

# „Jetzt wird alles machbar“

Mit dem Auftritt des geklonten Schafs „Dolly“ scheint ein Damm gebrochen: Erbgleiche Kopien auch von Menschen werden sich künftig in beliebiger Zahl herstellen lassen. Ethiker rufen nach Verboten. Kritiker zweifeln: Lässt sich die Anwendung der neuen Technik verhindern?

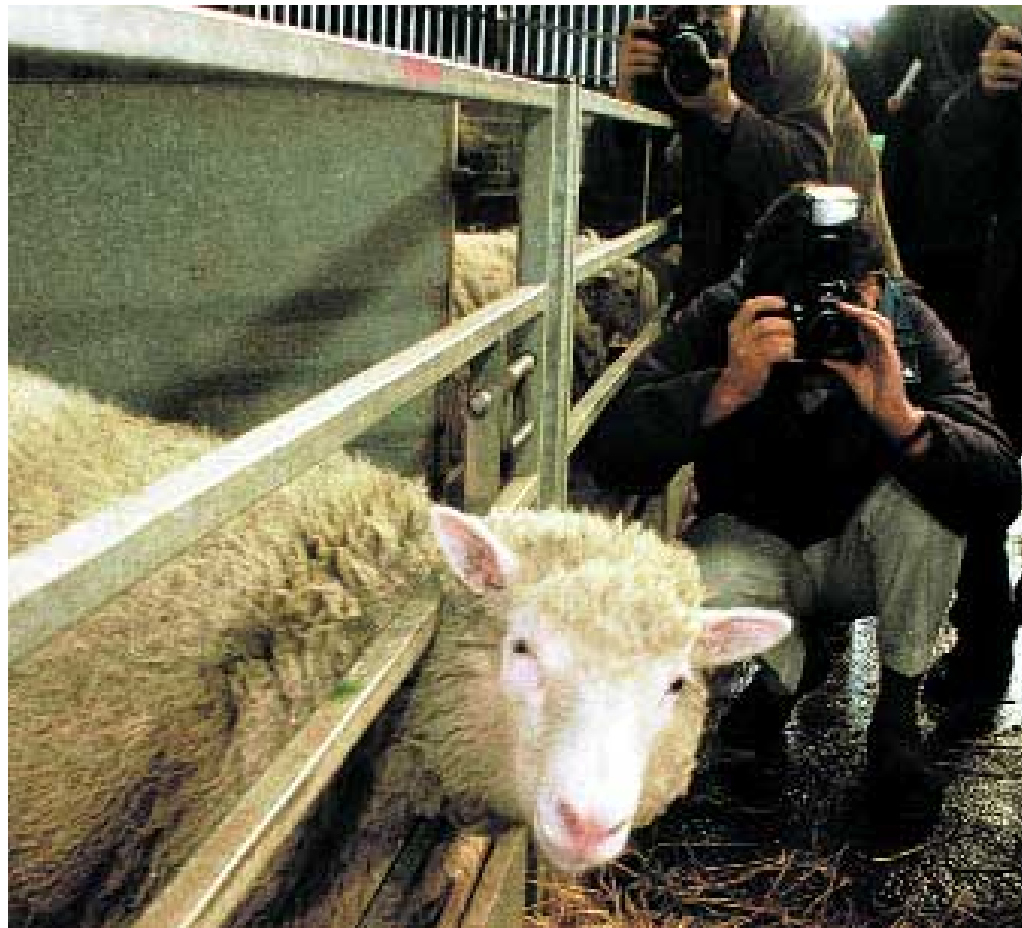
Vor rund einer Milliarde Jahren vermischten zwei winzige Bewohner der Weltmeere ihr Erbgut – die Natur hatte den Sex erfunden.

Seither bevölkern zwei Geschlechter den Planeten Erde. Der Sex wurde zum Regisseur eines gigantischen Lotteriespiels der Gene: Indem sich mütterliche und väterliche Erbanlagen zu immer neuen Varianten verbanden, entfaltete sich eine unerschöpfliche Vielfalt von Lebensformen.

Am 23. Februar des Jahres 1997 erfuhr die Öffentlichkeit von einem weiteren Wendepunkt in der Geschichte des Lebens: Der Homo sapiens, ein Erfolgsmodell der Evolution, schaffte den Sex als alleiniges Mittel zur Fortpflanzung wieder ab.

Als die einzigartige Kreatur, Ergebnis eines die Welt bewegenden Experiments, am Mittwoch letzter Woche vorgestellt wurde, avancierte sie augenblicklich zum Medienstar: „Dolly“, das erste vaterlose Säugetier, als Kopie eines anderen Schafes ohne geschlechtliches Tun geklont aus einer Euterzelle, benannt nach einer vollbusigen Countrysängerin.

Tagelang hielten sich die Aufnahmen von dem Tier, das aus seinem Bretterverschlag den Kopf in die Kameras streckte, in den Spitzenmeldungen der Abendnachrichten: So also sah das Wesen aus, das die INTERNATIONAL HERALD TRIBUNE als „größte wissenschaftliche Sensation des



Dolly bei Medienpräsentation, Dolly-Schöpfer Wilmut, Erschaffung Adams (oben)\*: Ein

\* Deckenfresko von Michelangelo in der Sixtinischen Kapelle in Rom.



Jahres, womöglich des Jahrhunderts“ feierte und von dem der britische Friedensnobelpreisträger Joseph Rotblat erklärte, mit seinem bloßen Dasein stehe „die Zukunft der Menschheit auf dem Spiel“: Es gleicht einem ganz gewöhnlichen Schaf. Es futtert zu Stäbchen gepreßtes Heu und beschnuppert neugierig und zutraulich die ebenso neugierigen Besucher.

Einzig die Schutzbataillone der Betreuer und Bewacher deuten darauf hin, daß

Dolly kein normales Schaf ist. Aus Angst vor Brandanschlägen von radikalen Tierschützern verlegen sie das Wundertier fast jede Nacht in eine andere Stallung. Zusätzlich wird der heubedeckte Schlafplatz der geklonten Dolly nächtens kontrolliert. Ein Wachmann: „Das ist der Höhepunkt meiner Laufbahn: Bodyguard für ein gottverdammtes Schaf.“

Dollys Heimstatt auf dem parkähnlichen Gelände des Forschungsinstituts im Dorf

Roslin bei Edingburgh gemahnt mehr an eine mecklenburgische LPG kurz vor der Wende als an den landwirtschaftlichen Komplex eines Instituts mit Weltgeltung. Neben einem halb eingestürzten Ziegelbau rosten zwei Heustapler. An den Flachbauten mit Wellblechdächern bröckelt die Farbe. Promenadenmischungen toben über verschlammte Höfe. Embryologe Bill Ritchie, Wissenschaftler am Roslin-Institut und einer der Geburtshelfer des geklonten Paarhufers: „Wie man sieht, nicht alles um Dolly ist High-Tech.“

