wie je und stellt sich zur Schau und Wahl. Sie jedoch, die Frau, nimmt ihren Weg, als wären das, was da links und rechts taxiert und flötet, eitel Pizza-

händler: Nun, man hat Besseres gesehen, weiß der Himmel... Doch selbst wenn einer der Gockel zum Liebhaben wäre: Ihr Gesicht gäbe nichts preis, eine Ahnung vielleicht ausgenommen, woher Italiens Maler ihre Madonnenantilize genommen haben

Trieben auf den ersten Blick

EROS





D

as Durcheinander, das die körperliche Liebe, vulgo blander Sex, in uns anrichtet, ist erheblich. Nicht von ungefähr galt sie, weil der Kontrolle spöttend, einer auf Maß und Domestizierung erpichtten Kultur als höchst verdächtig. Doch wer wäre je so abgeklärt, wer Philosoph genug, daß er nicht zumindest eine Ahnung davon hätte, wie es ums »Reich der Sinne« bestellt ist und um die darin tobenden Orkane? Es ist ein gern eingenommener Standpunkt, von dem aus man sich mit ästhetischen Bedenken - Schweiß! Blut! Tränen! - zieren und doch der Entfesselung Beifall spenden kann: noch nicht Metaphysiker, nicht mehr Erdferkel



H

Heute sagen wir Beziehungskiste, weil uns Melodram und große Liebe ein wenig peinlich sind. Doch steckt in diesem Ausdruck allerlei grobgemaserte Poesie, und wäre es nur die, daß eine Kiste zwar acht Ecken hat, aber oft kein Loch ins Freie. Wenn man das merkt, ist es zu spät, und als ausweglose Enge empfinden wir, was wir bis

vor kurzem einander noch mit Häuslebauerstolz bestätigten: Grundgemütlich haben wir uns das Leben eingerichtet! Das einzige, was in der zugenagelten Beziehung nicht Halt noch Grenzen findet, ist der Blick. Sonst Signal aller Signale, bewährt in Verlockung und Abwehr, der Freude wie der Trauer zuverlässiger Bote, an Worten reicher als tausend Bücher: Jetzt, da er nicht mehr ankommt, nicht erwidert wird - wohin mit ihm?



W

illst du dein Herz mir schenken, so fang es heimlich an«, läßt der große Bach singen, und in der Tat: Fürs Rampenlicht und große Geschrei ist das, was Liebesleute (so hießen die ja mal) miteinander auszumachen haben, noch heute nicht. Obwohl unsere Zeit sich manchmal in der Meinung verschworen zu haben scheint, daß Geheimnistueri notwendig Verbogenes oder Komplexe zum Grund hat. Kann

sein, daß man dem unverbrauchten Spaß am Äugeln und am Zwinkern, am Deuteln und am Wispern und was der unter Herzklopfen betriebenen feinen Narreteien sonst noch sind, am ehesten gerecht wird, wenn man sie als das gelten läßt, was Boxer tun: sich abtasten, ehe es in den Ring geht. Das verspricht spannende Begegnungen. Und was uns gestern in der Gartenlaube recht war, ist uns in der Rostlaube inzwischen billig

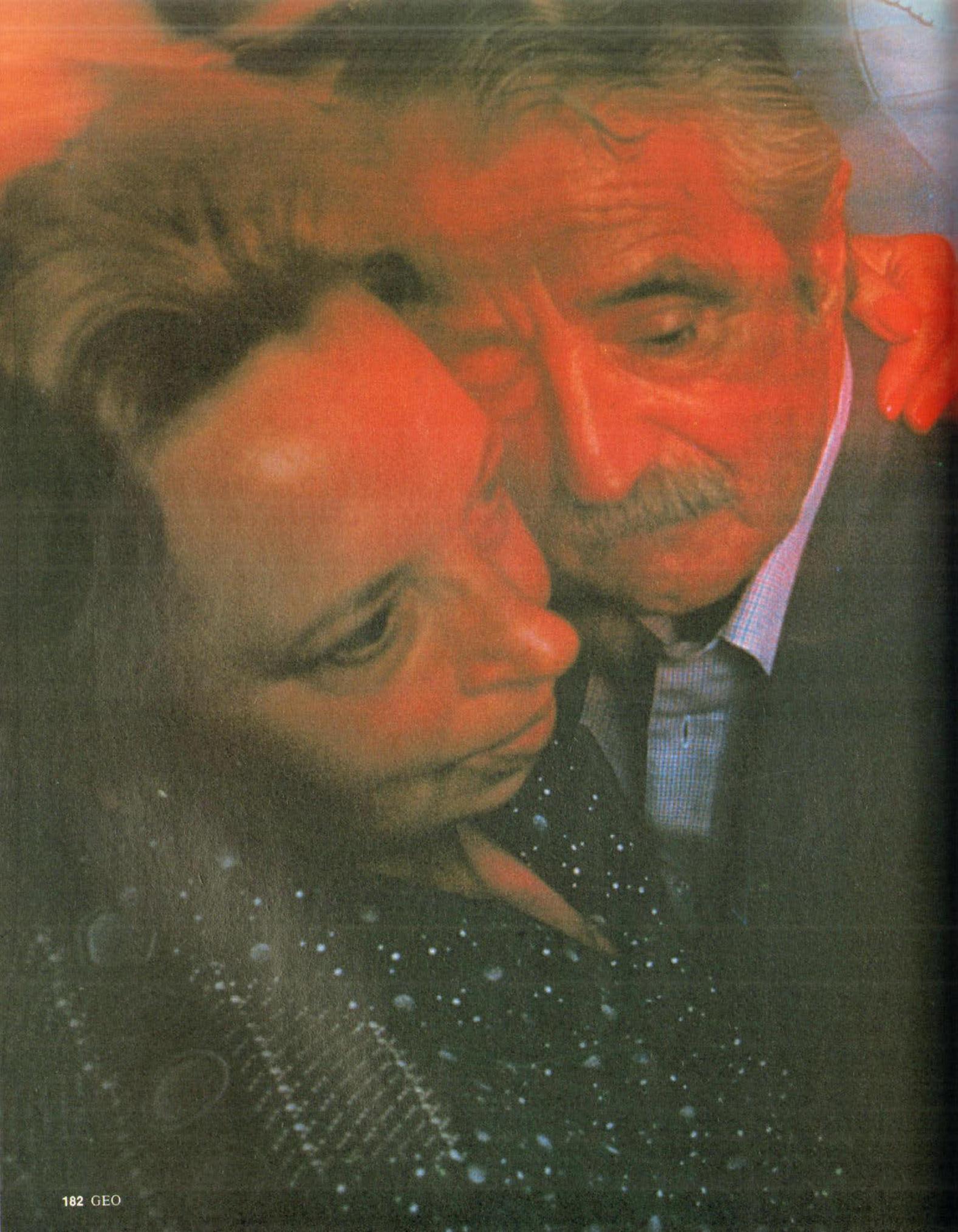




Mit der Lust ist das so eine Sache, weil sie zwar ewig dauern möchte, in der Tat aber endlich ist wie alles auf der Welt und der Fremdheit zweier Menschen nur für die Dauer eines Taumels abzuheften vermag. Sich dennoch immer wieder so zu geben, als wüßte man das nicht, hat etwas von süßer Torheit, von der unglaublichen Erinnerungslosigkeit des Nachtfalters, der in die Flamme fliegt, bis daß er ihr – ein letztes Fest – als Opfer anheimfällt. Da sind wir Menschen doch viel haushälterischer mit uns; sich zu verzehren ist nicht jedermann gegeben. Dem Tanz ums Licht aber bleiben wir treu. Unser Erwachen aus dem Taumel ist allerdings prosaischer und öder, als wenn es um Vergehen und Erlöschen ginge. Das haben wir, wenn man so will, dem Falter immerhin voraus



010 10





A

«*It werden mit-einander*», das hat zuzeiten ei-
nen arg verzopten Beiklang.
Gerade so, als gedenke einer,
der dies ernstlich wünschte,
sich auf ein Leben ohne Pep
und Power einzurichten. Hinter
der Zweisamkeit von Philemon
und Baucis - nennen wir sie
nicht »traut?« - wittern wir nichts
als faule Idylle und übersehen
dabei gern, daß den stillen
Glanz des Abends erst genießt,
wer den morgendlichen Auf-
bruch keck riskiert und den hei-
ßen Tag bestanden hat. Da hat
man sich beuteln lassen müs-
sen, hat sich an der Welt und
aneinander gerieben, bis mit
den Schleifspuren der Schmerz
geschwunden ist und eins zum
anderen paßte. Das war nicht
immer Spaß, wie schon Rilke,
der Feinsinnige, wußte: »Lieb-
haben von Mensch zu Mensch:
das ist vielleicht das Schwerste,
was uns aufgegeben ist, das
Äußerste, die letzte Probe und
Prüfung...« Dies leidlich und
mit Anstand bestanden zu ha-
ben, das darf denn wohl als
ein Stück Lebenswerk gelten

Enzyklopädie der

Naturwissenschaft ist eine formal strenge Methode, Neues über die Welt zu erfahren. Auch für Forscher ist

1 Welche offene Frage aus Ihrem Spezialgebiet würden Sie in den nächsten zehn Jahren am liebsten beantworten?



Prof. Dr. Liselotte Mettler
ist stellvertretende Direktorin der Universitäts-Frauenklinik und Michaelis-Hebammenschule in Kiel

2 Welche Grenzen der Erkenntnis- und der Ethik - sehen Sie für die (human-)genetische bzw. reproduktionsmedizinische Forschung?

3 Wie schätzen Sie die (human-)genetische bzw. reproduktionsmedizinische Forschung in der Bundesrepublik im internationalen Vergleich ein?

1 Durch die Erfolge der In-Vitro-Fertilisation und des Embryo-Transfers ist es möglich geworden, Keimzellen bei der Befruchtung und in frühen embryonalen Stadien zu beobachten und zu untersuchen. Am interessantesten finde ich dabei die Möglichkeit, Krankheiten zu erkennen und zu behandeln. Die Möglichkeit der Gen-Therapie - so klein sie auch bisher erscheint - wird bei monogenetischen Erbleiden gegeben sein, also aufgrund der Veränderung eines einzigen Gens. Dabei denke ich an die Chorea Huntington, die Sichelzellanämie und verschiedene Formen der Muskeldystrophie.

Es ist derzeit bereits möglich, manche dieser Erbleiden und viele Chromosomenveränderungen wie die Trisomie 21 („Down Syndrom“) vorgeburtlich zu diagnostizieren.

Diese Diagnostik kann in das frühe Embryonalstadium - also das 4. bis 8. Zellteilungs-

stadium - vorverlegt werden. Es wäre für die Betroffenen dann etwas leichter zu einem früheren Zeitpunkt zu entscheiden, ob der Embryo weiterleben oder ein Schwangerschaftsabbruch vorgenommen werden soll, als es bisher möglich ist. Mit Hilfe der Gen-Therapie könnte das Entstehen kranker Embryonen verhindert werden.

Daher lautet die für mich interessanteste Frage derzeit: Ist es möglich, durch Gen-Therapie bestimmte, heute bekannte Krankheiten nicht mehr entstehen zu lassen?

2 Zweifelsohne sind der Geburt des ersten extrakorporal erzeugten Kindes zahlreiche Experimente mit Embryonen vorausgegangen, bei denen diese nur erzeugt wurden, um die Möglichkeiten des Wachstums im ersten Stadium zu erforschen. Solche Untersuchungen sind, wenn man diesen Embryonen bereits die Qualität von Menschen zubilligt, ethisch nicht vertretbar. Auch heute wird teilweise gefordert, daß zur Verbesserung des Verfahrens der extrakorporalen Befruchtung „verbrauchende Experimente“ an menschlichen Embryonen durchgeführt werden sollen.

Dem möchte ich absolut widersprechen. Hier ist für mich eine deutliche Grenze gesetzt. Solche Untersuchungen sind durchaus im Tierexperiment durchzuführen.

Es wird aber darüber hinaus auch gefordert, für die Klärung anderer hochrangiger medizinischer Fragestellungen menschliche Embryonen herzustellen, deren Leben von vornherein begrenzt ist. Diese Möglichkeit wurde von einem Gremium der Bundesärztekammer, von einer Spezialkommission des Justiz- und Forschungsministeriums sowie von der Enquete-Kommission des Bundestages „Chancen und Risiken der Gentechnik“ offengelassen. In diesen Kommissionen hat man solche Experimente an menschlichen Embryonen nur „grundsätzlich“ verurteilt, in begründeten Ausnahmefällen aber eine Abweichung von der Regel zugelassen.

Der Entwurf für ein Embryonen-Schutzgesetz, das der Bundesregierung vorliegt, sieht vor, die extrakorporale Erzeugung menschlicher Embryonen zu anderen Zwecken als für die Übertragung in den Mutterleib zu verhindern. Dies schließt das Verbot zur Erzeugung menschlicher Embryonen zu experimentellen Zwecken ein.

Es gilt die Frage zu beantworten, wann menschliches Leben beginnt und wann es des gesetzlichen Schutzes bedarf. Eine Zelle kann gewiß zur Therapie eines kranken Menschen eingesetzt werden, jedoch nicht ein bereits entstandener „Jemand“.

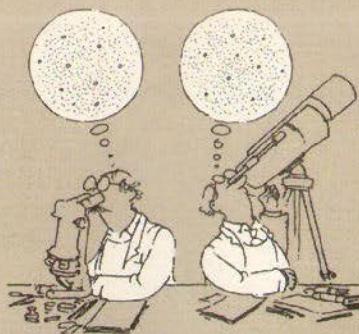
Viel wird von der „Ektogenez“ des Menschen gespro-

chen. Darunter versteht man die vollkommene Zeugung und Entwicklung eines Menschen außerhalb des Mutterleibes. Realisiert ist davon bereits eine Kultivierung maximal bis zum 4. Entwicklungstag. Die Weiterentwicklung in einer „künstlichen Gebärmutter“ ist theoretisch denkbar. Hier sehe ich jedoch erneut eine Grenze, da in der Ektogenez des Menschen kein Sinn, sondern ein Eingriff in „Gottes Werk“ zu sehen ist.

3 Der humangenetischen und reproduktionsbiologischen Forschung im deutschen Sprachraum sind durch die Geschichte mit Ausartungen im Dritten Reich Grenzen gesetzt. Es fehlt uns im internationalen Vergleich die Flexibilität, die bei der schnellen Entwicklung oft nötig ist. Staatlich geförderte Forschung an Universitäten, Max-Planck-Instituten und durch das Bundesforschungsministerium benötigt viel Zeit. Junge Forscher werden von ihren akademischen Lehrern spät in die akademische Unabhängigkeit und finanzielle Eigenverantwortung entlassen.

Es gibt jedoch vergleichbare Arbeiten gerade auf dem Gebiet der Reproduktionsbiologie im In- und Ausland. Bisher zeigen allerdings weder in England noch in Amerika oder Australien durchgeführte reproduktionsbiologische Experimente an frühen menschlichen Embryonen Ansätze dafür, daß diese Forschung sich nicht auch im Tierexperiment durchführen läßt. Ich halte daher das in der Bundesrepublik derzeit herrschende Moratorium für Forschung an menschlichen Embryonen für angebracht.

