

Juni 1999

---

<b>TAB-intern</b>	<b>3</b>	<i>Vom Rhein an die Spree Zum Schwerpunktthema</i>
<b>Schwerpunkt: Klonen von Tieren</b>	<b>4</b>	<i>"Am Anfang war Dolly" – über das Klonen von Tieren</i>
	<b>11</b>	<i>Innovationen in der Milchviehhaltung</i>
	<b>18</b>	<i>Klonen von Tieren – ein TA-Projekt als öffentlicher Diskurs</i>
<b>TA-Projekte</b>	<b>20</b>	<i>Die Brennstoffzelle – Gegenstand kontroverser Diskussionen</i>
	<b>22</b>	<i>Die Zukunft des Tourismus im globalen Dorf</i>
<b>Monitoring</b>	<b>23</b>	<i>Frauenbewegung und pränatale Diagnostik</i>
	<b>25</b>	<i>Xenotransplantation – kein Durchbruch absehbar</i>
	<b>27</b>	<i>Nachwachsende Baustoffe haben Entwicklungspotential</i>
<b>TA-Aktivitäten im In- und Ausland</b>	<b>29</b>	<i>Gentherapie – Bericht des Schweizer Wissenschaftsrates</i>
	<b>31</b>	<i>Das TA-Programm Schweiz erprobt partizipative Methoden</i>
<b>Verfügbare Publikationen</b>	<b>34</b>	



**TAB**



**TAB**

Brief Nr. 16



**TAB**

Büro für Technikfolgen-Abschätzung  
beim Deutschen Bundestag

# Arbeitsbereiche und Projekte des TAB

Leiter  
Stellvertreter  
Sekretariat

*Prof. Dr. Herbert Paschen  
Dr. Thomas Petermann  
Kirsten Lippert  
Gaby Rastätter*

## TA-Projekte

Neue Materialien zur Energieeinsparung und zur Energieumwandlung

*Torsten Fleischer  
Dr. Dagmar Oertel*

Umwelt und Gesundheit

*Dr. Rolf Meyer  
Dr. Arnold Sauter*

Entwicklung und Folgen des Tourismus

*Dr. Thomas Petermann*

Klonen von Tieren

*Dr. Christoph Revermann  
Dr. Leonhard Hennen*

Brennstoffzellen-Technologie

*Dr. Dagmar Oertel  
Torsten Fleischer*

## Monitoring-Vorhaben

Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik

*Dr. Leonhard Hennen*

Gendiagnostik/Gentherapie

*Dr. Leonhard Hennen  
Dr. Christoph Revermann  
Dr. Arnold Sauter*

Nachwachsende Rohstoffe

*Dr. Rolf Meyer*

Xenotransplantation (TA-Monitoring)

*Dr. Thomas Petermann  
Dr. Arnold Sauter*

Funktionelle Lebensmittel/Functional Food (TA-Monitoring)

*Dr. Arnold Sauter*

## Konzepte und Methoden

Diskurse und TA

*Dr. Leonhard Hennen*

Methodische Ansätze der Innovationsforschung und ihre Bedeutung für die Technikfolgen-Abschätzung am Beispiel der Telekommunikation

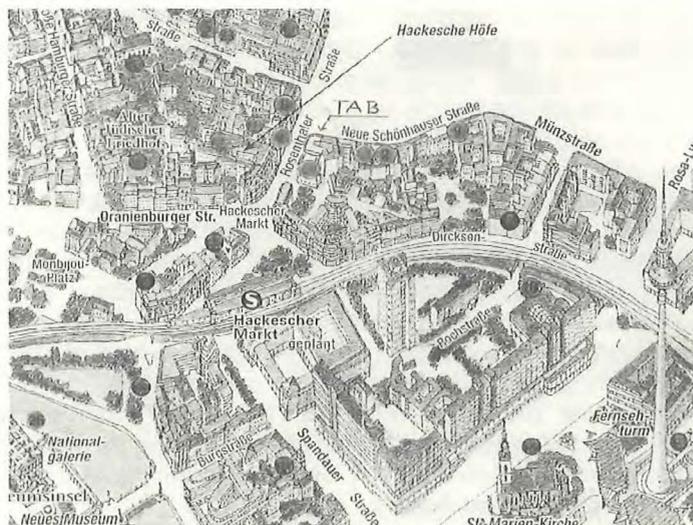
*Dr. Thomas Petermann*

# Vom Rhein an die Spree ...

Der Abschied aus Bonn und Umgebung fällt vielen Kolleginnen und Kollegen nicht unbedingt leicht. Etwas Wehmut schwingt mit beim Blick auf die vertrauten Lokalitäten, welche seit 1990 als tägliche Arbeitsstätte gedient haben. Dennoch, das TAB wird zum 1. September dieses Jahres seinen Standort nach Berlin verlagern.

Wohin geht es? Das neue Domizil liegt im Stadtbezirk *Berlin Mitte*. Zwischen Berlin *Alexanderplatz* und *Friedrichstraße* befindet sich der S-Bahnhof *Hackescher Markt*. Unweit hiervon, an der Ecke *Rosenthaler Straße/Neue Schönhauser Straße* – gegenüber den *Hackeschen Höfen* – wird das TAB zu finden sein. Die vertraglichen Vorkehrungen hierfür sind fast abgeschlossen. Die Lage ist zentral und relativ nahe am Regierungsviertel. *Unsere (wahrscheinlich) neue Adresse:*

Rosenthaler Straße 46/47  
10178 Berlin



## Zum Schwerpunktthema

Mit der vorigen Ausgabe des TAB-Briefs wurde damit begonnen, das jeweilige Schwerpunktthema zwar wie bisher im Rahmen aktueller Projekte des TAB, zugleich jedoch auch "etwas freier, umfassender und abwechslungsreicher" (so die damals formulierte Absicht) als bislang zu bearbeiten und zu präsentieren. Im vorliegenden Heft steht das Stichwort "Klonen" im Mittelpunkt.

Nachdem sich im letzten Jahr die Aufregungen in der Öffentlichkeit über das Klonen etwas gelegt hatten, wird nach neuesten Meldungen aus den Klonlabors diese Technologie (auch in der Wissenschaft) wieder kritischer beäugt. Nach zahlreichen Erfolgen (aus erwachsenem Gewebe weiblicher Tiere geklonte Schafe, Mäuse, Rinder, Ziegen und vor kurzem gar ein aus Zellen der Schwanzspitze einer männlichen Maus geklonter Mäuserich) müssen Forscher und Firmen zur Zeit wieder Rückschläge verkraften. Zunehmend wird deutlich, daß das Klonen schwere Schäden wie Mißbildungen oder Fehl- und Totgeburten verursachen kann. Wegen solcher Komplikationen werden z.B. Versuche, embryonales Klonen in der Rinderzucht einzuführen, von führenden "US-Klonern" aus ökonomischen Gründen weitgehend wieder aufgegeben. Andererseits investieren etliche Firmen inzwischen

viel Geld für Nutzungsrechte an Klonierungstechniken. Sie erhoffen sich zu meist, in absehbarer Zeit entweder Organe für die Transplantationsmedizin herstellen zu können oder einem anderen lukrativen Ziel näherzukommen: der massenhaften Zucht von geklonten Milchtieren, die pharmakologisch kostbare Eiweiße in gleichbleibender Menge und Qualität produzieren. Ob auch Fehlinvestitionen vorprogrammiert sind, bleibt abzuwarten. In jüngster Zeit wird jedenfalls über "Dolly" berichtet, das Erbgut des Tieres sähe ungewöhnlich alt aus. Es sei nicht typisch für ein drei Jahre altes Schaf wie Dolly, sondern für ein älteres Tier. Da Dolly aus einer Euterzelle eines sechs Jahre alten Schafes geklont wurde, sei dies wahrscheinlich der Grund dafür, daß Dolly jetzt (verfrüht) Altersmerkmale der geklonten Ursprungszellen aufweise.

Möglicherweise wird die Technik des Klonens Forscher und Veterinäre weiterhin faszinieren und auch spektakuläre Erfolge zeitigen. Aus humanmedizinischer Sicht scheint aber zur Zeit noch zu gelten, daß eine Anwendung beim Menschen unethisch und augenblicklich nicht zu vertreten ist.

Die Thematik des Klonens wird in den drei für die Rubrik "Schwerpunkt" verfaßten Artikel dieses TAB-Briefs in

verschiedener Hinsicht beleuchtet:

- Im ersten Beitrag werden einige sich abzeichnende Ergebnisse und mögliche Schlußfolgerungen des TA-Projektes "Klonen von Tieren" skizziert. Der Abschlußbericht dieses TAB-Projektes wird im Sommer 1999 vorliegen.
- Der zweite Artikel – "Innovationen in der Milchviehhaltung: Wirkungen der Klonierung und anderer Technologien" – vergleicht für den Bereich Milchviehzucht in wichtigen Auswirkungsbereichen die Klonierung mit zwei anderen technischen Entwicklungen: dem vollautomatischen Melksystem und dem gentechnologisch hergestellten Rinderwachstumshormon (rBST).
- Im dritten Beitrag wird über ein Projekt des niederländischen Rathenau-Instituts berichtet, das ebenfalls das Klonen von Tieren (Originaltitel: Klonen en Kloneren) zum Thema hat und im Sommer 1999 abgeschlossen sein soll. Das Rathenau-Projekt umfaßt eine Reihe von Workshops und öffentlicher Diskussionsveranstaltungen mit Wissenschaftlern und gesellschaftlichen Interessengruppen, eine repräsentative Bevölkerungsumfrage sowie die Einbeziehung einer 20-köpfigen Laiengruppe.

## Klonen von Tieren

# "Am Anfang war Dolly" – über das Klonen von Tieren

Als im Frühjahr 1997 die Geburt des Klon-Schafes Dolly bekannt wurde, rief dies in der Weltöffentlichkeit ambivalente Reaktionen hervor. Viele Menschen waren empört und verunsichert über ein Verfahren, das es erstmals erlaubt, genetisch weitgehend identische Lebewesen gezielt herzustellen, und das grundsätzlich auch auf den Menschen anwendbar ist. So sah z.B. der spanische Schriftsteller Javier Marias in dem *biotechnischen Endprodukt Dolly* eine Bedrohung der Menschheit verkörpert, wie allenfalls vergleichbar mit der Erfindung der Atombombe. Auf der anderen Seite wurden aber auch Stimmen laut, die die mit der neuen Reproduktionstechnik verbundenen Möglichkeiten euphorisch begrüßten. So sah sich das Forscherteam um Ian Wilmut (dem "Schöpfer" von Dolly) unmittelbar nach den ersten Pressemeldungen über Dollys Geburt mit einer Flut von Anrufern konfrontiert, die sich selbst im schottischen Roslin-Institut klonen lassen wollten. Über die Motive, die diese Anrufer bewegt haben mögen, läßt sich zwar nur spekulieren, aber vielleicht ging es ihnen wie dem Soziobiologen Richard Dawkins, der es faszinierend fand, eine jüngere Ausgabe seiner selbst aufwachsen zu sehen.

Die Verunsicherung, die sich in der Reaktion der Weltöffentlichkeit zeigte, beruht in ganz erheblichem Maße darauf, daß sich die Menschen dem Wegfall einer natürlichen Grenze gegenübergestellt sehen, ohne daß hiermit bereits gesagt wäre, ob sie diese auch überschreiten sollen oder nicht. Im Zentrum der gesellschaftlichen Diskussion, die im Frühjahr 1997 entflammt ist, standen daher vor allem Fragen der ethischen Vertretbarkeit des Klonens. Andererseits ist das Klonen von Tieren für die moderne biotechnologische Forschung ein extrem interessantes Anwendungsgebiet, von dem nicht nur in der Wissenschaft, sondern auch in Industrie und (Land-)Wirtschaft eine Reihe positiver Effekte erwartet wird. Eine Beobachtung der aktuellen Entwicklungen und neuesten Forschungsergebnisse im Bereich des Klonens sowie damit verwandter Gen- und Reproduktionstechnologien bei Tieren ist daher politisch und gesellschaftlich von großem Interesse.

## Das TA-Projekt

Mit dem Ziel einer verbesserten Informations- und Meinungsbildungsgrundlage wurde das TAB vom Deutschen Bundestag beauftragt, eine Bestandsaufnahme der komplexen und wertsensiblen Thematik vorzunehmen. Ein vom TAB konzipiertes TA-Projekt: "Klonen von Tieren" (Chancen und Risiken der Entwicklungen und Anwendungen des Klonens sowie der Gentechnik und

der Reproduktionstechnik bei der Züchtung von Tieren für die Forschung, bei der Züchtung von Labortieren und bei der Nutztierzucht) wurde im Sommer 1997 vom Ausschuß für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages beschlossen und Ende 1997 begonnen. Die vielfältigen Fragestellungen und Probleme der Entwicklung und Anwendung des Klonens wurden vom TAB in vier Hauptthemenblöcken bearbeitet:

- Stand von Forschung und Technik
  - Klonen in der biomedizinischen Forschung
  - Klonen in der Nutztierzucht
  - Ethische und rechtliche Beurteilung
- Der Abschlußbericht des TA-Projektes wird im Sommer 1999 vorliegen. Einige der sich abzeichnenden Ergebnisse und mögliche Schlußfolgerungen werden im folgenden skizziert.

## Verfahren des Klonens

Ein Klon ist ein Individuum, das mit einem anderen genetisch identisch ist, oder eine Gruppe solcher genetisch identischer Organismen. Unter Klonierung (Klonen) wird insbesondere die in der Natur weit verbreitete Form der ungeschlechtlichen Vermehrung von Lebewesen verstanden. Bei einzelligen und Pflanzen ist sie ein ganz normaler Vorgang (Zweiteilung, vegetative Vermehrung), bei höheren Wirbeltieren können

genetisch identische Individuen auf natürliche Weise nur dadurch entstehen, daß sich Embryonen in frühen Teilungsstadien spontan aufspalten und sich die Teile getrennt in unabhängige Individuen weiterentwickeln (Zwillinge).

Zur künstlichen Erzeugung von Klonen höherer Organismen stehen im Prinzip zwei Verfahren zur Verfügung, die Embryoteilung (Embryosplitting) und das Klonen durch Zellkerntransplantation in Ei- oder Embryozellen, denen ihr eigenes genetisches Material entfernt wurde (Kerntransfer). Klonierungsverfahren (Klontechniken) zählen zum Bereich der Biotechnologie, und zwar zu den (biotechnischen) Verfahren, die die Erbsubstanz innerhalb der Zellkerne nicht verändern. Klontechniken werden in der Regel jedoch nicht isoliert, sondern im Verbund mit anderen (die Erbsubstanz verändernden) Bio- und Gentechniken angewendet. Dabei sind manche Biotechniken unabdingbarer Bestandteil eines Klonverfahrens, andere sind optional. Bei der Beurteilung des Forschungsstandes und der Auswirkungen der Klontechniken ist deshalb der Forschungsstand der mit ihnen verbundenen Biotechniken (einschließlich der Gentechnik) mit zu berücksichtigen.

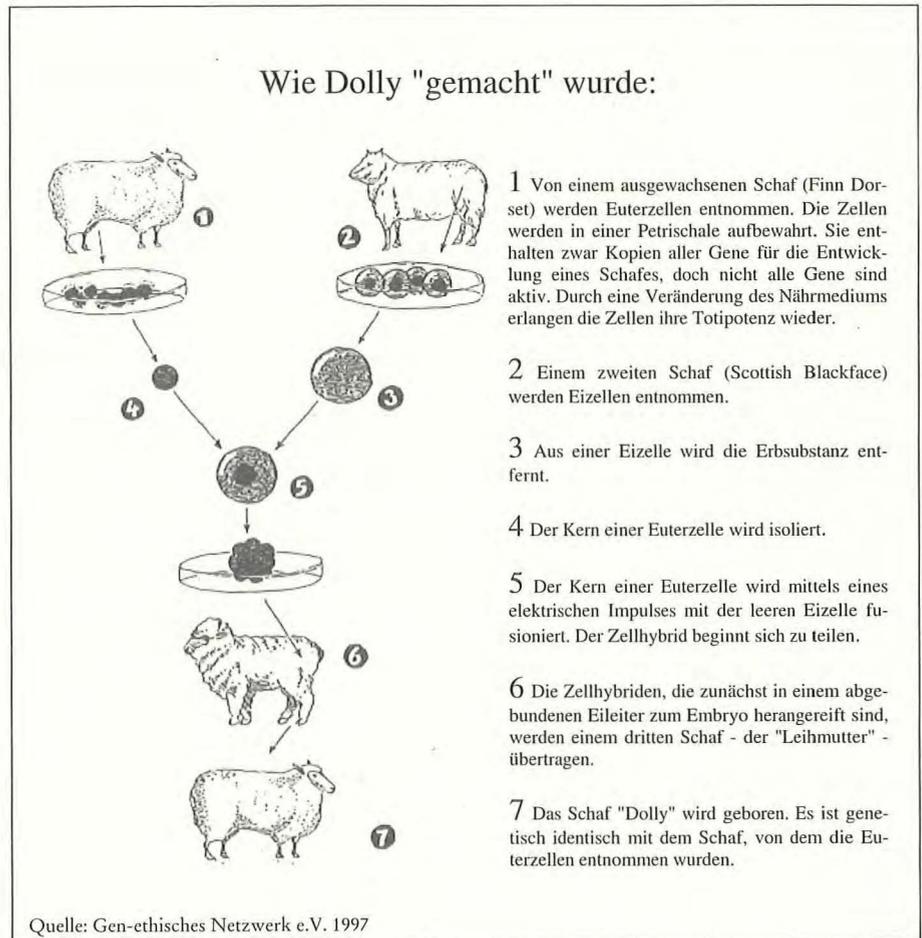
*Embryosplitting und Kerntransfer unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Technik und der genetischen Identität der resultierenden Embryonen fundamental.* Das Embryosplitting verändert weder das Alter noch die (Toti-) Potenz der verwendeten Zellen. Die aus der Teilung hervorgehenden (beiden) Embryonen befinden sich im selben Entwicklungsstadium, sind also genauso alt, wie es der ungeteilte Embryo nun wäre, und sind genetisch völlig identisch. Die Technik des Klonens mit Hilfe des Kerntransfers beschreitet einen anderen Weg, indem das genetische Programm (des Zellkerns, das gewünschte Erbgut) einer totipotenten Blastomere oder einer nicht mehr totipotenten Zelle, sei es eine embryonale, eine foetale oder sogar eine differenzierte Körperzelle, in eine unbefruchtete Eizelle übertragen wird, deren Zellkern zuvor entfernt worden ist. Somit

ist mit dieser Methode grundsätzlich die Möglichkeit gegeben, ein erwachsenes Individuum und dessen genetisches Programm zu vervielfältigen. Gleichzeitig bedeutet dieser Fortpflanzungsweg aber auch, daß ein neues Individuum entsteht, dessen Existenz nicht auf die Befruchtung einer Eizelle durch eine Samenzelle zurückzuführen ist.

#### Das Schaf Dolly

Das Konzept der Kerntransplantation geht auf Fragestellungen der 30er Jahre zurück, ob das Erbgut während der Entwicklung eines Organismus unverändert bleibt oder nicht. In den späten 60er Jahren konnte gezeigt werden, daß die Transplantation des Zellkerns aus einer Hautzelle eines adulten Frosches in eine entkernte Eizelle zur Entstehung einer Kaulquappe führen kann, eine Reprogrammierung des Genoms also zumindest in gewissen Grenzen möglich war. Das überraschende an dem Klonierungsverfahren, das 1997 zu Dolly führte, ist, daß sich eine Säugereizelle, der ein Kern einer ausdifferenzierten Körperzelle übertragen wird, zu einem vollständigen Organismus entwickeln kann. Das genetische Material im Zellkern einer ausdifferenzierten Körperzelle ist im Vergleich zum genetischen Material im Zellkern einer befruchteten Eizelle in vielfältigster Hinsicht funktionell differenziert und modifiziert. Bis dahin war man davon ausgegangen, daß Zellkerne von differenzierten bzw. spezialisierten Körperzellen prinzipiell nicht mehr – wie totipotente Zellen – reprogrammiert werden können, um sich entsprechend wieder entwickeln zu können. Das "Experiment Dolly" hat insofern das Problem aufgeworfen, den Begriff der Totipotenz einer Zelle neu bedenken oder definieren zu müssen.

Es wird heute jedoch davon ausgegangen, daß aus Kerntransfer entstehende Nachkommen auf Grund von genetischen (mitochondrialen), epigenetischen und umweltbedingten Faktoren nicht völlig mit ihrem Elternteil identisch sind und auch Variationen zwischen Kloneschwistern vorhanden sein werden. Kloneschwister werden



sich vermutlich auch deutlicher voneinander unterscheiden als monozygote Zwillinge aus mikrochirurgischer Embryonenteilung.