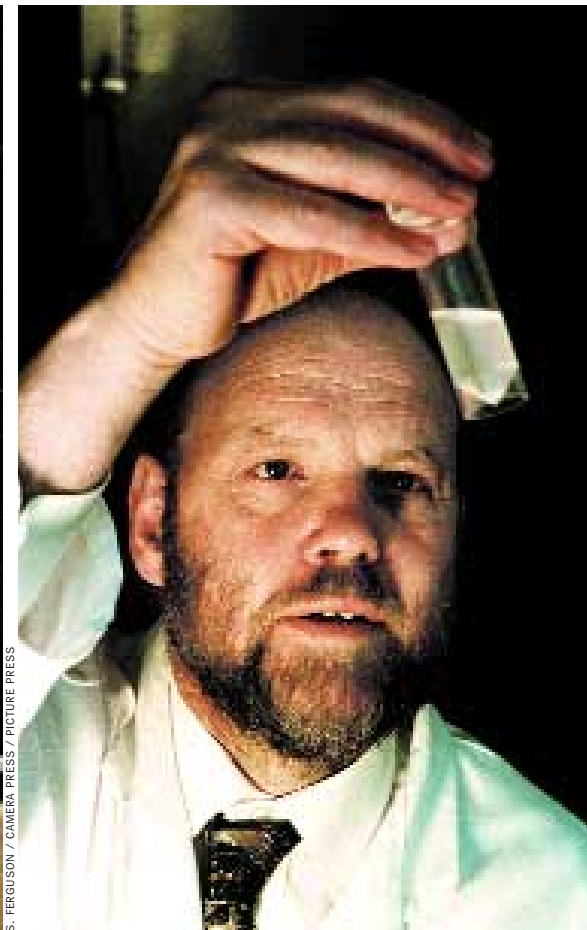
Dennoch könnte das unschuldig blöken- de Lamm die Pforte in eine gänzlich veränderte Welt öffnen. Denn freimütig gaben seine Schöpfer letzte Woche vor der Weltöffentlichkeit zu: Was ihnen mit diesem beige-wollenen Haustier gelungen sei, werde schon bald auch beim Menschen möglich sein: erbgleiche Kopien von Individuen in beliebiger Zahl herzustellen.

Solche Aussichten, die nach den Worten des englischen Wissenschaftsautors Andrew Marr „das Selbstverständnis der Menschheit in einem Maße verändern wie zuvor die kopernikanische Revolution und die Atomspaltung“, beschäftigen seither Politiker und Kommentatoren in aller Welt.

Seine „äußerste Besorgnis“ erklärte US-Präsident Clinton und beauftragte seine 18köpfige nationale Bioethik-Kommission, die US-Gesetze zu überprüfen.

Kirchenvertreter, etwa die Deutsche Bischofskonferenz, brachen den Stab über Dolly: Was bei Edinburgh geschah, sei ein „unzulässiger Eingriff in die Schöpfung“. Unterdessen stellte ein amerikanischer Jesuitenpater und Genetiker bereits Überlegungen an, ob ein Mensch und sein Klon wohl dieselbe Seele haben könnten.

Amerikanische Fernsehstationen, traditionell geneigt, jede Schreckensmeldung als unterhaltsame Show aufzubereiten, präsentierten ihre Nachrichtensprecher doppelt und vierfach auf dem Bildschirm. Redakteurinnen der Kölner Frauenzeitschrift EMMA zeigten sich angetan von dem



S. FERGUSON / CAMERA PRESS / PICTURE PRESS

M. MACLEOD

vaterloses Wesen, aus einem Euter gezeugt und mit elektrischem Strom zum Leben erweckt



**Absaugen von Eizellen aus Kuh-Gebärmüttern (in Holland): Hochleistungsbullen vom Fließband**

P. HENDRICKS / AGENTUR FOCUS

neuen Weg zu einer männerlosen Gesellschaft.

„Dies ist ein Freudentag“, fand auch Dollys Schöpfer, der schottische Embryologe Ian Wilmut: Die von ihm entwickelte Technik, die Dolly zum Leben verhalf, werde in naher Zukunft einen ganzen Zoo voller neuer und dem Menschen nützlicher Kreaturen hervorbringen.

Weil es mit dem Kopierverfahren gelungen ist, das Gen-Roulette bei der Vererbung zu umgehen, werden sich die gewünschten Lebewesen künftig so serienmäßig herstellen lassen wie Fließbandware.

Zwar könne er sich kaum vorstellen, „daß das Klonen die geschlechtliche Tierzucht jemals völlig ersetzen wird“, erklärte letzte Woche ein Manager der schottischen Pharmafirma PPL Therapeutics, die Wilmut's Experimente mitfinanziert. Doch prinzipiell gebe es keinen Zweifel daran, daß sich künftig die besten und teuersten Zuchtbullen und Mastschweine auf sichere Weise vervielfältigen ließen.

Ebenso werde es möglich sein, jene Wesen zu vermehren, die sich der Mensch durch Genmanipulation nach seinen Vorstellungen gleichsam am Reißbrett erschaffen hat – jene lebendigen Pharmafabriken etwa, mit denen sich Dolly den Stall teilt.

Mit diesen Gen-Schafen will die Firma PPL künftig viel Geld verdienen: mit Muttertieren, die mit ihrer Milch kostbare, als Medikamente verwendbare Menscheneiweiße ausscheiden.

Kaum ein Gebrechen – ob Krebs, Aids oder BSE –, das sich nicht durch Scharen genetisch völlig identischer

Versuchstiere erforschen und letztlich besiegen ließe, schwärmt Wilmut.

Wilmut's Klon-Tricks würden es auch erleichtern, jene phantastisch anmutende Schweinesorte zur Serienreife zu bringen, mit der schon heute in den Labors der Biotech-Firma Imutran im britischen Cambridge experimentiert wird: genmanipulierte Tiere, die als lebende Ersatzteillager für organkrankte Patienten dienen sollen (siehe Seite 228).

Nur eine Verwendung seiner Technik schließt Wilmut kategorisch aus: das Klonen von Menschen. „Dies ist nicht beabsichtigt, und wir fänden es widerwärtig.“

In den Beschwichtigungsformeln, mit denen Wilmut und seine Mitstreiter in der letzten Woche kritische Bedenken zu zerstreuen suchten, ließ sich das charakteristische Muster wiedererkennen, mit dem die Biotechnologen bisher noch jeden ihrer Fortschritte zu rechtfertigen suchten:

- ▶ Erstens: Eigentlich sei die angeblich so bedrohliche Entdeckung nichts wirklich Neues. Schon seit Jahrhunderten klonen die Landwirte Pflanzen, indem sie Ableger Wurzeln schlagen ließen. Auch das Klonen von Fröschen und Mäusen sei – wenn auch aus embryonalen Zellen – schon vor Jahren gelungen. Warum also die Aufregung über Dolly?
- ▶ Zweitens: Die Natur mache es nicht anders als die Bioingenieure. Normal gezogene Zwillinge seien schließlich nichts als natürliche Klone. Was sei soviel schlimmer an dem im Labor geschaffenen Schafdouble?
- ▶ Drittens: Die Entdeckung diene dem Wohle der Menschheit. Aus den Eutern von Dollys Nachfolgern ließen sich – zu niedrigen Preisen – lebensnotwendige Medikamente melken. Sei da ein Nein ethisch überhaupt zu verantworten?
- ▶ Viertens: Was wir noch nicht können, versprechen wir auch nicht zu machen. Den geklonten Menschen darf und wird es nicht geben.

Dafür, wie schnell derartige Beteuerungen ins Wanken geraten können, gab Wilmut selbst das beste Beispiel: Warum er denn, so fragte ihn ein Kollege im Studio des Senders Sky News, noch vor einem Jahr beteuert habe, das Klonen von Schafen aus Körperzellen sei von seiner Forschergruppe nicht beabsichtigt? Aus patentrechtlichen Gründen, so Wilmut's Antwort, habe er damals noch darüber schweigen müssen.