Ignoranz



FRAGEN

»Nicht Ignoranz,
sondern die Ignoranz der
Ignoranz ist der Tod
des Wissens«

Alfred North Whitehead

Unbekanntes reizvoller als Bekanntes. GEO-Wissen fragte vier Fachleute aus der Medizin und Genetik



Prof. Dr. Benno Müller-Hill
ist Direktor
am Institut für Genetik
der Universität
zu Köln und Autor des
Buches »Tödliche
Wissenschaft«

Ich war an Humangenetik bisher wenig interessiert. Ich habe nur eine Arbeit auf diesem Gebiet und ein Buch über die Geschichte dieses Gebietes in Deutschland veröffentlicht. Das Riesenprojekt der Sequenzierung des menschlichen Genoms interessiert mich abstrakt. Ich möchte mich nicht daran beteiligen. Mich interessieren zwei große andere Probleme, die in den nächsten Jahren zur Beantwortung anstehen:

1. Wie funktioniert embryonale, tierische Entwicklung molekular und 2. wie funktioniert tierisches Gedächtnis molekular? Diese Fragen werden nicht am Menschen, sondern an Fruchtfliege (Drosophila) und Maus untersucht und wohl auch beantwortet werden. Von der Maus kann dann auf den Menschen extrapoliert werden. Ich möchte zwei Unterfragen zum ersten Problem mitbeantworten helfen: a) Wie erkennen die an den oben genannten Entwicklungsprozessen fundamental beteiligten Proteine spezifisch bestimmte DNA-Sequenzen? Gibt es für diese Protein-DNA-Erkennung allgemeine Regeln? b) Gründen sich die bisher unverstandenen, irre-

versiblen Schritte der tierischen Embryonalentwicklung womöglich auf irreversible Verluste bestimmter DNA-Sequenzen?

2 Die Bestimmung der DNA-Sequenz eines gesamten menschlichen Genoms ist gesellschaftlich folgenlos. Das Projekt wird folgenreich und potentiell gefährlich durch die parallele Bestimmung von Sequenzen mutierter, alleler Gene, die besonders die geistigen Tätigkeiten, aber auch die physische Gesundheit des Menschen determinieren. Mir mißfällt, daß das europäische Projekt ausschließlich auf derartige Analyse und Anwendung ausgerichtet ist. Das Projekt empfiehlt sich durch eine zweifelhafte Kosten-Nutzen-Analyse. Die Autoren des Projekts sind selbst beunruhigt, daß die diagnostischen Möglichkeiten ständig zunehmen, wo keine Therapien in Sicht sind. Genetische Frühdagnostik ohne Therapie verlangt Kinderlosigkeit und Abtreibung. Sie ermutigt zur Ausgrenzung der so Diagnostizierten. Solche Entwicklung ist nicht wünschenswert. Ich befürchte aber, das menschliche Genom zu sequenzieren und mit den ebenfalls sequenzierten Genomen der Maus und Fruchtfliege zu vergleichen. Mir erscheint dies als kulturelles Projekt: Der Mensch möchte seine materielle Basis kennenlernen.

Schließlich weiß man sehr wenig über die Gene, die Art und Ausmaß geistiger Tätigkeit bestimmen. Es ist aber wahrscheinlich, daß es Genvarianten gibt, die das menschliche Gefühls- und Verstandes-Leben begrenzen und bestimmen. Die heutigen

Zuordnungen mögen sich allerdings samt und sonders als falsch erweisen. Durch DNA-Vergleiche werden solche Varianten im Laufe der Zeit erkannt werden. Nehmen wir einmal an, Varianten eines bestimmten Gens seien bekannt, deren Träger den Erfordernissen der gesellschaftlich-industriellen Realität zeitweilig nicht genügen, also Menschen, die darüber zusammenbrechen und ärztliche oder andere Hilfe brauchen. Nehmen wir weiterhin an, das Vorhandensein einer solchen Gen-Variante sei leicht zu identifizieren. Wem gehört dieses Wissen? Dem Betroffenen? Auch der Familie des Betroffenen? Dem Staat, dem Arbeitgeber, der Versicherung, dem Verband, dem er vielleicht angehört? Hat die Mutter des Ungeborenen ein Recht auf solches Wissen und auch das Recht auf Abtreibung oder Geburt, wie sie es will? Meiner Meinung nach haben der Träger des Gens und die Mutter eines Ungeborenen das alleinige Recht auf Wissen. Bei Kindern scheue ich eine klare Aussage. Bei allen anderen müssen schier unüberwindliche Hürden aufgebaut werden.

Ich bin der Ansicht, daß die gesellschaftlichen Umwälzungen, die dieses Projekt nach sich ziehen wird, ungeheuer sein werden. Sie sind bisher wenig durchdacht. Nur Dichter wie Philip K. Dick lassen etwas von der kommenden Entwicklung ahnen. Im besten Fall wird die Gesellschaft in zwei friedlich miteinander koexistierende Teile zerfallen: die „Wissenschaftlichen“, die es wissen wollen und marktgerecht das Leiden im Keim ersticken, und die „Religiösen“, die es nicht wissen

wollen und die das Leiden akzeptieren. Für die letzteren und die sich bei ihnen sammelnden Behinderten ist rechtlicher Schutz neu zu schaffen, damit sie nicht an die äußersten Ränder der Gesellschaft gedrängt werden. Das ist der bestmögliche, friedliche Fall. Der schlimmste ist eine neue Version des Nationalsozialismus, wo staatliche Instanzen entscheiden, wer ein Recht auf Leben und Fortpflanzung hat. Dieser Version werden die Schlupfwinkel des alten Rechts fehlen, die es den meisten Deutschen noch vorstellhaft erscheinen ließen.

3 Die Humangenetik ist provinziell in der Bundesrepublik. Die allgemeine Molekularbiologie ist besser. Merkwürdigerweise gibt es wenige Wissenschaftler, die ich als bedeutende Teilnehmer des Projektes, das menschliche Genom zu sequenzieren, sehe kann. Der bestqualifizierte deutschsprachige Wissenschaftler, der Österreicher Hans Lehrach, mußte kürzlich die Bundesrepublik verlassen, weil niemand ihm einen adäquaten Job geben wollte. Jetzt arbeitet er in London. Merkwürdig ist auch, daß selbst große Gesellschaften wie die Max-Planck-Gesellschaft und staatlich finanzierte Forschungszentren wie das biotechnologische Institut in Braunschweig bisher kaum Interesse zeigen, sich an der Sequenzierung des menschlichen Genoms zu beteiligen, geschweige denn die Führung zu übernehmen. Das ist merkwürdig. Sind die Institutionen wirklich so beschaffen, daß sie keine namhaften jungen Wissenschaftler hervorbringen, die dies Problem mitlösen wollen?

Müde Beine, schwere Beine, dicke Beine, wehe Beine:

Langes Sitzen, Gehen oder Stehen belastet die Beine. Es kommt zu Stauungen und Schwellungen. Die Beine werden dick und schwer. Manchmal schmerzen sie sogar.

Für wohlende Linderung und Entspannung sorgt

hier die Arnica Kneipp Salbe. Die wertvollen natürlichen Inhaltsstoffe hemmen Entzündungen,

entspannen die Gefäße und regen so die Durchblutung an. Zusätzlich pflegt die Arnica Kneipp Salbe die Haut. Damit Sie sich wieder wohl fühlen auf Ihren Beinen.



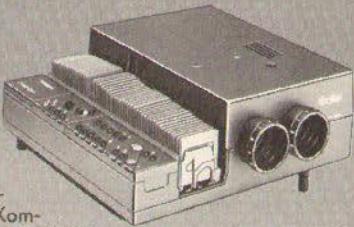
Arnica Kneipp Salbe: Die lindernde Wohltat für die Beine.

Arnica Kneipp Salbe bei Schwellungen, Stauungen, müden, schweren, schmerzenden Beinen, Verstauchungen, Prellungen, Blutergüssen. KNEIPP-WERKE Würzburg und Bad Wörishofen.



Neu: Rolleivision 35 twin digital mit Microprozessorsteuerung

Jetzt hat kompakte Überblendtechnik mit einem Projektor und aus einem Magazin eine neue Dimension: Microprozessorsteuerung für noch mehr Komfort und noch mehr Möglichkeiten.



- Wechselbare Programmspeicher-Chips zum Speichern, Archivieren und Wiederholen kompletter Diaschauen.
- Memory-Funktion zur nachträglichen Wiederholung bis zu 16 Dias.
- 6 Überblendstufen mit Stop-Funktion (Einfrieren)
- Timerautomatik in vier Stufen mit Override
- Elektronisch gesteuerte Schärfe (Autofocus) und komfortable IR-Fernbedienung.
- Exzellentes Beleuchtungs- und Kühlsystem.
- Schneller Hochleistungsobjektiv von 60 bis 150 mm.
- Für LKM, CS, Einheits- und Rollei Koppelmagazine.

Nur einer bietet noch mehr: der Rolleivision 35 twin digital P.

Name: _____

GW-52

Straße: _____

Wohnort: _____

Rollei Fototechnik GmbH & Co KG, Postfach 3245, 3300 Braunschweig.

Rollei
fototechnic



Prof. Dr. Traute Schroeder-Kurth

ist Direktorin am Institut für Anthropologie und Humanogenetik der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg und Herausgeberin des Buches »Das manipulierte Schicksal«

Als eine in der medizinischen Genetik tätige Ärztin wünsche ich mir, daß aus der breiten, kaum überschaubaren Palette aller Möglichkeiten eine Konzentration auf schwerste, bisher nicht behandelbare Krankheiten stattfindet.

In den nächsten zehn Jahren wird unter Einsatz molekulargenetischer Methoden geklärt werden können, für welche Erbkrankheiten überhaupt eine aussichtsreiche Therapie entwickelt werden kann. Das gilt auch für die „somatische Gen-Therapie“, bei der durch Einbringen eines funktionierenden „Ersatz-Genes“ in Körperzellen eines Kranken Heilung erreicht werden soll. Nur unter ganz bestimmten eingeengten Voraussetzungen für wenige Krankheiten ist ein derartiger therapeutischer Ansatz heute denkbar.

Neben fehlerhaften, krankheitsverursachenden Genen werden zukünftig auch solche Faktoren beschrieben werden, die die Wahrscheinlichkeit verringern oder erhöhen, daß eine Person an einer bestimmten Krankheit im Laufe des Lebens leiden wird. Wünschenswert sind selbstverständlich Risikobestimmungen und Faktorenanalysen, wenn sich hieraus Präventivmaßnahmen für alle – ohne Diskriminierung der Betroffenen – ableiten ließen. Auch mancher aufgeklärte Mensch könnte sich wünschen, Voraussagen über seine Risiken zu kennen und sein eigenes Schicksal mit vernünftiger Lebensführung so zu steuern, daß er lange „gesund“ bleibt.

2 Nicht nur solche äußerst naiven Parolen wie „Europa der Gesundheit“ oder auch „Prädiktive Medizin“ weisen auf den problematischen Umgang mit Erkenntnissen hin, die vor allem aus der Molekulargenetik gewonnen werden. So sollten die Ergebnisse der Genom-Analyse für einzelne Familien Klärung der Erbsituation und damit auch Entscheidungshilfen für ihre Lebensplanung bedeuten. Es wird erwartet, daß krankheitsauslösende Umweltfaktoren identifiziert werden, so daß einzelne Betroffene gewarnt – z. B. bei Xeroderma pigmentosum vor UV-Licht – oder die gesamte Bevölkerung etwa von Karzinogenen befreit werden könnten.

Die Umsetzungsprobleme sind bekannt: Arbeitnehmeruntersuchung bei besonders verantwortungsvollen Positionen – wie bei Lokomotivführern (auf Rot-Grün-Blindheit) – werden notwendigerweise akzeptiert; breitere Anwendung bei Arbeitern in Industrieunternehmen mit einer Auswahl der wahrscheinlich gesund Bleibenden wird befürchtet. Humangenetiker fordern weltweit, daß solche Tests freiwillig sein und alle Ergebnisse der Schweigeflucht unterliegen müssen.

Aber auch im medizinischen Bereich sind die Humangenetiker nicht aus ihrer Mitverantwortung entlassen: Bei der Anwendung neuer Techniken für die Diagnostik von Erbkrankheiten und der Einbeziehung dieser Maßnahmen als Option für Ratsuchende muß im Vorfeld der Anwendung eine ethische Reflexion stattfinden: Können Methode und folgende Konsequenzen im individuellen Fall – und dann auch für die Gesellschaft – gerechtfertigt werden?

Dieser Prozeß kann nicht allein dem Wechselspiel zwischen Angebot und Nachfrage – wie in Wirtschaftszweigen – überlassen werden. Ärztliche, auch humangenetische Berater werden immer mehr als nur Service-Vermittler sein.

Der Schwangerschaftsabbruch bei Feststellung eines

schwerkranken Ungeborenen bleibt eine Notlösung. Sie fordert in jeder neuen Situation Schwangere und Arzt zum ethischen Diskurs heraus.

Heute wird die Belastung von Frau und Arzt durch den Schwangerschaftsabbruch vordergründig geradezu als Argument für Experimente an „Embryonen“ benutzt, um durch Vorziehen der Diagnostik Schwangerschaftsabbrüche zu vermeiden.

Ein Konsens über einen schutzwürdigen Status des Embryos wird auch zu einem Überdenken der gegenwärtigen Handhabung des Paragraphen 218 führen müssen.

Humangenetische Forschungsergebnisse bestätigen zunehmend die große Variabilität unter den Menschen und damit die genetische Identität und Einmaligkeit jedes einzelnen. Ein biologisch-reduktionistisches Menschenbild – das zur Zeit die Humangenetik und medizinische Fachbereiche infolge der Konzentration auf individuelle Probleme beherrscht – hat sich weit entfernt von der ganzheitlichen Auffassung vom Menschen, die jeder von uns für sich selbst in Anspruch nimmt.

3 Ein Vergleich der humangenetischen Forschungskapazität der Bundesrepublik mit anderen europäischen Ländern dürfte recht günstig ausfallen, während er mit den USA nur enttäuschen kann: Nicht nur die Zahl der Forscher und der Institutionen ist in den USA viel größer, auch die Voraussetzungen für wissenschaftliches Arbeiten sind dort günstiger. Bei Qualität und Originalität wissenschaftlicher Arbeiten fällt der Vergleich sicher für die Bundesrepublik nicht schlecht aus.

Aber nicht nur Forschungsförderung bestimmt die Zukunft einer Wissenschaft. Auch das Ansehen innerhalb einer Gesellschaft trägt dazu bei, ob sich junge Wissenschaftler für ein bestimmtes Fach entscheiden. Von der Genetik und der Humangenetik werden Horrorvisionen entworfen, die nur durch die

Diskussion der relevanten Probleme und Gefahren von den beteiligten Wissenschaftlern und Ärzten selbst abgebaut und gebannt werden können. Nur ein positives Image begeistert!



