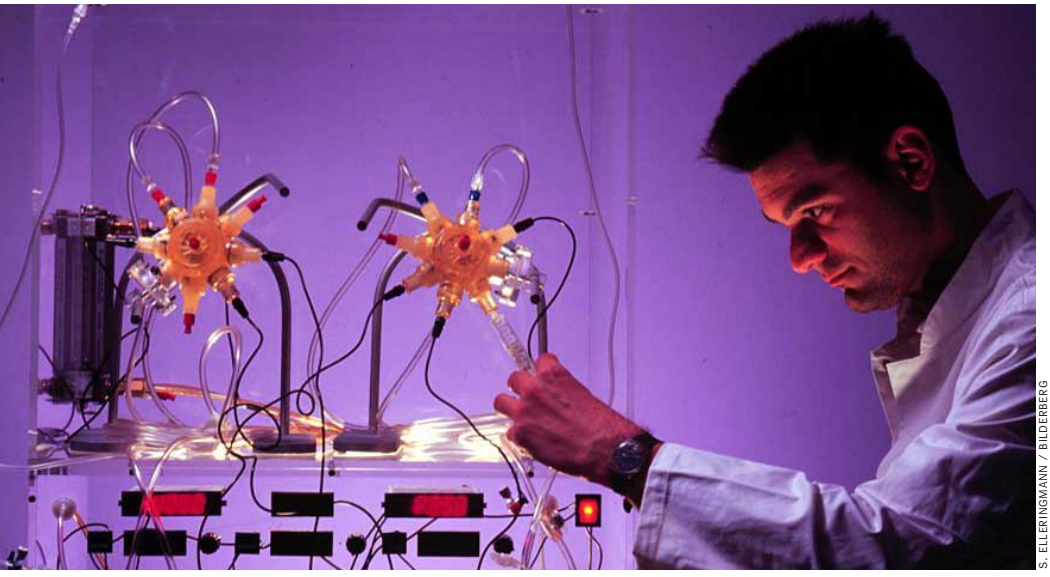
BIOTECHNIK

„Es gibt kein Halten mehr“

US-Forscher verschmolzen eine menschliche Zelle mit der Eizelle einer Kuh und isolierten unsterbliche Stammzellen aus Embryonen. Die Forscher versprechen sich davon eine neue Ära der Medizin. Die Abwehrfront der Skeptiker bröckelt.



S. ELLERINGMANN / BILDERBERG

Leberzellzüchtung (in Berlin): *Alle Maßstäbe der Ethik verschwimmen*

Niemand bettelt gern um Embryonen. Auch James Thomson nicht. Er weiß, daß die Patienten 8000 bis 10 000 Dollar für die Reagenzglaszeugung am In-vitro-Labor der University of Wisconsin gezahlt haben – und daß viele von „ihrem Baby“ sprechen, wenn sie ein winziges Zellklümpchen meinen, das tiefgefroren im Kühltank der Klinik lagert.

Trotzdem war für Thomson klar: Nur mit Hilfe menschlicher Embryonen würde er als Sieger aus einem schon 17 Jahre währenden Wettrennen hervorgehen können, das die Zeitschrift „Technology Review“ zum „spannendsten, umstrittensten und verschwiegensten aller wissenschaftlichen Unterfangen“ kürte – der Jagd nach menschlichen Embryo-Stammzellen (ES-Zellen).

Deshalb hat es der Entwicklungsbiologe immer wieder versucht. 14 Paare, die ihren Kinderwunsch entweder erfüllt oder aufgegeben hatten, konnte er dazu überreden, ihre nutzlos gewordenen Embryonen der Forschung zu schenken.

Die Beharrlichkeit hat sich für Thomson ausgezahlt. Schneller als allen Konkurrenten gelang es ihm, aus den gespendeten Gewebeklümpchen jene Zellen herauszufischen, die nach Auffassung vieler Experten die Medizin revolutionieren könnten.