Auch das Wissenschaftsmagazin NATURE, das in sei-



JAUCH UND SCHEIKOWSKI

**Frankenstein, Retortenwesen\*: Menschen nach Maß?**

\* Filmszene aus „Frankensteins Braut“ (1935).

ner neuesten Ausgabe die Methode zur Klonierung von Säugetieren detailliert darstellt, gab seiner Skepsis Ausdruck. Alle Beteuerungen, auf die Anwendung des Verfahrens beim Menschen werde verzichtet, hätten zumindest „den Beigeschmack eines flauen Dementis unter dem Druck der öffentlichen Meinung“.

Im Internet verbreitet das Wissenschaftsblatt einen Aufruf, der vor den möglichen Folgen solcher Techniken warnt. Ein Harvard-Professor wird mit der Forderung zitiert, Wilmuts Arbeit hätte nie veröffentlicht werden dürfen: „Der Mißbrauch solchen Wissens durch Kriminelle oder ausländische Mächte ist nahezu unvermeidlich.“

Der offensichtlich prominente Warner, der anonym bleiben wollte, steht nicht allein. „Das Klonen wird sich nicht aufhalten lassen“, erklärt der US-Biologe Lee Silver. „Jetzt wird alles machbar, alle Grenzen sind gefallen.“

Tatsächlich scheinen mit der Geburt Dollys zwei Disziplinen zusammenzurücken, in denen sich die Forschertrüme von der Manipulierbarkeit des Lebens und die Ängste vor menschlichem Größenwahn gleichermaßen kristallisieren:

- ▶ die Gentechnik, die in ihrer letzten Konsequenz das Maßschneidern jeder beliebigen Kreatur erlaubt, und
- ▶ die Reproduktionsmedizin, die darauf zielt, die Herrschaft über die Fortpflanzung zu erlangen und die Zufälligkeiten der Sexualität auszuschalten.

Bis Wilmut sein Wunderschaf produziert hatte, hatte er 276 Eizellen vergebens verbraucht. Dann erst gelang ihm die Aufzucht von Dolly, dem „bemerkenswertesten Tier, das je geboren wurde“ (NEW SCIENTIST) – dem einzigen Wesen, das keinen Vater und drei Mütter hat: eine genetische Mutter, deren Kopie Dolly ist; eine Eimutter, welche die Eizelle spendete; und eine Leihmutter, die den geklonten Embryo austrug.

Darin unterscheidet sich Dolly von den Schafen Megan und Morag, mit denen Wilmut im vergangenen Jahr Aufsehen erregt hatte (SPIEGEL 12/1996): Diese beiden walisischen Berglämmer waren zwar ebenfalls genetisch identisch. Doch sie stammten von Embryonengewebe ab. Sie hatten noch einen biologischen Vater.

Erst was jetzt im schottischen Roslin geschah, kommt einem biologischen Quantensprung gleich: Während die Forscher bisher nur künstlich erzeugte Mehrlinge produzieren konnten, gelang es ihnen nun erstmals, ein ausgewachsenes Tier erbidentisch zu reproduzieren.

Mit geradezu artistischem Geschick gelang es Wilmut, unter dem Mikroskop die Zelle von Dollys Eimutter mit dem Erbgut ihrer Genmutter zu fusionieren (siehe Grafik).

Mit einer Kapillare, dünner als ein Haar, saugte er das im Schwarzlicht fluoreszierende Erbmaterial aus der Eizelle, um darin Platz zu machen für die Gene jener

Mutter, von der Dolly eine Kopie werden sollte.

Dann erst folgte der entscheidende Schritt: Wilmut programmierte den Zellkern in den Euter-Zellen der Genmutter um. Er tilgte gewissermaßen das Gedächtnis der Zelle daran, daß sie einmal eine hochspezialisierte Zelle gewesen war – so konnte sie zur Erbvorlage werden für ein komplettes neues Wesen.

Zwischen elektrischen Drähten, einer Art mikroskopischem LötKolben, platzierte er die Zellen von Genmutter und Eimutter nebeneinander und verschmolz sie durch Stromstöße. Das neue Gebilde enthielt jetzt die Euter-Erbmasse der Genmutter. Als es, durch Elektrizität zu neuem Leben erweckt, sich zu teilen begann, verpflanzte es der Forscher in den Uterus der Leihmutter, die nach 150 Tagen Schwangerschaft Dolly warf.

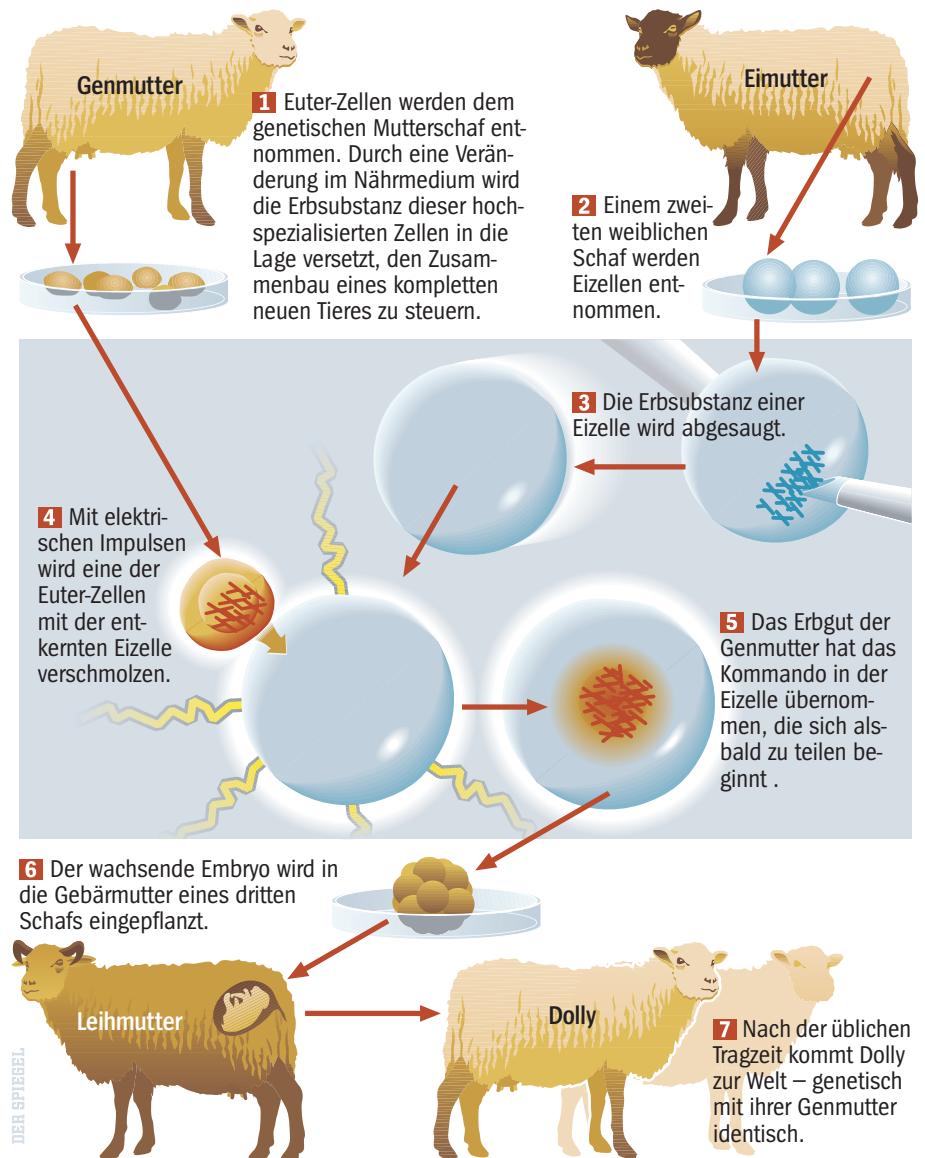
In die Reichweite des Machbaren rücken mit solchen Verfahren all jene düsteren Zukunftsphantasien von der Züchtbarkeit des Menschen, wie sie etwa der britische