Prof. Dr. Manfred Stauber

arbeitet an der I. Frauenklinik der Universität München. Er ist Autor des Buches »Psychosomatik der sterilen Ehe«

I Besonders dringlich erscheint mir eine Verbesserung der Behandlungsmöglichkeiten männlicher Fertilitätsstörungen zu sein. Obwohl eigentlich nur ein Samenfaden für eine Befruchtung notwendig wäre, stellt die Natur diese Zellen millionenfach für einen Befruchtungsvorgang zur Verfügung. Es ist somit schwer begreiflich, daß schon bei einer relativ geringen Minderung der Spermienzahl auf Hundertausende kaum mehr eine Befruchtung zu erzielen ist. Das gleiche betrifft eine Einschränkung der Beweglichkeit sowie eine Veränderung der Form von Samenzellen. Da diese subfertilen Samenbefunde auch durch künstliche Befruchtung kaum zu überwinden sind, geht es um die Erfassung von tiefergehenden Funktionseinbußen, die neue Möglichkeiten der Therapie für den Mann erschließen.

Weitere offene Fragen sind unter anderem: Wie kann man das Verfahren der In-Vitro-Fertilisation (IVF) vereinfachen? Wie lassen sich die Komplikationen bei der IVF vermeiden? Wie können psychische Ursachen einer Sterilität – und dies ist ein Akzent unserer Arbeitsgruppe – besser diagnostiziert und effektiver behandelt werden?

Da die Reproduktionsmedizin ein sehr sensibles Gebiet

mit großen Mißbrauchsmöglichkeiten darstellt, lassen sich alle offenen Fragen nur unter Berücksichtigung medizinischer, psychischer und ethischer Grenzen beantworten. So werden wir z. B. das Alter der Paare berücksichtigen müssen, wenn wir bestimmte Eingriffe vornehmen. Von psychosomatischer Seite ist zu fordern, daß die behandelnden Ärzte vermehrt erkennbare Gefahren für Mutter und Kind berücksichtigen, wenn sie Reproduktionstechniken für angezeigt halten.

2 Seit Einführung der In-Vitro-Fertilisation im Jahre 1978 ist es erstmals möglich, die unmittelbare Entstehung des Menschen routinemäßig im Labor zu beobachten und eventuell sogar den entstehenden Embryo zu manipulieren. Dabei eröffnen sich Perspektiven, die vielen von uns berechtigtes Unbehagen bereiten.

Gerade in dem sensiblen Bereich der Reproduktionsmedizin ist eine reine Forschungsideologie problematisch. Ohne geistigen Verarbeitungsprozeß lassen sich keine neuen Medizintechniken befriedigend einsetzen. Als Beispiel sei die Eigenbeschränkung der Arbeitsgruppe für Reproduktive Medizin an der Universitäts-Frauenklinik Berlin-Charlottenburg erwähnt. Dort wurde mit der Einführung der IVF das sogenannte „Berliner Modell“ praktiziert:

1. IVF nur innerhalb der Familienstruktur, also keine fremden Samen oder Eizellen;
2. keine verändernden Manipulationen am Embryo;

3. versuchen, durch eine maßvolle Stimulation und Fertilisation die Gefrierkonservierung von Embryonen zu vermeiden (also möglichst keine überzähligen Embryonen zu produzieren);

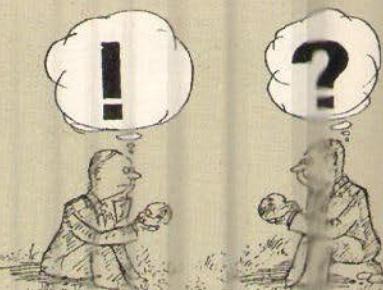
4. strenge Indikationsstellung vor der IVF, wobei psychosomatische Gesichtspunkte in die Entscheidungsfindung eingehen.

Diese vier Forderungen sind die neuralgischen Punkte der Reproduktionsmedizin.

3 Die Zentren für Reproduktionsmedizin im deutschen Sprachraum können sich in Effizienz und wissenschaftlichem Niveau durchaus mit ausländischen Institutionen messen. Forschungsprojekte, die den Embryo betreffen, unterliegen allerdings gegenüber anglo-amerikanischen Ländern einer mir sinnvoll erscheinenden Zurückhaltung. Dies dürfte auf die vorwiegend kritische Diskussion der letzten Jahre in der Bundesrepublik zurückgehen, die nicht unbeflissen ist von den Ereignissen während des Dritten Reichs. Die in dieser Zeit praktizierte „inhumane Medizin“, wie Alexander Mitscherlich sie nannte, führte im Laufe einer schwierigen und langwierigen Aufarbeitung zu mehr Sensibilität in Bereichen, in denen ein erneuter Mißbrauch möglich ist.

Bei Besuchen in englischen und australischen Instituten wurde mir deutlich, daß tiefe Diskussionen über Grenzen der Reproduktionsmedizin dort kaum stattfinden. Im Mittelpunkt steht dort meist eine Forschungsideologie.

Ein soziales Problem sollte noch erwähnt werden: Paare, die ihren Kinderwunsch mit Hilfe der In-Vitro-Fertilisation zu erfüllen hoffen, müssen ihre Behandlung in vielen Ländern meist selbst bezahlen. Seit dem 1. Januar 1989 trifft dies auch für die Bundesrepublik zu, obwohl der nicht erfüllte Kinderwunsch starken Leidensdruck auslösen kann und somit als Krankheitsbild anerkannt ist. Es ist ungerecht, daß sich vorwiegend nur „reiche Leute“ diese Behandlung leisten können.



AZ

Kursiv gedruckte Wörter sind Querverweise auf andere Stichworte des Glossars

Abort

Fehlgeburt (lat. *abortus*); die spontane oder künstlich eingeleitete Geburt eines *Embryo* oder *Fetus* vor dem Ende des siebten Schwangerschaftsmonats: So lange ist das Kind außerhalb der Gebärmutter normalerweise noch nicht lebensfähig.

Amnionzente

Fruchtwasseranalyse zur vorgeburtlichen Diagnose von Erbkrankheiten. Dazu punktiert der Arzt zwischen der 10. und 16. Schwangerschaftswoche die Fruchtblase. Das Fruchtwasser enthält einige freie Zellen des *Fetus*, die sich in einem Kulturmedium vermehren können. Die Chromosomen dieser Zellen geben Auskunft über mögliche Erbschäden und das Geschlecht des zukünftigen Kindes.

Chimäre

In der griechischen Mythologie ein feuerspeiendes Ungeheuer mit Löwenkopf, Ziegenkörper und Schlangenschwanz; in der Biologie ein Begriff für Mischwesen, die aus Zellen unterschiedlicher Abstammung bestehen: Zoologische Züchtungsforscher kennen intraspezifische Chimären – etwa Kälber von mehr als zwei Eltern – oder interspezifische aus mehreren Arten wie die



Schaf + Ziege = Schiege

„Schiege“ aus Schaf und Ziege. Chimäre DNA nannten die Pioniere der Genforschung ihr manipuliertes Erbmaterial, als sie das Genom von Tieren und Bakterien koppelten.

Chorion-Biopsie

Methode zur vorgeburtlichen Diagnose von Erbkrankheiten. Sie ist bereits in der achten Schwangerschaftswoche möglich. Mit einer Kanüle dringt der Arzt durch den Gebärmutterhals bis zur Zottenhaut der Keimblase vor. Am „Chorion frondosum“ („belauerte Zottenhaut“), wo sich später die Plazenta bildet, entnimmt er einige Zotten. Diese bestehen aus embryonalen Zellen, deren Chromosomen wie bei der Amnionzente untersucht werden.

Chromosom

Die Zellkerne aller Lebewesen außer Bakterien, Viren und blau-grünen Algen enthalten Chromosomen. Jedes der fadenförmigen Gebilde besteht aus einem einzigen verknüllten DNA-Molekül

mit oft Tausenden von Genen. Für gewöhnlich sind Chromosomen unsichtbar. Erst während der Zellteilung bündeln sie sich, so daß sie unter dem Mikroskop als kompakte Strukturen sichtbar werden. Jedes Chromosom enthält außer seinem DNA-Molekül auch Proteine, die ihm Form geben und die Aktivität der Gene regulieren. Menschliche Zellen besitzen 46 Chromosomen: 22 Paare jeweils identischer Chromosomen, dazu entweder bei Frauen zwei X-Chromosomen oder je ein X- und ein Y-Chromosom bei Männern (siehe Seite 154-161). Bei abweichender Anzahl liegt eine „numerische Chromosomen-Aberration“ vor. Die bekannteste ist die „Trisomie 21“, die dreifache Anlage des Chromosom 21. Sie ist Ursache des Down-Syndroms („Mongolismus“). Von einer „strukturellen Chromosomen-Aberration“ sprechen Genetiker hingegen, wenn ein oder mehrere Chromosomenstücke vertauscht sind, fehlen oder doppelt vorliegen. Auch dies kann Erbfehler verursachen.



Embryologische Lehrsammlung in Göttingen

Ektogenese

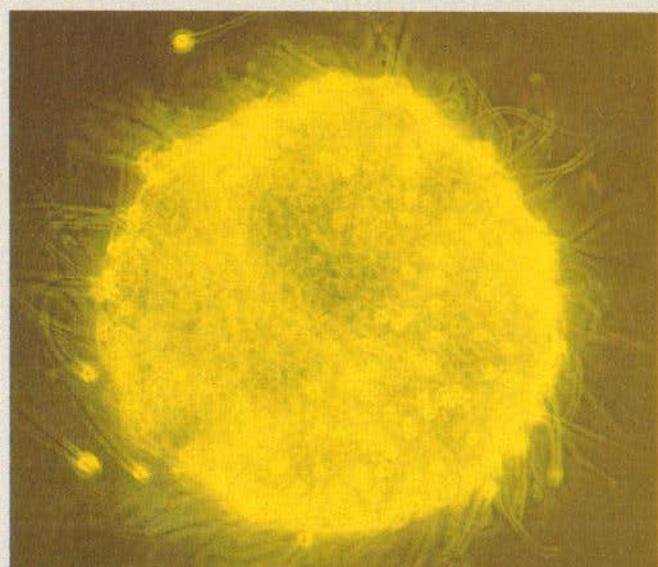
Zeugung und Entwicklung eines Keimes außerhalb des Mutterleibes bis zur Lebensreife. Für die oft geäußerte Vermutung, daß Ektogenese bei Säugetieren möglich sei, gibt es bis heute keinen glaubwürdigen Beleg: Eine außerhalb des Körpers befruchtete Eizelle stirbt binnen weniger Tage ab, wenn sie nicht in die Gebärmutter übertragen wird.

BEFRUCHTUNG

Wo Spermien um die Wette schwimmen

Einmal im Jahr scheint das Meer morgens nur noch aus Würmern zu bestehen – für die Einwohner von Samoa Grund genug, ein Volksfest zu feiern. Sie fahren mit ihren Booten hinaus und ernten die „Würmer“ mit feingeflochtenen Körben. Dann verzehren sie roh oder gedünstet, was sich eigentlich vermehren sollte: die Hinterenden des „Palolo-Wurms“. Diese steigen in einer einzigen Nacht im Oktober oder November bei abnehmendem Mond von den Korallenriffen an die Wasseroberfläche, um dort zu zerplatzen und sich zu entleeren. Die graugrünen weiblichen Hinterenden entlassen Eier, die männlichen setzen bewegliche Spermien frei.

Wenn männliche und weibliche Geschlechtszellen des Palolo-Wurms im Wasser aufeinandertreffen, verschmelzen sie miteinander: Wie bei allen Tieren befruchtet das Spermium das Ei. Später vereinigen sich auch ihre Zellkerne, die das Erbma-



Menschliche Spermien umschwirren im Experiment eine Hamster-Eizelle

terial enthalten – jeder Kern halb so viele Chromosomen wie die übrigen Zellen der Palolo-Würmer. Eizelle und Spermium haben während ihrer Entwicklung eine „meiotische Teilung“ durchlaufen und dabei die Zahl ihrer Chromosomen auf die Hälfte reduziert. So hat die Larve, zu der die befruchtete Eizelle heranwächst, wieder die „richtige“ Chromosomenzahl – und von je-

dem ihrer beiden Eltern-Würmer die Hälfte des Erbgutes. Die meisten Landtiere müssen sich schon etwas näher kommen als die marinen Würmer, wenn sie ihre Chromosomen mischen sollen – sie paaren sich. Dabei gelangen Millionen von Samenfäden direkt in den Geschlechtsstrakt des Weibchens, wo sie vor Austrocknung geschützt sind. Säugetier-

Embryo

Die alten Griechen nannten jede ungeborene Leibesfrucht „embryon“. In der modernen Medizin und Rechtsprechung gilt schon eine befruchtete Eizelle – die Zygote – als Embryo. Die „Embryogenese“ des Menschen endet im 3. Monat der Schwangerschaft, wenn alle Organe angelegt sind. Danach heißt die Leibesfrucht *Fetus*.

Erektion

Aufrichten (lat. erigere), Versteifen und Vergrößern von Organen. Beim Menschen sind Brustwarzen, Klitoris und Penis erkt. Im Penis führt eine Zunahme des Blutstroms bei gleichzeitiger Hemmung des Abflusses zur Versteifung.

Eugenik

Lehre von der Erbgesundheit. Unter diesem Namen entwickelten Nazi-Ideologen ihr fatales Konzept der „Rassenhygiene“. Aufgrund mißverstandener, zum Teil falscher genetischer Vorstel-

lungen und willkürlicher Qualitätsnormen wurden „erbbiologisch Minderwertige“ sterilisiert oder umgebracht. Aus der Sicht der modernen Populationsgenetik ist es – abgesehen von der ethischen Problematik – wenig sinnvoll, erbkrank Menschen am Fortpflanzen zu hindern: Der größte Teil der Anlagen für Erbkrankheiten ist – des doppelten Chromosomensatzes wegen – in den Gesunden verborgen.

Fetus

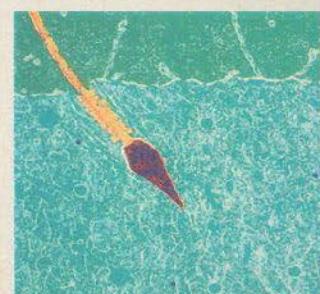
Bezeichnung für das ungeborene Kind von der Mitte des 3. Schwangerschaftsmonats an. Die Fetal-Entwicklung des Menschen beginnt, wenn der *Embryo* alle Organe entwickelt hat. Während dieser zweiten Entwicklungsperiode nimmt die Scheitel-Steif-Länge von 5 auf etwa 35 cm und das Gewicht von gut 10 auf rund 3000 Gramm zu.

FINRRAGE

Das „Feminist International Network of Resistance to Reproductive and Genetic Engineering“ („Internationales feministisches Netzwerk des Widerstands gegen Reproduktions- und Gen-technologie“) wurde 1984 gegründet und ist außer in der Bundesrepublik – Sitz: Frankfurt – in 24 Ländern vertreten.