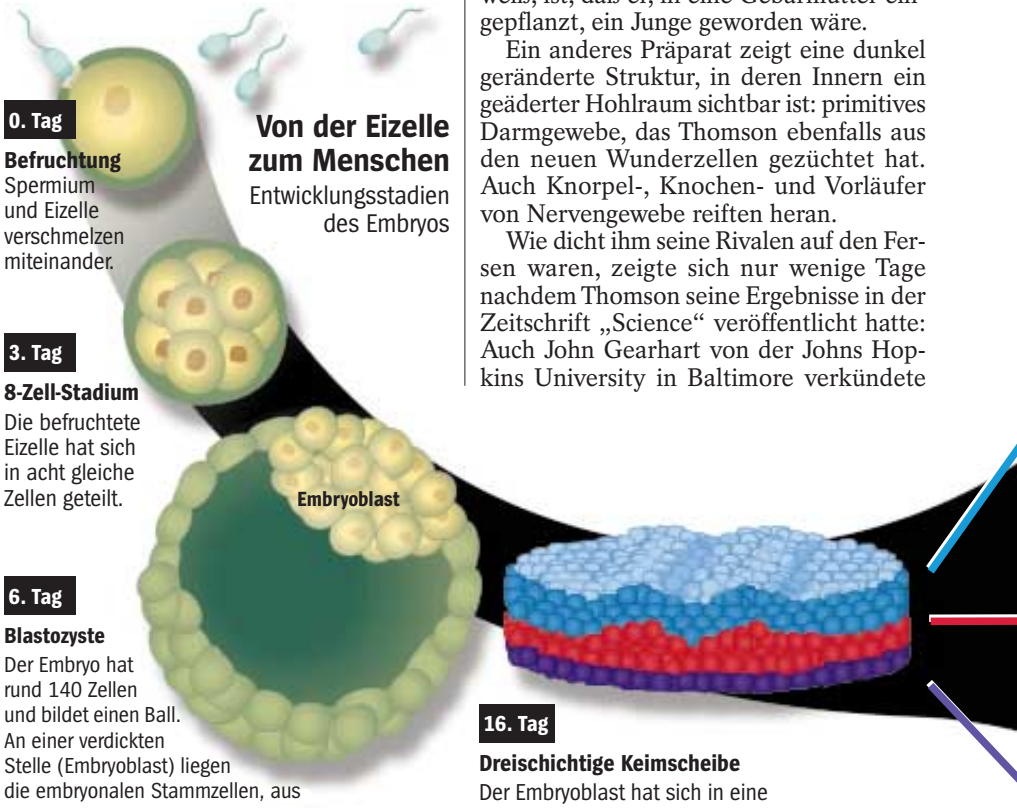
Als „Schatzhaus der Möglichkeiten“ und „Goldmine“ priesen Thomsons Kollegen die Zellen, die er in seinem Labor gewonnen hat. Zwei Eigenschaften sind es, die sie einzigartig erscheinen lassen: Sie sind unsterblich und völlig undifferenziert.

Sie scheinen unbegrenzt teilungsfähig, ohne je Anzeichen des Alterns zu zeigen. Und sie besitzen, zumindest theoretisch, die Fähigkeit, sich in jede der rund 210 Gewebstypen des menschlichen Körpers zu verwandeln: in Herz oder Hirn, in Leber, Haut oder Knochen. Visionäre sehen bereits eine Zeit anbrechen, in der eine neue Ersatzteilindustrie Millionen von Patienten mit Organen nach Maß versorgt.

Die Okulare von Thomsons Mikroskop gewähren einen Ausblick in diese Medizin der Zukunft. Auf dem Objektträger ist ein wirres Geflecht violetter Bänder zu erkennen, in die schwarze Punkte eingeflochten sind. Es sind Muskelfasern eines Embryos, der nie eigene Muskeln entwickelt hat. Alles, was Thomson über ihn weiß, ist, daß er, in eine Gebärmutter eingepflanzt, ein Junge geworden wäre.

Ein anderes Präparat zeigt eine dunkel geränderte Struktur, in deren Innern ein geäderter Hohlraum sichtbar ist: primitives Darmgewebe, das Thomson ebenfalls aus den neuen Wunderzellen gezüchtet hat. Auch Knorpel-, Knochen- und Vorläufer von Nervengewebe reiften heran.

Wie dicht ihm seine Rivalen auf den Fersen waren, zeigte sich nur wenige Tage nachdem Thomson seine Ergebnisse in der Zeitschrift „Science“ veröffentlicht hatte: Auch John Gearhart von der Johns Hopkins University in Baltimore verkündete



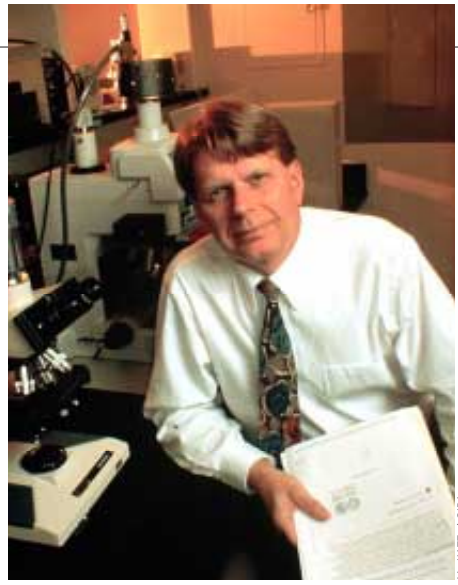
nun, er habe die begehrten ES-Zellen erzeugt. Als Rohstoff hatte er nicht Embryonen aus den Kühlfächern der Reproduktionsmedizin, sondern abgetriebene Föten aus der Gynäkologie benutzt.