#### Anwendungsperspektiven

Prinzipiell gibt es vielversprechende Perspektiven in der Anwendung des Klonens sowohl in der biomedizinischen Grundlagenforschung als auch in der Landwirtschaft, insbesondere in Kombination mit transgenen Techniken. Doch bevor es zu relevanten und vor allen Dingen auch effizienten Anwendungen kommen kann, muß noch eine Reihe wichtiger Fragen geklärt werden. Kerntransferbasiertes Klonen gelingt bislang nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit. Viele der so erzeugten Embryonen gehen zugrunde, nicht selten auch noch kurz vor oder kurz nach der Geburt. Doch auch die überlebenden Tiere sind häufig mit

"Defiziten" behaftet, die ihrer Entwicklung im Wege stehen und ihre Gesundheit und ihr Wohlergehen beeinträchtigen. Es müssen offensichtlich zu bestimmten Zeitpunkten der Individualentwicklung bestimmte Gene aktiviert werden. Wenn diese Aktivierung nicht möglich ist (aus welchem Grund auch immer) stirbt der Embryo oder das Tier oder erleidet zumindest Schäden. Man weiß heute noch nicht, welche Mechanismen im einzelnen zur Reprogrammierung und Dedifferenzierung des Donorgenoms führen, wie die daran beteiligten "Reprogrammierungsfaktoren" beschaffen sind und wo die Fehlerquellen liegen, die das kerntransferbasierte Klonen derzeit noch ineffizient machen. Einer der Gründe ist schlicht der, daß auch über die Mechanismen der differentiellen Genaktivierung in normalen Fortpflanzungs- und Entwicklungsvorgängen nicht genügend

bekannt ist. Es bleibt die Frage, welche (dauerhaften) Unterschiede zwischen natürlichen Entwicklungsprozessen und denen, die nach einem künstlichen Kerntransfer stattfinden, bestehen.

### Biomedizinische Forschung und Anwendung

Klone höherer Organismen sind von großem Interesse für die biomedizinische Grundlagenforschung sowie die anwendungsorientierte medizinische Forschung. Derzeit werden im wesentlichen vier mögliche Anwendungsfelder des kerntransferbasierten Klonens für medizinische Zwecke diskutiert.

#### *Tiermodelle – Modelltiere*

Ein erster Bereich, in dem das Klonen möglicherweise nutzbringend eingesetzt werden könnte, ist die Herstellung von transgenen Tieren als Tiermodelle für menschliche Krankheiten. Ein großes Hindernis bei der Weiterentwicklung von Tiermodellen zeigt sich darin, daß es bislang nur bei der Maus gelungen war, genetisch manipulierte Zellen relativ stabil in die Keimbahn eines Empfängertieres zu integrieren, damit die genetischen Veränderungen vererbt werden können. Die physiologischen und anatomischen Unterschiede zwischen Maus und Mensch sind jedoch zumindest so groß, daß die Symptome der bei der Maus eingeführten genetischen Veränderung manchmal nicht dem beim Menschen beobachteten Krankheitsbild entsprechen. Das Klonen mit Hilfe des Kerntransfers unter Verwendung somatischer Zellen eröffnet nun erstmals die Möglichkeit, bei verschiedenen Spezies zum einen gezielte genetische Veränderungen zu induzieren (Gene-Targeting und Gen-Knockout) ohne Zuhilfenahme von sog. Stammzellen und somit rascher als bei der Technik mittels "Embryonaler Stammzellen" (ES-Technik). Auch ließen sich auf diesem Wege erstmalig Krankheitsmodelle in transgenen Großtieren schaffen, die je nach zu untersuchender Krankheit im Hinblick auf anatomische, physiologische oder genetische Charakteristika bisherigen Maus-

modellen überlegen sein könnten. Es wird allgemein erwartet, daß dies von außerordentlichem Nutzen für die Forschung sein und mittelfristig dazu beitragen wird, die Krankheitsbilder genetisch bedingter humaner Erkrankungen besser zu verstehen und darauf aufbauend wirksame Behandlungsmöglichkeiten zu entwickeln.

#### *Züchtung körpereigenen Gewebes*

Ein weiterer Bereich, in dem das Klonen (zumindest technisch) einen erheblichen Beitrag leisten könnte, ist der der *Transplantation von autologem Gewebe* und die *Zelltherapie*. Das optimale Transplantationsgewebe ist einfach zu kennzeichnen: Seine Zellen sollten mit denen des Empfängers genetisch möglichst identisch sein. Das Immunsystem des Patienten erkennt es dann nicht mehr als fremd, und jedes Problem der Abstoßung entfiel. Deshalb wäre die *optimale Lösung die Schaffung genetisch identischen Ersatzgewebes*. *Neueste Forschungsergebnisse zeigen, daß dies nun mittels des kerntransferbasierten Klonens erreichbar erscheint*. Zur Züchtung von humanem Ersatzgewebe sind prinzipiell zwei Wege denkbar: Mit Hilfe der Kerntransfermethode würde ein früher Embryo erzeugt, aus diesem könnten in Kultur pluripotente embryonale Stammzellen gewonnen werden. Die Gewinnung solcher Zellen ist beim Menschen allerdings auch aus *in vitro*-gezeugten Embryonen noch nicht gelungen. Außerdem würde ein solches Verfahren die ethisch problematische Erzeugung und Verwertung eines menschlichen Embryos erfordern, es sei denn, es könnten Eizellen von Tieren als Empfänger der Zellkerne verwendet werden. Doch diese Entwicklung steht ganz am Anfang und beinhaltet eigene Probleme. Der zweite Weg liegt vermutlich in noch fernerer Zukunft und liefe auf die Etablierung eines *in vitro*-Systems zur Rückprogrammierung von somatischen Zellen hinaus. Dadurch könnte die Spezialisierung somatischer Zellen revidiert und ihre Differenzierung *in vitro* erreicht werden, ohne daß ein Kerntransfer in eine Eizelle erfolgen oder ein Embryo erzeugt werden muß.

#### *Organspender-Schweine*

*Ein dritter Bereich, in dem der Einsatz (transgener) geklonter Tiere vorgesehen ist, ist die Xenotransplantation*. Um jedoch z.B. ein "ideales" Organspender-Schwein zu konstruieren, müßten bis zu etwa einem Dutzend Gene beim Schwein verändert werden. Mit den herkömmlichen Methoden der Transgenese ist dies praktisch nicht machbar. *Durch das Klonen ist nun die Möglichkeit gegeben, zunächst Zellen in der Zellkultur mit den gewünschten genetischen Veränderungen zu versehen, bevor aus ihnen mit Hilfe des kerntransferbasierten Klonens ein vielfach transgenes Tier regeneriert werden könnte*. Aber auch wenn das ideale Spendertier auf diesem Wege geschaffen werden kann, wären damit noch nicht alle Probleme der Xenotransplantation gelöst. Die Gefahr der chronischen Abstoßung bleibt vermutlich bestehen. Auch ist ungesichert, ob das Xenoorgan seine Funktion im Empfänger tatsächlich erfüllt. Bestehen bleibt auch das Problem der möglichen Anpassung tierischer Viren an den Menschen.

#### *Tiere als Arzneispender*

Der vierte Bereich ist das sog. Gene-Pharming, also die Verwendung transgener Tiere zur Erzeugung therapeutisch nutzbarer (humaner) Proteine, z.B. in der Milch. *Hier liegt auf absehbare Zeit eines der Hauptanwendungsgebiete des kerntransferbasierten Klonens*, da es die Erzeugung der entsprechenden transgenen Tiere im Vergleich zu den herkömmlichen Verfahren effektiver und zielgerichteter macht. Vorteile dieser durch biogenetische Herstellungsverfahren gewonnenen Wirkstoffe, wie Insulin oder Blutfaktoren oder andere menschliche körpereigene Substanzen, bestehen darin, daß diese Wirkstoffe viel reiner gewonnen werden können als bei der herkömmlichen Methode über Zwischenprodukte von Tieren und Menschen. Bei Verfügbarkeit solcher Tiere kann die Wirkstoffproduktion in großen Mengen und verhältnismäßig preiswert erfolgen. Größere negative Auswirkungen auf die Tiere sind nicht zu erwarten, vermut-

lich werden sie sogar bessere Haltungsbedingungen vorfinden als andere Nutztiere zur Fleischproduktion etc. Allerdings entstehen für die Tiere auch Risiken, die durch die Transgenesis, durch die biologische Aktivität des produzierten Proteins und durch das Klonverfahren selber bedingt sind. Gefährdungen für Menschen können durch Veränderungen der Produkte sowie durch mögliche Krankheits(erreger)-Übertragung entstehen, müßten also durch sorgfältige Arzneimittelpfahrungen so weit wie möglich ausgeschlossen werden.

#### Probleme

Bei der Untersuchung von biomedizinischen Anwendungsperspektiven geht es auch um die technischen Grenzen (und möglichen Risiken) des kerntransferbasierten Klonens. Die Erzeugung von Tieren mithilfe eines technischen Verfahrens, das in radikaler Weise die natürlichen Prozesse der Reproduktion und frühen Embryonalentwicklung manipuliert, provoziert weitreichende Fragen. Die Tatsache, daß bislang die meisten der durch dieses Verfahren erzeugten Embryonen sich nicht adäquat weiterentwickeln, zeugt davon, daß das kerntransferbasierte Klonen z.Z. noch ein problematisches technisches Verfahren ist. Als wesentliche Probleme und Risiken wurden identifiziert:

- Veränderung von Imprinting- und Methylierungsmustern, wodurch die Expression wichtiger Proteine verändert werden kann,
- Verwendung von Zellen mit unbekanntem (somatischen) Mutationen, die das Entwicklungspotential eines Klonembryos beeinträchtigen können,
- Bildung von neuen infektiösen Agentien durch Aktivierung endogener viraler Sequenzen.

#### Klonen ohne Alternative?

Erst ein Vergleich verschiedener verfügbarer Optionen des Handelns ermöglicht ihre Bewertung. Deshalb stellt sich die Frage, *welche Alternativen zum Klonen auf der methodischen Ebene existieren*. Hier zeigt sich, daß Klonen eine Querschnittstechnik ist, mit einer

Vielzahl potentieller Anwendungen, die in der grundlagen- und anwendungsorientierten Forschung, in der Pharmaproduktion und auch im Zusammenhang mit der Entwicklung von Zelltherapien eingesetzt werden könnten. Diese Vielzahl potentieller Anwendungsfelder erschwert die Beantwortung der Frage, ob eine technische Alternative zum Verfahren des kerntransferbasierten Klonens existiert, und wenn ja, mit welchen *Methoden oder Verfahren* ähnliche Ziele erreicht werden könnten wie mit Hilfe des Klonens.

Im Bereich der Grundlagenforschung wird von etlichen Wissenschaftlern die Ansicht vertreten, daß Klonierung im Bereich der Erforschung grundlegender biologischer Prozesse eine *methodische Innovation* darstellt, für die im Rahmen des dominierenden molekular- und zellbiologischen Paradigmas Alternativen nur schwer vorstellbar sind. Im *angewandten Bereich* steht das kerntransferbasierte Klonen im Kontext einer an industriellen Nutzungszielen orientierten Biotechnologie und erhält von daher auch seine Zielbestimmung. Auch hier sind z.Z. *kaum bessere Alternativen zu etablieren*. In dieser Hinsicht ergänzt das Klonen das Repertoire an Techniken, die zur Manipulation von Tieren als Produktionsorganismen eingesetzt werden, in idealer Weise. Die Erzeugung von identischen Klontieren aus zuvor genetisch maßgeschneiderten Zellen ist insofern *ein konsequentes Ergebnis der Zusammenführung von Zellbiologie, molekularer Genetik und Reproduktionstechnologie zu kommerziellen Zwecken*. Innerhalb der Logik dieser Entwicklung ist das Klonen anscheinend kaum in Frage zu stellen, zumindest wenn es sich als effektiver und kostengünstiger erweist als bisher eingesetzte Techniken und die Risiken kontrollierbar sind.

#### Nutztierzucht und Landwirtschaft

In der Tierzucht und Tierproduktion werden in zunehmendem Umfang moderne biotechnische Methoden eingesetzt. Die Entwicklung begann vor mehr als 50 Jahren mit der Einführung

der *künstlichen Besamung* (KB), die älteste routinemäßig angewandte Biotechnik im Tierzuchtbereich. Schnell erlangten die züchterischen Möglichkeiten der künstlichen Besamung besondere Bedeutung. Da ein einziger "Besamungsbulle" bis zu 1.000 "Natursprung-Bullen" ersetzen kann, führt die strenge Auswahl der besten Bullen zu einem deutlich höheren Zuchtfortschritt bei gleichzeitiger Aufhebung der räumlichen Beschränkung des Einsatzes dieser Tiere. So werden heute z.B. in Bayern rund 90% der Rinder und 60% der Schweine künstlich besamt. Ein Zuchtfortschritt ist jedoch (insbesondere beim Rind) dadurch begrenzt, daß pro Jahr und Kuh nur ein Kalb geboren werden kann. Der sog. *Embryotransfer* bietet hier die Möglichkeit, z.B. von wertvollen Kühen zehn und mehr Nachkommen in einem einzigen Jahr zu erzeugen. Durch eine sog. Superovulationsbehandlung werden bei Spendertieren mehrere Eizellen gleichzeitig zur Reifung gebracht. Eine Woche nach der Besamung des Spendertieres werden die Embryonen aus dessen Gebärmutter ausgespült. Die so gewonnenen Embryonen können dann entweder sofort oder nach einer Tiefgefrierlagerung auf Empfängertiere übertragen werden. Diese "Leihmütter" tragen dann die Embryonen aus. Inzwischen wird der Embryotransfer beim Rind in beträchtlichem Umfang durchgeführt.

Weitere Biotechniken, wie beispielsweise die In-vitro-Fertilisation, die Geschlechtsbestimmung oder -diagnose, die Gendiagnostik und der Gentransfer versprechen große Fortschritte in der Tierzucht, wenn es gelingen sollte, diese Biotechnologien nebenwirkungsfrei, kostengünstig und praxisreif einzusetzen. Das *Klonen selbst ist kein Züchtungsverfahren*, sondern eine Technik, die die genetisch identische Vermehrung von Individuen ermöglicht. *Klonen allein bewirkt also keinen züchterischen bzw. genetischen Fortschritt bei den resultierenden Klonen im Verhältnis zum Ausgangsindividuum*. Maßgebend für die Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit des Klonens im tierzüchterischen Einsatz in der Landwirt-

schaft sind die Effektivität der Klonierungstechnik und der (züchterische) Wert des für die Klonierung verfügbaren genetischen Materials. Sollte sich die Methode des Klonens von erwachsenen Tieren zu einem Routineverfahren weiterentwickeln lassen, ergäben sich daraus auch Auswirkungen für die Tierproduktion, deren Ausmaß im wesentlichen von den Kosten der Klonierung bestimmt wird. Solange das Verfahren noch sehr teuer ist, werden wohl nur einzelne Spitzentiere geklont werden, z.B. könnte bei einem Ausfall (durch Alter oder Krankheit) eines züchterisch sehr wertvollen Tieres das Tier durch einen Klon von sich selbst ersetzt werden. Ob dies allerdings sinnvoll wäre, bleibt abzuwarten, da z.B. Besamungsbullen im Lauf der Zeit ohnehin vom Zuchtfortschritt "überholt" werden.

#### Transgene Klone

Mit dem erwarteten Zuwachs genetischen Wissens auch im Nutztierbereich und den damit verbundenen Möglichkeiten zur Erstellung transgener Tiere können in Kombination mit dem Kerntransfer-Klonen neue Strategien in Tierzucht und Tierproduktion eingesetzt werden. Erwartet wird, daß mit Hilfe dieser Technologien auch transgene Tiere mit veränderten (landwirtschaftlichen) Eigenschaften effizienter als bisher möglich "hergestellt" werden können. *Die wichtigsten Ziele des Gentransfers in der Nutztierzucht in Verbindung mit der Klonierung sind: Leistungssteigerung, Qualitätssteigerung, Gene-Pharming, Steigerung der Krankheitsresistenz und Kostenreduktion.* Leistungssteigerung mittels Gentransfer steht allerdings bei landwirtschaftlichen Nutztieren mittlerweile nicht mehr so im Vordergrund, da z.B. für Fleisch- und Milchleistung komplexe, multigene Merkmale verantwortlich sind, die nur schwer zu verändern sind und sich zudem mit konventioneller Züchtung ausreichend bearbeiten lassen. Teilweise wird mit Gentransfer versucht, die Futtermittelverwertung zu verbessern bzw. die Fettbildung insbesondere beim Schwein zu reduzieren. Dies ist bereits ein

Aspekt der Qualitätsverbesserung tierischer Produkte, die sich vorrangig auf die Milchzusammensetzung bezieht. So wird u.a. an der Erhöhung des Proteingehaltes, insbesondere des Kaseins, und der Reduzierung oder völligen Entfernung von Milchzucker (Lactose) gearbeitet. Solche Milch wäre auch für Menschen verträglich, die eine Lactose-Intoleranz besitzen. Als weitere Möglichkeiten wird die Erzeugung von sog. funktionellen Lebensmitteln (Nutriceuticals) über transgene Tiere gesehen. Eine Weiterführung dieses Ansatzes führt zum Gene-Pharming, d.h. der Produktion von Fremdproteinen, in der Regel pharmazeutisch interessante Stoffe, in der Milchdrüse. Aufgrund der hohen krankheitsbedingten Kosten in der Tierzucht kommt der genetischen Modifikation der Krankheitsresistenz eine große Bedeutung zu. Durch Übertragung spezifischer Krankheitsresistenzgene oder das Ausschalten von Genorten, die spezifische Krankheiten determinieren, könnten die Tiergesundheit und damit die Qualität tierischer Produkte (theoretisch) verbessert werden.

#### Veränderungen der Agrarstrukturen

In der landwirtschaftlichen Zuchtpraxis könnte die Einführung der (praxistauglichen) Klonierung (insbesondere in der Rinderzucht) möglicherweise zu einer *Umstrukturierung der Züchtungsorganisationen* mit einer Tendenz zur Verlagerung der Züchtung in außerlandwirtschaftliche Kapitalgesellschaften führen. Sowohl aus Kostengründen als auch wegen der personellen Qualifikations-Anforderungen würden voraussichtlich spezialisierte, kapitalintensive, erwerbswirtschaftlich ausgerichtete Zuchtunternehmen entstehen. Die bestehenden Züchtervereinigungen werden wohl nicht in der Lage sein, die biotechnischen Arbeiten in effizienter Weise durchzuführen. Ferner wären in der Folge eines umfassenden Einsatzes des Klonens *Veränderungen auf der Ebene der Produktionsstufe* mit unterschiedlichen Auswirkungen in Abhängigkeit von den Betriebsformen und Betriebsgrößen zu erwarten. Diese könn-

ten den *Strukturwandel* innerhalb dieses Sektors verstärken und insgesamt zu einer Verringerung von Betrieben und Arbeitsplätzen im Agrarbereich führen.

Es ist nicht auszuschließen, daß die von einer Klonierung ausgehenden Wirkungen auf die *Nutzungsstruktur der Agrarflächen* eine Verstärkung der seit den 60er Jahren beobachteten Entwicklungstendenzen im Agrarsektor bewirken werden: die vollständige Ausschöpfung möglicher Leistungsfortschritte. Dieser bekannte Mechanismus führt zu sinkenden Preisen und neben der tierbezogenen Flächenbedarfsminderung zu einer weiteren Einschränkung des Agrarraums und einer Verkleinerung der landwirtschaftlichen Nutzfläche bei gleichzeitiger Zunahme der Veredelungsbetriebe und -regionen. *Deshalb dürfte auch in den sehr wettbewerbsorientierten Veredelungsregionen eine Zunahme der regionalen Umweltbelastungen zu erwarten sein.*

#### Rechtliche Aspekte

Unter rechtlichen Aspekten ist insbesondere die Beantwortung der Frage von Bedeutung, welchen Regelungen das Klonen von Tieren in Deutschland (und im Ausland) unterliegt, unter welchen Voraussetzungen das Klonen rechtlich zulässig bzw. nicht zulässig ist. Grundsätzlich könnte sich eine Reglementierung des Klonens von Tieren aus dem Tierschutzgesetz ergeben.

#### Tierversuche – Qualzüchtungen

Die Klonierungstechniken des Embryosplitting und des Kerntransfer können nicht als ein Tierversuch im eigentlichen Sinne angesehen werden und sind daher nicht durch die *Regelungen des § 7 Abs. 1 TierSchG* (Tierversuche) erfaßt. Denn beim Embryo-Splitting ist weder die Entnahme der Ei- und Körperzellen noch die künstliche Befruchtung sowie die anschließende Entnahme der totipotenten Zellen ein Tierversuch gemäß § 7 Abs. 1 TierSchG. Das Verbringen der geklonten, jedoch beim Embryosplitting nicht erbgutveränderten Eizellen in das Trägartier erfüllt ebenfalls nicht die Voraussetzungen des

§ 7 Abs. 1 TierSchG. Das Entkernen der Eizelle ist kein Tierversuch im Sinne der Vorschrift, da es auch bei dieser Klonierungstechnik nicht zu einer Erbgutveränderung im rechtlichen Sinne kommt. Aus diesem Grund stellt auch das Übertragen der Eizelle in das austragende Tier keinen Tierversuch dar. Das Klonen von Tieren zu Forschungszwecken wird auch nicht durch den evtl. relevanten § 11 b TierSchG (*Qualzucht*) eingeschränkt, solange die Klonierungstechniken sich noch in einer Entwicklungs- und Erforschungsphase befinden. § 11 b könnte dann Anwendung finden, wenn diese Verfahren Praxisreife erreicht haben und beispielsweise bei der Produktion und Züchtung landwirtschaftlicher Nutztiere eingesetzt würden. Allerdings nur dann, wenn für die Zuchtpraxis bewußt mit Hilfe des Klonens quälerische Veränderungen an den Tieren provoziert würden, die in einer weiteren Züchtung Bestand haben.