Spermien beginnen dann ein Wettenschwimmen. Jede dieser spezialisierten Zellen fungiert als Chromosomentransporter, der nur für einen Zweck geschaffen ist: Er soll sein Erbmaterial schneller als seine Konkurrenten zur Eizelle bringen. Zuviel Zellplasma wäre nur Ballast für die Wettenschwimmer. Deshalb nimmt der Kern mit den dicht ge packten Chromosomen fast den gesamten Spermienkopf ein. Mitochondrien, die kleinen Kraftwerke der Zelle, drängen sich im schlanken Mittelstück um den Schwanzansatz. Sie liefern die Energie für die heftigen Schwanzschläge, mit denen das Spermium durch Vagina, Gebärmutter und Eileiter der Eizelle entgegen schwimmt.

Während dieser Passage machen die Sekrete des weiblichen Geschlechtstraktes die Sperma-Zelle befruchtungsfähig, indem sie an deren Kopf Eiweiß-„Ankermoleküle“ freilegen: Vermutlich waschen sie Hemmstoffe von der äußeren Membran des Kopfes herunter. Außerdem präparieren die Sekrete das Spermium für dessen erste Hürde – die „Kumuluszellen“, die das Ei dicht umgeben: Sobald der Spermienkopf diese Zellen berührt, löst sich die Membran an seinem Bug auf. Enzyme strömen aus und lockern den Kumuluszellenverband auf. Dadurch kann sich die



Ein Spermienkopf dringt durch ...



... die Schutzhülle des Eis ...



... und verschmilzt mit ihm

tive and Genetic Engineering“ („Internationales feministisches Netzwerk des Widerstands gegen Reproduktions- und Gen-technologie“) wurde 1984 gegründet und ist außer in der Bundesrepublik – Sitz: Frankfurt – in 24 Ländern vertreten.

Frühgeburt

Geburt eines Kindes unter 2500 Gramm Gewicht. In Ausnahmefällen retten Ärzte mit Hilfe moderner Medizintechnik sogar „Frühchen“, die nach etwa 23 Wochen mit nur 600 Gramm zur



Dank moderner Intensivmedizin haben auch 7-Monats-Kinder eine Chance

Welt kommen. Bei Kindern, die nach 30 Wochen mit mehr als 1500 Gramm geboren werden, beträgt die Überlebensrate heute nahezu 100 Prozent.

Geburtenkontrolle

Sammelbegriff für alle Methoden, die unerwünschten Nachwuchs verhindern. Die Regierungen vieler Länder versuchen den enormen Zuwachs ihrer Bevölkerung einzudämmen, indem sie Verhütungsmittel verbreiten und über deren Gebrauch breite Aufklärungskampagnen führen. Religiöse und kulturelle Traditionen, aber auch ungenügende staatliche Altersversorgung und Unwissenheit behindern häufig diese Maßnahmen.

Erfolge kann man dagegen in der Volksrepublik China vorweisen, wo zur Zeit rund 1,1 Milliarden – etwa ein Fünftel der Weltbevölkerung – leben: Der Staat begünstigt die Ein-Kind-Familie und stellt Verhütungsmittel kostenlos zur Verfügung. Erklärtes Ziel der staatlichen Planung ist: Im Jahr 2000 soll sich die Bevölkerungszahl der Volksrepublik bei 1,2 Milliarden stabilisiert haben.

Gen

Abschnitt auf dem Erbmolekül *DNA*, der für die Ausbildung eines erblich bedingten Merkmals zuständig ist. Ein Gen enthält die Anweisung zum Bau eines Pro-

Sperma-Zelle ihren Weg zur Glas- haut bahnen – der *Zona pellucida*. An dieses nächste Hindernis auf dem Weg zur Eizelle heftet das Spermium seinen Kopf mit den Ankermolekülen fest und zerstört mit seinen Enzymen die *Zona pellucida*: Ein Gang entsteht, durch den es zum Ei vordringen kann. An anderen Stellen bohren die Konkurrenten ihre Gänge. Nach einigen Minuten schlägt ein Spermium seine Mitbewerber aus dem Feld, berührt vor allen anderen die Membran der Eizelle und verschmilzt mit ihr. Sofort schotten die beiden Zellen sich gegen nachfolgende Samenfäden ab: Ein Aktivierungsstrom, der – so erkannt zu mindest bei Hamster- und Kanincheneiern – über die Membran der Eizelle fließt, scheint diese Sperma-Blockade auszulösen. Einige Sekunden später bildet die Eizelle ihre Glashaut zu einer Schutzhülle um, an der sich keine weiteren Samenfäden mehr festsetzen können: Aus der Eizell-Membran treten Wirkstoffe aus, die in die *Zona pellucida* einwandern und deren Struktur verändern. Diese Reaktion breitet sich wie eine Welle über die Ei-Oberfläche aus. Ein Spermium hat das Rennen gemacht – und Millionen Nachzügler gehen zugrunde.

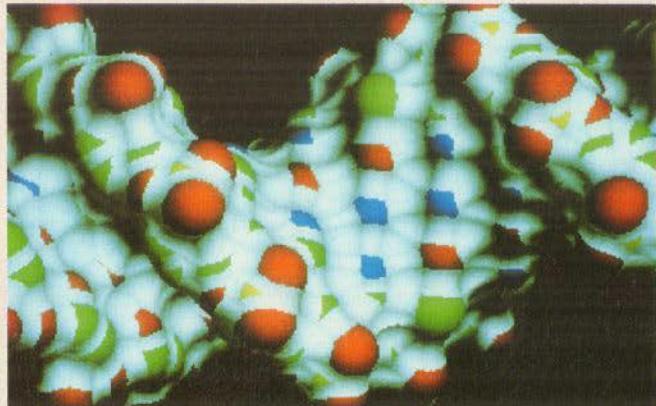
Susanne Paulsen

Der Stoff, aus dem die Gene sind

Es war ein spannendes Rennen, und der Nobelpreis lag in der Luft. Etwa ein Dutzend Wissenschaftler hatten sich Anfang der fünfziger Jahre aufgemacht, die Struktur der Erbsubstanz DNA zu entschlüsseln (die Desoxyribonukleinsäure wird auch von deutschen Biochemikern mit ihrer englischen und international gebräuchlichen Abkürzung DNA bezeichnet). Zu dem Dutzend zählten auch James Watson und Francis Crick vom Cavendish Laboratory im englischen Cambridge sowie Rosalind Franklin und Maurice Wilkins vom Kings College in London.

Entdeckt worden war die Substanz schon fast ein Jahrhundert zuvor von einem Schweizer Forscher: Johann Friedrich Miescher hatte 1869 in Tübingen aus den Kernen von Ei-Zellen eine saure, phosphorreiche Verbindung gewonnen, die er ihrer Herkunft gemäß „Nuklein“ – Kernsäure – nannte. Miescher ahnte freilich nicht, was es mit dieser Substanz auf sich hatte. Erst der amerikanische Immunchemiker Oswald Avery konnte 1944 nachweisen, daß die Säure der Stoff der Vererbung sein mußte: Er hatte lebende, jedoch harmlose Pneumokokken mit der Kernsäure aus stark infektiösen Pneumokokken gemischt und tödliche Erreger erhalten. Die DNA mußte also die krankmachende Eigenschaft auf den harmlosen Stämmen übertragen haben.

Anfang der fünfziger Jahre lagen die wichtigsten chemischen Daten vor. Sie ermöglichen Wissenschaftlern eine vage Vorstellung vom Aussehen der merkwürdigen Substanz: Phosphate und Zuckermoleküle – Desoxyribose – bilden eine lange Kette, aus der die organischen Basen Adenin, Thymin, Cytosin und Guanin seitlich herausragen. Doch



Im Computermodell wird die Doppel-Helix-Struktur der DNA sichtbar

wie viele Ketten waren es pro Molekül? Wie waren sie räumlich angeordnet und wo genau lagen die Basen in dieser Desoxyribonukleinsäure?

Die Strukturanalyse des Moleküls sollte eines der größten Geheimnisse der Biologie lüften. Rosalind Franklin, eine Spezialistin für solche Analysen, lieferte gemeinsam mit ihrem Kollegen Maurice Wilkins hervorragende Röntgenbilder des geheimnisvollen Moleküls: Spuren eines komplizierten Beugungsmusters, das die Atome des Moleküls auf der Fotoplatte hinterlassen hatten. Doch dann verließ Rosalind Franklin das Forscherglück: Sie deutete die „Paßphotos“ der DNA falsch.

Bei Watson und Crick hingegen funkte es im Frühjahr 1953. Sie erkannten in „Rosys“ Röntgenbildern eine Helix – eine spirale Struktur – und erahnten, wie die Basen angeordnet sein könnten: Adenin und Thymin konnten sich durch zwei sogenannte Wasserstoffbrücken miteinander verbinden, paßten mithin perfekt zueinander. Ähnlich „komplementär“ verhielten sich Cytosin und Guanin: Sie paarten sich über drei Wasserstoffbrücken. Die DNA mußte, so schlossen Watson und Crick, eine Doppel-Helix aus zwei komplementären Ketten sein und somit einer verdrehten Strickleiter gleichen. Die Zucker-Phosphatketten stellten die Holme dieser Leiter dar, die Sprossen wurden durch

jeweils ein Paar komplementäre Basen geliefert.

Das Modell lieferte eine brillante Erklärung für die identische Verdopplung der DNA – und damit für die exakte Vererbung genetischer Eigenschaften: Da die Wasserstoffbrückenbindungen nur schwach sind, kann sich die Doppel-Helix wie ein Reißverschluß in zwei Stränge aufspalten. An jedem Strang können sich Basen komplementär anlagern und den fehlenden Strang ergänzen. Das Modell erwies sich als richtig. Crick, Watson und Wilkins erhielten für ihre Arbeit 1962 den Nobelpreis. Für Rosalind Franklin kam die Auszeichnung zu spät – sie war zuvor gestorben.

In den folgenden Jahrzehnten klärteten Molekulargenetiker Aufbau und Wirkung der DNA in nahezu allen Einzelheiten auf. Sie fanden heraus, daß jedes DNA-Molekül aus Tausenden von Untereinheiten besteht, den Genen. Und sie erkannten, daß die DNA das universelle Prinzip der Vererbung ist: Alle Lebewesen – bis auf einige Viren, deren Gene aus RNA bestehen – geben ihre genetischen Eigenschaften mit Hilfe der Doppel-Helix an ihre Nachkommen weiter. In den siebziger Jahren schließlich machten sich Forscher die biochemischen Werkzeuge zu nutze, mit denen Lebewesen ihre DNA „rekombinieren“: Enzyme, die DNA zerschneiden, stückchenweise austauschen und wieder verkleben. Damit hatten Biochemiker das Instrumentarium, mit dem sie das Erbgut unterschiedlicher Lebewesen verbinden konnten – zu „rekombinanter“ DNA. Mittlerweile können Gene sogar künstlich synthetisiert werden: DNA-Synthesizer der jüngsten Generation haben auf einem Schreibtisch Platz, kosten etwa 30 000 Mark und können in 24 Stunden ein DNA-Fragment – quasi ein künstliches „Gen“ – aus 100 Basenpaaren zusammensetzen.

Henning Engeln

tein- oder Nukleinsäuremolekül. Bei den meisten Arten von Lebewesen kommt jedes Gen in zwei „Allelen“ vor – in leicht unterschiedlichen Exemplaren des gleichen Gens. Dadurch erhöht sich die genetische Vielfalt eines Individuums. Außerdem kann das „gesunde“ Allel einen „defekten“ Partner kompensieren. Innerhalb des Gens gibt es außer der Bauanweisung auch Abschnitte, die für das Ablesen dieser Information oder für die Regulation der Gen-Aktivität wichtig sind. Darüberhinaus enthält das Gen sogenannte Introns – DNA-Abschnitte ohne bisher erkennbare Funktion.

Genetik

Die Fachrichtung der Biologie erforscht die Gesetzmäßigkeiten, nach denen Merkmale einer Generation von Lebewesen auf die nächste übergehen. Molekulargenetiker entzissen Struktur und Wirkung von Genen auf der Molekülebene und arbeiten bevorzugt mit Bakterien und Viren. Humangenetiker konzentrieren sich auf erbliche Unterschiede zwischen Menschen, wobei die genetische Beratung von werdenden Eltern über Erbkrankheiten eine wichtige Rolle spielt. Zytogenetiker studieren unter dem Mikroskop die Chromosomen während der Zellteilung. Populationsgenetiker untersuchen die Verteilung von erblichen Merkmalen in Bevölkerungsgruppen (Populationen). Die angewandte Genetik schließlich dient der Zucht ertragreicher Kulturpflanzen und Nutztiere.

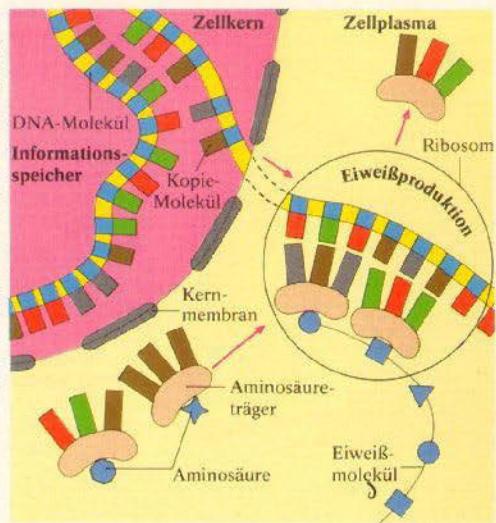
Genetischer Code

Der Schlüssel, nach dem die Anweisungen für den Bau von Proteinen auf der Erbsubstanz DNA festgelegt sind, wurde bereits in den sechziger Jahren gefunden. Alle Proteine – Eiweißstoffe – bestehen trotz unterschiedlichster Funktion und Struktur aus lediglich 20 „Buchstaben“, womit bestimmte Aminosäuren gemeint sind. Um sie zu verschlüsseln, benutzt die DNA ihrerseits vier verschiedene „Buchstaben“ – die Basen Adenin, Thymin, Cytosin und Guanin. Drei aufeinanderfolgende Basen – ein sogenanntes Triplet – bilden im genetischen Code das „Wort“ für eine bestimmte Aminosäure. Die „Wörter“ der DNA werden von den chemisch eng verwandten RNAs (Ribonukleinsäuren) zu „Sätzen“ zusammengebaut – zu den Proteinen. Erster Schritt ist dabei die „Transkription“ genannte Überschreibung eines DNA-Stücks in eine „komplementäre“ Kopie – die sogenannte mRNA („m“ = engl. messenger; Bote). Die Boten-RNA ist



DNA-Riesenmolekül, elektronenmikroskopisch sichtbar gemacht: der Faden, an dem das Leben hängt

Genetischer Code:
Die Botschaft der DNA im Zellkern wird bei der »Transkription« auf die mRNA überschrieben und von dieser ins Zellplasma hinaustransportiert. Dort schleppen tRNAs bei der »Translation« Aminosäuren - Eiweißbausteine - zu den Ribosomen, den Eiweißfabriken der Zelle, wo die Erbinformationen schließlich in Proteinmoleküle umgesetzt werden



wie das „Negativ“ der DNA aufgebaut und bringt den Bauplan aus dem Zellkern ins Zellplasma. Dort folgt der zweite Schritt, die „Translation“: tRNA-Moleküle („t“ = engl. transfer) übertragen die Information in die Sprache der Proteine. Dabei liest ein tRNA-Molekül mit dem einen Ende jeweils ein einziges Triplet der mRNA ab, während es mit seinem anderen Ende die dazu passende Aminosäure aus dem Zellplasma fischt. So hängen sich die unterschiedlichen tRNA-Moleküle Triplet für Triplet an die mRNA, während an ihrem anderen Ende die Aminosäuren - die „Wörter“ - in die richtige, durch die DNA vorgegebene Reihenfolge gebracht werden. Enzyme verknüpfen die Aminosäuren schließlich zum Protein-Molekül.