Es ist der Ursprung des Rohmaterials, der diese Forschung so heikel macht. „Die Herkunft könnte alles beflecken, was an Nutzen daraus hervorgeht“, bemerkte „Science“-Chef Floyd Bloom.

In den USA sind es vor allem Abtreibungsgegner, die Embryonen und Föten für sakrosankt erklären. Unter ihrem Druck beschloß die Regierung vor vier Jahren, die Förderung aller Experimente auf diesem Gebiet zu stoppen. Seither zogen sich die Forscher hinter verschlossene Türen zurück. Das Geld kam fortan aus der Industrie.

Thomson und Gearhart rückten das Thema jetzt wieder in die Öffentlichkeit. Und, wie um unter Beweis zu stellen, daß die Reihe der Überraschungen aus den Biolabors nicht abbrechen werde, legte eine Firma im US-Bundesstaat Massachusetts sogar noch nach. Michael West, Geschäftsführer von „Advanced Cell Technology“ (ACT) trat mit noch spektakulärer anmutenden Experimenten seiner Mitarbeiter Jose Cibelli und James Robl vor die Presse. „Es sind die Tage der Bio-Schocks“, kommentierte die „New York Times“.

Schon vor zwei Jahren, erklärte West, habe Cibelli einen höchst ungewöhnlichen Versuch gemacht: Er habe, lange bevor die Welt vom Retortenschaf Dolly erfuhr, einen Zellklon seiner selbst gemacht.



M. KATZ / SIPA

Stammzellzüchter Gearhart
Manifest einer gewandelten Medizin

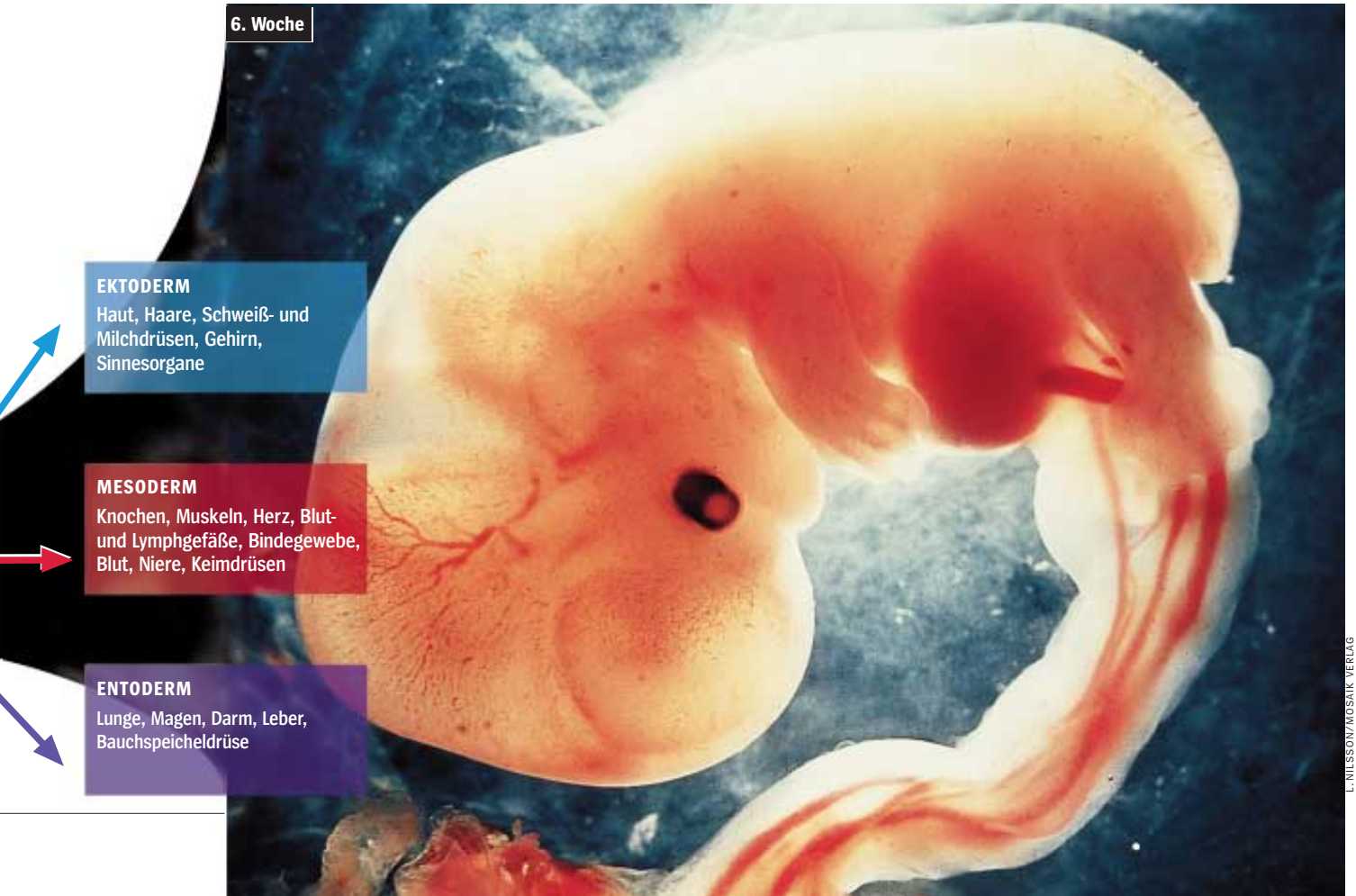
Zu diesem Zweck, so enthüllte der Manager, habe sich Cibelli etwas Gewebe aus der Backe geschabt und eine der Zellen daraus mit einer kernlosen Eizelle verschmolzen – exakt so, wie es schottische Forscher mit den Zellen von Dollys Mutter getan hatten. Das Ergebnis war genetisch ein Menschenklon. Für noch größeren Aufruhr jedoch sorgte ein weiteres Detail: Die verwendete Eizelle stammte nicht von einem Menschen, sondern von einer Kuh.