Autor Aldous Huxley schon in den dreißiger Jahren beschworen hat. In Huxleys „Schöner neuer Welt“ leben zufriedene Menschen, die alle ihre Individualität verloren haben und für ihre Aufgabe gezüchtet sind. „Standardmenschen!“ läßt Huxley einen Fabrikdirektor in seinem Zukunftsroman begeistert ausrufen. „96 identische Zwillinge arbeiten an 96 identischen Maschinen!“

Auch die uralten Träume von Unsterblichkeit und Wiederauferstehung, beschworen in zahllosen Werken von der Bibel bis zu dem Science-fiction-Film „Jurassic Park“, gewinnen plötzlich Realitätsgehalt. Ein Hollywood-Opus wie „The Boys from Brazil“, in welchem der Nazi-Arzt Josef Mengele Frauen auf der ganzen Welt aus Körperzellen des toten Hitler geklonte Embryonen austragen läßt, erhält schaurige Aktualität.

Zwar erklärte Schaf-Kloner Wilmut in mehreren Interviews, derlei Verfahren seien unmöglich: Das entnommene Erbmaterial müsse „binnen weniger Tage“ mit

**Drei Mütter, kein Vater** Wie Embryologen das Schaf Dolly klonen



# „Die Angst ist berechtigt“

Interview mit dem Embryologen Ian Wilmut über das Klon-Schaf „Dolly“ und die Zukunft seines Verfahrens

**SPIEGEL:** Dr. Wilmut, bei einer Umfrage in den USA haben sechs Prozent aller Befragten angegeben, sie wünschten ein Klon von sich selbst. Wie viele Interessenten haben sich in der zurückliegenden Woche bei Ihnen gemeldet?

**WILMUT:** Einige hundert, übrigens vor allem Frauen. Darüber hinaus bekamen wir unzählige Zuschriften von Leuten, die uns beglückwünschten und uns für unsere weitere Arbeit ermutigten.

**SPIEGEL:** Haben Sie mit derart heftigen Reaktionen der Öffentlichkeit gerechnet?

**WILMUT:** Absolut. Wir freuen uns auch darüber, denn wir wollen, daß eine gründliche Diskussion über unsere Technik in Gang kommt.

**SPIEGEL:** Es geht da zum Beispiel das Gerücht um, das Schaf, von dem Dollys Gene stammen, sei schon seit zwei Jahren tot – und Dolly gewissermaßen seine Reinkarnation.

**WILMUT:** Quatsch. Die Zellen müssen wenige Tage nach ihrer Entnahme geklont werden, sonst verdirbt die Erbsubstanz. Unsterblichkeit gibt es nicht mit unserer Methode.

**SPIEGEL:** Man kann Zellen doch immortalisieren?

**WILMUT:** Schon. Aber dann eignen sie sich nicht mehr zum Klonen.

**SPIEGEL:** Wäre es nicht viel logischer gewesen, Dolly nach dem Schaf zu benennen, von dem seine Gene stammen? Dolly und jenes Wesen sind doch, wenn man so will, dasselbe Tier. Wie heißt es eigentlich?

**WILMUT:** Es hat keinen Namen. Es gibt nur ein Schaf, das berühmt ist, nämlich Dolly. Im übrigen ist es eben nicht dasselbe Tier. Denn nicht nur die Gene machen ein Individuum aus. Dolly hat zum Beispiel eine andere Lebensgeschichte als ihr Vorbild. Deswegen ist es auch aussichtslos, sich selbst oder einen Toten durch Klonierung neu zu erschaffen.

**SPIEGEL:** Die Klonierung wird auch als Methode diskutiert, unfruchtbaren Menschen zu Nachwuchs zu verhelfen. In Ihrer Familie gibt es drei halbwüchsige Kinder – glauben Sie, Ihre Beziehung zu ihnen wäre irgendwie anders, wenn sie nicht aus sexueller Aktivität entstanden wären, sondern als Klone?

**WILMUT:** Nun, was das angeht: Eines meiner Kinder ist nicht durch eigene sexuelle Aktivität entstanden. Es ist adoptiert. Aber die Gene entscheiden

doch nicht alleine darüber, zu welcher Persönlichkeit ein Kind heranwächst. Es kommt ebenso auf die Familie und die Umgebung an.

**SPIEGEL:** Was haben wir denn in Zukunft aus Ihrem Labor zu erwarten?

**WILMUT:** Wir brauchen einen besseren Weg, die mit den Fremdgenen verschmolzene Eizelle zur Teilung zu aktivieren. Normalerweise geschieht dies durch das Spermium. Wir hingegen versuchen, die Eizelle mit Stromstößen zum Leben zu erwecken. Aber dabei verlieren wir noch zu viele Eier.

**SPIEGEL:** Und weiter?

**WILMUT:** Noch müssen wir die befruchteten Eizellen in die Gebärmutter von lebenden Schafen einpflanzen, um sie dort heranwachsen zu lassen. Auch deshalb haben wir große Verluste und können obendrein nicht kontrollieren, was beim Wachstum geschieht. Gelänge es, die Föten direkt im Labor zu kultivieren, wäre das viel effizienter.

**SPIEGEL:** Solche Projekte versetzen viele Menschen in Panik. Es herrscht die große Angst, Ihre Technik könnte mißbraucht werden.

neuen Eizellen verschmolzen und der Leihmutter eingepflanzt werden. Doch vor den Kameras des englischen Senders Sky News behauptete gleich darauf ein Manager der Firma PPL das Gegenteil: Dolly sei aus tiefgekühltem – und damit nahezu unbegrenzt haltbarem – Material entstanden.

Beinahe am Ziel ihrer Sehnsüchte sahen sich da plötzlich all jene, die ihre Verwandten nach deren Tod hatten einfrieren lassen – um sie zu neuem Leben zu erwecken, sobald dies die fortschreitende Wissenschaft ermöglichen würde.

Manch bizarres Ansinnen wurde an Wilmut herangetragen. So fragte ein Geschwisterpaar per E-mail an, ob sie sich nun, weil beide kinderlos, Hoffnung machen dürften, vielleicht ihren Vater als Kind aufziehen zu können.

Die Kunde aus Schottland könnte auch wahnwitzige Forderungen wieder auf die Tagesordnung rücken, wie sie James Watson, der Strukturaufklärer der Erbsubstanz, bereits 1971 erhoben hatte.

Vermutlich noch in diesem Jahrhundert, hatte der Nobelpreisträger damals erklärt, werde die Zeit für das Menschen-Kloning kommen: „Zur Lösung ihrer immer komplexeren Probleme braucht die Welt dringende Kopien von wirklich außergewöhnlichen Menschen.“

Auch wenn Watson mit solchen Gedanken allenfalls auf entsetzten Widerhall stieß, so wird sich das moralische Verbot, künftig Menschen zu klonen, keineswegs so leicht durchhalten lassen, wie die Befürworter von Wilmuts Technik behaupten.