Beide beim Opfer gefundene »Beweise« sind mit der DNA-Probe des 1. Verdächtigen identisch

Genetischer Fingerabdruck

Jeder Mensch besitzt ein charakteristisches „Strichmuster“ aus kurzen DNA-Abschnitten, die mit Hilfe der „Gel-Elektrophorese“ sichtbar gemacht werden können (siehe Foto). Dazu genügen 0,5 bis 5 Millionstrogramm in-

GESCHLECHTSKRANKHEITEN

Die Schattenseiten der Sexualität

Die Tabelle der »venerischen Leiden« listet nur Infektionskrankheiten auf, die nahezu ausschließlich durch Sexualkontakt übertragen werden. Im internationalen Medizinerjargon hat

sich dafür die englische Abkürzung »STD« - sexually transmitted disease - eingebürgert. Außer bei Aids werden vor allem die Haut und die Schleimhäute der Geschlechtsorgane befallen

Krankheit	Häufigkeit *	Erreger	Inkubationszeit	Verlauf/Symptome	Therapie
Gonorrhoe (Tripper)	häufigste klassische Geschlechtskrankheit	Neisseria gonorrhoeae (Bakterium)	1-3 Tage	Jucken, Stechen, Brennen der Harnröhre. Bei Frauen oft fast symptomlos	Penicillin
Syphilis (Lues, harter Schanker)	weniger häufig als Gonorrhoe; nach Anstieg in den 70er Jahren wieder rückläufig	Treponema pallidum (Bakterium)	etwa 3 Wochen bis zum Primärstadium	Primärstadium: hartes, schmerzloses Geschwür. Sekundärstadium: von der 9. Woche an div. Hauterscheinungen. Tertiärstadium: nach etwa 5 Jahren aufbrechende Geschwüre, Lähmungen, Krämpfe, geistiger Verfall	Penicillin
Ulcus molle (weicher Schanker)	rückläufig, in der BRD mittlerweile selten	Haemophilus ducreyi (Bakterium)	1-3 Tage	schmerzhafte, eitrige Geschwüre vor allem an Penis oder Schamlippen	Antibiotika und Sulfonamide
Venerische Lymphknoten-entzündung	sehr selten	Chlamydia lymphogranulomatis (bakterienähnlich)	2-6 Wochen	zunächst kleines Bläschen oder Hautknötchen an Genitalien, schmerzhafte Lymphknotenvergrößerungen	vor allem Tetracycline
Aids	50-100 000 Infizierte in der Bundesrepublik (Schätzung); rund 3000 Erkrankte seit 1982	Human Immunodeficiency Virus (HIV)	3-10 Jahre (große Schwankung; Daten noch unvollkommen)	zunächst Lymphknotenschwellungen, Fieber; später häufig Ekzeme, Pilzinfektionen im Mund, Durchfälle und Infektionen der Haut. Im Endstadium schwere Infektionen, häufig Kaposi-Sarkom (Hautkrebs) und Hirnschäden	Azidothymidin (AZT); das Medikament verzögert lediglich den Krankheitsverlauf
Trichomoniasis	weit verbreitet; häufiger als Gonorrhoe	Trichomonas urogenitalis (tierischer Einzeller)	Angabe wenig sinnvoll, da Verlauf unauffällig	befällt Blase und Scheide; Ausfluß bei der Frau, beim Mann Brennen beim Wasserlassen	Antibiotika
Candidose	übertrifft noch Trichomoniasis	Candida albicans (Pilz)	Angabe wenig sinnvoll, da Verlauf unauffällig	bei Frauen Rötung, Schwellung, weiße Beilege, Juckreiz an Scheide und Vulva, Ausfluß; beim Mann Juckreiz im Harnleiter, Brennen beim Urinieren	Antibiotika
Genitalentzündung	spielt zunehmende Rolle	Neisseria-Bakt., Chlamydien, Mykoplasmen, Herpesviren	Angabe wenig sinnvoll, da Verlauf unauffällig	meistens unspezifische Symptome; Infektionen werden häufig kaum bemerkt	Antibiotika (außer Herpesviren)

* Die Häufigkeit der Geschlechtskrankheiten ist generell rückläufig, da sich das Sexualverhalten aus Angst vor AIDS verändert und zunehmend Kondome benutzt werden

takte DNA, etwa aus Blutflecken. Die Wahrscheinlichkeit, bei zwei Personen ein identisches Muster zu erhalten, beträgt etwa eins zu zehn Milliarden, weshalb die 1985 entwickelte Methode bereits zur Aufklärung von Kriminalfällen eingesetzt wird.

Genom-Projekt

Mit einem gigantischen Forschungsvorhaben sollen in den kommenden Jahren alle Gene des menschlichen Erbguts entziffer werden. Nach Schätzungen besteht die gesamte menschliche Erbgut-Information aus rund drei Milliarden „Basenpaaren“ der DNA.

Schiwa, ein Hauptgott des Hinduismus, trägt manchmal männliche und weibliche Attribute zugleich



Hermaphrodit

Der Körper solcher Zwwitterwesen – benannt nach den griechischen Göttern Hermes und Aphrodite – enthält sowohl Hoden- als auch Eierstockgewebe. Beim Pseudo-Hermaphroditismus können

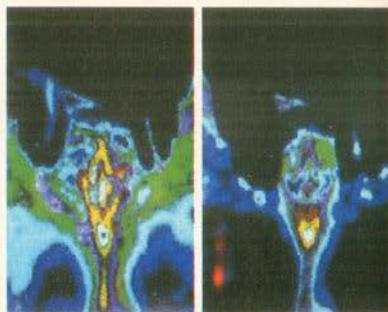
innere und äußere Sexualmerkmale unterschiedlichen Geschlechts sein.

Hormone

Die biologischen Botenstoffe werden in spezialisierten Zellen gebildet und in das Blut abgegeben. Das Hormonsystem dient neben dem Nervensystem der Verbreitung von Informationen innerhalb des Körpers.

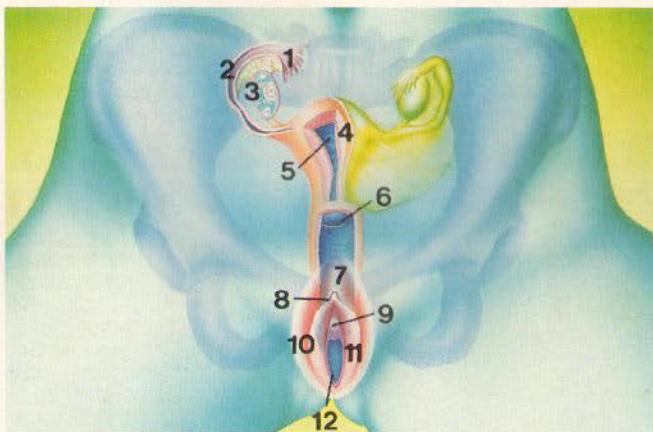
Impotenz

Das Unvermögen (lat. *impotencia*) des Mannes, Nachwuchs zu zeugen zu können, beruht meist auf Schwierigkeiten beim Geschlechtsverkehr – zum Beispiel

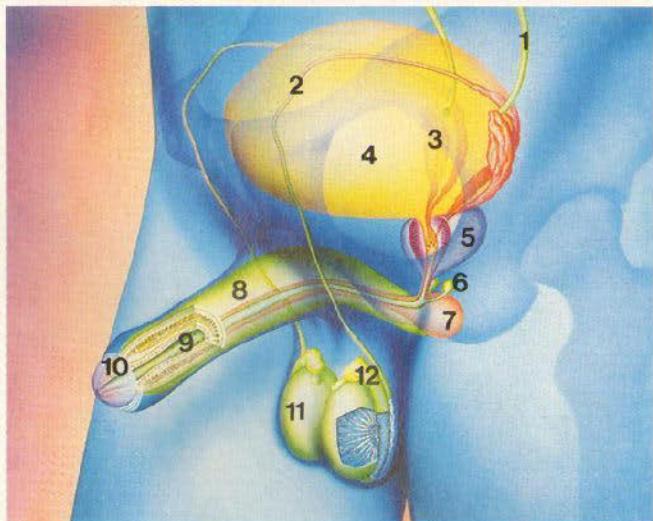


Eine Art Impotenz entsteht, wenn die vier Wärmebilder – „Thermographien“ – einer französischen Forschergruppe beweisen: Sowohl bei Frauen als auch bei . . .

Geschlechtsorgane



1 Trichter des Eileiters
2 Eileiter
3 Eierstock mit Follikel
4 Gebärmutter-Muskelwand
5 Gebärmutterhöhle
6 Muttermund
7 Scheide
8 Kitzler
9 Mündung der Harnröhre
10 Große Schamlippen
11 Kleine Schamlippen
12 Scheidenöffnung



1 Harnleiter
2 Samenleiter
3 Samenblase
4 Harnblase
5 Prostata
6 Cowpersche (Schleim-)Drüse
7 Harnröhrenschwellkörper
8 Schwellkörper des Gliedes
9 Harnröhre
10 Eichel
11 Hoden
12 Nebenhoden

HOMOSEXUALITÄT

Der feminine Kern

Sein ihren Anfängen befaßt sich die Zunft der Nervenärzte und Psychologen mit den Ursachen der Homosexualität – einem nicht unerheblichen Phänomen: Schätzungsweise vier Prozent der Männer und zwei bis drei Prozent der Frauen in den USA fühlen sich sexuell zum eigenen Geschlecht hingezogen. Galt in der vorpsychologischen Ära der „Ruf der Natur“ noch als ein vom Schöpfer, wenn nicht von Satan verhängtes Schicksal, so versuchen die Spezialisten der Seele die Wege und Abwege der Libido mittlerweile irdisch zu erklären.

Dies trifft vor allem auf den Stammvater der – heute umstrittenen – Psychoanalyse und Entdecker der unbewußten Folgen frühkindlicher Erfahrungen zu: Nach Sigmund Freud muß ein Mensch in der Kindheit erst mal durch den „Ödipuskomplex“, die amouröse Vernarrtheit in den gegenseitlichen Elternteil. Der Knabe – Freuds Libidotheorie hebt fast nur auf Männer ab – schlüpfe in die Rolle seines Vaters und erlange schließlich die Gewißheit, irgendwann seine eigene „Flamme“ zu eröbern. Beim Schwulen sei das jedoch verbaut, durch das Zusammentreffen einer verführerischen und besitzergreifenden Mutterfigur mit einem kühlen, wenn nicht feindlichen Vater. Von der Mutter erdrückt und des maskulinen Vorbilds beraubt, jage der Schwule zeit seines Lebens einer verkappeten Form väterlicher Liebe hinter-

her. Geringfügig modifiziert haben Freuds Jünger diese „Dreiecksgeschichte“ auch auf die lesbische Liebe angewandt.

In eine andere Richtung argumentieren die Anhänger der an Versuch, Irrtum und Belohnung orientierten Lerntheorien. Sie haben ihren Blick auf die „peer group“ gewandt, den Freundekreis des Heranwachsenden. Nach ihrer Ansicht wird die sexuelle Orientierung durch positive und negative „Verstärkungen“, durch Belohnung und Bestrafung gelenkt. An der Überzeugung, daß die gleichgeschlechtliche Orientierung überhaupt auf Lebenserfahrungen zurückgeht, werfen die Ergebnisse einer Studie von 1981 erhebliche Zweifel auf. Darin äußerten sich homo- und heterosexuelle Probanden beiderlei Geschlechts über die unterschiedlichen Aspekte ihres Werdeganges, etwa über die Zuneigung ihrer Eltern, die Erlebnisse mit Jugendfreunden und die ersten „schlüpfrigen“ Erfahrungen.

„Es gibt kein spezifisches Merkmal des Familienlebens, welches man . . . als besonders folgenreich für die homosexuelle oder heterosexuelle Entwicklung herausstellt“, stellen die Autoren der Studie ernüchtert fest. Einziger gemeinsamer Nenner: Schwule und Lesben hatten sich bereits in der Kindheit nicht als „richtige“ Knaben und Mädchen empfunden – womöglich ein Vorboten, wenn nicht gar die früheste Manifestation der homosexuellen Orientierung. Darauf deuten auch Langzeitbeobachtungen an Knaben hin, die bereits in ihrer Kindheit durch sehr mädchenhaftes Verhalten aufgefallen waren.

Der New Yorker Psychiater Bernard Zuger fand heraus, daß sich die meisten dieser „sissy-boys“, zu deutsch etwa Weichlinge, im Man-



... Männern nimmt die Durchblutung der Geschlechtsorgane nach Tabakgenuss ab: Vor dem Rauchen (jeweils links Bild) sind die Genitalien gut durchblutet, hinterher - wie die «kälteren» Farben zeigen - nicht mehr

wegen Erektionsschwäche oder Orgasmusstörungen durch körperliche oder psychische Ursachen.

Inzucht

Wenn sich zwei nahe verwandte Individuen paaren und fortpflanzen, verringert sich die genetische Vielfalt: Die Wahrscheinlichkeit, daß zwei identische Ausfertigungen - „Allele“ - eines Gens zusammentreffen, ist bei ihnen größer als bei Nichtverwandten. Zwei „defekte“ Allele, derart kombiniert, können eine Erbkrankheit auslösen. Ein bekanntes Beispiel für dieses Phänomen haben Populationsgen-

tiker bei der Amish-Sekte im US-Staat Pennsylvania beschrieben: Die frommen, aus dem deutschsprachigen Raum stammenden Gläubigen bilden seit fast drei Jahrhunderten eine isolierte Gemeinschaft, in die praktisch keine Fremden einheiraten. Bei den „Amishen“ treten einige seltene Erbkrankheiten bemerkenswert häufig auf. Bei der Züchtung neuer Nutztierrassen und Kulturpflanzensorten dient Inzucht dazu, erwünschte Erbeigenschaften zu konzentrieren.

Kastration

Die Entmannung (lat. castratio) ist eine in der Tierhaltung übliche

operative Entfernung der weiblichen oder männlichen Keimdrüsen. Die männlichen Tiere verlieren dadurch nicht nur ihre Fruchtbarkeit, sondern werden auch zahmer, wie die Beispiele des Wallachs und Ochsen zeigen. Beim Menschen erzeugt die fröhliche Kastration eines Knaben Eunuchismus: Pubertät und sekundäre Geschlechtsmerkmale bleiben aus.

Keimdrüsen

Weibliche Keimdrüsen heißen Eierstöcke („Ovarien“), männliche Hoden. Sie bilden Geschlechtszellen mit reduziertem Chromosomensatz. Neben Ei- und Samenzellen produzieren die Keimdrüsen auch Sexualhormone.