Wissenschaftlich sind Cibellis Spielereien mit Zellen kaum von Belang. Sein Versuchsprotokoll ist nirgends publiziert, ein Patent auf das Verfahren wurde bisher nicht erteilt. Zudem starb der Kuh-Mensch-Hybrid ab, nachdem sich seine Zellen fünfmal geteilt hatten – nicht ausreichend, um an ES-Zellen heranzukommen.

Trotzdem rief die bizarre Verschmelzung von Kuh und Mensch tiefliegende Ängste wach. In Gestalt von Zentauren, Meerjungfrauen oder der Sphinx haben Mensch-Tier-Chimären Eingang in fast alle Kulturen gefunden. Hatten die Forscher den ersten Schritt getan, um diese Fabelwesen Wirklichkeit werden zu lassen? Zwar wäre die eigenartige Mischzelle mit den heutigen Mitteln der Technik kaum dazu zu bewegen, zu einem vollständigen Organismus heranzureifen. Trotzdem, so schien es, hatte Cibelli nun die Artengrenze zwischen Mensch und Tier überschritten.

Vor allem aber beweist das ACT-Experiment: Die Biotechnologen sind entschlossen, ihre Methoden auf den Menschen anzuwenden. Sie wollen sich nicht länger damit begnügen, mit Bakterien, Hefepilzen, Sojabohnen und Mäusen zu arbeiten. Jetzt haben sie den Homo sapiens im Visier.

Je besser es ihnen gelingt, die Natur nach ihrem Willen zu dirigieren, auf desto mehr Beklemmung stoßen sie in der Öffentlichkeit. Klontechnik, Genmanipulation und Organzüchtung gehen fließend ineinander über – eine Grauzone, in der alle Maßstäbe der Ethik verschwimmen. „Wir stehen vor der Wahl: Entweder wir ziehen die Grenze sehr früh, oder es gibt kein Halten mehr“, erklärt der Tübinger Ethiker Diet-



L. NILSSON/MOSAIK VERLAG

„Heuchlerische Empörung“

Professor Davor Solter über die Proteste gegen das Züchten menschlicher Stammzellen

A. J. SCHMIDT / ZERO

Solter, 57, ist Direktor am Freiburger Max-Planck-Institut für Immunbiologie.

SPIEGEL: Herr Professor Solter, hat Sie die Zucht menschlicher Embryo-Stammzellen überrascht?

Solter: Ich habe schon lange davon gewußt – James Thomson war einmal mein Doktorand. Er hat fast zehn Jahre lang an diesem Problem gearbeitet. Sicher werden seine Ergebnisse eine Menge neuer Forschungen anstoßen. Bis zu medizinischen Anwendungen wird es allerdings noch eine Weile dauern.

SPIEGEL: Warum experimentieren Ihre Kollegen bis dahin nicht erst einmal mit Stammzellen von Mäusen oder Affen?

Solter: Niemand will Mäuse von Parkinson heilen, und Affenembryonen sind schwer zu bekommen. Bei Menschen hingegen fallen, zumindest im Ausland, in den Kliniken für Reproduktionsmedizin viele überschüssige Embryonen an. Wenn man sie nicht mehr braucht, werden sie tiefgefroren und irgendwann, wenn die Gefrierfächer voll sind, vernichtet.

SPIEGEL: Nach dem deutschen Embryonenschutzgesetz ist ihre Verwendung in der Forschung verboten.

Solter: Als diese Vorschrift vor acht Jahren beschlossen wurde, war sie unerheblich, weil sich mit Embryonen ohnehin keine sinnvollen Versuche anstellen ließen. Stammzellen jedoch sind medizinisch sehr vielversprechend. Wenn sie zum Beispiel Millionen von Parkinson-Kranken eine Hoffnung geben, werden die rufen: Laßt die Forscher daran arbeiten. Ich gehe davon aus, daß man das Gesetz überprüfen wird. Es ist ja auch schwer einzusehen, warum gewisse Versuche in England und in den USA legal sein sollen, in Deutschland aber nicht. Sind die Engländer Verbrecher?