#### *Forschungsfreiheit*

Aus verfassungsrechtlicher Sicht würde die Einführung einer Reglementierung des Klonens insbesondere in Form eines Klonierungsverbots die Grundrechte der Forschenden und der Berufstätigen aus Art. 5 Abs. 3 (*Forschungsfreiheit*) und 12 Abs. 1 GG (*Berufsfreiheit*) verletzen. Ein Klonierungsverbot oder sonstige Beschränkungen des Klonens würden ebenso einen Eingriff in die verfassungsrechtlich garantierte *Wissenschaftsfreiheit* darstellen. Eine verfassungsimmanente Schranke, die den Eingriff rechtfertigen könnte, besteht nach erster Prüfung nicht. Nach Art. 12 Abs. 1 GG wäre deshalb ein Klonierungsverbot verfassungswidrig, da es mit dem Wohl der Allgemeinheit nicht vereinbar und durch den Gesetzesvorbehalt des Art. 12 Abs. 1 S. 2 GG nicht erfaßt wäre. Auch auf europäischer Ebene gibt es gegenwärtig keine Regelungen über das Klonen von Tieren. Als Gesamtergebnis kann festgehalten werden, daß das Klonen von Tieren unter den augenblicklichen Beedingungen zulässig ist und keinen Einschränkungen nach gültigem Recht unterliegt.

Dieser Sachverhalt könnte jedoch auch zu der Frage führen, ob die anscheinend nicht vorhandene Möglichkeit regulierender, bewertender und beurteilender rechtlicher Maßnahmen zum Einsatz der Technik des Klonens in Forschung und Landwirtschaft nicht eine Situation widerspiegelt, in der das Klonen sozusagen unkontrollierbar durch "alle Maschen" fällt, bzw. ob nicht bisherige rechtliche Regelungen und Gesetze einer Überprüfung oder ggf. Ergänzung bedürfen.

#### *Tierschutz im Grundgesetz*

Eine neue Situation könnte sich in Deutschland u.U. bei einer Aufnahme des Staatsziels Tierschutz in das Grundgesetz ergeben. Ein Vergleich mit anderen Staaten zeigt, daß das Klonen von Tieren in Deutschland schon heute stärker problematisiert wird als im Ausland. Dies kann als Indiz dafür gewertet werden, daß dem Tierschutz in Deutschland eigentlich ein recht hoher Stellenwert zukommt. Ein verfassungsrechtlich gewährleitetester Tierschutz existiert bislang nur in der Schweiz. Durch den Begriff der "Würde der Kreatur" kommt dem Tierschutz dort Verfassungsrang im Bund zu (nach Art. 24 novies Abs. 3) und stellt z.B. eine Schranke für das Grundrecht der Forschungsfreiheit dar. In Deutschland wird zur Zeit der Entwurf eines entsprechenden Verfassungsartikels diskutiert. Einen Gesetzesantrag im 13. Deutschen Bundestag zur Änderung des Grundgesetzes durch Einführung einer Staatszielbestimmung Tierschutz hat der Bundesrat am 28.11.1997 gebilligt. Der Antrag des Bundesrates zielte auf die Einfügung eines Art. 20b in das Grundgesetz mit der Zielbestimmung, daß "Tiere als Mitgeschöpfe geachtet und im Rahmen der Gesetze vor vermeidbaren Leiden und Schäden geschützt werden". Dabei wird der Tierschutz zumeist im Hinblick auf die Beschränkung von Tierversuchen verstanden, aber auch in bezug auf die Intensivtierhaltung, den Tiertransport oder die Tiertötung. Im Bundestag wurde über diesen Antrag beraten, ohne daß eine Entscheidung über den Antrag er-

ging. Für eine definitive Entscheidung bleibt die jetzige 14. Legislaturperiode abzuwarten. Sollte der entsprechende Artikel in das Grundgesetz aufgenommen werden, würde das Klonen von Tieren möglicherweise gegen ein verfassungsrechtlich geschütztes Gut, den Tierschutz, verstoßen, da eine verfassungsimmanente Schranke für Art. 5 Abs. 3 GG bestehen könnte. Zumindest kann jedoch darauf verwiesen werden, daß mit einer verfassungsrechtlichen Gewährleistung des Tierschutzes im Einzelfall in der Gesetzesanwendung und Rechtsprechung die erforderliche Abwägung zu anderen, ebenfalls verfassungsrechtlich geschützten Rechtsgütern (etwa der Forschungs- und Wissenschaftsfreiheit, aber auch der Berufsfreiheit und Eigentumsgarantie) erreicht werden könnte. Ein "Staatsziel Tierschutz" schließt voraussichtlich insofern die Nutzung von Tieren durch den Menschen nicht schlechthin aus, sie erhöht aber die Anforderungen an die erforderliche Rechtfertigung.

#### **Ethische Aspekte**

Rechtsethische Überlegungen zur Mitgeschöpflichkeit knüpfen an die grundsätzlichen Überlegungen einer ethischen Bewertung des Klonens von Tieren an. Angesichts eines schwierig zu erreichenden moralischen Konsenses ist darüber nachzudenken, an welchen ethischen Prinzipien sich ein möglicher Einsatz der Tierklonierung zu orientieren hat. In eben dem Maße, in dem die Natur durch den Einsatz moderner Technologien veränderbar wird, werden Entscheidungen für oder gegen solche Handlungsoptionen, die bisher als Naturtatsache oder Naturereignis galten und somit außerhalb des Bereichs der menschlichen Verantwortung lagen, moralisch relevant. *Das heißt, daß nicht nur ein möglicher Einsatz des Tierklonens ethisch gerechtfertigt sein muß, sondern auch ein Verzicht auf die Anwendung der mit diesem Verfahren gegebenen (therapeutischen) Möglichkeiten.* Unter dieser Perspektive steht im Mittelpunkt der ethischen Beurteilung des Klonens die Frage, ob die für das

Klonen von Tieren in Anspruch genommenen Ziele oder Zwecke und die in deren Rahmen eingesetzten Mittel oder Methoden einen Eingriff in die Interessensphäre der betroffenen Tiere implizieren und ob in diesem Fall der Eingriff im Sinn der genannten Abwägung ethisch gerechtfertigt werden kann.

Daraus könnte sich eine Beurteilung in dreifachem Bezug ergeben: auf die *Interessensfähigkeit* der betroffenen Tiere, auf die jeweiligen *Anwendungsziele* und auf die dabei als Mittel in Anwendung gebrachten *Verfahren*. Als *hochrangig* werden von den Ethikern in der Regel die Ziele in der biomedizinischen Forschung und Anwendung betrachtet, denen in bezug auf die Gesundheit des Menschen besondere *Dringlichkeit* oder gar *Lebensnotwendigkeit* zukommt und die nur mit Hilfe des Klonens von höheren Tieren erreicht werden können. Auch Ziele im Bereich der *Grundlagenforschung* können als hochrangig betrachtet werden und ein Klonen von höheren Tieren rechtfertigen, sofern keine alternativen Methoden zur Verfügung stehen. Sollte das Klonen mit erheblichem Leiden für das betroffene Tier verbunden sein, ist jedoch zu prüfen, ob bereits das bloße Erkenntnisinteresse des Menschen einen hinreichenden Rechtfertigungsgrund darstellt oder ob Rechtfertigungen nur bei bestimmten Zielen möglich sind, d.h. dann, wenn sie erforderlich sind, um *erhebliches menschliches Leid zu vermeiden*. Den genannten Zielen im Rang nachgeordnet sind Ziele im Bereich der *Nutztierzucht*, sofern sie nicht explizit zur Sicherstellung der Nahrungsbasis des Menschen dienen. Hier spielt neben der Beachtung der möglichen Nebenfolgen (Schmerz, Leiden, ökologisches Gleichgewicht etc.) die *Alternativlosigkeit* und die Angemessenheit von *Eingriffstiefe* und *Nutzen* eine Rolle.

#### Fazit

Das kerntransferbasierte Klonen eröffnet im Bereich der *biomedizinischen Forschung* Möglichkeiten für bisher nur schwer zu bearbeitende Fragen, gene-

riert aber auch eine Fülle neuer Fragestellungen. Insofern hat sich das Verfahren für die Forschung bislang bereits als sehr fruchtbar erwiesen. Auch in der angewandten Forschung eröffnet das Klonen neue Wege zur Herstellung transgener Tiere. Einige therapeutisch wirksame Proteine können auf diesem Wege kostengünstig hergestellt werden. Ob sich dagegen eine risikofreie oder zumindest risikoarme Xenotransplantation verwirklichen läßt, ist derzeit sehr fraglich. Vielversprechender erscheint die Gewinnung von autologem Ersatzgewebe. Unklar ist, ob es gelingen kann, bessere Untersuchungsmodelle für menschliche Krankheiten in Nutztieren zu schaffen. Entsprechende Entwicklungen haben gerade erst begonnen. Bislang gibt es auch noch kein aus geklonten Tieren gewonnenes Medikament, das sich in der klinischen Prüfung befindet. *Insgesamt erscheint der potentielle Nutzen des kerntransferbasierten Klonens in diesem Bereich (aus der Sicht dominierender Konzepte) jedoch als hoch. Allerdings ist es praktisch nicht möglich, diesen Nutzen zu quantifizieren* und nicht nur die konkreten, technikbezogenen Risiken abzuwägen, sondern auch mögliche langfristige Probleme und (moralische) Risiken.

Im Bereich der *Landwirtschaft* verspricht die (praxistaugliche) Erstellung von Klonen den Züchtern tierbezogene Leistungs- sowie Qualitätssteigerung bei gleichzeitiger betriebswirtschaftlicher Kostenreduktion. Es ist wahrscheinlich, daß die Klonverfahren zum einen *die bislang schon bestehenden Trends zur weiteren Optimierung der Leistungspotentiale von Nutztieren, d.h. von Hochleistungstieren, noch verstärken*. Zum anderen steht zu vermuten, daß die Einführung des Klonens im Zusammenhang mit anderen Reproduktions- und genetischen Züchtungstechniken eine erhebliche Auslagerung der Erzeugung von Zuchtprodukten (Zuchttieren) aus landwirtschaftlichen Betrieben in gewerbliche Unternehmen auslösen bzw. verstärken wird, und daß es somit auch in der Tierzucht zu einer ähnlichen Situation wie in der Pflanzenzüchtung kommt, wo eine pyrami-

denförmige Struktur aus wenigen Zuchtunternehmen, einer großen Zahl von Vermehrungsbetrieben und vielen Produktionsbetrieben besteht.

Unter *ethischen Gesichtspunkten* hat eine Bewertung des Klonens von Tieren sich im Prinzip an denselben Kriterien zu orientieren, die auch bei den traditionellen Formen der Tierzucht als maßgeblich anzusetzen sind. Als Hauptgesichtspunkt der ethischen Beurteilung des Klonens ergibt sich *ein dreifacher Bezug: die jeweiligen Anwendungsziele und die dabei als Mittel in Anwendung gebrachten Verfahren sowie die Interessensfähigkeit der betroffenen Tiere*. Als relativ hochrangig sind die Ziele in der biomedizinischen Forschung und Anwendung zu betrachten, denen in Bezug auf die Gesundheit des Menschen besondere Dringlichkeit oder gar Lebensnotwendigkeit zukommt und die nur mit Hilfe des Klonens von höheren Tieren erreicht werden können. Relativ nachgeordnet sind Ziele im Bereich der Nutztierzucht, sofern sie nicht in besonderer Weise zur Sicherstellung der Nahrungsbasis des Menschen dienen.

Eine Analyse der *rechtlichen Aspekte* des Klonens von Tieren ergab, daß *das Klonen von Tieren z.Z. zulässig ist und keinen Einschränkungen nach gültigem Recht unterliegt*. Eine andere Sichtweise könnte sich bei einer Änderung des Grundgesetzes durch Einführung einer Staatszielbestimmung Tierschutz ergeben. *Die praktischen Auswirkung eines verfassungsrechtlich verankerten Tierschutzes wären vermutlich groß*. Ein solches Postulat würde die Justiz, und vorab den Gesetzgeber, zwingen, permanent Güterabwägungen zwischen sich widerstreitenden Grundrechten und Staatszielen vorzunehmen. Eine Grundsatzdebatte in Politik und Gesellschaft über den (bisher) praktizierten Umgang mit Tieren in Forschung und Landwirtschaft wird dann unumgänglich zu sein.

Christoph Revermann

## Klonen von Tieren

# Innovationen in der Milchviehhaltung - Wirkungen der Klonierung und anderer Technologien

Die Anwendung der Klonierung in der Nutztierzucht ist einer der Untersuchungsbereiche im TA-Projekt "Klonen von Tieren" (siehe ersten Schwerpunktartikel in diesem Heft). In diesem Beitrag wird für den Bereich Milchviehzucht und -haltung die Klonierung verglichen mit zwei anderen technischen Entwicklungen, dem vollautomatischen Melksystem und dem gentechnologisch hergestellten Rinderwachstumshormon, die gerade die Praxisreife erreicht haben. Allen drei Innovationen ist gemeinsam, daß sie potentiell zu erheblichen Leistungssteigerungen und Kostensenkungen in der Milchproduktion führen können. Ausgehend von der bisherigen Entwicklung wird im folgenden auf wichtige Auswirkungsbereiche vergleichend eingegangen.

## Entwicklung in der Vergangenheit

Seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts ist die durchschnittliche Milchleistung von weniger als 1.000 kg Milch pro Kuh und Jahr auf heute fast 6.000 kg angestiegen (Abb.). Im letzten Jahrhundert blieben die jährlichen Zuwachsraten unter 10 kg Milch pro Kuh. Mit der Gründung von Züchtungsorganisationen und ersten selektionsbasierten Zuchtprogrammen am Ende des letzten Jahrhunderts erhöhten sich die jährlichen Zuwachsraten auf bis zu 30 kg Milch pro Kuh. Die Einführung und rasche Verbreitung der künstlichen Besamung vor rund 50 Jahren führte zu den heute noch realisierten relativen Zuchtfortschrittsraten von 1-2% pro Jahr bzw. von bis zu 100 kg Milch pro Kuh und Jahr (Henze/Zeddies 1998, S. 35 ff.). Dies bedeutete alleine für die letzten 30 Jahren eine Erhöhung der Milchlei-

stung um rund 50% (Kuhlmann/Becker 1999, S. 131). Dieser züchterische bzw. biologische Fortschritt war mit technischen und organisatorischen Innovationen in der Milchviehhaltung verbunden.

Diese Entwicklung führte zu einem Rückgang des gesamten Milchkuhbestandes, zu einer Vergrößerung der Zahl der Milchkühe pro Milchviehbetrieb sowie zu einer deutlichen Abnahme der Anzahl der Milchviehbetriebe. Alleine seit 1983 hat sich die Zahl der Milchviehhalter im früheren Bundesgebiet trotz Milchquotenregelung von rund 395.000 auf nunmehr rund 175.000 verringert. Dieser Strukturwandel bedeutete eine starke Zunahme von Milchquoteninhabern, die nicht mehr selbst melken. Der Anteil der Pachtquoten an der gesamten Milchproduktion ist in den alten Bundesländern auf fast 50% (rund 10,7 Mio. t von

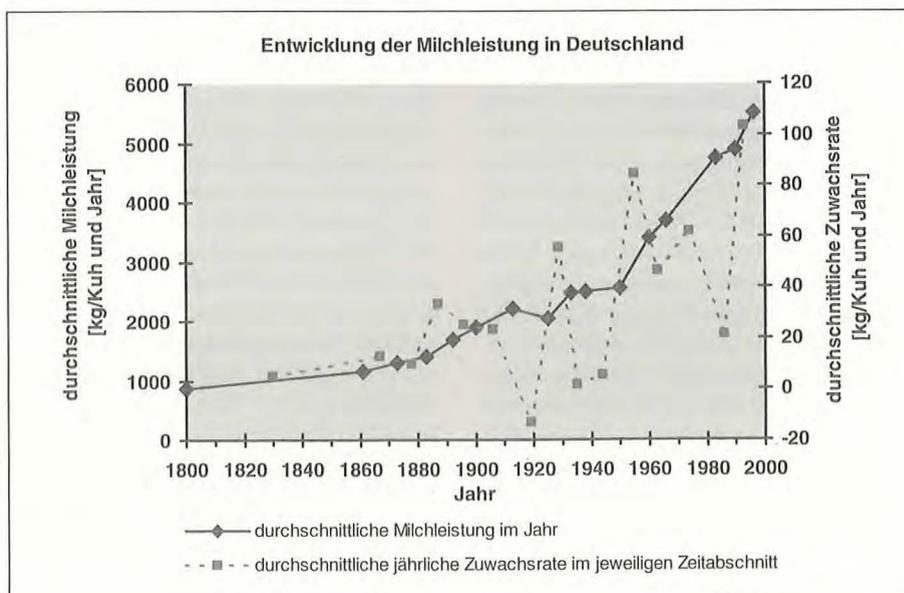
insgesamt 21 Mio. t Milch) gestiegen (Agrar-Europe 18/99, Länderberichte S. 32). Für etwa die Hälfte der Gesamterzeugung fallen dadurch Quotenkosten von 0,10 bis 0,20 DM pro kg Milch an. Dadurch hat sich die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion insgesamt nicht verbessert (Kuhlmann/Becker 1999, S. 139).

## Entwicklungen in der Produktionstechnik

Bereits in der Vergangenheit hat in der Milchwirtschaft ein starker Strukturwandel stattgefunden. Dieser Trend wird sich auch in der Zukunft fortsetzen. Allerdings stehen technische Entwicklungen vor der breiten Anwendung in der Milchviehhaltung bzw. werden in den nächsten Jahren Praxisreife erlangen, die den bisherigen Trend verstärken oder sogar zu Brüchen in der langfristigen Entwicklungen führen könnten. Im folgenden werden zunächst drei wichtige technische Neuerungen vorgestellt.

### Melkautomat

Vollautomatische Melksysteme (auch Melkautomat oder Melkroboter genannt) dienen der erheblichen Verringerung des bisher – im Vergleich zu anderen landwirtschaftlichen Produktionsbereichen – noch hohen Arbeitsaufwandes beim Melken. Der Melkautomat basiert im wesentlichen auf Roboter- und Informationstechnologien und wurde seit Mitte der 80er Jahre entwickelt. Für das vollautomatische Melken von Kühen werden die Komponenten Melkbox, Melkroboter mit Sensorik, Steuerungssystem sowie Ver- und Entsorgungstechnik benötigt. Zentrales technisches Problem sind die Lokalisierung der Zitzen und das automatische Ansetzen der Melkbecher durch den Roboter. Die Kühe können den Melkautomaten jederzeit aufsuchen, weshalb er nur in Betrieben mit Laufstall einsetzbar ist. Mittlerweile bieten sechs europäische Hersteller automatische Melksysteme an. Bis Ende 1998 waren in der EU etwa 300 Anlagen installiert (Hofstetter 1999).



Durch den Melkautomaten können etwa 50% der Melkarbeit eingespart werden. Zugleich liegen die Investitionskosten etwa 50% über denen der bisherigen Melktechnik. Für Betriebe mit weniger als 60 Kühen kommt die Anschaffung eines Melkautomats aufgrund des geringen Ausnutzungsgrades derzeit nicht in Frage. Ein ökonomisch sinnvoller Einsatz von Melkautomaten wird vor allem bei sehr großen Milchviehbetrieben und Lohnarbeitsbetrieben erwartet. Die bisherigen Untersuchungen kommen außerdem zu dem Ergebnis, daß die Milchleistung durch die höhere Melkhäufigkeit um 10 bis 20% steigt (Hofstetter 1999).

#### *Gentechnologisch hergestelltes Rinderwachstumshormon (rBST)*

Gentechnologisch hergestelltes Rinderwachstumshormon (rekombiniertes bovines Somatotropin – rBST) ist ein Produkt der Gentechnologie. Es soll in der Landwirtschaft zur Steigerung der Milchleistung von Kühen eingesetzt werden; es handelt sich also um einen Leistungsförderer. Nach geltendem Recht ist rBST als Tierarzneimittel einzustufen. rBST muß als Langzeitpräparat in 14-tägigen Abständen gespritzt werden. Ursprünglich wurden Leistungssteigerungen von bis zu 25% erwartet. Die durchschnittlichen Leistungssteigerungen unter Praxisbedingungen liegen aber nur bei etwa 10% bzw. zwischen 1,2 und 7,4 kg Milch pro Tag. Die Behandlung von Milchkühen mit rBST bewirkt bei der Mehrzahl der Kühe eine Steigerung der Milchleistung, kann bei einzelnen Tieren unter Praxisbedingungen aber auch zu keiner positiven oder gar einer negativen Leistungsentwicklung führen (EK TA 1989).