Embryologe Wilmut: „Die Menschheit ist eine sehr moralische Gattung“

**WILMUT:** Die Angst ist völlig berechtigt. Wir haben von Beginn an gesagt: Mit unserer Technik lassen sich auch genetische Kopien von Menschen herstellen. Nur eindeutige Gesetze können das verhindern.

**SPIEGEL:** Doch Gesetze werden gebrochen.

**WILMUT:** Natürlich. Aber im großen und ganzen ist die Menschheit doch eine sehr moralische Gattung.

ten. Denn ein solcher Bann ist schwierig, wenn nicht unmöglich durchzusetzen.

Schon bald könnte die jetzt zur Schau getragene Einigkeit über den Sinn eines solchen Verbotes bröckeln. So verbreitet NATURE über das Internet einen Kommentar des Pariser Molekulargenetikers Axel Kahn, in dem dieser ankündigt, wie schon bald die öffentliche Meinung zugunsten des Klonens umschlagen könnte.

Frauen, deren Eierstöcke steril und die deshalb nicht einmal durch künstliche Befruchtung besambar sind, so fürchtet er,



J. WISCHMANN / AGENTUR FOCUS

**Eineiige Zwillinge:** Die Versuchung, den Homo xerox zu erzeugen

könnten künftig ihren Nachwuchs per Kloning einfordern. Wenn in Industriegesellschaften mit fortgeschrittener Reproduktionsmedizin schon heute alle denkbaren Mittel gegen Unfruchtbarkeit eingesetzt werden, so werde es schwerfallen, solchen Frauen eine Schwangerschaft à la Dolly zu verwehren; und wäre das Tabu einmal gebrochen, dann würde, so Kahn, das Klonen von Menschen vermutlich unter immer neuen Umständen geduldet.

Ohnehin fällt die Geburt Dollys in eine Zeit, in der sich wachsende Mehrheiten in den Industrieländern mit der einstmal verurteilten Gentechnik und Reproduktionsmedizin abfinden: Die Zeugung von Retortenbays, einst heftig umstritten, ist ebenso zur Alltagstechnik und zu einem Milliardenmarkt geworden wie die Herstellung von Genmedikamenten, etwa dem Insulin.

Selbst Öko-Fundis ziehen sich aus alten Gefechtspositionen gegen die Biomedizin zurück. „Es wäre kleinkariert“, so formuliert es der Grünen-Bundestagsabgeordnete Manuel Kiper, „die Augen vor gewissen Erfolgen der Gentechnik zu verschließen.“

An die Stelle der Diskussion über Risiken und Allmachtsphantasien der Erbgut-Manipulateure ist eine Ethik-Debatte darüber getreten, wie weit die Ausübung solcher Macht gehen dürfe. Statt der streitbaren Öko-Institute, welche die neuen Möglichkeiten einst ausnahmslos verdammt, regen sich nun in Europa und Amerika Ethik-Kommissionen, die mit den Nutznießern der Biomedizin kollaborieren und sie in Streitfragen beraten:

► Der amerikanische Biotechnik-Unternehmensverband will Manager der Branche zu einem Ethik-Komitee zusammenschließen. Ein Ethik-Professor soll die Gruppe betreuen.

► Die britische SmithKline Beecham stiftete dem Center for Biomedical Ethics

an der kalifornischen Stanford-Universität eine Million Dollar für die Untersuchung einschlägiger Fragen.

► In Bonn, Freiburg, Göttingen und Tübingen wurden Zentren für ethische Fragen der Medizin, Wissenschaft und Biotechnik eingerichtet.

Der plötzliche Boom der Bioethik ist vor allem ein Ausdruck tiefster Verunsicherung in der Gesellschaft. Täglich finden sich auf den Spalten der Fachzeitschriften neue Erfolgsmeldungen von der Biofront. Chiffriert im Jargon der Immunologen, Embryologen, Genetiker und Biochemiker, künden sie von meist winzigen Schritten auf dem Weg in eine Welt, in der dem Menschen eine grundsätzlich gewandelte Rolle zukommen wird.

Hinter den nüchternen Beschreibungen der denkbar unspektakulär erscheinenden Versuchsaufbauten verbirgt sich die immer gleiche Botschaft: In den Petrischalen und den Brutkästen der Bioingenieure sind

## Gesetz im Mutterleib

### Rechtliche Grenzen der Reproduktionsmedizin

#### SAMENSPENDE

Spermien aus Samenbanken werden in die Gebärmutter injiziert

erlaubt in



#### SAMENSPENDE VON TOTEN

Injektion mit den Spermien Verstorbener



#### SEXING

Durch Separieren der Samenzellen wird das Geschlecht des geplanten Kindes gewählt



#### EIZELLENSPENDE

Entnahme und Weitergabe von Eizellen



#### IN-VITRO-FERTILISATION (IVF)

Eizellen werden in der Petrischale mit dem Samen verschmolzen und wieder in die Gebärmutter eingesetzt



#### IVF MIT PRÄIMPLATIONS-DIAGNOSTIK

Dem achtzelligen Embryo wird eine Zelle entnommen und auf bestimmte Erbkrankheiten untersucht; je nach Testergebnis wird der Embryo in die Gebärmutter implantiert oder vernichtet



#### LEIHMUTTERSCHAFT

In vitro erzeugter Embryo wird von einer Leihmutter ausgetragen



#### EINFRIEREN VON EMBRYONEN

Konservieren von befruchteten Eizellen

maximal 10 Jahre



#### LABORVERSUCHE MIT EMBRYONEN

Experimente mit befruchteten Eizellen

maximal 14 Tage



#### KLONEN

Herstellung von genetisch identischen Menschen



Embryonen-Klonung 1993 durchgeführt

#### KEIMBAHN-THERAPIE

Fremde Gene werden gezielt ins Erbgut der Keimzelle eingebaut, es entsteht ein veränderter Embryo

bisher nur bei Tieren: Transgene Tiere werden als Versuchstiere oder zur Medikamentenherstellung verwendet

DER SPIEGEL

Gewebe, Zellen und Erbgut zum Werkstoff einer Zukunftsindustrie geworden. Durch ihre Produkte werden Begriffe wie Schicksal oder Identität und Einzigartigkeit grundsätzlich in Frage gestellt.

So liest sich etwa die Chronik der Fortpflanzungsmedizin wie ein Dokument der fortschreitenden Werteeosion. 1991: In einer Birminghamer Klinik wird erstmals das Kind einer Jungfrau geboren. 1992: In Italien bringt eine 62jährige Frau einen gesunden Jungen zur Welt. 1993: Eine Niederländerin kommt mit Zwillingen nieder, einem weißen und einem schwarzen Baby – die Ärzte hatten bei der Reagenzglaszeugung offenbar eine unsaubere Pipette verwendet. 1994: Rodger Gosden von der Universität in Edinburgh plant, abgetriebenen Föten Eizellen zu entnehmen, um sie als Eispende zu verwenden – er will Kinder nie geborener Mütter erzeugen. 1995: Vor einem kalifornischen Gericht werden erstmals Ärzte wegen Embryo-Diebstahls angeklagt. 1996: In England entbrennt ein Streit, ob die Vernichtung von 3000 befruchteten Eizellen einem Massenmord gleichkomme.

Die Ställe, Käfige und Labors der Gen- und Biotechniker werden derweil längst von 14ägigen Fliegen, von epileptischen Mäusen und von Schweinen mit vermenschlichtem Blut bevölkert. Gene von Sonnenblumen wurden ins Erbgut von Schafen eingeschleust, schnellwachsende Lachse stehen im Dienst von Bauern und Aquafarmern, gentechnisch veränderte Raubmilben verlassen die Labors.