Klimakterium

Durchschnittlich mit 51 Jahren kommen Frauen in die Wechseljahre (griech. Klimakterikos = kritischer Punkt) oder Menopause (griech. men = Monat). In den Eierstöcken reifen keine Eizellen mehr heran. Sie bilden nur noch minimale Mengen des weiblichen Sexualhormons Östrogen. Etwa zwei Drittel aller Frauen leiden unter dieser hormonellen Umstellung. Sie reagieren mit Hitzewallungen, Schlafstörungen und depressiven Verstimmungen, die meist mit einer Kombinations-Therapie aus Östrogen und Gestagen behandelt werden. Die Beschwerden sind jedoch nicht nur vom Ausmaß des Hormonmangels abhängig. Auch stresshafte Lebensereignisse und psychosoziale Faktoren wirken sich aus: Frauen in angesehener beruflicher Stellung leiden durchschnittlich weniger unter ihren Wechseljahren als Arbeiterinnen. In Kulturen, in denen Frauen mit dem Älterwerden einen höheren gesellschaftlichen Status einnehmen, sind klimakterische Probleme nahezu unbekannt.

Klon

Genetisch identische Organismen, die durch Zellteilung oder ungeschlechtliche Vermehrung entstehen, bilden einen Klon (griech. Klon = Zweig). Bakterien-Klone dienen in der Gentechnologie dazu, Stücke frem-



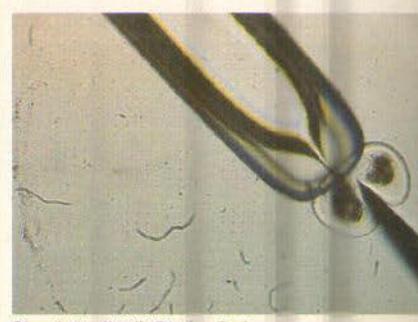
Homosexuelle in San Francisco: Von der vorgeburtlichen hormonellen „Polung“ des Gehirns über das „Sissy-boy-Syndrom“ in die Schwulen-Szene?

nesalter zu Männern hingezogen fühlten. „Solange sie sich erinnern konnten“, hatten sich Sissyboys als verkappte Mädchen gefühlt und hatten alle erdenklichen Mädchen-Geprägtheiten nachgeahmt.

Das Sissy-boy-Syndrom liegt sich am ehesten durch eine Theorie der homosexuellen Orientierung erklären, die von einer hormonellen „Polung“ des Gehirns vor der Geburt ausgeht. Wie Studien an menschlichen Gehirnen zeigen, haben sich die beiden Geschlechter durch ein jeweils unterschiedliches „Erotisierungszentrum“ im Hypothalamus, der nußschalenartigen Schaltstelle zwischen Psyche, Nervensystem und Hormonhaushalt

am Boden des Zwischenhirns, voneinander ab. Zu Beginn ihrer vorgeburtlichen Entwicklung verfügen beide genetischen Geschlechter noch über das Vermögen, jedes dieser beiden sexuellen Antriebszentren herauszubilden. Das weibliche „Eros-Zentrum“ im Gehirn entwickelt sich vorwiegend, wenn höhere Konzentrationen der männlichen Sexualhormone fehlen. Höhere Spiegel dieser Androgene wiederum haben zur Folge, daß sich bevorzugt männliche Erotisierungszentren bilden. Einiges deutet darauf hin, daß an diesem vorgeburtlichen Scheideweg auch die Würfel über die zukünftige sexuelle Orientierung fallen. Männliche Feten, die einem

abnorm niedrigen Androgenspiegel ausgesetzt sind, bilden so eine Annahme, ein weibliches Erotisierungszentrum und somit die „Anlage“ für homosexuelle Neigungen. Weibliche Homosexualität geht dieser Theorie zufolge auf die Konfrontation des femininen Fötus mit einer ungewöhnlich hohen Androgenkonzentration zurück. In einigen - umstrittenen - Untersuchungen wurden indirekte biochemische Anhaltspunkte für ein aktives, weibliches Erotisierungszentrum im Hypothalamus männlicher Homosexueller gefunden. Wenn sich die Annahmen bewahrheiten sollten, beweist das nur einmal mehr, daß unser Gehirn - auch - ein Geschlechtsteil ist. Rolf Degen



Glasskalpell teilt Rinder-Embryo



Künstliche Kälber-Zwillinge

den Erbgutes beliebig zu vermehren (geklonte DNA). Geklonte Vielzeller könnten künftig in der Tierzucht eine wichtige Rolle spielen. Forschern gelang es schon in den fünfziger Jahren, erbgleiche Frösche zu erzeugen, indem sie Zellkerne von noch nicht voll differenzierten Körperteilen in befruchtete und dann „entkernte“ Eizellen übertrugen. Diese Technik wurde auch schon bei Schafen erfolgreich angewandt.

Libido

lat. = Wollust.

„Dies Lodern, Tochter, mehr leuchtend als erwärmend und erloschen / selbst im Versprechen, während es geschieht, / nehmt keineswegs für Feuer!“
(William Shakespeare, Hamlet)

Masturbation

Selbstbefriedigung durch manuelle Reizung der Geschlechtsorgane, meist begleitet von sexuellen Phantasien. Sie führt – entgegen alten Vorurteilen – ebenso wenig zu körperlichen Schäden wie andere Formen des Sex.

Menstruation

Etwa sechseinhalb ihrer rund 40 fruchtbaren Jahre verbringen Frauen mit der monatlichen Regelblutung (lat. menstruus = monatlich). Bei jeder Zyklus-Periode löst sich die obere Schicht der Gebärmutter-Schleimhaut, die für die Einnistung einer befruchteten Eizelle aufgebaut worden ist, und wird durch Kontraktionen der Gebärmuttermuskulatur ausgestoßen. Die Regelblutung markiert zugleich Ende und Anfang des Zyklus. Denn während etwa 50 bis 100 Milliliter Menstruationsflüssigkeit abfließen, treffen vom Hirn bereits wieder hormonelle Signale bei den Eierstöcken ein, die den neuen Zyklus in Gang setzen. Der Abstand zwischen zwei Menstruationen beträgt durchschnittlich 29 Tage. Die individuelle Schwankungs-

breite ist jedoch groß. Emotionaler oder körperlicher Stress kann den Eisprung hinauszögern und damit den Zyklus verlängern. Schon nach zwei Wochen intensiven Hungern kann das Gehirn seine hormonellen Impulse an die Eierstöcke – und damit den Zyklus – stoppen. Bei gut der Hälfte aller Frauen im fruchtbaren Alter kündigt sich die Menstruation bereits Tage vorher durch das „prämenstruelle Syndrom“ an. So nennen Mediziner eine Reihe von Beschwerden wie Reizbarkeit, depressive Verstimmung und Ödeme. Stresshafte Ereignisse wie die Geburt eines Kindes, Umzug oder Heirat können das prämenstruelle Syndrom verstärken. Wovon die Symptome im einzelnen ausgelöst werden, ist noch nicht vollständig erklärt. Neben den Sexualhormonen scheinen daran auch körpereigene, im Gehirn erzeugte Opioate beteiligt zu sein.

Mißbildungen

Als „auflaufende morphologische Defekte“ definieren Mediziner angeborene Mißbildungen. Nach Schätzungen kommen zwei bis drei Prozent aller lebend geborenen Kinder mit Schäden an Organen oder Körperteilen zur Welt. Zwar ist der menschliche *Embryo* im Mutterleib gut gegen mechanische Schädigungen und auch – dank der *Plazenta*-Schranke – gegen viele schädliche Substanzen geschützt. Dennoch gefährden keimschädigende – teratogene – Faktoren den Embryo vor allem während der Organbildung zwischen der 4. und 8. Woche: Viren wie die Röteln- oder Zytomegalie-Erreger, Arzneimittel wie Thalidomid („Contergan“) oder Zytostatika

Mutationen können in seltenen Fällen auch die Lebensfähigkeit eines Individuums – durch verbesserte Anpassung an die Umwelt – erhöhen. Ein solches Wesen kann dann mehr Nachkommen als seine Artgenossen erzeugen, genießt also einen Selektionsvorteil. Träger einer negativen Mutation sterben aus: Mutation und Selektion sind die entscheidenden Mechanismen der biologischen – der „darwinischen“ – Evolution.



Armlos geborene Frau, 1651

(Krebsmittel), Hormone wie einige synthetische Gestagene, Drogen wie Alkohol, Umweltgifte wie Quecksilber und andere Schwermetalle sowie Röntgen- und andere ionisierende Strahlen. Auf solche Umweltfaktoren geht etwa ein Zehntel der Mißbildungen zurück. Ein weiteres Zehntel stammt von *Gen-Mutationen* – etwa der Stoffwechseldefekt Phenylketonurie – oder *Chromosomen-Anomalien* wie der „Trisomie 21“ (Down-Syndrom, „Mongolismus“). Die verbleibenden 80 Prozent werden wahrscheinlich durch das komplizierte Zusammenspiel zwischen genetischen Faktoren und Umwelteinflüssen verursacht.

Mutation

Alle dauerhaften Veränderungen (lat. *mutare* = verändern) an *Genen* oder *ganzen Chromosomen* können sich durch veränderte Eigenschaften der Organe oder des Stoffwechsels bemerkbar machen. Mutationen treten natürlich auf, zum Beispiel durch Fehler beim Kopieren der DNA, aber auch durch die Einwirkung sogenannter Mutagene – chemischer Substanzen und ionisierender Strahlen. Ein kompliziertes zelluläres Reparatursystem aus Enzymen behebt die meisten Schäden an der DNA. Manchmal jedoch können Mutagene – etwa die UV-Strahlung des Sonnenlichtes – zu bleibenden Gen-Defekten, zum Untergang der Zelle, zu Krebs und damit zum Tod des ganzen Organismus führen.

Mutationen können in seltenen Fällen auch die Lebensfähigkeit eines Individuums – durch verbesserte Anpassung an die Umwelt – erhöhen. Ein solches Wesen kann dann mehr Nachkommen als seine Artgenossen erzeugen, genießt also einen Selektionsvorteil. Träger einer negativen Mutation sterben aus: Mutation und Selektion sind die entscheidenden Mechanismen der biologischen – der „darwinischen“ – Evolution.

Müttersterblichkeit

In der Bundesrepublik enden acht von 100 000 Lebendgeburten mit dem Tod der Mutter. Heute sterben 90 Prozent weniger Frauen an den Folgen der Geburt als noch vor 25 Jahren – ein Erfolg der verbesserten Geburthilfe und der gründlicheren medizinischen Versorgung der Schwangeren.

Die weitaus meisten der weltweit 500 000 bis 600 000 Frauen, die jährlich einer Schwangerschaft oder Geburt zum Opfer fallen, stammen aus Entwicklungsländern: In Afrika kommen 640, in Asien 420 und in Amerika 270 to-

te Mütter auf 100 000 Lebendgeburten.

Ontogenese

Die „Entwicklung zum Sein“ beschreibt den Werdegang eines Organismus vom Ei zum Erwachsenen. (Vergleiche auch *Phylogenetese*).

Parthenogenese

Bei der „Jungfernzeugung“ (griech. *parthenos* = Jungfrau; *genesis* = Erzeugung) entwickeln sich unbefruchtete Eier eines Weibchens zu lebensfähigen Nachkommen. Wirbellose Tiere (Blattlaus, Biene) und Reptilien (Eidechse) praktizieren diese Art der Fortpflanzung. Säugetiere und Menschen sind nicht zur Jungfernzeugung fähig.

Perversion

Die Auffassung, welches sexuelle Verhalten von der allgemeinen Norm abweicht (lat. *pervertire* = umkehren), wechselt von Kultur zu Kultur und von Epoche zu Epoche: Die *Homosexualität* beispielsweise, in unserer Gesellschaft diskriminiert, galt in der griechischen Antike als edle Form der Erotik.



Satyre beim Gruppensex: Trinkschale um 500 v. Chr.

Phylogenetese

Die „Stammesentwicklung“ (griech. *phylē* = Stamm) beschreibt die Evolution verwandter Organismen im Lauf der Erdgeschichte. Bei der Erforschung der Phylogenetese vergleichen Wissenschaftler heute lebende Arten untereinander und mit Fossilien aus früheren erdgeschichtlichen Epochen.

Plazenta

Das Verbindungsorgan zwischen Embryo oder Fetus und mütterlichem Organismus wird auch als Mutterkuchen (lat. *placenta* = flacher Kuchen) bezeichnet. In der Plazenta übernimmt das Blut der Leibesfrucht Flüssigkeit, Nährsubstanzen und Sauerstoff aus dem Blut der Mutter, während Abfallprodukte des Keims in die entgegengesetzte Richtung fließen. Die Plazenta produziert außerdem Hormone. Normalerweise wird die bis zu 600 Gramm schwere Plazenta in den ersten 30 Minuten nach der Geburt als „Nachgeburt“ ausgestoßen.

Pornographie

Eine Darstellung gilt im juristischen Sinne als Pornographie (griech. „Hurenchrift“), „wenn sie unter Ausklammerung aller sonstigen menschlichen Bezüge sexuelle Vorgänge in grob aufdringlicher – oder „anreißerischer“ Weise in den Vordergrund rückt und ihre Gesamtdenzen ausschließlich oder überwiegend auf das lustre Interesse an sexuellen Dingen abzielt“ (Erläuterung zu Paragraph 184 StGB). Einigkeit besteht heute darüber, daß die Darstellung des Nackten (einschließlich der Genitalien) und sexueller Vorgänge (einschließlich des Geschlechtsverkehrs) als solche noch nicht pornographisch ist.

Pubertät

Das Gehirn wird zuerst und „im Schlaf“ erwachsen: Die Pubertät (lat. pubescere = mit Haaren bedeckt werden) beginnt damit, daß die Hirnanhangdrüse nachts vermehrt luteinisierendes Hormon (LH) ausschüttet. Allmählich steigt auch der Spiegel der Sexualhormone, die von den Keimdrüsen freigesetzt werden. Unter dem Einfluß von Testosteron vergrößern sich bei Jungen Hoden und Penis. Die Samenzellen reifen heran, die Schamhaare wachsen und die Jungen „schießen“ in die Höhe. Danach wird der Körper muskulöser. Mit dem nun einsetzenden Stimmbruch spricht auch der Bart und verbreitern sich die Schultern. Auch bei Mädchen lösen Testosteron und verwandte Stoffe den pubertären Wachstumsschub aus. Gleichzeitig verändert das Sexualhormon Östrogen die weibliche Gestalt: Das Becken verbreitert sich, die Brüste wachsen und die Hüften werden runder. In dieser Phase nimmt der Fettgehalt des Körpers zu. Erst wenn er etwa ein Viertel des Körpergewichts erreicht hat, kann die erste Menstruationsblutung einsetzen.

An guter Ernährung und verbesselter medizinischer Versorgung liegt es vermutlich, daß in den Industriestaaten die Kindheit kürzer geworden ist: Während vor 100 Jahren die Regelblutung erst mit 16 oder 17 Jahren einsetzte, bekommen europäische und nordamerikanische Mädchen heute ihre erste Menstruation – die „Menarche“ – im Durchschnitt mit zwölf Einthalb. Bei Hochleistungs-Sportlerinnen kann sie sich dagegen bis zum 20. Lebensjahr hinauszögern, wenn die Mädchen extrem mager bleiben.