Ein rBST-Präparat (Posilac von Monsanto) ist seit 1994 in den USA zugelassen. Zulassung und Anwendung von rBST sind aber auch in den USA nach wie vor umstritten. In der EU besteht seit 1990 ein mehrmals verlängertes Zulassungs-Moratorium für rBST, das zunächst im wesentlichen mit sozio-ökonomischen und Verbraucherschutz-Argumenten begründet wurde. Das derzeit gültige Moratorium läuft

Ende dieses Jahres aus. In einem Bericht des Wissenschaftlichen Ausschusses für Tiergesundheit der Europäischen Union vom März 1999 wurde festgestellt, daß die Anwendung von rBST zu einer Verschlechterung der Tiergesundheit aufgrund von vermehrten Beinerkrankungen, Euterentzündungen, Reproduktionsstörungen und anderer produktionsbezogener Erkrankungen führt. Der Ausschuß sprach sich gegen eine Anwendung von rBST aus (EU-Kommission 1999, S. 76). Damit dürften die Chancen für eine rBST-Zulassung in der EU gering sein.

#### *Klonen*

Beim Klonen handelt es sich um eine Entwicklung der modernen Biotechnologie. Seit Beginn der 80er Jahre werden Klonierungstechniken entwickelt. Klone sind Individuen, die genetisch identisch sind. Natürliche Klone im Tierreich sind eineiige Zwillinge. Damit sich aus einer tierischen Zelle ein vollständiges Lebewesen entwickeln kann, muß sie "totipotent" sein, d.h. sie muß die Fähigkeit haben, sich noch in alle Gewebearten differenzieren zu können. Bei Tieren besitzen grundsätzlich nur Embryonalzellen in frühen Entwicklungsstadien diese Fähigkeit. Neuerdings ist es aber gelungen, auch bestimmte Zellen erwachsener Tiere wieder in diesen Zustand zurückzusetzen und damit erwachsene Tiere zu klonieren. Diese Klonierung mittels Kerntransfer (aus Embryonen und insbesondere aus differenzierten Zellen) führt zu Kloneschwistern, die hinsichtlich des Erbgutes im Zellkern (chromosomale DNA) identisch sind. Das Verfahren des Kerntransfers wird bisher vor allem beim Rind und Schaf praktiziert. Derzeit sind die Erfolgsraten noch gering, und es tritt eine Reihe von Problemen auf. Da aber anscheinend rasche Fortschritte erzielt werden, wird erwartet, daß die Klonierung mit gentechnisch veränderten Embryozellen und hochwertigen Körperzellen in etwa 10 Jahren zur Praxisreife entwickelt sein wird (Götz et al. 1999; Henze/Zeddies 1998, S. 4).

Die Klonierung ist potentiell für

Gene-Pharming und Nutztierzucht von großer Bedeutung. Unter *Gene-Pharming* versteht man die Erzeugung von humantherapeutisch wirksamen Proteinen in der Milchdrüse von transgenen Tieren (Kühe, Schafe, Ziegen). Die Arzneistoffe sollen aus der Milch isoliert, gereinigt und zu Medikamenten aufbereitet werden. Die Klonierung würde ermöglichen, solche teuer und zeitaufwendig erzeugte Tiere ohne Verlust des Genkonstrukts zu vermehren. Für die Landwirtschaft dürfte dies voraussichtlich von geringer Bedeutung sein, da nur relativ wenige Tiere benötigt werden und diese unter besonderen hygienischen Bedingungen gehalten werden müssen.

In der *Tierzucht* ist die Klonierung vor allem bei den Tierarten interessant, die eine geringe geschlechtliche Vermehrungsrate und einen langen Reproduktionszyklus aufweisen. Ökonomische Vorteile durch Klonierung sind vor allem in der Rinderzucht und -haltung zu erwarten, worauf im folgenden näher eingegangen wird.

In der *Milchproduktion* ließe sich durch eine funktionierende Klonierungstechnik auf der Züchtungsstufe die Vermehrungsrate herausragender weiblicher Tiere wesentlich erhöhen und der Zuchtfortschritt über den Pfad der Kuhmütter deutlich steigern. Gleichzeitig würden sich die Kosten der Zuchtwertschätzung durch eine Erhöhung der Genauigkeit beim Test von Kloneschwistern wesentlich vermindern. Es wird erwartet, daß auf der Züchtungsstufe durch Klonierung sich der Zuchtfortschritt gegenüber der derzeitigen Situation etwa verdoppeln würde. In der Produktionsstufe würden funktionierende Klonierungsprogramme neben dem höheren Zuchtfortschritt aus der Züchtungsstufe zusätzlich eine weitere Leistungssteigerung durch den gezielten Zukauf von Klonierungsmaterial ermöglichen. Es wird erwartet, daß in einem Zeitraum von 10 Jahren Leistungssteigerungen von 2.000 bis 3.000 kg Milch pro Kuh und Jahr – bei gleichzeitiger Verbesserung des Herden- und Betriebsmanagements – möglich sind (Henze/Zeddies 1998, S. 5).

### Auswirkungen auf Wirtschaftlichkeit und Agrarstruktur

Die neuen Technologien können zur Erhaltung bzw. Verbesserung der internationalen Wettbewerbsstellung beitragen, indem sie die Produktionskosten senken. Die deutschen und mitteleuropäische Milchwirtschaft hat Standortnachteile im internationalen Wettbewerb durch lange Winterfütterzeiten, vergleichsweise hohe Gebäude- und Arbeitskosten sowie eine ungünstige Betriebsstruktur mit relativ vielen kleinen und mittleren Milchviehbetrieben. Im internationalen Vergleich haben zentral-europäische Milcherzeuger um etwa 0,12 DM pro kg Milch höhere Produktionskosten als wichtige Wettbewerber. Im folgenden wird zunächst diskutiert, unter welchen Bedingungen ein wirtschaftlicher Einsatz in den landwirtschaftlichen Betrieben möglich ist, daran anschließend, welche Wirkungen auf die Agrarstruktur erwartet werden können.

#### Einzelbetriebliche Wirtschaftlichkeit

Die Einführung dieser neuen Technologien in den landwirtschaftlichen Betrieben ist u.a. abhängig von folgenden Faktoren:

Die *Praxisreife* der hier betrachteten Technologien ist unterschiedlich weit gediehen. Das Produkt rBST und seine Anwendung hat seit einigen Jahren praxisreife erlangt. Allerdings steht eine Zulassung für Deutschland (bzw. die EU) nach wie vor aus. Vollautomatische Melksysteme haben gerade erst die Praxisreife erlangt; die "Kinderkrankheiten" der neuen Technik werden voraussichtlich in den nächsten Jahren behoben. Das Problem, das nicht bei allen Kühen das automatische Ansetzen der Melkbecher gelingt, könnte eine Zuchtselktion auf roboterfreundliche ruhige Tiere mit gleichmäßigen Euterformen erfordern (Hofstetter 1999). Die Klonierung dagegen befindet sich noch im Versuchsstadium. Es wird erwartet, daß in etwa 10 Jahren technisch funktionierende und praxisreife Klonierungssysteme zur Verfügung stehen werden. Diese Abschätzung unterliegt natürlich erheblichen Unsicherheiten.

Die drei Techniken sind in sehr unterschiedlicher Weise auf bestimmte *Betriebsbedingungen* angewiesen. Der Melkautomat erfordert eine optimale Auslastung (60 Kühe pro Melkbox), so daß dieser Milchkuhbestand vorhanden sein oder durch Aufstockung erreicht werden muß. Eine langsame Aufstockung der Milchviehherde wäre daher unökonomisch. Außerdem müssen ein Laufstall und ganzjährige Stallhaltung vorhanden sein oder im Rahmen einer Erweiterungsinvestition geschaffen werden (Hofstetter 1999). Der Einsatz von rBST kann dagegen prinzipiell in jedem Betrieb erfolgen. Die rBST-Applikation kann durch den Landwirt oder einen Tierarzt erfolgen. rBST kann in kleinen Mengen erprobt werden und erfordert keine Investitionen. Allerdings erfordert rBST ein optimales Herdenmanagement (Fütterung, Tiergesundheit, usw.), so daß es nicht in allen Betrieben erfolgreich eingesetzt werden kann (EK TA 1989, S. 52). Ähnliches wird voraussichtlich auch für die Klonierung gelten. Leistungsfähige Tiere aus Klonierungsprogrammen können grundsätzlich alle Milchviehbetriebe erwerben, wobei auch hier die Anforderungen an das Herdenmanagement steigen werden.

Die mit den neuen Technologien verbundenen *Kosten* sind ein weiterer nächster Faktor, der über den Einsatzumfang entscheidet. Die hohen Investitionskosten für vollautomatische Melksysteme lohnen sich nur, wenn Lohnarbeitskräfte eingespart oder die freigesetzte Arbeitskapazität vom Landwirt in anderen Produktionsbereichen oder für eine Aufstockung des Milchviehbestandes ökonomisch eingesetzt werden kann. Eine breite Anwendung von rBST wäre nur bei geringen Mittelkosten und niedrigen Applikationskosten (d.h. Anwendung durch den Landwirt) zu erwarten (Neander et al. 1989, S. 171). Für die Klonierung wird geschätzt, daß sie zu Kosten (etwa 200 DM pro Klon) verfügbar sein wird, die einen breiten Einsatz erlauben (Henze/Zeddies 1998, S. 5).

Die *Einstellung der Landwirte* gegenüber den neuen Techniken wird ebenfalls den Einführungsprozeß mit-

bestimmen. Gegenüber dem Melkautomaten besteht eine positive Grundstimmung in der Landwirtschaft. Von ihm wird durch die Befreiung vom festen ganzjährigen Melkrhythmus eine Verbesserung der sozialen Bedingungen der Milchviehalter erwartet (Hofstetter 1999). Dagegen bestehen gegen Anwendungen der Bio- und Gentechnik in der Tierproduktion erhebliche soziale und ethische Bedenken (Menrad et al. 1998, S. 93). In einer vor zehn Jahren durchgeführten Befragung sprachen sich rund 90% der Landwirte gegen eine Zulassung von rBST aus, rund 75% der befragten Landwirte wollten rBST nicht anwenden. Die Motive für eine ablehnende Haltung leiten sich zum einen aus absatz- oder betriebswirtschaftlichen Gründen und zum anderen aus ethischen oder moralischen Bedenken her (EK TA 1989, S. 64 f.). Auch gegenüber der Klonierung hat die Mehrzahl der Landwirte in einer Expertenbefragung eine negative Einstellung (Henze/Zeddies 1998, S. 32).

Schließlich sind die *agrarpolitischen Rahmenbedingungen* von ganz entscheidender Bedeutung. Unter der Bedingung *nicht-handelbarer Milchquoten* ist die Wirtschaftlichkeit von rBST bzw. der Klonierung auf der Produktionsstufe gering bis gar nicht gegeben (EK TA 1989, S. 70; Neander et al. 1989, S. 5; Henze/Zeddies 1998, S. 6). Bei betrieblich fixierten Milchquoten muß die Milchleistungssteigerung zu einer Verringerung des Kuhbestandes pro Betrieb führen. Eine alternative Nutzung freigesetzter betrieblicher Produktionsfaktoren in der Rindfleischherzeugung ist auch nur sehr begrenzt möglich, da die Tierprämien durch Betriebsobergrenzen limitiert sind (Henze/Zeddies 1998, S. 46).

Bei *handelbaren Milchquoten* haben Modellberechnungen für rBST ergeben, daß unter günstigen Bedingungen ein Gewinnzuwachs von 10% und mehr erzielt werden kann, unter ungünstigen Bedingungen der Einsatz aber unrentabel bliebe (EK TA 1989, S. 71). Ebenso wird für die derzeit geltende Situation der handelbaren Quoten durch die Klonierung eine deutliche Steigerung der

Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung erwartet. Modellrechnungen zeigen, daß durch die Leistungssteigerungen mittels einer funktionierenden Klonierung die Produktionskosten um 0,15 bis 0,20 DM je kg Milch gesenkt werden könnten. Der Gewinnzuwachs könnte durch weitere mit der Klonierung assoziierte Biotechniken wie Zwillingsfruchtbarkeit verstärkt werden (Henze/Zeddies 1998, S. 6). Da nach der geltenden Milchmarktordnung in der EU die gesamte Produktionsmenge an Milch fixiert ist, erfordert die Erhöhung der Milchproduktion in Wachstumsbetrieben eine entsprechende Bestandsabstockung in anderen Betrieben. Es ist also ein Austausch von Milchlieferrechten zwischen ihnen durch Pacht oder Kauf notwendig. Dadurch könne ein Teil der Vorteile hier nicht den Milcherzeugern, sondern den Quoten-eigentümern zugute kommen.

Unter der Bedingung einer *Aufhebung der Milchgarantiemengenregelung* ergeben sich für rBST und Klonierung für die Produktionsstufe ähnliche Ergebnisse bei den Wirtschaftlichkeitsberechnungen. Da durch die Abschaffung der Milchquote aber Preissenkungen für Milch zu erwarten sind, würden die durch die Leistungssteigerung erlangten wirtschaftlichen Vorteile auf Dauer an die Verbraucher weitergegeben.

Bei den automatischen Melksystemen haben die agrarpolitischen Rahmenbedingungen keinen so starken Einfluß, da die Wirtschaftlichkeit weniger von der Milchleistungssteigerung als von der Arbeitszeiterparnis und ihrer ökonomischen Verwertung bestimmt wird.

#### *Agrarstruktur*

Das Milchquotensystem verhindert eine Ausdehnung des Milchangebotes infolge von technischen Fortschritten. Der ohnehin ablaufende Trend zu höheren Milchleistungen und weniger Kühen (siehe Vergangenheitsentwicklung) würde durch die neuen Technologien verstärkt. Alle drei würden bei frei handelbaren Quoten und erst recht bei einer Aufhebung des Milchquotensystems zu einer Beschleunigung des Betriebsgrößenstrukturwandels führen.

Der Melkautomat ist eine typische *betriebsgrößenabhängige technische Innovation*, d.h. sein Einsatz ist fast ausschließlich in Großbetrieben rentabel. Ihre Konkurrenzfähigkeit gegenüber kleinen Milchviehbetrieben würde gestärkt. Außerdem wirkt diese Technologie wichtigen Problemen der großbetrieblichen Milchviehhaltung entgegen, indem die Unternehmen die Zahl der für das Melken erforderlichen Personen deutlich reduzieren können und damit Koordinations- und Motivationsprobleme besser in den Griff bekommen (Isermeyer 1999, S. 57).

Dagegen sind rBST und Klonierung *relativ betriebsgrößenneutrale Technologien*, d.h. sie können tendenziell von allen Milchviehbetrieben genutzt werden und in allen Betrieben sinken die Produktionskosten je Liter Milch. Trotzdem gehen auch von ihnen Impulse zur Verstärkung des Agrarstrukturwandels aus. Die durch den Produktivitätsfortschritt freigesetzten betrieblichen Produktionspotentiale können in den größeren Betrieben zu geringeren Kosten für eine Bestandsaufstockung genutzt werden, so daß eine verstärkte Nachfrage nach Milchquoten entsteht. Auf der anderen Seite bietet sich dadurch für kleinere Betriebe die Möglichkeit, die relativ lukrative Abfindung durch Verkauf oder Verpachtung der Quote zu nutzen. Diese Entscheidung der kleineren Betriebe hängt davon ab, inwieweit sie die mit der Aufgabe der Milchviehhaltung freigesetzten Arbeitskapazitäten anderweitig inner- oder außerlandwirtschaftlich einsetzen können.

Steigende Milchleistung und sinkende Produktionskosten werden den *Rückgang der Milchpreise* weiter beschleunigen. Insbesondere bei einer Aufhebung der Milchgarantiemengenregelungen würden die Milchpreise erheblich unter Druck kommen. Dadurch wären insbesondere leistungsschwächere, kleine Futterbau und Gemischtbetriebe gezwungen, ihre Milchproduktion aufzugeben. Alleine durch eine praxisreife und kostengünstige Klonierung könnten nach Modellrechnungen innerhalb von 10 Jahren rund 50% der Arbeitskapazitäten in den milchvieh-

haltenden Betrieben freigesetzt werden sowie rund 20% der Acker- und Grünlandfläche zwischen den Betrieben wechseln. Die Zahl der Milchkühe würde sich von rund 4,9 Mio. auf rund 3 Mio., gegenüber 4,3 Mio. bei der Entwicklung ohne Klonierung, verringern (Henze/Zeddies 1998, S. 53 ff.).

*Negative Reaktionen der Verbraucher* – in der Form eines geringeren Milchverbrauchs – würden relativ schnell die ökonomischen Vorteile, die für die Landwirtschaft durch die neuen Technologien entstehen, wieder aufzehren. Dies gilt insbesondere für Zulassung und Einsatz von rBST, dem Molkereien und Verbraucher sehr reserviert bis ablehnend gegenüberstehen. Bei rBST wird erwartet, daß insbesondere Konsummilch und andere Frischmilcherzeugnisse von Absatzbußen betroffen wären. Voraussichtlich würde es zur Herausbildung eines neuen Marktsegmentes "rBST-freie" Milch kommen. Die dafür notwendige getrennte Erfassung und Verarbeitung der Milch sowie ihre Kennzeichnung und Kontrolle würde erhöhte Kosten für die Milchwirtschaft bedeuten (Neander et al. 1989, S. 11 ff.). Ähnlich negative Verbrauchereinstellungen sind bei der Klonierung zu erwarten, insbesondere wenn sie zur Vermehrung gentechnisch veränderter Kühe genutzt wird.

Der *ökologische Landbau* steht entsprechend seinem Selbstverständnis der Gentechnik ablehnend gegenüber. Die Richtlinien des ökologischen Landbaus lassen weder mit Hilfe der Gentechnik hergestellte Betriebsmittel (also rBST) noch transgene Tiere zu. Das Klonen wird zwar nicht explizit erwähnt, ist aber trotzdem nicht zulässig, da die Klonierung nicht ohne den ebenfalls verbotenen Embryotransfer durchführbar ist (Henze/Zeddies 1998, S. 58 f.). Dagegen ist die Einführung automatischer Melksysteme mit dem ökologischen Landbau vereinbar. Der ökologische Landbau wäre allerdings indirekt von der Anwendung von rBST und Klonierung ebenfalls betroffen, denn seine höheren Milchpreise sind vom allgemeinen Preisniveau abhängig, so daß mit sinkendem Milchpreis auch die

Erzeugerpreise des ökologischen Landbaus unter Druck gerieten.

Schließlich werden von einer funktionierenden Klonierung erhebliche Strukturveränderungen in der Züchtung ausgehen. In der Rinderzucht wird die Züchtungsarbeit bisher vor allem von Züchtungsvereinigungen geleistet, die auf landwirtschaftliche Betriebe zugreifen und die in enger Verbindung mit Besamungsstationen stehen. Alleine die Herdbuchzuchtbetriebe machen fast 30% aller rinderhaltenden Betriebe aus. Die Klonierung und assoziierte biotechnologische Verfahren erfordern erhebliche labortechnische Investitionen und hochqualifiziertes Personal. Daher wird erwartet, daß sich spezialisierte, kapitalintensive und erwerbswirtschaftlich ausgerichtete Zuchtunternehmen herausbilden. Damit in Deutschland auch außerhalb der Hybridzucht gewerbliche Zuchtunternehmen entstehen können, wären allerdings durch eine Änderung des Tierzuchtgesetzes die Marktzutrittsbeschränkungen zu beseitigen. Dann könnte sich in der Rinderzucht langfristig eine ähnliche Struktur wie in der Pflanzenzucht entwickeln, d.h. ein pyramidenförmiger Aufbau aus wenigen Zuchtunternehmen, einer größeren Zahl von Vermehrungsbetrieben und einer Vielzahl von Produktionsbetrieben (Henze/Zeddies 1998, S. 7, 65 f.).

### Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt

Aus der Vielzahl möglicher weiterer Wirkungsketten werden hier die Auswirkungen auf die Tiergesundheit und die Umwelt diskutiert.

#### Tiergesundheit

Es besteht ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Höhe der Milchleistung und dem Auftreten von Beinerkrankungen, Euterentzündungen, Reproduktionsstörungen und anderer produktionsbezogener Erkrankungen der Kühe. Die Leistungssteigerungen der Vergangenheit haben zu einer deutlichen Zunahme dieser tiergesundheitlichen Probleme geführt (EU-Kommission 1999, S. 14).