Mehr als 10 000 verschiedene sogenannte transgene Tierstämme wurden bereits erzeugt. Die meisten von ihnen – vor allem Alzheimerkranke, fettstüchtige, immunkranke oder krebsanfällige Mäuse – fristen ihr Dasein im Dienste der medizinischen Forschung.

Jetzt soll auch die zweite Generation von Tieren aus dem Genlabor ihre Tauglichkeit unter Beweis stellen: Rinder, Schafe, Ziegen, Schweine und Kaninchen als lebende Pharmafabriken oder Organbanken.

Seit langem grämt die Biotechnologen, daß Bakterien und Pilze komplexe Proteine nur in geringen Mengen herstellen kön-

nen. Deshalb hoffen die Bio-Visionäre, Kühe, Schweine oder Schafe künftig gleichsam als lebende Bioreaktoren einsetzen zu können.

In Schottland, dem Geburtsland des Klon-Schafs Dolly, war es 1987 Forschern erstmals gelungen, ein fremdes Gen gezielt so ins Erbgut einer Maus zu dirigieren, daß es nur in den Milchdrüsen aktiv wurde – damit war der Weg frei für das Melken von Arznei.

Zwei Unternehmen haben die Medikamente aus dem Viehstall bereits in der klinischen Erprobung: Die US-Firma Genzyme gewinnt aus der Milch gentechnisch veränderter Ziegen einen menschlichen Blutgerinnungsfaktor. Die schottische PPL, Sponsor der Dolly-Forschung und Pionier des Gen-Pharming, testet aus Schafeutern gewonnenes Alpha-1-Antitrypsin an Patienten, die an Lungenemphysem oder der erblichen Lungenkrankheit Mukoviszidose leiden.

Das DEUTSCHE ÄRZTEBLATT zählte 43 menschliche Eiweiße auf, die demnächst vom Bauernhof kommen könnten – von Insulin und Interferonen über Hämoglobin und diverse Antikörper bis zu dem Blutserumprotein Albumin.

Welch gewaltige Gewinnspannen sich die Pharmabauern versprechen, zeigt eine Abschätzung einer finnischen Forschergruppe, der es gelang, das Gen für das Blutbildungshormon Erythropoetin (EPO) – gleichzeitig beliebtes Dopingmittel von Hochleistungssportlern – ins Erbgut eines Kalbs zu schleusen: Ein Milligramm dieser Substanz kostet gegenwärtig 5000 Mark. Aus dem Euter einer einzigen EPO-Kuh aber ließen sich theoretisch jährlich bis zu 60 Kilogramm gewinnen – mehr als die gesamte derzeitige Weltproduktion.

Solche Entwicklungen von Arzneimitteln aus dem Viehstall dürften sich durch den Erfolg mit Dolly noch erheblich beschleunigen. Denn künftig haben es die



**Forschung an genmanipulierten Schafen\*:** Lebendige Tiere

Forscher nicht mehr nur mit den fragilen und schwer zu gewinnenden Embryonalzellen zu tun, sondern mit ausgewachsenen Zellen, etwa – wie bei Dolly – aus dem Euter, die in fast unbegrenzter Menge verfügbar sind.

Mit elektrischen Strömen, Injektionskapillaren, vor allem aber mit der Hilfe von Viren haben die Forscher gelernt, Erbanlagen mit zunehmender Präzision in den Kern ihrer zellulären Opfer zu dirigieren.

So ungeniert die Genarchitekten ihrem Gestaltungswahn bei Tieren nachgehen, so undenkbar wäre gegenwärtig noch die Anwendung ihrer Techniken im Dienste einer Veränderung des Menschen – doch die Betonung liegt auf „noch“. So stellt sich die Frage: Werden die Forscher auch langfristig der Versuchung widerstehen können, den

\* Versuchstiere am israelischen Vulcani-Institut, die in ihrer Muttermilch ein menschliches Blutserumprotein erzeugen sollen.

**Mensch und Schöpfung** Chronik der künstlichen Fortpflanzung

■ Tierversuch ■ Versuch am Menschen

**1875 Beobachtung der Befruchtung**

Der deutsche Biologe Oskar Hertwig beschreibt die Verschmelzung von Ei- und Samenzellkern beim Seeigel

**1878 Befruchtung außerhalb des Mutterleibes**

gelingt dem Österreicher L. Schenk mit den Eizellen von Meerschweinchen auf einem Stück Gebärmutter-schleimhaut

**1944 Befruchtung im Reagenzglas**

von menschlichen Eizellen durch die Amerikaner J. Rock und M. F. Menkin

**1952 Tiefgefrorene Spermien**

Befruchtung einer Kuh mit gefrorenem Sperma – die schwangere Kuh gebärt ein gesundes Kalb

**1952 Klonierung**

von Fröschen aus den Zellen einer jungen Kaulquappe

**1953 Tiefgefrorene Spermien**

benutzt zur künstlichen Befruchtung einer Frau

**1959 Retortkaninchen**

Erste Geburt eines im Reagenzglas gezeugten Säugetiers

**1972 Gefrorene Embryonen**

Es gelingt, lebende Mäuse hervorzubringen



Samenproben in flüssigem Stickstoff



AFP/DPA

als Pharmafabriken und Organbanken

Trunksucht, heißt es nun, sei angeboren, die Depression nichts als ein Geschicksal, und selbst Charakterzüge wie Gutmütigkeit oder Ordnungsliebe seien in die Wiege gelegt.

Eineiige Zwillinge, die weit getrennt voneinander aufwuchsen, aber dennoch auch als Erwachsene verblüffende Gemeinsamkeiten zeigten, gelten als einer der Belege für die angebliche Vorherrschaft des Erbguts.

Nachdem auf diese Weise der Mensch zur Marionette seiner Gene erklärt wurde, betreten die Genanalytiker die Szene. Sie vermessen die Gene jedes einzelnen und erstellen ihm daraus sein Orakel. Ein Blutstropfen, ein Quentchen abgeschilferte Haut oder eine Haarwurzel reichen im Prinzip aus, um Hunderte von Erbkrankheiten zu diagnostizieren. Zunehmend trauen sich die Genanalytiker auch zu, die Neigung zur Arteriosklerose, ein spezielles Brustkrebsrisiko

oder die Gefahr, im Alter an Alzheimer zu verblöden, zu prognostizieren.

„Im Jahr 2020 wird man in die Apotheke gehen, sich innerhalb von etwa einer Stunde seine Sequenz bestimmen lassen und sie auf einer Compact-Disc mit nach Hause nehmen, um sie zu analysieren“, kündigt Nobelpreisträger Walter Gilbert an.

Das Resultat kann gar nicht anders als erschütternd sein: Im Zeitalter der genetischen Datenerfassung wird es gesunde Menschen nicht mehr geben – jeder wird seinem Datensatz entnehmen können, daß seine Genausstattung irgendwo fehlerhaft, seine Gesundheitsprognose durch spezifische Erbängel verdüstert ist.

Haben auf diese Weise erst einmal die Gendiagnostiker ihr Urteil über die Krankheitsrisiken eines Menschen gesprochen, so bieten ihm die Gentherapeuten ihre Dienste an, um diesem Schicksal zu entkommen.

Im September 1990 wagte es erstmals ein Arzt, ein Gen in eine menschliche Körperzelle zu schleusen, um eine Erbkrankheit zu heilen. Inzwischen wurden weltweit schon rund 200 gentherapeutische Studien am Menschen unternommen. Daß die Erfolge bisher bescheiden sind, dämpft die Zuversicht der Genchirurgen wenig.