SPIEGEL: Finden Sie es gerechtfertigt, Embryonen als Rohstoff zu verwenden?

Solter: Ich halte die gegenwärtige Aufregung für übertrieben. Schließlich werden abgetriebenen Föten schon seit Jahren Hirnzellen entnommen, um sie Parkinson-Patienten einzupflanzen. In einer Gesellschaft, die Abtreibung im dritten Monat zuläßt, ist es heuchlerisch, sich über die Entnahme von ein paar Zellen aus Blastozysten zu empören.

SPIEGEL: Andere US-Forscher behaupten, sie hätten eine menschliche Zelle mit der entkernten Eizelle einer Kuh verschmolzen. Was halten Sie von dem Experiment?

Solter: Überraschend ist es nicht. Ich habe das schon vorgeschlagen, unmittelbar nachdem Dolly kloniert wurde. Das Problem ist, daß bisher niemand wirklich weiß, was diese Zellen eigentlich sind, ob sie eher kuh- oder eher menschähnlich sind. Noch ist völlig unklar, wie Zellkern und Eizelle miteinander wechselwirken, wenn wir die Artengrenze überschreiten. Das muß untersucht werden. Der direkteste Weg wäre allerdings, gleich menschliche Eizellen zu nehmen.

SPIEGEL: Das liefe auf dasselbe Verfahren hinaus wie bei der Erschaffung von Dolly. Eine auf diesem Weg erzeugte Blastozyste könnte sich in einen vollständigen Menschen, eine genetische Kopie des Patienten, verwandeln …

Solter: … wenn Sie sie in eine Gebärmutter einpflanzen würden, ja. Ich persönlich hätte trotzdem keine Bedenken. Eizellen könnten Sie zum Beispiel gewinnen, wenn eine Frau bei einem Autounfall gestorben ist. Wenn man ihr Nieren, Herz oder Hornhäute entnimmt, warum nicht auch die Eierstöcke? Aus einem einzigen ließen sich ungefähr 20 000 menschliche Eizellen gewinnen. Wenn allerdings das Gesetz bleibt, wie es ist, dann wäre der Umweg über tierische Eizellen möglicherweise eine Alternative.

SPL / AGENTUR FOCUS

Parkinson-Operation*: *„Die Kranken werden nach der Forschung rufen“*

* Einpflanzen von fötalen Zellen in die betroffene Hirnregion.

SPIEGEL: Ethische Bedenken haben Sie dabei nicht?
Solter: Wenn irgend jemand vor zehn Jahren solche Experimente gemacht hätte, hätte dem kaum einer Beachtung geschenkt. Das hat erst seit dieser Klon-Debatte angefangen. Viel wichtiger scheint mir die Frage zu sein, ob dieses Verfahren überhaupt funktioniert. Die Leute, die diese Kuh-Mensch-Zellen gemacht haben, wußten wahrscheinlich vorher, daß es nicht klappt. Aber vergessen Sie nicht: Jeder will berühmt und reich werden. Das verführt manchen dazu, nicht besonders gut durchdachte Abkürzungen zu suchen.
SPIEGEL: Jahrelang herrschte weitgehend Einigkeit darüber, daß man an menschlichen Embryonen nicht forschen darf. Kaum gibt es wirklich die Möglichkeit, interessante Experimente mit ihnen zu machen, bröckelt die Front. Ist die ganze Diskussion darüber eine Geister-Debatte?
Solter: In gewissem Sinne schon. In Vietnam waren Abtreibungen lange strikt verboten. Dann begann die Regierung, die Zwei-Kind-Familie zu propagieren, und binnen zweier Jahre waren alle Bedenken und Gesetze verschwunden – einfach, weil es keinen anderen Weg gab. Gesetze müssen sich eben an die Realität anpassen.
SPIEGEL: Wenn ethische Debatten ohnehin von der Wirklichkeit eingeholt werden, sind sie dann nicht überflüssig?
Solter: Ganz überflüssig wohl nicht. Immerhin schärfen sie den Geist.
SPIEGEL: Für Sie gibt es keinen denkbaren Mißbrauch der Embryonenforschung?
Solter: Die Leute halten die Wissenschaftler für Kriminelle oder Monster. Deshalb gibt es diese Gesetze. Aber wenn man mich nach Mißbrauch fragt, antworte ich: Welcher denn?
SPIEGEL: Zum Beispiel das Menschen-Design. Bei Mäusen dienen Stammzellen bereits dazu, Tiere mit bestimmten Erbgutveränderungen herzustellen. Sind wir nun dem Menschen nach Maß nähergekommen?
Solter: Nein. Zwar wurden mit Mäuse-Stammzellen Chimären hergestellt – Tiere mit unterschiedlichen Genen in verschiedenen Körperteilen. Aber beim Menschen wären solche Manipulationen unsinnig. Der einzige denkbare Anlaß, das Erbgut des Menschen zu verändern, wäre, es zu verbessern.
SPIEGEL: Und da sehen Sie keine Gefahr?
Solter: Nein. Der Mensch nach Maß ist ein Hirngespinst. Das Zusammenspiel der Gene etwa für Intelligenz oder auch nur für eine attraktive Figur ist so kompliziert, daß Basteleien daran zum Scheitern verurteilt sind. INTERVIEW: STEFAN KLEIN