Beim Melkroboter könnte theoretisch durch die erhebliche Arbeitszeitersparnis mehr Zeit für die Tierbeobachtung und -betreuung zur Verfügung stehen. Tatsächlich aber dürfte aus ökonomischen Gründen die freiwerdende Zeit anderweitig genutzt werden, so daß eine intensivere Tierbetreuung unwahrscheinlich ist. Außerdem entfällt die visuelle Tierbegutachtung beim herkömmlichen Melken (Hofstetter 1999). Erfahrungen in den USA beim Übergang zum dreimaligen Melken haben gezeigt, daß in einem Teil der Betriebe erhebliche negative gesundheitliche Wirkungen auftraten. Mit der Milchleistungssteigerung sind Anpassungen bei der Futterzusammensetzung, der Futterqualität und der Fütterungstechnik notwendig, die nicht allen Betrieben gelingt (Isermeyer 1989). Damit ist es fraglich, ob diese Technologie zu einer Verbesserung der Tiergesundheit beitragen kann.

rBST führt zu einer signifikanten Erhöhung von Euterentzündungen, Beinerkrankungen und Reproduktionsstörungen (EU-Kommission 1999). In der Regel kann nicht geklärt werden, ob es sich hierbei um direkte Effekte des rBST oder über die Milchleistungssteigerung vermittelte indirekte Effekte handelt. Außerdem waren in zahlreichen Versuchen die Anzahl der behandelten Kühe zu klein, so daß die Effekte erst durch Meta-Analysen nachgewiesen werden konnten. Schließlich besteht noch ein relevanter Unterschied zwischen den Haltungsbedingungen bei den Versuchsherden in den Experimenten und denen in der landwirtschaftlichen Praxis, so daß sich bei einer breiten Anwendung die Gesundheitsprobleme voraussichtlich verstärkt einstellen werden. Ein weiteres gesundheitliches Problem durch rBST sind Entzündungen der Injektionsstellen. Der schlechtere Gesundheitszustand und die erhöhte Erkrankungshäufigkeit durch rBST wird zu einer Zunahme der veterinärmedizinischen Behandlungen führen (EU-Kommission 1999, S. 67).

Das Klonen bei Nutztieren ist derzeit noch mit erheblichen Risiken verbunden. Mittels Kerntransfer klonierte

Tiere weisen zu etwa einem Drittel Anomalien und Funktionsstörungen auf. Ein Drittel der geklonten Kälber hat bei der Geburt eine Übergröße. Etwa 10% der geklonten Kälber weisen Abnormitäten auf. Es ist außerdem nicht auszuschließen, daß geklonte Kälber ein erhöhtes Krankheitsrisiko aufweisen (Henze/Zeddies 1998, S. 5). Falls diese Probleme bei der weiteren Entwicklung der Klonierung zur Praxisreife gelöst werden, können gesundheitliche Probleme aber immer noch – ähnlich wie beim Melkautomat und rBST – durch die Milchleistungssteigerung verursacht werden. Aufgrund der sehr großen Leistungssteigerung in einem relativ kurzen Zeitraum wird dies besonders problematisch sein.

#### Umweltwirkungen

Da die ökologischen Auswirkungen der drei Technologien im wesentlichen über die Milchleistungssteigerung vermittelt sind, können sie hier gemeinsam betrachtet werden. Milchleistungssteigerungen führen sowohl zu Entlastungen als auch zu Belastungen der natürlichen Umwelt.

Umwelientlastungen ergeben sich daraus, daß die gegebene Milchmenge mit weniger Tieren und einer geringeren Grundfutterfläche erzeugt werden kann. Dies bewirkt eine Reduzierung von klimarelevanten Gasemissionen und von Stickstoffverlusten aus der Gülle. Der geringere Flächenbedarf für die Milchproduktion kann außerdem eine Extensivierung der Flächennutzung fördern. Indirekte positive Umwelteffekte können sich weiterhin dadurch ergeben, daß das Pachtpreinsniveau tendenziell sinkt und deshalb Flächen für Naturschutzmaßnahmen preiswerter zur Verfügung stehen (Isermeyer 1989; EK TA 1989, S. 85 ff.; Henze/Zeddies 1998, S. 61 f.).

Die Entlastungseffekte verringern sich, wenn man die bei einer deutlichen Leistungssteigerung zu erwartende kürzere Nutzungsdauer berücksichtigt. Während in Deutschland bei einer Milchleistung von knapp 6.000 kg die Nutzungsdauer durchschnittlich bei 2,7 Jahren liegt, beträgt in den

USA und Kanada bei einer erheblich höheren Durchschnittsleistung von 8.600 kg Milch die durchschnittliche Nutzungsdauer nur noch 2,1 Jahre. Da eine Kuh zum ersten Mal nach einem fixen Zeitraum von 2 Jahren Milch gibt, fällt die Aufzuchtzeit mit abnehmender Nutzungsdauer um so mehr ins Gewicht, denn gleichzeitig werden relativ mehr Jungtiere zur Erneuerung des Milchviehbestandes benötigt (Idel 1998, S. 37, 43). Eine kürzere Nutzungsdauer ist außerdem ein Indikator für tiergesundheitsliche Probleme.

Auf der anderen Seite können sich verstärkte *Umweltbelastungen* ergeben. Durch den geringeren Grundfutterbedarf kann es zu einer verstärkten Umwandlung von Grünland in Ackerland kommen. Dieser Grünlandumbruch führt zu erheblichen Stickstofffreisetzungen. Durch die Verlagerung der Milchproduktion in größere Betriebe, durch den Übergang von der Weidewirtschaft zur ganzjährigen Stallhaltung sowie durch die erforderliche Qualitätserhöhung im Grundfutterbereich wird es auf einem Teil der Fläche zu einer Intensivierung des Futterbaus kommen. Schließlich wird der durch die neuen Technologien ausgelöste Strukturwandel zu einer zunehmenden betrieblichen und regionalen Konzentration der Milchviehhaltung führen, was eine Zunahme der regionalen Umweltbelastungen (z.B. erhöhter Gülleanfall) bewirken kann (Isermeyer 1989; EK TA 1989, S. 85 ff.; Henze/Zeddies 1998, S. 62 ff.).

Be- und Entlastungen gleichen sich in der Regel nicht aus, da sie an verschiedenen Standorten auftreten. Welche Folgen wie stark auftreten, hängt wesentlich von der Ausgestaltung der agrarpolitischen Rahmenbedingungen ab (EK TA 1989, S. 21).

### Schlußfolgerungen

Handlungsmöglichkeiten können sich auf die neuen Technologien selbst, auf die agrarpolitischen Rahmenbedingungen sowie auf politische Begleit- und Ausgleichsmaßnahmen beziehen.

Zunächst sind die *Handlungsmöglichkeiten* zu diskutieren, die *direkt bei*

*den Technologien ansetzen*. Für ihre Bewertung sind Wirkungen auf die Tiergesundheit und indirekte Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit (durch Veränderungen bei den produzierten Nahrungsmitteln) von besonderer Bedeutung. Dabei sind bei allen drei Technologien die tierbezogenen Leistungssteigerungen bei gleichzeitiger betriebswirtschaftlicher Kostenreduktion in Verhältnis zu setzen zu möglicherweise eintretenden Verschlechterung der Tiergesundheit. Bei rBST und beim derzeitigen Stand der Klonierung werden Beeinträchtigungen der Tiergesundheit bewirkt. Strittig ist dabei, ob nur direkte Wirkungen – für die ein Kausalnachweis erbracht werden kann – oder auch indirekte Wirkungen – wie sie auch in der Vergangenheit bei Leistungssteigerungen aufgetreten sind – zu berücksichtigen sind. Im Rahmen der Zulassung (nach dem Arzneimittelgesetz) ist eine solche Prüfung für rBST möglich. Bei der Klonierung wären Möglichkeiten für eine solche Prüfung im Rahmen des Tierschutzgesetzes bzw. Tierzuchtgesetzes erst zu schaffen. Für Technologien wie das vollautomatische Melksystem bestehen dagegen keine Zulassungsverfahren, und es nicht erkennbar, wie ein solches begründet und wo es verankert werden sollte.

Grundsätzlich gilt, daß bei einer bereits bestehenden Überproduktion an Milch viele Menschen neuen Technologien, die zu weiteren (Milch-)Leistungssteigerungen führen, reserviert bis ablehnend gegenüberstehen. Die Verabreichung des Hormons rBST ist dabei besonders schwer zu vermitteln. Eine kritische Haltung vieler Menschen ist auch bei der Klonierung zu erwarten. Es ist daher wahrscheinlich, daß bei solchen Technologien, die gleichzeitig die Gesundheit der Tiere eher negativ als positiv beeinflussen, in Zukunft eine genaue Prüfung, ob es sich hier noch um ethisch vertretbaren Umgang mit Tieren handelt, gefordert wird.

Die Bewertung der drei Technologien fällt, je nach dem, welche Weiterentwicklung der *agrarpolitischen Rahmenbedingungen* angestrebt wird, unterschiedlich aus. Bei einer Weltmarkt-

orientierung, wie sie in der Agenda 2000 ansatzweise angelegt ist, kann auf diese neuen Technologien kaum verzichtet werden, weil eine Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen und europäischen Milchviehhaltung dann dringend notwendig ist. Bei einer Binnenmarktorientierung der europäischen Milchmarktpolitik würde dagegen ein Außenschutz fortbestehen, d.h. eine direkte Konkurrenz mit low-cost-Ländern entfallen. Damit wäre der Druck zu einer schnellen Effizienzsteigerung geringer, aber je nach Ausgestaltung (z.B. des Milchquotensystems) würde sich auch die Wirtschaftlichkeit der neuen Technologien verringern und sich ihr Einführungsprozess verzögern.

Bei einem Einsatz der hier betrachteten Technologien werden *politische Begleit- und Ausgleichsmaßnahmen* notwendig. Ein beschleunigter Agrarstrukturwandel würde verstärkte Maßnahmen für eine integrierte Entwicklung ländlicher Räume erforderlich machen, insbesondere um den Verlust an landwirtschaftlichen Arbeitsplätzen auszugleichen. Negative Umweltwirkungen, die durch die neuen Technologien bzw. den von ihnen verursachten Strukturwandel ausgelöst werden, sollten durch gezielte Maßnahmen wie die Honorierung ökologischer Leistungen der Landwirtschaft, die Flächenbindung der Tierhaltung, das Verbot des Grünlandumbruchs auf sensiblen Standorten oder das Gebot bestimmter Anbautechniken auf ökologisch gefährdeten Standorten verhindert werden. Schließlich besteht ein hoher Informations- und Beratungsbedarf für die Landwirtschaft, damit den Betrieben eine Anpassung ihres Herdenmanagements an das erhöhte Leistungspotential gelingt und negative Wirkungen auf die Tiergesundheit möglichst klein gehalten werden.

Rolf Meyer

## Literatur

EK TA – ENQUETE-KOMMISSION  
"TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG UND -BEWERTUNG"

(1989): Gentechnologisch hergestelltes Rinderwachstumshormon. Zur Sache 3/89. Deutscher Bundestag, Bonn

EU-KOMMISSION, SCIENTIFIC COMMITTEE ON ANIMAL HEALTH AND ANIMAL WELFARE (1999): Report on Animal Welfare Aspects of the Use of Bovine Somatotrophin.

[http://europa.eu.int/comm/dg24/health/sc/scah/out21\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/dg24/health/sc/scah/out21_en.html).

HENZE, A.; ZEDDIES, J. (1998): Klonen bei Tieren – Auswirkungen in der Nutztierzucht. Gutachten im Auftrag des TAB

HOFSTETTER, M. (1999): Der Melkroboter – die Technik der Zukunft im Milchviehstall?! In: AgrarBündnis (Hrsg.): Landwirtschaft 99. Der kritische Agrarbericht. Kassel, Rheda-Wiedenbrück, Bramsche, S. 125-130

IDEL, A. (1998): Kommentargutachten zum Klonen von Tieren. Gutachten im Auftrag des TAB

ISERMEYER, F. (1989): Technikfolgen-Abschätzung einer Einführung des vollautomatischen Melkens. Referat zur 30. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, 4.-6. Oktober 1989 in Braunschweig-Völkenrode (Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, Band 25)

ISERMEYER, F. (1999): Perspektiven für die Milchviehhaltung. In: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (Hrsg.): Landwirtschaft 2010. Welche Wege führen in die Zukunft? DLG-Verlag, Frankfurt/M., S. 51-73

KUHLMANN, F.; BECKER, H. (1999): Vom Gestern zum Morgen: Entwicklungstrends 1970 bis 1997 –

Struktur, Preise, Wirtschaftlichkeit. In: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (Hrsg.): Landwirtschaft 2010. Welche Wege führen in die Zukunft? DLG-Verlag, Frankfurt/M., S. 127-192

MENRAD, K.; GIESSLER, S.; STRAUSS, E. (1998): Auswirkungen der Biotechnologie auf Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie – eine Delphi-Studie – Ergebnisse aus Deutschland. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart

NEANDER, E.; BEUSMANN, V.; DOLL, H.; FARRIES, E.; HINRICHS, P.; LEBZIEN, P.; ROHR, K.; SALAMON, P.; SCHRADER, H.; WALTER, K. (1989): Folgen des Einsatzes von BST in der deutschen Milchherzeugung. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft Heft 376, Münster-Hiltrup.

## Klonen von Tieren

# Klonen von Tieren – ein TA-Projekt als öffentlicher Diskurs

Die Geburt des Schafes Dolly im Frühjahr 1997 hat in vielen Ländern heftige Reaktionen der Öffentlichkeit hervorgerufen, so auch in den Niederlanden. Die Möglichkeit, ein genetisch identisches Exemplar eines erwachsenen Säugetieres herzustellen, führte auch hier zu öffentlichen Diskussionen über ethische Grenzen der Reproduktions- und Gentechnik, wobei in der intensiven Presseberichterstattung über Dolly vor allem die Möglichkeit der Übertragung der Technik auf den Menschen dominierte. Das niederländische Parlament befaßte sich in mehreren Sitzungen mit den möglichen Folgen dieses neuerlichen wissenschaftlichen "Durchbruchs" in der Reproduktionstechnik und forderte die Gesundheitsministerin auf, die Initiative zur Förderung einer breiten und informierten gesellschaftlichen Diskussion über das Thema zu ergreifen. Die für Parlament und Regierung tätige niederländische Einrichtung für Technikfolgen-Abschätzung, das Rathenau-Institut, wurde damit beauftragt, eine Reihe von Veranstaltungen zu organisieren, deren Ziel es sein soll – so die Ministerin – "eine Diskussion mit soviel Argumenten und Meinungen wie möglich zu führen, um schließlich deutlich zu machen, wie wir als Gemeinschaft über Klonierung denken und welche Grenzen wir ziehen wollen".

## Expertendiskurs und öffentliche Debatte

Das Projekt *Klonen en Kloneren* (Klone und Klonieren) des Rathenau-Instituts startete im März 1998 mit einer Anhörung im niederländischen Parlament und wird Ende Juni dieses Jahres mit einer weiteren Anhörung im Parlament abgeschlossen. Das Projekt umfaßt eine Reihe verschiedener Workshops und Diskussionsveranstaltungen mit Wissenschaftlern und gesellschaftlichen Interessengruppen, die das Thema Klonierung umfassend beleuchten sollen. Neben der Anwendung des Klonens in der Nutztierzucht und der biomedizinischen Forschung steht – entsprechend dem Stellenwert dieses Themas in der öffentlichen Diskussion – die Frage der Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung der Klonierung beim Menschen im Zentrum. Zu den verschiedenen Aspekten des Themas wurden und werden Diskussionsveranstaltungen z.B. mit Tierzüchtern, mit Vertretern verschiedener Religionsgemeinschaften und verschiedenen politischen Organisationen sowie eine repräsentative Bevölkerungsumfrage durchgeführt. Ziel des Rathenau-Instituts ist es, sicherzustellen, daß die Diskussion über das Klonen nicht auf Wissenschaftler und einige Interessengruppen beschränkt bleibt. Das gesamte Projekt wird deshalb begleitet von einer 20-köpfigen Gruppe zufällig ausgewählter Laien, die die verschiedenen Veran-

staltungen beobachten und zu eigenen Schlußfolgerungen kommen sollen, die beim abschließenden Hearing präsentiert werden.

## Konsens? – und offene Fragen

Das erste öffentliche Hearing diente dazu, zentrale umstrittene Fragen und Aspekte zu identifizieren, die in der Folge des Projektes vertieft bearbeitet werden sollten. Hierzu hatten Politiker Gelegenheit, Fragen an mit der Klonierung befaßte Forscher, Vertreter von Interessengruppen und Philosophen zu stellen. Es zeigte sich, daß Konsens über die Ablehnung der Klonierung von Menschen bestand. Vertreter der Pharmaindustrie erklärten, kein Interesse an der Entwicklung von Klonierungstechniken für den Menschen zu haben. Ebenso lehnten es Forscher, die mit menschlichen Embryonen experimentieren (was in Holland im Gegensatz zu Deutschland erlaubt ist), ab, untersuchte Embryonen in die Gebärmutter zurück zu verpflanzen. Von wissenschaftlicher Seite wurde für ein *Moratorium* für Forschung an Methoden zur Klonierung von Menschen plädiert. Umstritten war die Frage der Zulässigkeit der Klonierung von Tieren. Differenziert wurde hier nach verschiedenen Zielen, die mit der Klonierung verbunden sein können. Die Herstellung von tierischen Klonen zur Produktion von Medikamenten ("Gene-Pharming") erschien dabei am

ehesten akzeptabel. Gefragt wurde allerdings, ob unter dem Gesichtspunkt des Respekts vor dem Eigenrecht des Tieres nicht zuerst die Möglichkeit alternativer Methoden zur Herstellung von Medikamenten geprüft werden müßte.

Das Rathenau-Institut entwickelte aus der Diskussion ein Set von Fragen, die in den verschiedenen folgenden Workshops und Diskussionen weiterverfolgt wurden. Als ungeklärt wurde z.B. die Frage der Auswirkungen der Klonierung auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der zum Zwecke der Tierzucht und der Herstellung von Medikamenten geklonten Tiere identifiziert. Als klärungsbedürftig wurde in diesem Zusammenhang sowohl das ethische Kriterium der Integrität und Eigenrechte von Tieren befunden als auch die Frage nach dem gesellschaftlichen Nutzen einer weiteren Verbesserung der Leistungsfähigkeit (Milch- und Fleischertrag) von Nutztieren. Bezüglich der Klonierung von menschlichen Embryonen und Stammzellen blieb offen, wie der Verzicht auf eine Re-Implantation von Embryonen in die Gebärmutter kontrolliert werden kann. Auch schien es weiterer Diskussion darüber zu bedürfen, wie haltbar der festgestellte *Konsens über einen Verzicht auf das Klonen von menschlichen Individuen* ist. Das von Wissenschaftlern geforderte Moratorium wurde vor allem damit begründet, daß der noch wenig entwickelte Stand der Technik es unverantwortlich erscheinen ließe, klonierte menschliche Embryonen bis zur Geburt auszutragen. Welches sind aber dann die Kriterien einer Aufhebung eines solchen Moratoriums, und welches die Ziele bzw. Anwendungsfelder, die eine Klonierung menschlicher Individuen rechtfertigen könnten, wenn die technischen Voraussetzungen hierfür geschaffen sind?

## Das Thema in die Öffentlichkeit tragen

Zur Frage der Klonierung von Tieren zeigte eine im Herbst 1998 durchgeführte Diskussionsveranstaltung mit Vertretern verschiedener Religionsge-

meinschaften nach Aussage des Rathenau-Projektleiters, daß keine der Religionsgemeinschaften das Klonieren von Tieren radikal zurückwies. Allerdings wurden entscheidende Fragen als ungeklärt angesehen: Es sei weiter zu klären, welche Anwendungen der Klonierungstechnik sinnvoll sind, wie auch die Risiken der Klonierung weiter zu untersuchen. Dies könne insgesamt nicht unabhängig von einer Beurteilung der weiter entwickelten Möglichkeiten der Gentechnik generell sowie einer Debatte über die Erwünschtheit einer weiteren Industrialisierung der Landwirtschaft und die zunehmende Macht der biotechnologischen Industrie in der Landwirtschaft diskutiert werden.

Das Projekt "öffentliche Debatte über Klone und Klonierung" (Klonen en Kloneren) wurde Ende April 1999 mit einer Diskussionsveranstaltung zum Thema Klonieren von Menschen fortgeführt, bei der Wissenschaftler, Mediziner, Juristen und Ethiker ihre Sicht des Klonens von Menschen präsentierten und anschließend mit dem von Vertretern verschiedener gesellschaftlicher Gruppen besetzten Auditorium diskutierten (eine Auswertung dieser Debatte liegt noch nicht vor). Ende Mai wurde eine ähnliche Veranstaltung zum Thema Klonen von Tieren in der Nutztierzucht durchgeführt sowie Anfang Juni zum Thema Klonen von Tieren in der biomedizinischen Forschung. Bevor auf dem abschließenden Hearing Ende Juni die Schlußfolgerungen aus diesen Aktivitäten sowie die abschließende Stellungnahme der das Projekt begleitenden Laiengruppe dem Parlament und dem Gesundheitsminister übergeben werden, wird das Thema mit Vertretern verschiedener politischer Gruppen erörtert.

### Klonierung – eine Bevölkerungsumfrage

Ergebnisse liegen aus der im Auftrag des Rathenau-Institutes durchgeführten Bevölkerungsumfrage vor. Ein Katalog von zum Teil offenen Fragen, der den Befragten viel Raum zur eigenen Stellungnahme gab, wurde rund 1000 niederländischen Haushalten, die das so-

nannte "Telepanel" bilden, vorgelegt. Die dem "Telepanel" angeschlossenen Haushalte, die über einen PC verfügen, mittels dessen sie die Fragen beantworteten, können als überdurchschnittlich informiert über Fragen des öffentlichen Lebens gelten, stellen aber ansonsten ein repräsentatives Abbild der niederländischen Bevölkerung dar.