Doch so experimentierfreudig sie im Erbgut von menschlichen Leber-, Schleimhaut-, Bindegewebs- oder Immunzellen herumoperieren, bisher beteuern sie fast unisono: Die Keimzellen bleiben tabu. Erst dann wäre die Schwelle zum Menschen-design überschritten. Doch die Mediziner haben es einstweilen leicht, ihre Enthaltsamkeit zu beteuern. Denn noch beherrschen sie den Eingriff in die Keimbahn nicht.

Das allerdings könnte sich mit der Geburt des Schafes Dolly schon bald ändern. Denn mit der Verheiratung von Gentechnik und Reproduktionsmedizin ist eine wichtige Voraussetzung einer zukünftigen Keimbahntherapie erfüllt.

Wie weit es mit dieser Fusion zweier bislang strikt getrennter Forschungsdisziplinen schon gekommen ist, konnte kürzlich eine deutsche Ethikkommission begutachten. Die Bioethiker hatten über den Antrag von Klaus Diedrich zu befinden, in der Lübecker Universitätsklinik die sogenannte Präimplantationsdiagnostik zuzulassen.

Der Reproduktionsmediziner wollte – wie es von Ärzten im Ausland bereits seit fünf Jahren praktiziert wird – im Reagenzglas gezeugte Embryonen vor ihrer Einpflanzung in die Gebärmutter auf bestimmte Gendefekte testen. Auf diese Weise, so seine Begründung, ließe sich sicherstellen, daß genetisch vorbelastete Mütter keine erbkranken Babys zur Welt bringen.

„Juristisch verboten, doch ethisch zu rechtfertigen“, lautete das salomonische Urteil der Kommission – ein deutlicher Aufruf an den Gesetzgeber, das in diesem Punkt als zu restriktiv empfundene Embryonenschutzgesetz aufzuweichen.

Dolly macht nun auch viel weiterreichendere Eingriffe zumindest denkbar: Einzelne Körperzellen erbkranker Eltern könnten zum Beispiel genetisch repariert

Homo xerox zu erzeugen? Oder wird auch die tiefgreifende Manipulation der Natur etwas so Alltägliches, daß am Ende die Unantastbarkeit der Menschenwürde perdu geht?

Den ideologischen Nährboden für den Menschen nach Maß haben die Forscher längst geschaffen. Schritt um Schritt schürten sie den Glauben an die Allmacht der Gene, beteuerten, deren Botschaften entschlüsseln zu können, und wiesen schließlich nach, daß die gezielte Veränderung des Erbguts möglich sei.

Die Vorhut bildeten die Sequenzierer. 1989 riefen sie das Genomprojekt ins Leben: Das gesamte Erbgut des Menschen sollte in einer gewaltigen wissenschaftlichen Kraftanstrengung entschlüsselt werden.

Einher damit ging der wachsende Glaube an den überragenden Einfluß der Gene. Nicht nur die Farbe der Haut, die Form der Nase oder die Blutgruppe gelten mittlerweile als genetisch bedingt. Auch die

**1978 Retortenbaby**

Geburt von Louise Brown – das Mädchen wurde außerhalb des Mutterleibs, im Reagenzglas, gezeugt

**1983 Spenderinnen-Ei**

Einer Frau wird ein fremdes, mit Spermia des Ehemanns befruchtetes Ei eingepflanzt; ein gesundes Kind wird geboren

**1984 Gefrorener Embryo**

In Australien wird das Mädchen Zoe geboren, entstanden aus einem gefrorenen Embryo

**1986 Leihmutter**

Mary Beth Whitehead aus den USA weigert sich, das aus dem befruchteten Ei ihrer Auftraggeber in ihrem Leib gewachsene Kind wie vereinbart abzugeben

**1986 Klonierung**

von Schafen durch Vervielfältigung von Embryonalzellen



**1992 62jährige Mutter**

Rosanna Della Corte aus Italien bringt ein Baby zur Welt; das Spermia stammt von ihrem Ehemann, die Eizelle von einer anonymen Spenderin

**1993 53jährige trägt Enkel aus**

Die Amerikanerin läßt sich die im Reagenzglas befruchtete Eizelle ihrer Schwiegertochter einpflanzen

**1993 Klonierung**

Der US-Forscher Jerry Hall löst mit der Klonierung von Menschen-Embryonen weltweiten Protest aus

**1997 Klonierung**

von Schafen aus den Körperzellen erwachsener Tiere

# „Irgendwie spielen die Gott“

Schottische Dörfler und Schöpfer von Klon-Schafen – eine ungewöhnliche Nachbarschaft in der Ortschaft Roslin

In tückischen Böen jagt der kalte Wind über die Main Street von Roslin. Im „Ole Rosslyn Pub“ rückt Stammgast Tessa, 86, noch ein Stückchen näher heran ans offene Gas-Feuer.

„Endlich ist mal was los bei uns“, freut sich die Greisin. Bislang zog Roslin, 2000 Einwohner, zwei Pubs, eine Bingo-Halle sowie eine Episkopal-Kirche mit Pastorin, auswärtige Besucher bestenfalls wegen seiner 1446 errichteten Freimaurer-Kapelle an.

Doch jetzt vergeht kein Tag, an dem das schottische Bauernkaff südlich von Edinburgh nicht in den Nachrichten ist. „Irgendwie monströs und beängstigend“ sei es ja schon, meint Rupert, der in der nahen Psychiatrie-Klinik die Heizkessel in Gang hält und nun mit drei Zechkumpanen am Pub-Tresen lehnt.

Irgendwo habe er gelesen, manche Wissenschaftler setzten die Existenz

lich schaffe die Forschungseinrichtung Arbeitsplätze für etwa drei Dutzend Dörfler.

Außerdem kenne man im Pub ja einige der beteiligten Wissenschaftler – sie kehren jeden Freitag zum Lunch oder auf ein paar Feierabend-Biere hier ein. Und diese Gentlemen mit ihren Jacketts und Schlipsen sähen nun wahrlich nicht aus, als ob sie „Frankensteins züchten“. Trotzdem, mischt sich Tessa aus der Kaminecke lautstark ein, „irgendwie spielen die Gott“.

Der Embryologe Bill Ritchie ist einer von denen, die Stolz und Unbehagen seiner Mitbürger wecken. Der Mitarbeiter von Ian Wilmut sitzt in Zimmer 103 im Flachbau des Roslin-Instituts, dessen Labors und Büros über knapp ein Dutzend in Billigbauweise erstellter Gebäude am westlichen Ortsrand verstreut sind. Der kaum zehn Quadratmeter kleine und völlig überhitzte

den „Rand eines Nervenzusammenbruchs“ treibt. Unentwegt müßten sich er und seine Kollegen mit lästigen Laien-Fragen herumschlagen, statt weiterhin am 25 000 Pfund teuren Nikon-Mikroskop drehen zu können.

Ritchies Institut genießt weltweit einen erstklassigen Ruf. Das Zentrum, 1919 als Tierforschungsstation gegründet, beschäftigt 320 Mitarbeiter sowie 37 leitende Wissenschaftler und ist damit das größte staatliche Tierforschungsinstitut Großbritanniens. Untermieter PPL Therapeutics, ein Biotech-Unternehmen mit 140 Mitarbeitern, hat als Finanzier der Forschung bereits die Patentierung der neuen Klon-Methode beantragt.