mar Mieth. Viele Forscher halten dem entgegen, die Verheißungen der Medizin würden alle Bedenken schwinden lassen (siehe Interview Seite 274).

Die Erzeugung menschlicher ES-Zellen rückt das wohl größte noch weitgehend unverstandene Rätsel der Biologie in den Mittelpunkt des Interesses: den Prozeß der Embryogenese. Innerhalb von nur zwölf Wochen vollzieht sich die wundersame Verwandlung einer einzelnen befruchteten Eizelle in einen Organismus mit Herz, Lunge, Fingern, Augen und Ohren.

Die Vorgänge in dem rasch wachsenden Embryo-Gewebe gleichen einem phantastischen Zellballett. Nach einer genau vorgegebenen Choreographie wandern die einzelnen Zellen umher, verwandeln sich und schließen sich zu großen Formationen zusammen (siehe Grafik Seite 272).

Jede von ihnen tauscht mit ihren zellulären Genossen mit Hilfe von Botenstoffen und Wachstumsfaktoren Informationen aus: In der Sprache der Chemie teilen sie einander mit, wo im Körper sie sich befinden und auf welche Aufgabe sie sich spezialisieren sollen.

Die einen stülpen daraufhin Zellfortsätze aus und funken sich über diese elektrische Signale zu. Andere verwandeln sich in Kampfmaschinen, die im aussprießenden Adergeflecht umherstreunen und dort auf Bakterienjagd gehen. Wieder andere schließen sich zusammen, um Zucker und Eiweißbausteine vom Darm ins Blut zu transportieren.

Woher genau jede Zelle weiß, ob sie Insulin, Antikörper oder Verdauungsenzyme produzieren soll, und wodurch die Gestalt von Meniskus, Augenlinse oder Backenzahn vorgegeben wird, ist noch völlig unbekannt. Sicher ist nur, daß die Antwort auf diese Frage in den rund 100 000 Genen im Erbgut verborgen liegt – und daß die Entwicklungsbiologen entschlossen sind, sie zu finden. Erst das bessere Verständnis des komplexen Zusammenspiels der Zellen im Körper wird es ihnen ermöglichen, darin einzugreifen.

Bisher standen zwei Methoden der Biotechnologie im Mittelpunkt der öffentlichen Diskussion:

- Die Gentechnik erlaubt es den Forschern, einzelne Erbanlagen oder ganze Chromosomen in die Befehlszentrale der Zellen zu schmuggeln und so deren Verhalten zu steuern.
- Mit Hilfe der Klontechnik können sie das vollständige Erbgut eines Organismus in eine Eizelle schleusen und ihn auf diese Weise originalgetreu kopieren.

Die Entwicklungsbiologie hat sich nun zum Ziel gesetzt, die Lücke zwischen Genen und Organismus zu schließen. ES-Zellen könnten dabei zum entscheidenden Werkzeug werden.

Der Wunsch, sie herzustellen, bewegt die Biologen schon lange. Bereits 1981 gelang es, die zellulären Alleskönner aus

INTERFOTO

Zentauren-Darstellung von Botticelli
Werden die Fabelwesen Wirklichkeit?

Mäuseembryonen zu isolieren. Inzwischen sind die Forscher zu Virtuosen in der Behandlung dieser Mäusezellen geworden. Aktive Herzmuskelzellen, verschiedene Bestandteile des Blutes und Neuronen konnten sie daraus züchten. Vor allem aber eignen sich die Stammzellen ideal dafür, Genmanipulationen vorzunehmen.

Tausende genetisch veränderter Mäusestämme bevölkern die Labors weltweit. Die Wissenschaftler haben in den Tieren einzelne Erbanlagen lahmgelegt oder sie mit Schaltern versehen, die sich nach Wunsch durch Hormonspritzen betätigen lassen.

Doch so bereitwillig die Mäusezellen auch den Befehlen der Biologen gehorchten, die embryonalen Zellen anderer Tiere verweigerten sich. Allzu stark war ihr Drang, sich in ein Wesen mit Knochen, Haut und Organen zu verwandeln. Erst in jüngerer Zeit häuften sich die Meldungen, auch beim Hamster, Schwein, Huhn und Nerz seien gänzlich undifferenzierte Zellen gewonnen worden. In Jerusalem und Singapur, Australien und Schottland machten sich die Forscher daran, auch ES-Zellen der interessantesten Tierart in Kultur zu zwingen: diejenigen des Homo sapiens.