Immerhin 83% der Befragten waren in der Lage, eine im großen und ganzen zutreffende Beschreibung von "Klonierung" zu geben. Allgemein nach ihrer Einstellung zur Klonierungstechnik gefragt, äußerten sich 36% negativ bis sehr negativ, 14% zeigten eine positive bis sehr positive Einstellung; 34% der Befragten mochten sich weder positiv noch negativ äußern, und 17% sahen sich nicht in der Lage, ein Urteil abzugeben. *Die verschiedenen Anwendungsgebiete der Klonierung wurden sehr unterschiedlich bewertet.* Wie aus Umfragen zu Anwendungsfeldern der Gentechnik generell bekannt, sind es auch in diesem Fall medizinische Ziele der Klonierung, die am ehesten Zustimmung finden. Die Herstellung von tierischen Klonen zur Produktion von Medikamenten und Organen für die Transplantation wird von 15% der Befragten grundsätzlich befürwortet, 43% bzw. 38% der Befragten finden dies nur dann akzeptabel, wenn es um schwerwiegende Krankheiten geht. Die Klonierung von Menschen als Reproduktionsmöglichkeit von Eltern, die nicht in der Lage sind, Kinder zu bekommen, wird nur von 6% der Befragten grundsätzlich akzeptiert (28% würden in Ausnahmefällen zustimmen). Noch geringer fällt die Zustimmung bei der Herstellung tierischer Klone in der Nutztierzucht aus: Nur 3% der Befragten halten dies für grundsätzlich akzeptabel (33% in Ausnahmefällen).

Im allgemeinen erbrachte die Umfrage, daß die Einstellung der Bevölkerung zur Klonierung grundsätzlich doch eher *von Besorgnis und Ängsten geprägt* ist. Von den 14%, die sich grundsätzlich positiv gegenüber der Klonierung eingestellt zeigten, äußerten 70% eine Reihe von Bedenken und sehen auch negative Aspekte. Die von den Befragten ge-

äußerten Gründe für ein negatives Urteil zeigen ein eher unspezifisches Unbehagen: Es überwiegen Äußerungen wie "Wir sollten nicht Gott spielen", "Man sollte der Natur ihren Gang lassen" und "Wir können nicht wissen, was die letztendlichen Folgen sind".

### TA als öffentlicher Prozeß?

Das Projekt des Rathenau Institutes zielt darauf ab, den Informationsstand der Öffentlichkeit über das Thema zu verbessern und eine breitere Basis für die Beurteilung möglicher positiver und negativer Folgen der Klonierung zu schaffen. Das schließt sowohl die Verbesserung des Wissens über Chancen und Risiken ein als auch die Einbeziehung der von verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen vertretenen Interessen und ethischen Perspektiven. Die Konzeption des Projektes als Abfolge von Workshops und Diskussionsveranstaltungen mit verschiedenen Gruppen und in verschiedenen niederländischen Städten scheint geeignet, beides zu leisten. Technikfolgen-Abschätzung wird vom Rathenau Institut im vorliegenden Fall als öffentliche Veranstaltung, als Prozeß, der zumindest der Intention nach über das klassische Setting der Politikberatung zwischen Experten und Entscheidungsträgern hinausgreift, konzipiert. Die für Ende Juni angesetzte öffentliche Präsentation der Ergebnisse dieses Prozesses im Parlament und Übergabe des Berichtes sowie der Stellungnahme der das Projekt begleitenden Laiengruppe an die Gesundheitsministerin wird wohl nicht als Abschluß der gesellschaftlichen Diskussion über Klonierung gelten können, dürfte dem Thema aber vermehrte öffentliche Aufmerksamkeit verschaffen.

### Kontakt:

Rathenau instituut  
Koninginnenegracht 56  
P.O. Box 85525  
NL-2508 CE Den Haag  
Tel.: 0031-70-3421542  
Fax.: 0031-70-3633488  
e-mail:  
rathenau.instituut@rathenau.knaw.nl

## Brennstoffzellen-Technologie

# Die Brennstoffzelle – Gegenstand kontroverser Diskussionen

**Kommt sie oder kommt sie nicht? Ob als Nischenanwendung oder als wesentlicher Bestandteil eines Massenmarktes, die Palette von in Presse und Fachpublikationen veröffentlichten Argumentationen zu Pro und Contra dieser alternativen Energieumwandlungstechnik ist breit gefächert. Belegbar ist, daß weltweit intensiv sowohl an den Grundlagen als auch zu konkreten Einsätzen von Brennstoffzellen geforscht wird und daß die Intensität der Forschung bereits durch kommerzielle Aktivitäten untermauert wird. Dennoch ist derzeit weitgehend offen, ob die Brennstoffzellen-Technik die Hürde zur Wirtschaftlichkeit nehmen wird. Noch ungeklärt ist auch die Rolle der Brennstoffzelle für den Klimaschutz und mit Blick auf einen möglichen Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie. Das TAB arbeitet derzeit an einer Studie, die Möglichkeiten der Brennstoffzellen-Technik bei der Ausgestaltung eines zukünftigen Energieversorgungs- und Verkehrssystems untersucht sowie politische Handlungsoptionen ausleuchtet.**

Faszinierend ist das einfache Prinzip der direkten Energieumwandlung in der Brennstoffzelle vom eingesetzten Brennstoff bis zum Output an Strom und Wärme. Mit vergleichsweise hohen Wirkungsgraden auch bei geringer Auslastung und mit Temperaturniveaus von 70°C bis 900°C bieten die verschiedenen Brennstoffzellen-Typen eine breite Einsatzpalette in Fahrzeugen aller Art und zur Energieversorgung in Industrie und Haushalt (vgl. TAB-Arbeitsbericht Nr. 51).

## Ein heterogenes Meinungsbild

Der Charme der Brennstoffzellen-Technik scheint momentan alle Branchen, die sich mit Energieumwandlung und -speicherung befassen, beeindruckt zu haben. Mittlerweile liegen Aussagen von industrieller Seite vor, in absehbarer Zeit (zwischen 2002 und 2005) mit Brennstoffzellen-betriebenen Fahrzeugen sowie Beheizungsanlagen in Serie gehen zu wollen. Unterstrichen wird das kommerzielle Interesse durch die Bildung von Partnerschaften zwischen z.B. der nationalen Automobilindustrie und international agierenden Herstellern von Brennstoffzellen in Milliardenhöhe. Einer selbst beanspruchten Vorreiterrolle fahrzeughertellender Branchen steht eine tendenziell eher abwartende Haltung seitens der Energieversorgungsunternehmen gegenüber. Auch kritische Stimmen, welche anderen alternativen Energieumwandlungstechniken (z.B. in Fahrzeugen die Direktverbrennung von Erdgas oder Wasserstoff)

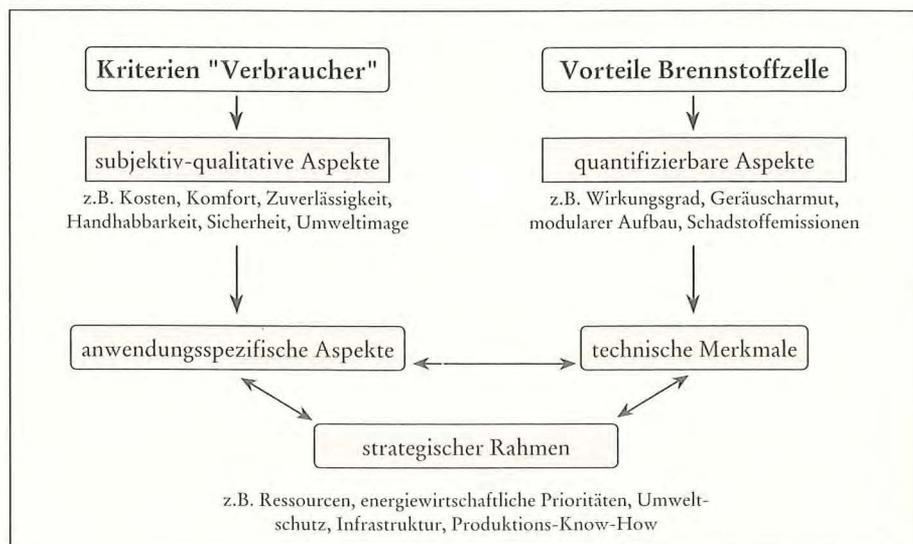
zukünftig bessere Chancen einräumen, sind unüberhörbar.

Aus diesem Meinungsspektrum ist abzuleiten, daß weitgehend Konsens über die Notwendigkeit einer forcierten Suche nach alternativen Energieumwandlungstechniken aber Dissens bei der Bewertung einzelner Optionen besteht. Insofern ergibt sich ein Bedarf nach einer transparenten, ausgewogenen Darstellung verschiedener Einsatzmöglichkeiten der Brennstoffzellen-Technik in naher Zukunft, die eine umfassende Bewertung ihrer Entwicklungspotentiale ermöglicht.

## Der Ansatz

Alternativen auf einem bestehenden Markt zu etablieren, setzt Akzeptanz voraus. Entscheidende Argumente aus

Verbrauchersicht sind anfallende Kosten für Beschaffung und Betrieb und die Frage ob Strom oder Wärme wie gewohnt nach Bedarf beziehbar sind. Dabei spielen praktische Aspekte wie Bedienkomfort und Sicherheit der Heizungsanlage im Haus oder des Fahrzeuges eine wesentliche Rolle. Förderlich ist möglicherweise ein gewachsenes Umweltbewußtsein und damit die evtl. Bereitschaft, höhere Anschaffungskosten aufgrund eines höheren Umweltimages von Brennstoffzellen-Anlagen "in Kauf zu nehmen". Das TAB-Projekt widmet sich solchen Aspekten eher am Rande. Im Mittelpunkt stehen vielmehr quantitative Analysen (Wirkungsgrade, Schadstoffe, Lärm etc.) als Grundlage einer vergleichenden Betrachtung von Brennstoffzellen mit anderen Technologien zur Energieumwandlung. Brennstoffzellen – in Beispielanlagen eingebaut – werden mit weiterentwickelten konventionellen Anlagen desselben Einsatzbereiches, vor allem hinsichtlich energetischer und ökologischer Parameter unter Praxisbedingungen, verglichen. Zu berücksichtigen ist dabei, daß sich auch konventionelle Fahrzeuge (z.B. mit einem "Drei-Liter-Motor") sowie Strom- und Wärmeverorgungsanlagen (z.B. moderne Heizkraftwerke) in einer Optimierungsphase befinden. Diese geben eine "Meßlatte" vor, welcher sich eine alternative Technik stellen muß.



Brennstoffzellen-Technik im Vergleich zu konventioneller, weiterentwickelter Technik

- Welchen potentiellen Nutzer-Anforderungen könnte die Brennstoffzellen-Technik mit gerecht werden?
- Wie ordnen sich eher technische Anforderungen (z.B. Wirkungsgrad, Geräuscharm, modularer Aufbau, Schadstoffemissionen) an Brennstoffzellen-Aggregate in übergeordnete Gesamtzusammenhänge wie die globale Treibhausgasproblematik oder die lokaler Verkehrsemissionen sowie -immissionen in Ballungsräumen ein?
- Welche Chancen bestehen für diese neue Technik, in aufgeteilte Märkte etablierter Techniken einzudringen?
- Welche kostenseitigen Zielgrößen müßten hierfür erreicht werden?
- Wo könnten "Eingriffe" – im Sinne von veränderten politischen Rahmenbedingungen – ansetzen?

Wesentlich zur Einordnung von aus einem Vergleich gewonnenen Ergebnissen ist die Herstellung eines Gesamtzusammenhangs mit energiewirtschaftlichen und ökologischen Prioritäten sowie mit Anforderungen an Zusammensetzung und Bereitstellung des Kraftstoffs. Der Ansatz läßt sich somit charakterisieren als eine Verknüpfung anwendungsspezifischer Aspekte mit technischen Merkmalen der Brennstoffzelle, eingebettet in einen strategischen Rahmen (s. Abb.). Bei einer vergleichenden Analyse von bis zum Jahre 2010 realistisch erscheinenden, technisch umsetzbaren Optionen stehen folgende Fragen im Vordergrund (s. Kasten).

### Welche Einsatzfelder?

Ein wesentlicher Bestandteil der Studie besteht darin, einen Bewertungsrahmen aufzuspannen, der für alle betrachteten Einsatzmöglichkeiten der Brennstoffzellen-Technik vergleichbare Randbedingungen ansetzt. Im Vordergrund steht eine gleiche Bearbeitungstiefe dreier Einsatzgebiete:

#### *Verkehr/Transport*

Pkw, Busse, Lkw aber auch schienengebundene Fahrzeuge bieten Einsatzmöglichkeiten für Brennstoffzellen, genauso wie z.B. Schiffe. Favorisiert werden hier Brennstoffzellen mit niedriger Betriebstemperatur. In die Betrachtung einbezogen werden neben konventionellen Fahrzeugen auch sog. Hybridsysteme

(z.B. Brennstoffzelle mit Elektromotor kombiniert mit herkömmlichem Verbrennungsmotor) sowie reine Elektrofahrzeuge.

#### *Stationäre Energieversorgung*

In Kraftwerken zur zentralen und dezentralen Strom- und Wärmeversorgung ist der Einsatz von Brennstoffzellen mit höherer Betriebstemperatur, welche mit Gasturbinen koppelbar sind, interessant. In der Hausenergieversorgung kommen auch Brennstoffzellen mit geringerer Betriebstemperatur in Frage.

#### *Tragbare Stromversorgung*

Die netzunabhängige Stromversorgung ist für Anwendungen wie Laptop, Telekommunikation (Mobiltelefone), Rollstuhlversorgung und Notstromaggregate interessant. Die Brennstoffzelle in Miniatur-Ausführung bietet dabei eine Alternative zum Betrieb von Batteriesystemen.

### Welche Energieträger?

Als Brennstoff kommt eine beachtliche Bandbreite – fossil oder regenerativ bereitgestellt – in Betracht. Da der letztendlich zumeist benötigte Wasserstoff auch vor Ort nach Bedarf hergestellt werden kann, bieten sich u.a. auch Benzin oder Methanol als Einsatzstoff an. Jedoch wirkt sich eine höhere Veredelung (z.B. mehrstufige Verarbeitung zu reinem Methanol) bzw. energieaufwendige Bereitstellung (z.B. von Wasser-

stoff durch Wasserspaltung) wirkungsgradseitig negativ auf die Gesamtbilanz aus. Damit ist es wichtig, die Art und Weise der Wasserstoffherzeugung und dabei abgegebene Schadstoffemissionen an die Umwelt in die Betrachtung einzubeziehen. Dieser Weg beginnt beim "Bohrloch" des Primärenergieträgers, wie etwa Erdöl oder Erdgas, geht über dessen Transport nach Deutschland sowie seine Umwandlung (z.B. in Synthesegas) bis hin zur Anlieferung beim Verbraucher (z.B. Tankstelle). Die emissionsseitige Analyse ausgewählter Versorgungspfade für Brenn- und Kraftstoffe soll am Ende der Projektlaufzeit (Ende 1999) deren vergleichende Bewertung (z.B. Methanol, Wasserstoff, Benzin) ermöglichen.

### Brauchen wir die Brennstoffzelle?

Eine Beurteilung des "Bedarfs an Brennstoffzellen-Technologie" ist mit der Beantwortung der Frage nach ihrer Wirtschaftlichkeit alleine nicht möglich. Übergreifende Zusammenhänge und Kriterien eines zukünftigen tragfähigen Energie- und Verkehrssystems müssen in die Bewertung mit einbezogen werden. Erst die Erörterung einer Vielfalt von Zielen und Kriterien – auch jenseits ökonomischer Kennziffern – wird für die Politik die Frage beantwortbar machen, ob die Brennstoffzelle ein Element einer Zukunftsstrategie für Energie und Wirtschaft im 21. Jahrhundert sein kann und gefördert werden sollte.

## Entwicklung und Folgen des Tourismus

# Die Zukunft des Tourismus im globalen Dorf

**Die Strukturveränderungen im Zuge des Globalisierungsprozesses von Ökonomie und Gesellschaft werfen eine Vielzahl neuer Fragen auf. Dazu zählen das anwachsende Volumen der Reiseströme, der weltweite Kampf der Destinationen um alte und neue Quellmärkte, die Gefahr von Überkapazitäten und ruinösem Wettbewerb sowie der Beitrag des Tourismus zur globalen Umweltproblematik. Eine zentrale Thematik des zweiten TAB-Berichtes zum TA-Projekt "Entwicklung und Folgen des Tourismus" ist die Frage, ob und wie eine neu zu definierende Tourismus"außen"politik auf die Phänomene einer weitreichenden Umbruchsituation reagieren könnte.**

Der Bericht wurde am 4. Mai vom Ausschuß für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung abgenommen und wird in Kürze als TAB-Arbeitsbericht Nr. 59 veröffentlicht. Dieser beleuchtet Strukturen und Entwicklungstrends im Kontext von Globalisierungsprozessen, durch die sowohl bestehende strukturelle Probleme des Tourismusstandorts Deutschland verstärkt, aber auch Chancen und Potentiale genutzt werden können.

### Rahmenbedingungen und Trends des Tourismus

Der Bericht widmet sich einleitend der Struktur und Entwicklung der Weltwirtschaft, den demographischen und soziostrukturellen Trends, der sich weltweit etablierenden Informationsgesellschaft und den globalen Umweltproblemen sowie den möglichen Auswirkungen dieser Rahmenbedingungen auf Trends und Strukturen des Tourismus im nächsten Jahrtausend.

### Indikatoren der Globalisierung des Tourismus

Globalisierungstendenzen in der Weltökonomie wirken sich auch im Tourismus aus. Den Anzeichen, die in diese Richtung deuten, wird in einem weiteren Kapitel nachgegangen.

Auf der Nachfrageseite ist ein starker Zuwachs der Auslandsreisen zu verzeichnen, insbesondere der Fernreisen. Die Deutschen weisen eine hohe Auslandsreise-, aber zugleich geringe Fernreiseintensität auf. Neben Tendenzen zur weltweiten Angleichung der Nachfrage zeichnen sich auch solche der Differenzierung ab. Mit einer weltweiten Vereinheitlichung des Angebots

ist nur im Niedrigpreissegment des Marktes zu rechnen.

Auf der Angebotsseite lassen sich deutlichere Anzeichen für Globalisierungstendenzen und -prozesse feststellen. Sämtliche Stufen der touristischen Wertschöpfungskette – vom Transportgewerbe über die Reisemittler und Reiseveranstalter bis zum Gastgewerbe – sind einem verstärkten Konkurrenzdruck ausgesetzt. Zu erwarten sind weitere Konzentrationstendenzen, Nischenstrategien und globale Allianzen.

### Informations- und Kommunikationstechnologien

Eine weltweite informationstechnische Infrastruktur ist zentrales Element eines globalen Tourismus. Obwohl die Tourismusindustrie zu den Branchen zählt, die bereits frühzeitig IuK-Technologien eingesetzt haben, befindet sich ihr umfassender Einsatz noch im Anfangsstadium. Ihre vermehrte Nutzung wird aber Auswirkungen auf die Gestaltung von Marktprozessen und die Angebots- und Nachfragestrukturen haben. Der Einsatz von IuK-Technologien verändert in besonderem Maße die Kommunikations- und Kooperationsformen zwischen den touristischen Anbietern und den Kunden – vor allem durch die Möglichkeiten des Direktmarketing. Die Bedeutung klassischer Distributionswege wird geschwächt, gleichzeitig eröffnen sich neue Optionen in globaler Perspektive. Angesichts der wachsenden Verbreitung und Bedeutung elektronischer Marktplätze werden die Präsenz auf dem elektronischen Marktplatz sowie die innovative Nutzung seiner Möglichkeiten für touristische Dienstleistungen immer wichtiger.

### Ein neues Politikmodell?

Mit dem Eintritt in das nächste Jahrtausend wird sich auch der Charakter der Politik verändern. Da viele Probleme zunehmend grenzüberschreitenden Charakter haben wird es mehr als bislang zu internationalen Formen der Kooperation zwischen der öffentlichen Hand und gesellschaftlichen Gruppen kommen. Bereits heute repräsentiert das System Tourismus ein fortgeschrittenes Modell der Beziehungen zwischen Wirtschaft und kooperativem Staat, bei dem nach einer gemeinsamen Definition von Problemen, Zielen und Maßnahmen gesucht wird. Bei den Konzepten und Strategien bestehen jedoch zwischen Wirtschaft und öffentlichen Akteuren wie auch Nicht-Regierungsorganisationen unterschiedliche Vorstellungen insbesondere hinsichtlich der konkreten Entwicklungspfade einer nachhaltigen Tourismuspolitik. Auf der europäischen Ebene mangelt es noch an einer gemeinsam getragenen politischen Zielsetzung sowie einem übergeordneten Leitbild einer europäischen nachhaltigen Tourismuspolitik. Auch auf bundesdeutscher Ebene sollten Strukturen und Kapazitäten zur aktiven Gestaltung einer internationalen Tourismuspolitik weiter verbessert werden.