In die Schlagzeilen gerieten die Forscher aus der schottischen Provinz schon öfter: Erst avancierte 1987 Tracy, das Schaf, aus dessen Euter das Medikament Alpha-1-Antitrypsin rann, zum Medienstar. Dann, im vergangenen Jahr, wurden die genetisch identischen Zwillingsschafe Megan und Morag berühmt.

Die in dem Klon-Schaf Dolly gipfelnde Zusammenarbeit von staatlichem Institut und privatem Unternehmen wird von den Regierungsbehörden in London als jüngster Beweis effizienter Forschungspolitik gefeiert. Im Vereinigten Königreich wird, spätestens seit der industriehörigen Thatcher-Ägide, weit mehr als in Kontinental-Europa eine enge Symbiose zwischen Forschungsdrang und Profitdrang gezielt gefördert.

Doch die Prominenz hat für Ritchie und seine Kollegen auch seine Schattenseiten: Seit einer Serie von Brandanschlägen durch militante Tierschützer ist der 40-Hektar-Komplex durch Zäune, Schranken und Video-Überwachungskameras gesichert wie eine Militäranlage. An acht Monitoren läßt sich jede Bewegung an den fernbedienten Straßen-Schranken überwachen.

Und dann sind da noch die lästigen Ängste der Öffentlichkeit. Der Wirbel um Dolly und deren Schöpfer, vor allem aber die öffentliche Diskussion um die ethische Dimension ihrer Wissenschaft, erklärt Ritchie, gehe ihm „nur noch auf den Geist“. Entnervt stöhnt er: „Man kommt sich ja fast schon wie ein Krimineller vor.“



P. HENDRICKS / AGENTUR FOCUS

Medikamentenproduktion bei PPL Therapeutics\*: „Monströs und beängstigend“

der im Labor geschaffenen Dolly in seiner Bedeutung mit der Erfindung der Atombombe gleich – und dieses unheimliche Tier steht nun keine Meile vom Zapfhahn des Pubs entfernt im Stall.

Bullshit, erwidert Ralpie, der Gärtner. „Richtig stolz“ müsse man in Roslin sein, daß an ihrem Institut der Forschungserfolg gelungen sei und nicht „in Amerika oder sonstwo“. Schließ-

Laborraum stinkt penetrant nach frischem Bohnerwachs.

Laut knattert der Kühlschrank, Musik schnarrt aus einem Kofferradio aus den frühen sechziger Jahren, ein verdrehter Kleiderbügel dient als Antenne.

In diesem winzigen Raum, erzählt Ritchie, gelang irgendwann letztes Frühjahr jene Manipulation, die ihn nun an

\* Aus der Milch gentechnisch veränderter Schafe.



**Retortenkinder-Party\***: Eine Technik, die Jungfrauengeburt und gebärende Greisinnen hervorgebracht hat

AMW

und dann als Klone in die Gebärmutter einer Frau implantiert werden.

Vor allem die Amerikaner stehen in dem Ruf, einem biologischen Machbarkeitswahn allzu leicht zu verfallen: In einem Land, in dem sich schon heute Begüterte beim Tod kryogenisch konservieren lassen, in dem eingefrorene Spermien von Nobelpreisträgern und Spitzensportlern öffentlich gehandelt werden, scheint auch ein Katalog mit ihren geklonten Duplikaten denkbar.

Und wenn schon heute – auf dem Wege der Leihmutter – eine Großmutter ihren Enkel austrägt, warum soll dann nicht auch eine Tochter mit ihrem Vater schwanger gehen dürfen?

Es gab sie ja schon, jene Amerikanerin, die ein Kind ausdrücklich zu dem Zweck geboren hat, ihrem anderen Kind Knochenmark zu spenden. Wird es da nicht auch das erste amerikanische Ehepaar geben, das sich, sobald Bedarf besteht, bei einem geklonten Ersatzkind bedient?

Längst finden sich in den USA Ethiker und Philosophen, die der Menschenklonierung das Wort reden. An der asexuellen Fortpflanzung sei „grundsätzlich nichts auszusetzen“, erklärte etwa der kalifornische Bioethiker Michael Shapiro. Einer seiner Kollegen erklärte die Reproduktion im Laboratorium gar für „radikal menschlicher als die Empfängnis im gewöhnlichen heterosexuellen Geschlechtsverkehr“. Schließlich sei sie „gewünscht, gewählt und kontrolliert“, gerade darin unterscheide sich „der Homo sapiens vom Tier“.

Solche Äußerungen bestärken den Medizinethiker John Fletcher von der University of Virginia in der Sorge, ein „abschüssiger Weg hin zu immer mehr Manipulation“ werde begangen.

Fraglich ist, wie ihm und seinen Kollegen der waghalsige Spagat gelingen soll, den sie sich vorgenommen haben: die Unantastbarkeit des Menschen zu bewahren und zugleich dem Fortschritt der Wissenschaft nicht im Wege zu stehen.

Die noch junge Disziplin der Bioethik steht vor einem Kardinaldilemma: Lässt sich die Wissenschaft von Ethikern in die Schranken weisen? Oder gilt der pragmatische Glaubenssatz, wie ihn Robert Ed-

wards, der medizinische Vater des Retortenkinds Louise Brown, formulierte: „Die Ethik muß sich der Wissenschaft anpassen, nicht umgekehrt“? Dient mithin die großzügig alimentierte Zunft der Bioethiker ausschließlich der Legitimation dessen, worüber sie eigentlich wachen soll?

Die Entwicklung in Deutschland könnte den Bioethikern einstweilen noch Anlaß zur Hoffnung geben. Das deutsche Recht verbietet das Anmieten von Leihmüttern ebenso strikt wie den Handel mit Spermien und Eizellen. Anders als in Amerika wagt es hierzulande vorerst niemand, sich öffentlich für das Klonen auszusprechen.

Gegen heftigen Widerstand vieler Forscher hat das deutsche Parlament 1990 ein Embryonen-Schutzgesetz beschlossen. Vorbeugend droht es demjenigen mit bis zu fünf Jahren Gefängnis, der „künstlich bewirkt, daß ein menschlicher Embryo mit der gleichen Erbinformation wie ein anderer Embryo, ein Fötus, ein Mensch oder ein Verstorbener entsteht“.

Dennoch ist offen, ob sich die Deutschen mit ihrer restriktiven Politik international werden behaupten können: Jedes Jahr reisen rund 10 000 Frauen in die Fortpflanzungskliniken der großzügigen Niederlande – viele von ihnen Deutsche.

Überdies wächst der wirtschaftliche Druck. Die Deutschen sind im internationalen Wettlauf um den Profit, den sich Pharmaindustrie und Medizintechnik von noch ungehobenen Schätzen im Zellkern versprechen, ohnehin im Hintertreffen – möglicherweise fatal in einer Welt, in der, wie es George Poste, der Forschungsleiter des britischen Pharmakonzerns Smith-Kline Beecham, ankündigt, „Gene die Währung der Zukunft werden“.

Für die schottische Biotech-Firma PPL jedenfalls lohnte sich der Rummel um das umstrittene Forschungsschaf bereits: Am Montag nach den ersten Pressemeldungen stieg der Aktienkurs des Unternehmens um 16 Prozent. ◆



M. MONTFORT

**Einfrieren einer Leiche\***  
Wiederauferstehung als Klon?

\* Oben: vor der Münchner Privatklinik Dr. Krüsmann, in der sie gezeugt wurden; unten: bei der Tiefkühlstiftung „Alcor“ im US-Staat Arizona.