Rhesus-Unverträglichkeit

Die immunologische Abwehr einer Schwangeren kann das Leben der Leibesfrucht bedrohen, wenn die werdende Mutter die



Wegen einer Rhesus-Unverträglichkeit muß das Blut eines ungeborenen Kindes in der Universitäts-Frauenklinik Bonn ausgetauscht werden. Der Eingriff erfolgt durch eine Hohlnadel, die vom Arzt durch die mütterliche Bauchdecke in die Nabelvene des Fetus vorgeschoben wird

Blutgruppeneigenschaft „Rhesus(rh-) negativ“ besitzt, die roten Blutzellen des Ungeborenen dagegen rh-positiv sind. Dabei dringen bestimmte Abwehrstoffe – Antikörper – aus dem mütterlichen Blut über die Plazenta in den Kreislauf des Ungeborenen ein, greifen dort dessen Blutzellen an und zerstören sie allmählich. Die Schwangere bildet die für das Kind gefährlichen Antikörper freilich nur, wenn ihr Immunsystem bereits Kontakt mit rh-positivem Blut gehabt hat und diese Eigenschaft „kennt“. Dies kann der Fall sein, wenn die Betroffene bereits ein rh-positives Kind geboren hat. Denn kurz vor und während der Geburt gelangt immer eine kleine Menge kindlichen Blutes in den Kreislauf der Mutter. Heute können Ärzte verhindern, daß eine Frau auf diese Weise sensibilisiert wird: Unmittelbar nach einer Geburt spritzen sie der Mutter spezifische Antikörper gegen die rh-positiven Blutzellen des Kindes. Diese zerstören die Eindringlinge bis zur

letzten Zelle und machen so den Erkennungsdienst der biologischen Abwehr überflüssig.

Säuglingssterblichkeit

Im Jahre 1970 starben 23 von 1000 bundesdeutschen Kindern im ersten Lebensjahr, 1986 waren es dagegen nur noch neun. Damit liegt die Bundesrepublik im europäischen Vergleich an achter bis zehnter Stelle. In der Dritten Welt sterben noch immer etwa 180 von 1000 Neugeborenen innerhalb eines Jahres an unhygienischen Verhältnissen, Unterernährung oder wegen schlechter medizinischer Versorgung.

Schwangerschaft

Die Länge der Schwangerschaft oder Tragzeit (bei Säugetieren) von der Befruchtung bis zur Geburt der Leibesfrucht hängt im wesentlichen von der Körpergröße ab: Sie beträgt bei der Hausmaus 21, beim Menschen 266 und beim indischen Elefanten 623 Tage.

Sexualdelikte

Als „Straftaten gegen die sexuelle Selbstbestimmung“ gelten sexueller Mißbrauch von Kindern bis 14 Jahren, Vergewaltigung und sexuelle Nötigung, homosexuelle Handlungen an Minderjährigen und die Verbreitung pornographischer Schriften unter Minderjährigen. 1986 wurden in der Bundesrepublik allein 10 600 Fälle von Kindesmißbrauch und 9400 Fälle von Vergewaltigung oder sexueller Nötigung registriert. Die Dunkelziffer dieser Delikte dürfte noch erheblich höher liegen. Von den bekanntgewordenen Fällen konnten etwa zwei Drittel aufgeklärt werden.

Spezies

Die Möglichkeit des Austausches von Erbgut bei der Fortpflanzung entscheidet, ob zwei Individuen derselben Spezies – oder Art – angehören. Zwar kann sich auch das Pferd mit dem naheverwandten Esel paaren. Deren Nachkommen – Maultier und Maulesel – sind jedoch unfruchtbar. Damit ist ein weiterer genetischer Austausch unmöglich.

Transsexualismus

Seit 1980 hat jeder Bundesbürger das Recht, seine körperlichen Geschlechtsmerkmale operativ verändern zu lassen und somit seinem Wunsch nachzukommen, dem anderen Geschlecht anzugehören. Außerdem kann er – oder sie – einen anderen, dem gewünschten Geschlecht entsprechenden Vornamen annehmen.



Das Wachstum der Leibesfrucht in zehn Stadien, illustriert nach japanischer Art von rechts nach links

Früchte der genetischen Gleichmacherei

Kopfschmerzen hatten dem amerikanischen Tankwart Nick Hill seit seiner Geburt das Leben zur Hölle gemacht. Dann entdeckten Neurochirurgen im Kopf des 21-jährigen eine Zyste: Es waren Reste von seinem Zwillingsschwester, das lange vor der Geburt zurückgebildet und in Nicks Körper eingeschlossen worden war.

Bei zwei von drei Schwangerschaften mit zwei Embryos, stirbt einer der beiden innerhalb der ersten fünf Monate. Nur eine von 80 Müttern bringt schließlich Zwillinge zur Welt. Höher ist die Wahrscheinlichkeit einer Zwillingsschwangerschaft, wenn die Schwangere zwischen 35 und 40 Jahre alt ist, kurz vor der Empfängnis die Pille abgesetzt hat oder gar selbst ein Zwilling ist.

Mehr als zwei Drittel aller Zwillinge sind „zweieiig“. Sie gehen aus zwei mütterlichen Eizellen hervor, die im selben Zyklus befruchtet worden sind. Ihre Ähnlichkeit ist nicht größer als bei gewöhnlichen Geschwistern, in seltenen Fällen sogar geringer: Im Jahre 1970 brachte eine Frau in Offenbach Zwillinge von unterschiedlichen Vätern zur Welt – einer war schwarz, der andere weiß. Eineiige Zwillinge gehen indes aus einer befruchteten Eizelle hervor: Der Keim, zu dem sie heranwächst, teilt sich in einem frühen Entwicklungsstadium. Beide Embryonen besitzen daher völlig identische Erbanlagen. Unterschiede zwischen solchen „Doppelgängern“ können nur durch Umwelt-einflüsse entstehen.

Mit vergleichenden Untersuchungen eineiiger Zwillinge studieren Wissenschaftler seit über 100 Jahren, wie sehr Umwelt und Erbgut die Entwicklung der Persönlichkeit prägen. Der Psychologe Thomas



1814 Zwillingspaare trafen sich im August 1988 beim alljährlichen Zwillingsfest in Twinsburg – „Zwillingsburg“ – im US-Bundesstaat Ohio

Bouchard aus Minneapolis sammelt seit 1979 Daten eineiiger Zwillinge – vor allem solcher, die ohne jeden Kontakt zueinander aufgewachsen sind.

Die Zwillingsschwestern Oskar und Jack beispielsweise wurden kurz nach ihrer Geburt getrennt. Oskar wuchs in Deutschland auf, Jack in den USA. Als sie sich nach 46 Jahren – vermittelt durch Thomas Bouchard – trafen, sahen sie einander trotz völlig unterschiedlicher Lebensgeschichten immer noch zum Verwechseln ähnlich. Zur Verblüffung Bouchards und seiner Kollegen trugen sie sogar sehr ähnliche Brillen sowie blaue Sporthosen mit Schulterklappen und Brusttaschen. Und beide hatten die Angewohnheit, sich Gummibänder über das linke Handgelenk zu streifen.

Insgesamt untersuchten die Wissenschaftler 41 eineiige Geschwisterpaare und verglichen sie mit ei-

ner Kontrollgruppe zweieiiger Zwillinge, die ebenfalls getrennt aufgewachsen waren. Sie fanden heraus, daß bei den Eineiigen am besten die körperlichen Merkmale übereinstimmten: Fingerabdrücke und Körpergröße unterschieden sich kaum. Beim Gewicht ergaben sich – zumindest bei den weiblichen Zwillingen – größere Abweichungen.

It Staunen registrierten die Forscher, wie stark das Erbgut auch die psychische Entwicklung geprägt hatte. Stressanfälligkeit, Angewohnheiten und selbst die Intelligenz seien anscheinend überwiegend durch das Erbe bestimmt, verkündeten Bouchard und seine Mitarbeiter in ihrer „Minnesota-Studie“.

Ein halbes Jahrhundert zuvor hatte der amerikanische Psychologe John Watson behauptet, daß ausschließlich die „Sozialisation“ den

Werdegang des Menschen bestimme: „Gebt mir ein Dutzend gesunde Kinder, und ich werde aus ihnen machen, was ich will: Ärzte, Künstler, Wirtschaftsführer oder auch Bettler und Diebe.“ Diese Milieutheorie prallte auf die Lehrmeinung von ausschließlicher oder weit überwiegender Prägung psychischer Merkmale durch das Erbgut und entfachte einen Glaubenskrieg nicht nur unter Wissenschaftlern. Wenn auch die Minnesota-Studie – bei aller Vorsicht – den Schluß nahelegt, daß die Macht der Gene größer ist als früher angenommen, so besteht auch für Thomas Bouchard kein Zweifel daran, daß eineiige Zwillinge eigenständige Individuen sind: „Unterschiedliche Erfahrungen haben sie einzigartig und verschieden gemacht, während gleiche Gene sie in einzigartiger Weise gleich gemacht haben, trotz dieser Erfahrungen!“

Horst Rose

Zellteilung

Bei Pilzen, Pflanzen und Tieren einschließlich Mensch geht der Zellteilung eine Teilung des Zellkerns – die Mitose – voraus. Dazu verdoppeln sich vor der Kernteilung zuerst die Chromosomen. Sie ordnen sich danach in der späteren Teilungsebene an und werden von „Spindelfasern“ aus-

einandergezogen. Daraufhin teilt sich die Zelle so, daß jede der beiden Tochterzellen einen doppelten Chromosomensatz erhält. Die Anzahl der möglichen Teilungen ist aber begrenzt: Während sich die Zellen eines menschlichen Fetus noch etwa 50 mal teilen können, bevor sie sterben, teilen sich Zellen von alten Menschen nur noch zwei- bis zehnmal.

Auf besondere Weise können sich die Zellen in den Keimdrüsen teilen: Die bei der Reduktionsteilung oder „Meiose“ entstehenden Keimzellen enthalten nur einen einfachen Chromosomensatz (Zeichnung Seite 30).

Zygote

Diese Fortpflanzungszelle entsteht aus der Vereinigung von

männlicher und weiblicher Geschlechtszelle (griech. zygon = verbinden). Zunächst enthält sie Erbinformation in getrennten „Vorkernen“ – männlichen und weiblichen – mit jeweils einfachem Chromosomensatz. Sie verschmelzen später zum Zellkern mit doppeltem Chromosomensatz. Aus der Zygote entwickelt sich der Embryo. □

LITERATUR

Forvermerke nach Seiten. Anordnung im Layout: l. = links, r. = rechts, o. = oben, m. = Mitte, u. = unten

Titel: Holger Scheibe

Kleinfoto: C. Edelmann/Petit Format/Focus: o.; Guido Focus: o.; CNRI/Science Photo Library/Focus: u.

Seite 4: S. Stammers/SPL/Focus: o.; Guido Mangold: m. o.; Wolfgang Volz/Bildbergs: m. u.; Bildarchiv Preußischer Kulturbesitz: m. r.

Seite 5: Lynn Johnson/Black Star: o.; Michael Nichols/Magnum/Focus: m. o.; Dennis Stock/Magnum/Focus: m. u.; Michael Lang/Visum: u.

DER LAST MIT DER LUST
Holger Scheibe: 67; Claude Edelmann/Petit Format/Focus: 89; Baumann/Mit spezieller Genehmigung ELTERN: 10/11; Howard Sochukre: 10 o.; Co Rentmeester/Life Magazine/Time Inc.: 12/13; E. Pervakun + K Ziegler/Discovers Publications: 14/15; J. Hirsch/SPL/Focus: 15 u. l.; Wolfgang Volz/Bildbergs: 15 u. r.; Mario Dondoro: 16/17; Michael Fogden/Bruce Coleman Ltd.: 18/19; Arnulf de Wildenberg/The Sunday Times 20/21; R. E. Wurzich/Photo Researchers: 22/23

DER ERFINDUNG DES MANNES

Sinclair Stammers/Science Photo Library/Focus: 26/27; J. Scott/Planet Earth Pictures: 27 r.; Dr. C. Card/Science Photo Library/Focus: 28 o.; Biopix/Alpha Photo/Photo Researchers: 28 m.; Dwight R. Kubin: 28 u.; 29 u. l.; 33 u.; K. Atkinson/Oxford Scientific Films: 29 o.; M. Mattock/Planet Earth Pictures: 29 u. m.; Hans Pfleischinger/T. Angermayer: 29 u. r.; R. Berger/T. Angermayer: 30 o.; Jeff Foot: 31 o.; Mario Dondoro/T. Angermayer: 31 u. l.; B. Coates/Bruce Coleman Inc.: 31 u. r.; J. Mackay/Oxford Scientific Films: 32 o.; M. + P. Fogden: 32 u.; Jack Swenson/Tom Stack & Assoc.: 33 o.; Bruce P. Kent/Discover Publications: 33 u. l.; Kim Taylor/Bruce Coleman Ltd.: 34 m. o. und m. u.; 35 u. l.; Edward S. Ross: 34 u. 35 u. r.; Fred Bavenham: 35 o. und 37 u.; Dennis Clyne/Mantis Wildlife: 36; Stephen Dalton/NHPA: 37 o.; M. P. Kahn/Photo Researchers: 37 m. l.; John Shaw: 37 m. und m. r.; David Doubilet: 37 u. l.; D. Allan/Oxford Scientific Films: 37 u. m.; Dennis Hooper/Jacana: 38/39; L. L. Rue III/Bruce Coleman Ltd.: 39 o.; P. Bill Barnes/Photo Researchers: 39 u. l. und u. r.; Anthony Bannister: 39 m. r.; M. Reardon/Photo Researchers: 39 u. m.; Steven C. Wilson: 40 o.; B. + B. Wells/Oxford Scientific Films: 40 m.; A. Cooke/Oxford Scientific Films: 40 o.

DER KURIERE DER SEXUALITÄT

La Villette/Petit Format: 42/43; Robert Bogdan: 42 o.; Hank Morgan: 44 o.

DER ANDERE TRAUM VOM

EIGENEN BABY
J. Heseltine/SPL/Focus: E. Ferorelli/DOT/Focus und Wolfgang Volz/Bildbergs: 46; Hank Morgan/Rainbow: 55; R. Doniz/Media/Neue Kritik: 59

DER TANZ UM DAS GOLDENE KALB

Wolfgang Volz/Bildbergs: 62-74 außer: Georg Fischer/Bildbergs: 71 u.

VON DER KOPFGEBURT ZUR

KÖRPERLOSEN ZEUGUNG
Archiv f. Kunst und Geschichte, Berlin: 76 o.; National Library of Medicine, Bethesda: 76 u. (3); Cold Spring Harbor Laboratory: 77 o.; Denis Waugh/Discover Publications: 77 u.