### Leitökonomie des 21. Jahrhunderts?

Trotz aller optimistischen Prognosen und zahlreicher Ansätze zur Sicherstellung einer nachhaltigen Entwicklung gilt, daß die von vielen erwartete goldene Zukunft des Tourismus eher offen ist. Die Chancen und Potentiale einerseits und die Risiken für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt andererseits liegen dicht beieinander. Eine Versöhnung von Ökologie und Ökonomie wird sich nicht von selbst ergeben. Weil aber der Tourismus wie keine andere Branche auf eine intakte Natur und nachhaltiges Wachstum angewiesen ist, besteht hier noch am ehesten die Chance, Mittel und Wege zu finden, Wirtschaft und Umwelt im Zeitalter der Globalisierung in Einklang zu bringen.

# Frauenbewegung und pränatale Diagnostik

**Im Rahmen des zur Zeit laufenden Monitoring-Projektes zum Thema Gendiagnostik geht es darum, aufbauend auf den Ergebnissen des vom TAB 1993 abgeschlossenen TA-Projektes Genomanalyse, den seit damals weiter entwickelten technischen Möglichkeiten und den sich daraus möglicherweise ergebenden neuen Fragen und Problemen der Anwendung genetischer Tests in der humangenetischen Beratung bei der pränatalen Diagnostik (PD), im Rahmen von Versicherungsabschlüssen und in der Arbeitsmedizin nachzugehen. Ziel des Monitoring-Projektes ist eine Art "Up-date" der 1993 vorgelegten Erkenntnisse zu Stand und Perspektiven der Anwendung genetischer Tests.**

Im damaligen Projekt wurde die Sicht der betroffenen Frauen auf die Anwendung genetischer Tests des Fetus im Rahmen der Schwangerschaftsvorsorge durch eine Befragung von Frauen, die eine humangenetische Beratungsstelle aufgesucht hatten, erhoben. Nur am Rande wurde damals die Diskussion um PD innerhalb der Frauenbewegung berücksichtigt. Durch die Vergabe einer Überblicksstudie zum aktuellen Stand und der historischen Entwicklung der Diskussion um PD in der Frauenbewegung (C. Stellmach, Bonn) soll diese Lücke nun geschlossen werden. Einige Ergebnisse dieser Studie werden im folgenden vorab dargestellt.

## Pränatale Diagnostik – Belastung der Schwangerschaft?

Seit der Einführung der Fruchtwasseruntersuchung in die Schwangerschaftsvorsorge zu Beginn der 70er Jahre ist das Angebot an pränataler Diagnostik in Deutschland ständig ausgebaut worden, wie auch die Inanspruchnahme durch Frauen stetig gestiegen ist. 1997 existierten 125 Einrichtungen (private Praxen und Labors sowie humangenetische Universitätsinstitute), die genetische Diagnostik u.a. für die vorgeburtliche Untersuchung von Feten anboten. Im Jahr 1995 wurden 61.794 (genetische) pränatale Diagnosen durchgeführt; 1991 waren es noch 42.745. Schwangere Frauen ab einem Alter von 35 Jahren werden von den Frauenärzten routinemäßig auf ihr statistisch erhöhtes Risiko einer genetisch bedingten Schädigung des Kindes und die Möglichkeit der pränatalen Diagnostik hingewiesen. Aus der Sicht von Medizinern und Ärzten verbindet sich mit dem Angebot der pränatalen Diagnostik an schwangere Frauen die Möglichkeit der

Klärung des individuellen Risikos, ein behindertes Kind zur Welt zu bringen, wodurch im Falle eines negativen Befundes die Schwangerschaft relativ unbelastet von dieser Sorge fortgeführt werden kann. Im Falle eines positiven Befundes stellt die pränatale Diagnostik die schwangere Frau aber unmittelbar vor die Wahl, das Kind trotz einer festgestellten Behinderung auszutragen oder die Schwangerschaft abzubrechen. Neue Untersuchungen bestätigen die Ergebnisse von 1992 im Auftrag des TAB durchgeführten Interviews mit Frauen, die in die humangenetische Beratung kamen: PD wird von Frauen durchaus nicht als eine weitere Möglichkeit der Vorsorge unter anderen gesehen. Die Konfrontation mit der PD wird in der Regel – auch von Frauen, die diese aktiv nachfragen und nicht wie die Mehrzahl erst von ihrem/r Frauenarzt/ärztin darauf hingewiesen werden – als die Schwangerschaft belastend empfunden, als emotionaler Konflikt, ausgelöst durch das Gefühl, das medizinisch Mögliche an Vorsorge unternehmen, und der Angst, über einen möglichen Abbruch der Schwangerschaft entscheiden zu müssen. Insbesondere von Behindertengruppen wird die Ausweitung der PD als Diskriminierung empfunden und vor einer schleichenden Eugenik gewarnt. Am Ende einer Ausweitung der Testpraxis könnte – so ihre Befürchtung – die Situation stehen, daß alles, was getestet werden kann, getestet wird und schon der Umstand einer Testmöglichkeit die betreffende genetische Abweichung als krank und zu vermeidend qualifiziert.

## Pränatale Diagnostik und der § 218

Es ist die am Ende sich aufdrängende Konsequenz der möglichen Abtreibung,

die die PD als ethisch problematisch erscheinen läßt und sie unausweichlich mit der Diskussion um den § 218 verknüpft. Der § 218 war eines der wichtigsten Themen für die Frauenbewegung. Für die neue, in den 60er und 70er Jahren entstehende feministische Bewegung kann der Streit um eine Liberalisierung des § 218 als ein Kristallisationspunkt gelten, um den herum sich die Bewegung formierte und sich mit Teilen der alten Frauenbewegung (Parteien, Gewerkschaften) zusammenfand. Obwohl die erste intensive Diskussion um den § 218 der Nachkriegszeit in den 70er Jahren zeitlich parallel zur schrittweisen Etablierung der PD in die medizinische Praxis stattfand, wurde, so zeigen die im Auftrag des TAB durchgeführten Interviews und Literaturrecherchen, die PD als Thema mit zeitlicher Verzögerung wahrgenommen, bevor sie von den meisten Frauenverbänden (auch den kirchlichen) und den feministischen Fraueninitiativen problematisiert wurde. Es war der Begriff der "Selbstbestimmung" über den eigenen Körper und die eigene Reproduktion, der insbesondere den Protest der neuen (feministischen) Frauenbewegung gegen den § 218 in den 70er Jahren getragen hat. In dieser Perspektive wurde zunächst weder die Problematik der eugenischen (oder kindlichen) Indikation noch die wachsende Zahl an vorgeburtlichen genetischen Untersuchungen wahrgenommen.

Erst Mitte der 80er Jahre läßt sich in Resolutionen, Beiträgen zu Kongressen und ähnlichem ein in der Regel kritisches Aufgreifen des Themas PD feststellen. Offenbar waren es hier die öffentliche Diskussion um Gentechnologie und Reproduktionstechnik (In-vitro-Fertilisation) und vor allem auch die Stellungnahmen von gegenüber der PD kritisch eingestellten Behindertengruppen, die die Aufmerksamkeit der Frauenbewegung auf die PD lenkten und dazu führten, daß der Begriff der Selbstbestimmung zwar nicht verworfen, aber im Hinblick auf die Reproduktionsmedizin insgesamt und die PD problematisiert wurde.

Ein Thema, das heute nicht nur die kritische Auseinandersetzung von

Frauen mit der PD bestimmt, sondern auch von Medizinern und Humangenetikern problematisiert wird, ist die Subsumierung der früheren sog. "kindlichen Indikation" unter die "medizinische Indikation" im neu geregelten § 218. Danach sind nun Schwangerschaftsabbrüche nach Feststellung einer Fehlbildung des Fetus praktisch bis in die letzten Wochen der Schwangerschaft möglich. In der heftigen Diskussion um die Fristenregelung und in dem Bemühen um die Streichung der sog. kindlichen Indikation aus der gesetzlichen Regelung scheint hier unbeabsichtigt eine Regelung getroffen worden zu sein, die zu Konsequenzen führt, die sowohl von Frauenorganisationen als auch von Behindertenverbänden und Medizinern mit großer Sorge gesehen werden.

### Kritik an der pränatalen Diagnostik

Es waren und sind zwei Themen, die eine ambivalente bis ablehnende Sicht der PD bestimmen. Zum einen ist dies die Wahrnehmung der *Gefahr einer "schleichenden Eugenik"*, die durch die Ausweitung der PD als Quasi-Routineuntersuchung in Gang gesetzt werden könnte. Die Ausweitung des Angebots an PD wird in dieser Sicht als ethisch fragwürdige Unterscheidung zwischen normalen und kranken Feten gesehen, die letztlich zu einer Diskriminierung von behinderten Menschen führt. Zum anderen ist es die *Belastung des Schwangerschaftslebens von Frauen* durch die PD, die die Diskussion um die PD nicht nur in der neuen feministischen Frauenbewegung, sondern auch z.B. in kirchlichen Frauenverbänden prägt. Tendenziell werde jede Schwangerschaft durch das Angebot der PD zur Risikoschwangerschaft. Ihr medizinischer Sinn als Routineangebot sei angesichts der Tatsache, daß nur etwa 1% aller Kinder mit Krankheiten oder Behinderungen zur Welt kommen, die genetische Ursachen haben, grundsätzlich in Frage zu stellen. Pränataldiagnostik wird heute von den meisten Frauenverbänden als Angebot gesehen, das unnötig zu einer Pathologisierung der Schwangerschaft führt und der Frau die Last einer "Qua-

litätskontrolle" für das ungeborene Leben aufbürdet.

### Ein verbessertes oder ein ganz anderes Beratungsangebot?

Die Forderungen, die diesbezüglich erhoben werden, sind unterschiedlich. Einige Verbände greifen die auch von Humangenetikern geäußerten Bedenken auf, daß immer mehr Diagnosen ohne eingehende Beratung stattfinden und daher das Beratungsangebot verbessert werden müsse. Eindeutig wird dabei das Schwergewicht auf eine verbesserte psycho-soziale (und nicht allein humangenetische) Beratung gelegt, die die Konfliktsituation unterstützt, in der sich Frauen in der Entscheidung, ob sie eine PD durchführen lassen und ob sie die Schwangerschaft nach einem positiven Befund fortführen sollen, befinden. Insbesondere, aber nicht allein, wird von den mittlerweile 19 in Deutschland tätigen unabhängigen Frauengesundheitszentren und der in Bremen tätigen selbstorganisierten Beratungseinrichtung zur PD, CARA, eine unabhängige Beratung (d.h. unabhängig von der Profession der Gynäkologen und Humangenetiker) gefordert. Das Angebot an Diagnostik und Beratung durch Mediziner und Humangenetiker wird als nicht-neutral angesehen. Es wird hier eine Tendenz der Beratung zur Inanspruchnahme von PD wahrgenommen, in deren Rahmen die Frage, ob diese überhaupt sinnvoll ist, sich kaum noch stelle, und die es fraglich erscheinen lasse, ob Frauen überhaupt selbstbestimmt über die Inanspruchnahme der PD entscheiden können. Mit dem Hinweis auf die geringe Häufigkeit von genetisch bedingten Fehlbildungen, den Umstand, daß auch durch PD Fehlbildungen nicht gänzlich ausgeschlossen werden können sowie der Tatsache, daß PD von den meisten Frauen als belastend empfunden wird, wird in den letzten Jahren von Vertreterinnen der unabhängigen Frauengesundheitsbewegung vermehrt gefordert, PD (und das heißt auch die Ultraschalluntersuchung) als Routineangebot ganz aus der Schwangerschaftsvorsorge herauszunehmen.

### Warum nehmen Frauen die PD vermehrt in Anspruch?

Die grundsätzliche Frage, die sich in diesem Zusammenhang stellt und die auch innerhalb der Frauenbewegung diskutiert wird, ist, inwiefern die PD von Frauen selbst aktiv nachgefragt wird, die Ausweitung des Angebots also einer stärkeren Nachfrage entspricht. Es ist aus entsprechenden Untersuchungen bekannt, daß Frauen eine PD nicht leichtfertig in Anspruch nehmen. Die genannten Motive reichen von der Sorge um die Gesundheit des werdenden Lebens und Mitleid mit dem werdenden Kind, dem ein leidvolles Leben mit einer schweren Behinderung erspart werden soll, bis hin zu der Angst, dem Leben mit einem behinderten Kind nicht gewachsen zu sein. Ebenso bekannt ist aber, daß ein Großteil der Frauen, die PD in Anspruch nehmen, erst von ihrem Frauenarzt mit dieser Möglichkeit konfrontiert werden und dann in einen inneren Konflikt geraten. In großen Teilen der Frauenbewegung wird heute die wachsende Zahl an pränatalen Diagnosen damit erklärt, daß das Angebot an Testmöglichkeiten, gekoppelt mit der durch die Rechtsprechung bestehenden Verpflichtung des Arztes zum Hinweis auf die Möglichkeiten der PD, zu einer Verunsicherung der schwangeren Frauen führe. Es sei nicht das Bedürfnis der Frauen selbst, jedes Risiko auszuschließen, aus dem die Ausweitung der PD als Routineuntersuchung im Rahmen der Schwangerschaftsvorsorge resultiere. Die im Auftrag des TAB unternommene Recherche hat ergeben, daß zu keiner Zeit aus der Frauenbewegung die Einrichtung oder ein Ausbau des Angebots an PD gefordert wurde. Aus der Sicht der Frauenbewegung wird die Ausweitung der Praxis der PD im wesentlichen als angebotsinduziert erklärt. Nach anfänglicher grundsätzlicher Skandalisierung der PD durch die Frauengesundheitszentren wird in neuerer Zeit vor allem die Notwendigkeit betont, für eine unabhängige Beratung zu sorgen, um eine selbstbestimmte Entscheidung von Frauen für oder gegen die Durchführung einer PD sicherzustellen.

## Xenotransplantation

# Kein Durchbruch absehbar

"Die Xenotransplantation macht schnelle Fortschritte und dürfte schon bald eine Behandlungsverbesserung für Patienten bedeuten – falls folgende Kriterien erfüllt werden können: Das Infektionsrisiko wird auf ein akzeptables Niveau gesenkt, die immunologischen und physiologischen Barrieren werden überwunden, der Schutz von Würde, Gesundheit und Persönlichkeit der Empfänger kann garantiert werden, ebenso wie das Wohlergehen der Tiere." So lautet das Resümee der Autorin einer aktuellen OECD-Publikation zum Thema "Xenotransplantation – International Policy Issues". Das klingt fast verheißungsvoll – doch was bedeutet eine solche Einschätzung konkret? Der Endbericht zum Monitoring-Projekt "Xenotransplantation", der in Kürze zur Verfügung stehen wird, versucht hierzu Antworten zu geben.

Bürstet man diese Formulierungen gegen den Strich, so resultiert als eigentliche und realistischere Aussage: Solange nicht die nach wie vor bestehenden Probleme überwunden noch die existierenden Risiken reduziert sind, kann die Xenotransplantation *auf keinen Fall eine verantwortbare medizinische Option* darstellen. Eine wichtige Grundlage des TAB-Berichtes ist ein Gutachten, das von Frau Dr. Bärbel Hüsing und einer Mitarbeiterin vom Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, erstellt wurde und eine komprimierte Bestandsaufnahme von aktuellen FuE-Aktivitäten und -Trends auf dem Gebiet der Xenotransplantation von Organen bietet. Dabei wurde der Fokus auf die zu lösenden Sicherheitsprobleme, auf derzeit absehbare Zeithorizonte der klinischen Einführung der Xenotransplantation und auf den Stand der deutschen Forschung im weltweiten Vergleich gelegt.

## Stufen und Zeithorizonte der klinischen Einführung

Im ISI-Gutachten werden auf der Basis von deutschen, britischen und japanischen Delphi-Studien sowie von Literatur und Experteninterviews Umriss eines Szenarios gezeichnet, das eine breitere Einführung der Xenotransplantation in die klinische Praxis frühestens in 15-20 Jahren erwarten läßt.

Gentechnisch unveränderte *Zellen* und *Gewebe* von Tieren wurden bereits seit einigen Jahren in wenigen Fällen auf Menschen übertragen, z.B. fetales Schweine-Nervengewebe zur Behandlung der Parkinsonschen Krankheit oder eingekapselte chromaffine Kälberzellen zur Therapie chronischer Schmerzen.

Als erster konkreter Schritt in Richtung der Xenotransplantation von *Organen* werden extrakorporale Perfusionen von *Lebern* aus *transgenen* Schweinen

erwartet, die offenbar mittlerweile bei den Genehmigungsbehörden in den USA und Großbritannien beantragt worden sind. Die Perfusionen sollen als Überbrückung bis zur Transplantation eines menschlichen Spenderorgans oder bis zur Regeneration der patienteneigenen Leberfunktion eingesetzt werden. Gleichzeitig soll untersucht werden, inwieweit durch die gentechnische Veränderung der Schweinezellen die Abstoßungsprozesse unter Kontrolle gebracht worden sind und ob das Infektionsrisiko besser bestimmt werden kann.

Das weltweit führende Unternehmen, die Firma Imutran Ltd. in Cambridge, Großbritannien, zum Schweizer Konzern Novartis gehörend, visiert bei günstigem Ausgang der Perfusionsversuche und anderer Studien zur biologischen Sicherheit der Xenotransplantation die ersten Übertragungen von *Schweinenieren* in drei bis sechs Jahren an. Während bei dem Versagen einer Nierentransplantation immer noch die Dialyse als Ersatzverfahren zur Verfügung steht, müssen vor einer Herzxenotransplantation zumindest in Tierversuchen adäquate Überlebenszeiten erreicht werden. Vermutlich würden die ersten *Herzübertragungen* nur als Überbrückung bis zur Übertragung eines menschlichen Organs dienen. Die Einschätzung, daß das Überleben eines Xenotransplantates von einem Jahr in gut zehn Jahren erreicht werden kann, ist mit großer Unsicherheit behaftet, da hierfür nicht nur die Abstoßung kontrolliert werden muß, sondern auch die physiologische Verträglichkeit sichergestellt werden muß.

## Ein immunologischer Hürdenlauf: Die Überwindung der Abstoßung

Der Schwerpunkt der Xenotransplantationsforschung lag und liegt auf der Untersuchung von Wegen zur Kontrolle der Abstoßungsreaktionen. Durch die gentechnische Veränderung ist offenbar ein erster Erfolg erzielt worden: die Überwindung der *hyperakuten Abstoßung*. Bei vordergründiger Betrachtung der Diskussion über das Thema

Möglicher Verlauf der Einführung der Xenotransplantation in die klinische Praxis	
Entwicklungsschritt	möglicher Zeitraum
klinische Versuche zur Xenotransplantation von Zellen und Geweben	bereits laufend, bis 2005 zunehmend
extrakorporale Perfusionen von Lebern aus transgenen Schweinen	bereits beantragt? 2000 - 2002
Transplantation von Nieren aus transgenen Schweinen zur Überbrückung	2002 - 2005
Transplantation von Herzen aus transgenen Schweinen zur Überbrückung	2003 - 2008
Xenotransplantat überlebt bis zu einem Jahr	2010
weite Verbreitung der Xenotransplantation von Organen	2015 - 2020

"Xenotransplantation" könnte der Eindruck entstehen, als sei damit die entscheidende Hürde genommen. Dies wäre jedoch vollkommen falsch: Neben der hyperakuten Abstoßung (innerhalb von Minuten!) werden zwei weitere, (mehr oder weniger) xenotransplantationspezifische Formen unterschieden, die *akut vaskuläre* bzw. *verzögerte* (innerhalb von wenigen Tagen) und die *zellvermittelte Abstoßung* (innerhalb von Tagen bis Wochen). Diesen Vorgängen und Strategien zu ihrer Beherrschung konnte sich die Forschung erst seit kurzem – eben erst nach Überwindung der hyperakuten Abstoßung – intensiver zuwenden. Bis zur Frage, ob die *chronische Abstoßung*, die auch bei der (zwischenmenschlichen) Allotransplantation nach wie vor unverstanden ist und dort das größte Problem darstellt, in einer xenotransplantationspezifischen Version auftritt, wird die Wissenschaft solange nicht vordringen können, wie nicht Tierorgane in Menschen über die entsprechenden Zeiträume von mehreren Monaten tätig gewesen sind.

#### **Nicht ex-ante zu klären: Das Infektionsrisiko**

Nachdem das Teilziel "Überwindung der hyperakuten Abstoßung" erreicht scheint, ist in den letzten Jahren ein zweiter Problemkreis in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit gerückt: das Infektionsrisiko. Auch Allotransplantat-Empfänger sind bereits einem erhöhten Infektionsdruck ausgesetzt, der u.a. aus der notwendigen Immunsuppressionsbehandlung resultiert. Xenotransplantat-Empfänger werden zusätzlichen Risiken ausgesetzt sein: Diese reichen von der anzunehmenden noch stärkeren Immunsuppression über die Infektion mit bekannten oder noch unbekanntem Erregern bis hin zur Entstehung neuer Viren durch genetische Rekombinationsereignisse zwischen menschlichem und tierlichem Erbmateriale. Spätestens nach der Erfahrung von AIDS und BSE kann der Hinweis auf solche zum Teil hypothetische Risiken nicht mehr als krudes Bedenkenträgertum abgetan werden, sondern müssen

diese sorgfältigst untersucht werden. Die bisher vorliegenden Ergebnisse sind allenfalls als rudimentär zu bezeichnen; das Infektionsrisiko ist derzeit der Grund, weswegen international eine weitreichende Übereinstimmung besteht, daß ein Einstieg in klinische Versuche nicht zu verantworten ist. Die Entscheidung, wann das Risiko so verlässlich zu bewerten ist, daß es vertretbar erscheint, wird vermutlich nicht so bald getroffen werden können. Bis dahin müßte u.a. die Frage geklärt werden, wie denn eigentlich die infektiologische Überwachung der Xenotransplantat-Empfänger und ihrer Angehörigen gewährleistet werden kann.