Im Wettrennen mit seinen Konkurrenten kam es Thomson zugute, daß er, mehr als jeder andere, Erfahrungen mit Verwandten des Menschen gesammelt hatte. In seinem Labor waren die ersten ES-Zellen von Rhesus- und Weißbüschelaffen gewachsen.

Deshalb kannte er das Procedere gut: Die Spende aus dem In-vitro-Labor ließ er zunächst zu einer Blastozyste reifen, einem Gewebeball aus etwa 140 Zellen. Die Schale des Balls bildet an einer Stelle eine Verdickung: Aus ihr entwickelt sich im Normalfall der ganze Mensch. Hier siedeln deshalb die Zellen, nach denen Thomson

suchte. Mit einer Pipette saugte er sie aus ihrem Zellverband.

Dann erst begann der schwierigste Schritt: Mit einem ausgetüftelten Cocktail von Nährstoffen gelang es Thomson, die Zellen am Leben zu erhalten und zugleich mit speziellen Hemmfaktoren ihren Differenzierungsdrang zu bremsen.

Sein Rivale Gearhart skizzierte in einem Kommentar der Zeitschrift „Science“, wozu Thomsons Forschertat dereinst nützlich sein könnte. Der Artikel liest sich wie das Manifest einer gewandelten Medizin.

Als erste, prognostiziert Gearhart, werde die pharmazeutische Industrie von den neuen Wunderzellen profitieren. Die Pharmakologen könnten gezielt Hirn-, Leber- oder Herzzellen kultivieren, um daran die Wirkung von Arzneistoffen zu studieren.

Noch allerdings ist keineswegs sicher, wie schnell dies gelingt. Denn Lebern und Herzen wachsen nicht wie Rüben auf dem Acker. Erst müssen die Forscher die Signalstoffe finden, welche die Entwicklung in Richtung Leber- oder Herzzelle lenken.

Trotzdem spekuliert Gearhart bereits über den nächsten Schritt. Erst mit ihm breche die Ära wirklich tiefgreifender medizinischer Fortschritte an: die Fabrikation von Transplantaten.

Bisher mühen sich die Forscher noch damit ab, aus dem Gewebe erwachsener Menschen Zellkulturen anzulegen. Die größten Erfolge erzielten sie bei der Haut. Im Biolabor wächst sie heran, mit einem speziellen Fibrinkleber läßt sie sich auf die Wunden von Brandopfern kleben.

Auch Knorpel aus der Bioretorte wurde bereits transplantiert. In Hannover arbeiten die „Gewebe-Ingenieure“, wie sie sich nennen, daran, Herzklappen von Schweinen mit menschlichem Muskel-, Epithel- und Bindegewebe zu besiedeln. Ebenfalls in Hannover gelang es, ebenso wie im Berliner Virchow-Klinikum, Lebergewebe zu kultivieren, das fähig ist, wie eine echte Leber Gift aus dem Blut zu filtern.

R. FRIEDMAN / NYT

Klonierer West, Cibelli, Robl
Den Homo sapiens im Visier

Diese Bemühungen werden dank der ES-Zellen einen enormen Schub erleben. So jedenfalls verspricht es die Firma Geron, die Thomsons und Gearharts Forschung finanziert hat. Eine Herzmuskel-Frischkur für Infarktpatienten, Pankreaszellen-Injektionen für Diabetiker und unbegrenzter Knochenmark-Nachschub für Leukämiekranke: all dies werde nun vorstellbar. Schon in drei Jahren, so Geron, würden die ersten Tierversuche an Affen beginnen.

Besonders interessiert an maßgeschneiderten Zellen aus der Retorte sind die Neurochirurgen. Denn abgestorbene Nerven werden vom Körper meist nicht mehr ersetzt. Parkinson, Alzheimer und viele andere Hirnerkrankungen wären nur heilbar, wenn die Ärzte ihren Patienten frisches Gewebe implantieren könnten. Otmar Wiestler und Oliver Brüstle ist es in der Bonner Uniklinik bereits gelungen, aus ES-Zellen von Mäusen reife Hirnzellen zu züchten. Gelänge dasselbe auch mit menschlichen Zellen, würde dies „völlig neue Möglichkeiten eröffnen, viele Erkrankungen zu heilen“, erklärt Wiestler.

Skrupel jedoch überkommen ihn bei der Vorstellung, größere Mengen von Hirngewebe eines nie geborenen Embryos ins Gehirn eines Patienten einzuflechten. Greifen sie – mit ihren fremden Erbanlagen – in den Denkvorgang ein?