FRUCH KRÜMMT SICH, WAS ZUM

MENSCHEN WERDEN SOLL
Bill Longcore/Science Source/Photo Researchers: 78 o.; Dr. Rainer Jonas: 80 o. und 82 o.; Lennart Nilsson/Bonnier Fakta: 84 u.; Alexander Tsiaras: 89

REPRODUKTIONSMEDIZIN

Ken Kerb: 92 o.; National Library of Medicine, Bethesda: 92 u. l.; Robert Noonan/Photo Researchers: 92 m. in Volker Krämer/Stern: 93; Thomas Pfleiderer/Agon: 94 und 95; Dr. Rainer Jonas: 96 o.; Howard Sochukre: 97 o.; R. Kendrick/OxyFocus: 97 u. l.; Alexander Tsiaras: 97 u. r.; Archiv f. Kunst und Geschichte, Berlin: 98 u.; Peter Turnley/Black Star: 101 o.; Dr. Wulf Schiefenhövel/Max-Planck-Gesellschaft: 101 u.

DER (UN)HEIMLICHE ERGESS

Roland Liedke: 102/103

MEIN BAUCH GEHÖRT DIR

Lynn Johnson/Black Star: 104-113

NUN HOCKEN SIE WIEDER

Dr. Wulf Schiefenhövel/Max-Planck-Gesellschaft: 114/115 und 114 u.; Bildarchiv Preußischer Kulturbesitz: 114 m., 117 u., 118 o.;

Wellcome Institute Library, London: 116 o. und u. m., 117 o. r., 119 o.; M. Gulezian/Quicksilver/SITES: 116 u. r., 117 o. l. und o. m.; Margaret Woodbury Strong Museum, Rochester: 118 u.; C. Meffert/Stern: 119 m.; Volodia Begianski/Actuel: 119 u.

DER RETTENDE STICH INS

WERDENDE LEBEN

Wolfgang Kunz/Bildbergs: 120-123, 125 u. r.; Dr. Rainer Jonas: 124/125; A. Tsiaras: 125 o. r., 126

IM FALLE „FETUS GEGEN MUTTER“

Thomas Pfleiderer/Agon: 128/129; J. Kamp/Black Star: 129 u.; Hank Morgan: 131 l.; Hank Morgan/Photo Researchers: 131 m.

PAKTE, DIE DER PAARUNG DIENEN

David Tomlinson/Tony Stone Assoc.: 132/133; N. Tomalin/Bruce Coleman Ltd.: 134 o.; Yann Arthur/Bertrand/Jacana: 134 m., 140 u.; L. Leszczynski/Animal: Animals: 134 o.; Charles Wais/National Geographic Research: 1987: 125 o.; Wm. McBride/Stern: 135 o.; C. Parker/Bruce Coleman Inc.: 137; Peter Veit: 138/139 o.; Gerard Viennet/Cinema 7, Paris: 138/139 u.; Anthony Bannister: 140/141 o.; Alex Webb/Magnum/Focus: 140/141 o.; Thomas L. Kelly: 141 u. m.

TROTZ ALLEM LUST UND LIEBE

Granger Collection: 142 m. l., 146 m. r.; Bildarchiv Preußischer Kulturbesitz: 142 m., 144 m. l., 144/145; J. Kamp/Black Star: 142 m. l., 144 l. und u. r., 150 (3); Dieter Blum: 142 u., 144 u. l., 147 u., 151 o. l.; David Gillison: 142/143; P. Ward/Network/Focus: 143 u. l.; Erich Lessing: 143 u. r.; Michael Nichols/Magnum/Focus: 144 o. r.; Wellcome Institute Library, London: 145 u.; Archiv f. Kunst und Geschichte, Berlin: 145 o.; Kings College Library: 147 o. r.; Alex Quesada/Marits/Focus: 147 m. r.; Antipro Photo: 148 m. o.; Bruno Barbe/Magnum/Focus: 149 o.; E. Ferorelli/DOT/Focus: 149 u. m.; Fred Ward/Black Star: 150 u. r.; H. Verlhuber/Stern: 151 o. r.; M. Suriano/Photo Researchers: 151 u.; J. Everingham/Black Star: 152 o.; Nick Kleinberg/Picture Group/Focus: 152 u.

Das KREUZ MIT DEM ERBE

CNR/SPL/Focus: 154/155; Bildarchiv Preußischer Kulturbesitz, Berlin: 156 (3), 163 (2); Robert Bogdan: 157 o.; Nathan Benn/Focus: 157 u.; Archiv f. Kunst und Geschichte, Berlin: 158 u.; M. J. Walker/Photo Researchers: 158 o.; J. Carrillo/Photo: 158 o.; Michael Lange/Visum: 159; Joel Meyerowitz: 160; Erich Lessing: 161 (3)

KUR FÜR KRÄNKE MOLEKÜLE

Oxford Molecular Biophysics Lab/SPL/Focus: 162/163; G. Menzies/Photoplate: 164/165; Dennis Black/Black Star: 164 u.; Lawrence Livermore Nat. Laboratory/University of California: 166/167 und 166 o.; Dan McCoy/Rainbow: 167 o.

ORGASMUS I+II

Bildarchiv Preußischer Kulturbesitz, Berlin:

168 u. l., 171; „We rose up slowly“/Roy Lichtenstein/Courtesy Leo Castelli/Gallery/VG Bild-Kunst, Bonn: 189-198; „Explosion II“/Roy Lichtenstein/Coll. McCrory/Courtesy Leo Castelli/Gallery/VG Bild-Kunst, Bonn: 189-171

TRIEBE AUF DEN ERSTEN BLICK

American Girl in Italy @ 1952/1980 Ruth Orkin: 172/173; Volker Hinz: 174/175; Patrick Zachmann/Magnum/Focus: 176/177; Jean Moigné/ANA: 178/179; Nan Goldin/Courtesy Pace/MacGill Gallery, New York: 180/181; Mario Pignata Monti: 182/183

GLOSSAR

Heiner Müller-Elstner: 188 o.; Philippe Plailly/SPL/Focus: 188 m.; Keystone Bilderdeinst: 188 u.; Gaillard/Erriquet: 189 o.; Claude Edelmann/Petit Format/Focus: 189 u. (4); Ted Spiegel/Black Star/Transglobe: 190 o.; Wolfgang Volz/Bildbergs: 190 u. Courtesy Lifecodes Corp.: 191 o. r.; Dr. R. Thieréé/Dr. G. Tordjman, Paris: 192 o. r., 193 o. l.; Thomas Höpker/Anne Hamann: 193 m.; Ted Spiegel/Black Star: 193 u., 194 o. l.; Antiken Museum, SMPK, Berlin (West): 194 m.; Germanisches Nationalmuseum: 194 o.; National Library of Medicine, Bethesda: 195 o.; Oliver Martel/Rapto: 196

ZEICHNUNGEN/ILLUSTRATIONEN

Vladimir Renčin: 3, 130, 185, 187, 197; Jörg Kuhn: 4 u., 78-89; Holger Everling: 30, 44, 69, 122, 136, 156-161 u.; Barbara Michael: 49-59; A. Knoche: 76 u. r.; Bill Andrews: 90, 91; Miko Ilic/Discover Publications: 96 u.; Ian Worpole/Discover Publications: 105; Biologie Heute/Schödel-Verlag: 191 o.; Matthias Dietrich: 192 (2)

© GEO 1989, Verlag Gruner + Jahr, Hamburg, für sämtliche Beiträge.

Einem Teil der Auflage liegen Prospekte für Neues Gymnasium Zürich und Gruner + Jahr AG & Co. bei.

Übersichten/Sexualität/Historie

Günter Amendt: „Sexfront“; rororo, Reinbek 1989. Nigel Davies: „Liebe, Lust und Leidenschaft“; Rowohlt, Reinbek 1987. Georg Denzler: „Die verbogene Lust“; Piper, München 1988. Hans Peter Duer: „Nacktheit und Scham“; Suhrkamp, Frankfurt 1988. Anne Fausto-Sterling: „Gefangene des Geschlechts?“; Piper, München 1988. Eduard Fuchs: „Illustrierte Sittengeschichte“; Fischer, Frankfurt 1985. Alexander Schuller, Niklaus Heim (Hrsg.): „Vermessene Sexualität“; Springer, Berlin 1987.

Biologie/Evolution/Tierzucht

Volker Blüm: „Vergleichende Reproduktionsbiologie der Wirbeltiere“; Springer, Berlin 1985. Gottfried Brem: „Mikromanipulation an Rinderembryonen“; Enke, Stuttgart 1986. Adrian Forsyth: „Die Sexualität in der Natur“; Kindler, München 1987. Sarah Blaffer Hrdy: „The Woman That Never Evolved“; Harvard University, Cambridge 1981. Lynn Margulies, Dorian Sagan: „Origins of Sex“; Yale University, New Haven 1986. Richard Michod, Bruce Levin: „The Evolution of Sex“; Sinauer, Sunderland 1988. Stephen Stearns (Edit.): „The Evolution of Sex and its Consequences“; Birkhäuser, Basel 1988.

Embryologie

Erich Blechschmidt: „Wie beginnt das menschliche Leben“; Christiana, Stein am Rhein 1984. Gerald M. Edelman: „Topobiology“; Basic Books, New York 1988. Stephen Jay Gould: „Ontogeny and Phylogeny“; Belknap, Cambridge 1977. Wolfgang Groepel: „Taschenatlas der Embryologie“; Kosmos, Stuttgart 1989. Jan Langman: „Medizinische Embryologie“; Thieme, Stuttgart 1985. Lennart Nilsson: „Ein Kind entsteht“; Mosaik, München 1983. Ronald W. Oppenheim: „Präformation und Epigenese in der Entwicklung des Nervensystems und des Verhaltens“; in: „Verhaltensentwicklung bei Mensch und Tier“; Parey, Berlin 1982.

Genetik

Richard Dawkins: „Das egoistische GEN“; Springer, Berlin 1978. Horace Jud-

son: „Der 8. Tag der Schöpfung“; Meyer, München 1980. Benno Müller-Hill: „Tödliche Wissenschaft“; rororo, Reinbek 1984. Jan Murkin, Hartwig Cleve: „Humangenetik“; Enke, Stuttgart 1988. Eve Nichols: „Human Gene Therapy“; Harvard University, Cambridge, 1988. James D. Watson: „Die Doppel-Helix“; rororo, Reinbek 1973. Peter Weingart, Kurt Bayertz, Jürgen Kroll: „Rasse, Blut und Gene“; Suhrkamp, Frankfurt 1988.

Primaten

Alison Jolly: „The Evolution of Primate Behavior“; Macmillan, New York 1985. John Krebs, Nicholas Davies: „Einführung in die Verhaltensökologie“; Thieme, Stuttgart, 1984. Wolfgang Wickler, Utta Seibt: „Männlich-weiblich: Der große Unterschied und seine Folgen“; Piper, München, 1984.

Recht

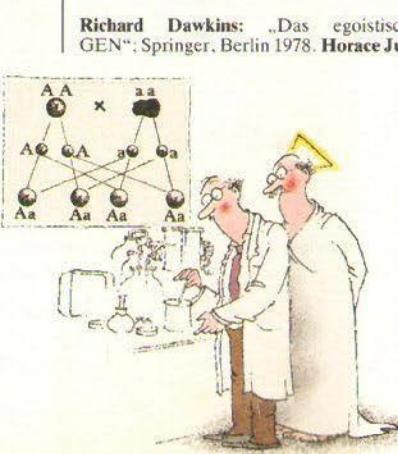
Wolfgang van den Daele: „Der Fötus und die Autonomie der Frau“; in: „Kritische Justiz“; Nomos, Baden-Baden 1988. Susanne v. Paczensky, Renate Sadrowski (Hrsg.): „§ 218: Zu Lasten der Frauen“; rororo, Reinbek 1988.

Reproduktionsmedizin

Gerhardt Amendt: „Der neue Klappernstorch“; Ikarus, Berlin 1988. Hans Harald Bräutigam, Liselotte Mettler: „Die programmierte Vererbung“; Hoffmann und Campe, Hamburg 1985. Gena Corea: „Mutter Maschine“; Rotbuch, Berlin 1986. Wolfgang van den Daele: „Mensch nach Maß“; Beck, München 1985. Wolfgang Holzgreve (Hrsg.): „Pränatale Medizin“; Springer, Berlin 1987. Barbara Maaben, Manfred Stauber: „Der andere Weg zum eigenen Kind“; Walter de Gruyter, Berlin 1988. Traute Schroeder-Kurth, Stephan Wehowsky (Hrsg.): „Das manipulierte Schicksal“; J. Schweizer, Frankfurt 1988. Jacques Testart: „Das transparente Ei“; J. Schweizer, Frankfurt 1988.

Schwangerschaft/Geburt/Verhütung

Angelika Blume: „Was noch vor der Liebe kommt“; Brigitte-Buch/Mosaik, München 1987. Gerd K. Döring: „Empfängnisverhütung“; Thieme, Stuttgart 1988. Richard M. Goodman: „Damit es ein gesundes Baby wird“; VCH, Weinheim 1988. Liselotte Kunzner: „Die Gebärthaltung der Frau“; Marelse, München 1988. Wulf Schiefenhövel: „Geburtsverhalten und reproductive Strategien der Eipo“; Dietrich Reimer, Berlin 1988. Friedrich von Zweigert: „Geburt. Eine Kulturgeschichte in Bildern“; Westermann, Braunschweig 1983. Katharina Zimmer: „Das Leben vor dem Leben“; Kösel, München 1983.





Überdüngung und Schadstoffanreicherung haben zum Fisch- und Robbensterben in der Nordsee geführt.

Foto: C. A. von Treuenfels

Hilfe!

Seit Jahren schon warnen der WWF und andere Naturschützer vor dem Zusammenbruch der Ökosysteme in den stark belasteten europäischen Meeresgebieten. Nun ist es fünf nach zwölf. Die Nordsee ist im Begriff „umzukippen“, das Meeresleben in tödlicher Gefahr. Die Verantwortlichen müssen endlich zur Vernunft kommen und bereit sein, nicht nur die Symptome, sondern die Ursachen zu bekämpfen.

Der WWF fordert mit allem Nachdruck, die Zufuhr von Nährsalzen aus Landwirtschaft und Kläranlagen radikal zu drosseln, die Einleitung von schwer abbaubaren Schadstoffen mit sofortiger Wirkung zu verbieten, schwermetallhalti-

gen Hafenschlick und Klärschlamm wie Sondermüll zu behandeln, die Verbrennung und Verklappung auf See zu stoppen und Ölförderung im Wattenmeer nicht zuzulassen.

Bitte helfen Sie, diese Forderungen durchzusetzen, und unterstützen Sie den WWF bei den Vorsorgemaßnahmen vor Ort. Durch Ihre Spende oder Ihre Mitgliedschaft beim WWF.

Der WWF ist die größte private Naturschutzorganisation der Welt. Und damit wie keine andere in der Lage, bei den grenzüberschreitenden Problemen in allen Nordseeländern wirksam zu helfen. (Spendenkonto 2000, bei allen Banken und Sparkassen.) Wir danken Ihnen für Ihre Hilfe zugunsten aller Wattenmeerbewohner.

Bitte senden Sie mir ausführliches Informationsmaterial über die WWF-Arbeit für Wattenmeer und Nordsee.

Ich habe mich zu einer ständigen Unterstützung entschlossen und möchte Mitglied werden.

Name _____

Straße _____

PLZ/Ort _____

4/88

WWF-Infodienst
Postfach 09 02
Pforzheimer Straße 176
7505 Ettlingen