Nicht nur die Neuronen von Empfänger und embryonischem Spender könnten sich schlecht miteinander vertragen. Ein ähnliches Problem stellt sich auch den Immunologen: Die Körperabwehr der Patienten wird das aus ES-Zellen gezüchtete Gewebe, wie jedes andere Transplantat, als fremd erkennen und deshalb attackieren.

Auch dafür hat Gearhart eine Lösung parat: Im dritten Schritt werde man beginnen, die ES-Zellen genetisch zu manipulieren. So könnten sie für das Immunsystem unkenntlich gemacht oder an den Körper ihres Empfängers angepaßt werden.

Perfekte Übereinstimmung zwischen Transplantat und Empfänger allerdings lasse sich nur erzielen, wenn die Ärzte neues Gewebe aus seinen eigenen Zellen züchten. Auch dies sei nun möglich, erläutert Gearhart. Die Dolly-Technik sei dabei die Methode der Wahl. „Therapeutisches Klonen“ wird diese Idee unter Fachleuten genannt (siehe Grafik).

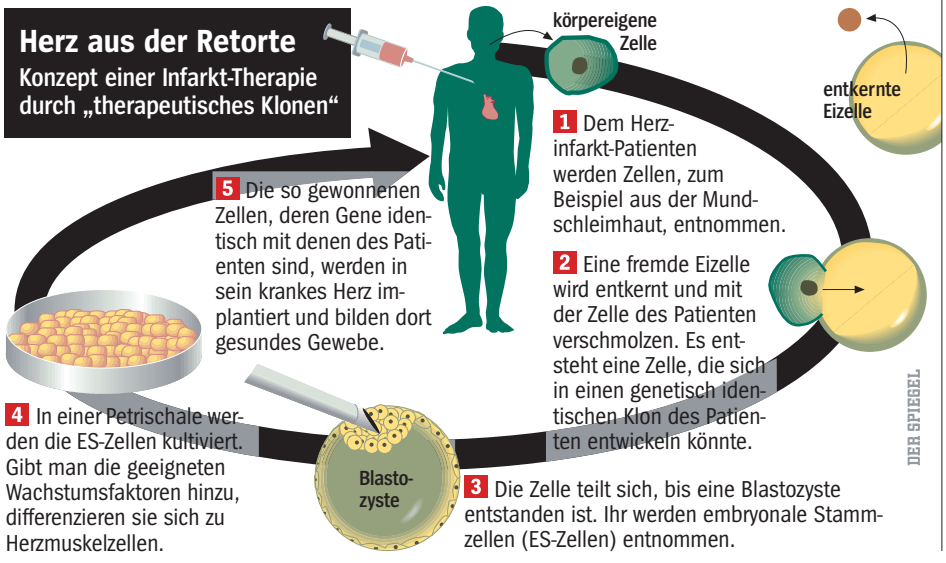
Bedenkenträger, die befürchten, früher oder später werde den Biolabors ein Frankenstein entspringen, kommen durch diese Visionen in Bedrängnis. Nach Dollys Geburt war es leicht, Schreckgespenster an die Wand zu malen: Armeen geklonter Diktatoren oder kopflose Ersatzwillinge, die als Organbanken dienen, gehörten dazu. Wirklichen Nutzen schien das Klonen von Menschen jedoch nicht zu verheißen.

Nach der Erzeugung von ES-Zellen hat sich die Situation plötzlich gewandelt. Denn die Fürsprecher des Klonens können nun mit Heilsversprechen aufwarten.

Schon drängt in den USA eine Allianz von Wissenschaftlern, den Bann aufzuheben, den die Regierung über die öffentliche Förderung der Embryoforschung verhängt hat. Als Präsident Clinton, „tief beunruhigt“ über die Aussicht auf Kuh-Mensch-Chimären, eine Expertenrunde einberief, wollte keiner der Angereisten die Empörung des Staatschefs teilen.

Eine ähnliche Debatte könnte auch den Deutschen bevorstehen. Bisher kann, wer in Freiburg, Hannover oder Lübeck die Thomson-Experimente wiederholt, mit bis zu drei Jahren Gefängnis bestraft werden. Denn jede Art von Forschung mit Embryonen ist in Deutschland illegal.

Kaum waren jedoch die Artikel von Thomson und Gearhart publiziert, regte sich Widerstand. „Selbstverständlich würde ich gerne mit ES-Zellen arbeiten“, erklärt Axel Haverich, Herzchirurg an der Medizinischen Hochschule Hannover, der seit Jahren Herzzellen zu kultivieren versucht. „Ich wünsche mir, daß bald eine Debatte in Gang kommt“, sagt auch der Bonner Pathologe Wiestler, der „sofort mit der Forschung daran anfangen würde“, wenn es ihm das Gesetz erlauben würde.

„Andernfalls kochen wir nur nach, was andere machen“, klagt Meinert Breckwoldt von der Frauenklinik der Universität Freiburg. „Die Wissenschaft muß voranschreiten, und deshalb muß es die Ethik auch.“

JOHANN GROLLE