#### **Gern vergessen: Fragen der Physiologie**

Das Aufkommen der molekularen Forschungsansätze in den Biowissenschaften hat ein klassisches Fach in den Hintergrund treten lassen, das nach Laienverständnis im Mittelpunkt des Forschungsinteresses stehen sollte: die Physiologie, d.h. die Lehre von den normalen Lebensvorgängen, die sich den komplexen, integrierten Funktionen von Zellen, Geweben, Organen und ihrem Zusammenspiel widmet. Es ist daher kein Zufall, daß die Physiologie auch in der Xenotransplantationsforschung eine äußerst untergeordnete Rolle spielt, obwohl die Frage, ob das Tierorgan vom Körper des Patienten nicht nur nicht abgestoßen wird, sondern seine Funktion erfüllen können, für die Lebensqualität von entscheidender Bedeutung ist. Systematische Forschungsarbeiten hierzu werden unumgänglich sein.

#### **Themen des Monitoring-Berichts**

Die offenen Fragen zum zukünftigen Umgang mit der Xenotransplantation sind zahlreich und komplex. Neben den genannten biologisch-medizinischen Problemen betreffen sie ethische ("informed consent", Gerechtigkeits- und Verteilungsprobleme, Patientenautonomie, Tierschutz), ökonomische und v.a. auch juristische Aspekte, da national wie

international mangelnde Rechtssicherheit festzustellen ist. Der TAB-Bericht – der in den kommenden Wochen erscheinen wird – versucht eine umfassende Bestandsaufnahme und wird den vorhandenen wissenschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Klärungsbedarf für die Bundesrepublik beschreiben.

## Nachwachsende Rohstoffe

# Nachwachsende Baustoffe haben Entwicklungspotential

**Das Angebot an nachwachsenden Rohstoffen, die zur Herstellung von Baustoffen und -produkten genutzt werden können, ist groß. Die Möglichkeiten, sie als Baustoff bzw. -produkt oder Bauhilfsstoff im Wohnungsbau einzusetzen, sind vielfältig und teilweise vielversprechend. Das Interesse an ihnen wächst. Grund hierfür ist der Wunsch nach natürlichen, gesundheitlich unbedenklichen und nachhaltig nutzbaren bzw. verwertbaren Baumaterialien. Trotzdem werden sie bislang nur im Bereich der Wärmedämmung in nennenswertem Umfang eingesetzt. Dies liegt zum einen an den teilweise deutlich höheren Kosten für die Bereitstellung des Rohstoffs und die Herstellung bzw. den Einbau. Zum anderen besteht ein Defizit an Informationen, Entscheidungshilfen und Verwertungs- bzw. Vermarktungsstrategien.**

Zum Thema "Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Wohnungsbau" liegt demnächst ein Sachstandsbericht zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe vor. Der Bericht gibt einen Überblick über den Stand und die Perspektiven des Einsatzes von nachwachsenden Rohstoffen im Wohnungsbau. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Materialien, die aus heimischen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen erzeugt werden können.

## Moderne Baustoffe im Wandel

Die letzten Jahrzehnte waren im Bauwesen durch die Weiterentwicklung und den zunehmenden Einsatz technisch hergestellter Baustoffe gekennzeichnet. Diese zeichnen sich vielfach durch hohe Funktionalität und Leistungsfähigkeit, gute Handhabbarkeit und Dauerbeständigkeit sowie lange Lebensdauer und niedrige Preise aus. Dies führte dazu, daß der im Wohnungsbau früher sehr verbreitete Einsatz natürlicher Rohstoffe stark zurückgedrängt wurde.

Die allgemeine positive Grundeinstellung gegenüber den modernen Produkten hat sich in den vergangenen Jahren etwas gewandelt. Die Bauherren von heute erwarten bei Neubau oder Umbau neben exakten Kostenangaben auch Informationen zu Energie, Ökologie und Gesundheit. Im Unterschied zur bisher oft einseitigen Orientierung auf die Investitionsphase wird dabei zunehmend der vollständige Lebenszyklus der Bauwerke berücksichtigt. Die Bauherren reagieren so auf aktuelle Anforderungen zur Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung auch im Gebäudesektor.

## Sensibilisierung gegenüber Gefahrstoffen

Ein Grund für diese Entwicklung ist die Erkenntnis über das Aufkommen an nicht bzw. kaum wiederverwertbaren Abfällen beim Bauen bzw. späteren Abriß des Wohngebäudes. Entscheidend dürften jedoch die Diskussionen über die möglichen gesundheitsbeeinträchtigenden Wirkungen von Baustoffen und -produkten bzw. darin enthaltenen Zusätzen (z.B. Formaldehyd) sein. Diese haben zu einer Sensibilisierung gegenüber chemischen Verbindungen in der Gebäudehülle geführt.

Bei gebäudebedingten Erkrankungen gibt es kaum Schutzbestimmungen für die Bewohner von Gebäuden. Die gültigen Regelungen für die Produkthaftung fordern den Nachweis eines Ursachenzusammenhangs, der unter anderem aufgrund von unspezifischen Gesundheitsbeschwerden und mangelnden toxikologischen Erkenntnissen nur in wenigen Ausnahmefällen geführt werden kann. Im Hinblick auf einen vorbeugenden Gesundheitsschutz die rechtliche Situation insgesamt unbefriedigend. Vor diesem Hintergrund ist es verständlich, daß vor allem im Bereich des Innenausbaus nach natürlichen, gesundheitlich unbedenklichen Baustoffen und Bauprodukten verlangt wird.

## Nachwachsende Rohstoffe sind vielseitig nutzbar

Die Palette an nachwachsenden Rohstoffen, die als Baustoffe bzw. Bauhilfsstoffe genutzt werden können, ist groß. Sie reicht von lignocellulose- und faserhaltigen Pflanzen (z.B. Schilfrohr,

Flachs, Hanf) über Ölpflanzen (z.B. Öllein, Raps) bis zu Stärkepflanzen (z.B. Kartoffeln) und Färberpflanzen (z.B. Färberwaid). Nachwachsende Rohstoffe sind im Wohnungsbau vielseitig einsetzbar. Sie eignen sich zur Herstellung von Wänden und Bauelementen (z.B. Fenster), zur Dacheindeckung und Bewehrung in Baustoffen, als Dämmstoffe (Wärme-, Schall- und Feuchteschutz), Fußbodenuntergrund oder Bodenbelag, zur Herstellung von Anstrichen und Farben oder als Bauhilfsstoffe (z.B. Schalöl). Sie können als eigenständiger Baustoff, in Verbindung mit anderen Materialien oder als Ausgangsbasis für andere Produkte verwendet werden.

## Erfolge nachwachsender Rohstoffe im Markt für Wärmedämmstoffe

Von quantitativer Bedeutung ist der Einsatz nachwachsender Rohstoffe derzeit nur im Bereich der Wärmedämmung. Der Anteil der Dämmstoffe aus biogenen und anderen alternativen Materialien ist in den vergangenen Jahren langsam, aber kontinuierlich auf 3 bis 5 % des Dämmstoffmarktes angewachsen. Auslöser hierfür sind die Vorgaben der Wärmeschutzverordnung und die Diskussionen über die gesundheitlichen Risiken eines Einsatzes von Mineralwolle-Dämmstoffen. Dämmstoffe aus Flachs, Altpapier oder Schafswolle haben eine gute, mit Mineralwolle vergleichbare Wärmedämmfähigkeit. Sie können die in der Wärmeschutzverordnung geforderten maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten (k-Werte) ohne räumlichen Mehrbedarf erreichen. Bei anderen nachwachsenden Dämmstoffen aus gröberen Fasern (z.B. Hanf) sind dafür deutlich höhere Materialdicken oder eine vorhergehende chemisch-technische Aufarbeitung der Fasern erforderlich.

## Gute Aussichten für Dämmstoffe aus Recyclingmaterialien

Angesichts der bevorstehenden Verschärfung der Anforderungen an den Wärmeschutz von Bauteilen im Rah-

men der geplanten Energieeinsparverordnung kann in den nächsten zehn Jahren mit einem erheblichen Anstieg des Absatzes an Wärmedämmstoffen aus alternativen Materialien gerechnet werden. Der zu erwartende Zuwachs dürfte allerdings in erster Linie den etablierten preisgünstigen Dämmstoffen mit guten Wärmedämmeigenschaften aus Recyclingmaterialien (z.B. Altpapier) sowie forst- und landwirtschaftlichen Produktionsrückständen (z.B. Restholz) zu gute kommen. Pflanzenfasern und andere Dämmstoffe aus speziell angebauten nachwachsenden Rohstoffen werden aufgrund der deutlich höheren Kosten dagegen keinen großen Marktanteil erzielen können.

### **Gefahr des Nischendaseins für nachwachsende Baustoffe**

Trotz des erkennbaren Trends zum kostengünstigen Bauen wächst das Interesse und die Bereitschaft, gesundheitsverträgliche und umweltschonende Baustoffe und -produkte einzusetzen und dafür auch mehr Geld auszugeben. Wer allerdings für alternative Baustoffe und Bauprodukte deutlich mehr bezahlen muß als für konventionelle, dessen Entscheidung orientiert sich dann doch zwangsläufig am Preis. Ökologische Aspekte bleiben dabei auf der Strecke. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen werden demnach in der Öko-Nische bleiben, wenn es nicht gelingt, diese preisgünstiger anzubieten. Die Kosten für die Wärmedämmung mit Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen werden bestimmt durch die technisch und finanziell aufwendigen Verfahren der Rohstoffverarbeitung, der Dämmstoffherstellung und des Dämmstoffeinbaus. Aber auch die Preise für die Rohstoffe selbst, die zwischen 10 bis 25 % der gesamten Produktionskosten ausmachen, spielen dabei eine Rolle. Da die Rohstoffkosten durch züchterisch-technische Fortschritte nur bedingt gesenkt werden können, dürften die Absatzchancen zumindest für landwirtschaftliche Hauptprodukte (Flachs- und Hanffasern) begrenzt bleiben.

### **Vorteile nachwachsender Baustoffe können zu Nachteilen werden**

Die Eigenschaften nachwachsender Baustoffe und -produkte, biologisch abbaubar zu sein und ohne starke Veränderung der Wärmeleitfähigkeit große Mengen an Feuchtigkeit aufnehmen und abgeben zu können, gelten als Vorteile. Damit verbunden sind jedoch auch mögliche nutzungstechnische Nachteile. Um die an sie gestellten Anforderungen an Wertbeständigkeit, Langlebigkeit, Feuchteverhalten und Brandschutz zu erfüllen, müssen Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen durch physikalische oder chemische Maßnahmen geschützt werden.

Durch den Zusatz an verschiedenen Schutzstoffen (z.B. Borate) kann die Entflammbarkeit und ein vorzeitiger mikrobieller Abbau durch Fäulnis, Schimmelpilzbefall und Schädlingsfraß wirksam verhindert werden. Diese Zusätze können aber den Anspruch biologischer Bau- bzw. Dämmstoffe, insgesamt gesundheits- und umweltverträglicher zu sein als vergleichbare konventionelle Produkte, möglicherweise in Frage stellen. Unklarheit besteht insbesondere über den Einfluß der beigefügten Schutzsubstanzen auf die Verwertbarkeit der Baustoffe und Bauprodukte aus nachwachsenden Rohstoffen nach Beendigung ihrer Nutzungsphase. Hier besteht ein dringender Bedarf an wissenschaftlich fundierten, ganzheitlichen Untersuchungen zum Lebenszyklus der Baustoffe und -produkte aus technischer, ökonomischer und ökologischer Sicht.

### **Nachwachsende Baustoffe sind keine Selbstläufer**

Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß großes Interesse besteht, nachwachsende Rohstoffe im Wohnungsbau einzusetzen, dies bislang jedoch meist aus Kostengründen nur sporadisch erfolgt. Bei einigen Möglichkeiten der Verwertung von nachwachsenden Rohstoffen lassen sich durchaus Ansatzpunkte für eine breitere Verwendung im Wohnungsbau annehmen. Die An-

zahl an Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen und anderen biogenen Materialien ist insbesondere im Bereich der Wärmedämmung fast unüberschaubar. Dies liegt zum einen an dem breiten Angebot an unterschiedlichsten Rohstoffquellen, die sich zur Herstellung von alternativen Baustoffen und Bauprodukten eignen. Zum anderen ist auch die Palette an Anwendungsmöglichkeiten und Einsatzgebieten sehr umfangreich.

Architekten, Bauingenieure und Bauhandwerker haben einen entscheidenden Einfluß auf die Produktauswahl. Sie gelten im allgemeinen als konservative Menschen, die Produktumstellungen auf breiter Basis erst dann vollziehen, wenn sie überzeugt sind, daß die Neuen spürbare Vorteile - beispielsweise bei den Kosten oder in der Handhabung - mit sich bringen. Deshalb erscheint es wichtig, die Möglichkeiten vielversprechender Baustoffe und Bauprodukte aus nachwachsenden Rohstoffen zu demonstrieren und ihren Einsatz durch entsprechende Verwertungsstrategien zu fördern. Das bei den Entscheidungsträgern vielfach bestehende Informationsdefizit auf dem Gebiet der nachwachsenden Baustoffe könnte zum Beispiel durch die Bereitstellung einer Produktdatenbank im Internet verringert werden. Auch einfache, verständliche Entscheidungshilfen (z.B. Ökozeichen) können zur Bewusstseinsbildung und zur Markttöffnung für nachwachsende Baustoffe beitragen.

## Gentherapie

# Gentherapie – Bericht des Schweizer Wissenschaftsrates

Nach einer etwa zwanzigjährigen Vorbereitungsphase und frühzeitigen ethischen Diskussionen wurde die somatische Gentherapie Anfang der neunziger Jahre erstmals in klinischen Studien erprobt. Sie besitzt ein hohes therapeutisches Potential und ein breites Anwendungsspektrum. Wichtige Einsatzgebiete sind die Behandlung von Krebs, Infektionen wie AIDS und genetisch bedingten Erkrankungen. Die somatische Gentherapie stellt einen Ansatz zur kausalen Behandlung von Krankheiten dar; sie bietet neben der Heilung auch Aussichten auf Prävention und Verbesserungen in der Lebensqualität der Patienten. Zur Zeit befindet sich die somatische Gentherapie allerdings noch in einem experimentellen Stadium. Die Zahl der weltweit bewilligten klinischen Studien, die bis zum Frühjahr 1998 etwa 3.000 Patienten umfaßten, ist in den letzten Jahren stark angestiegen. Der therapeutische Erfolg der somatischen Gentherapie blieb jedoch bisher bescheiden und auf Einzelfälle beschränkt.

Falls sich das Verfahren als wirksam erweisen sollte, könnte es in Zukunft die Medizin entscheidend beeinflussen. Denn unter anderem lassen sich mit somatischer Gentherapie potentiell Erkrankungen therapieren, die zuvor einer Behandlung unzugänglich waren, und Krankheiten heilen, bei denen bisher auch mit hohem Aufwand nur Symptome gelindert werden konnten. Sollte die somatische Gentherapie wirksamer sein als bestehende Behandlungsverfahren, kann sie in Zukunft herkömmliche Methoden ersetzen. Womöglich wird sie aber auch als Ergänzung zu anderen Verfahren genutzt werden, z.B. indem sie die Wirksamkeit und Zielgerichtetheit einer Chemotherapie verbessert.

## Risiken

Die Risiken und Nebenwirkungen der somatischen Gentherapie konzentrieren sich weitgehend auf die behandelten Patienten. Als Nebenwirkungen einer gentherapeutischen Behandlung können Reaktionen des Immunsystems, z.B. Fieber und Entzündungen, auftreten. Bei einigen Verfahren besteht die Möglichkeit, Krebs als Langzeitfolge auszulösen. Zudem ist die Entstehung neuer krankheitserregender Viren denkbar. Alle diese Risiken bewegen sich im Rahmen der Auswirkungen konventioneller Behandlungsverfahren, z.B. der Impfung mit abgeschwächten Viren. Das Ausmaß möglicher Nebenwirkungen wird durch neuere technische Entwicklungen reduziert. Das Risiko einer

unbeabsichtigten Keimbahnveränderung durch somatische Gentherapie ist gering und für diese Therapieform nicht spezifisch. Bei vielen bereits etablierten Therapieformen, z.B. der Strahlen- und der Chemotherapie, werden heute mögliche Auswirkungen auf die Keimbahn in Kauf genommen, um das Leben der Patienten zu retten. Im gleichen Sinn muß auch bei Anwendungen der somatischen Gentherapie eine sorgfältige Abwägung von Risiken und Chancen im Einzelfall vorgenommen werden. Grundsätzlich darf eine Veränderung der Keimbahn nie Ziel einer somatischen Gentherapie sein.

## Potentiale

Neben ihrem therapeutischen besitzt die somatische Gentherapie auch ein bedeutendes wirtschaftliches Potential.

Sie wird von großen pharmazeutischen Unternehmen zur Zeit allerdings (noch) als Risikogeschäft eingestuft. Bei einer breiten Einführung sind unter anderem Auswirkungen auf die pharmazeutische Industrie, die Gesundheitsversorgung und die öffentlichen Haushalte zu erwarten. Aufgrund der zu erwartenden Verbesserungen bei Lebenserwartung und Lebensqualität werden mögliche Anwendungen der somatischen Gentherapie unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten überwiegend vorteilhaft beurteilt.

Der Einsatz der somatischen Gentherapie könnte die Gefahr eines reduktionistischen Menschenbilds verstärken. Wie in anderen Bereichen der Medizin muß der Diskriminierung Kranker und Behinderter konsequent vorgebeugt werden. Die somatische Gentherapie eröffnet jedoch auch bedeutende Chancen für kranke und behinderte Menschen. Ihre weitere Entwicklung verdient daher aktive Unterstützung. Sowohl in der Grundlagenforschung als auch bei der klinischen Anwendung ist ein hohes Maß an Transparenz gegenüber der Öffentlichkeit und den Patienten gefordert.

Um Politik und Bevölkerung nicht durch eine rasche medizinische Entwicklung vor vollendete Tatsachen zu stellen und somit in ihrer Entscheidungsfreiheit einzuschränken, sollen die Folgen der somatischen Gentherapie frühzeitig eingeschätzt werden. Die

## Definitionen

Als somatische Gentherapie wird das mit therapeutischer oder prophylaktischer Zielsetzung vorgenommene Einbringen genetisch informativen Materials in Körperzellen bezeichnet. Auswirkungen auf die Keimbahn sind nicht beabsichtigt und werden so weit wie möglich ausgeschlossen. Die somatische Gentherapie richtet sich somit auf Zellen, deren Erbgut nicht an die nachfolgende Generation weitergegeben wird. Viele Verfahren der somatischen Gentherapie werden lokal oder bei einer funktionell klar begrenzten Gruppe von Zellen angewandt. Mit dem Absterben der betreffenden Zellen geht auch die durch Gentherapie übertragene Eigenschaft verloren. Die therapeutischen Gene üben – vor allem in Abhängigkeit von dem zum Gentransfer angewandten Verfahren – ihre Funktion teils dauerhaft, teils nur für einen begrenzten Zeitraum in der Zelle aus.

Mit einer Keimbahntherapie dagegen würden Zellen behandelt, die genetische Informationen von einer Generation auf die nächste weitergeben können. Dazu gehören die Vorläufer der Ei- und Samenzellen, befruchtungsfähige Ei- und Samenzellen sowie das frühe embryonale Entwicklungsstadium eines Menschen.

Studie des Schweizerischen Wissenschaftsrates liefert einen Überblick über den aktuellen Stand des Wissens und der Diskussion, stellt erste Entscheidungsgrundlagen bereit und zeigt auf, wo Fragestellungen bestehen, die eine genauere Klärung erfordern.

### Ethische Fragen

Im Gegensatz zu anderen Technologien setzte bei der somatischen Gentherapie schon früh eine ethische Diskussion ein. Als zentrale Fragestellungen haben sich dabei die Abgrenzung zwischen Therapie und "Verbesserung", bzw. zwischen der somatischen Gentherapie und der Keimbahntherapie erwiesen. Eine eindeutige Grenzziehung zwischen erwünschten und unerwünschten Einsatzgebieten der somatischen Gentherapie ist allerdings kaum möglich. Vor jeder neuen Anwendung müssen Chancen und Risiken beurteilt und gegeneinander abgewogen werden.

Bei der somatischen Gentherapie besteht die Gefahr, daß Möglichkeiten zum Eingriff ins menschliche Genom, sobald sie einmal zur Verfügung stehen, nicht nur zu therapeutischen Zwecken, sondern auch zur "Verbesserung" genutzt werden. Darunter ist eine Nutzung ohne medizinische Indikation zu verstehen. Bei Überlegungen zur Grenzziehung zwischen medizinisch indizierter Therapie und Verbesserung sollte beachtet werden, daß verschiedene verbessernde Eingriffe im Bereich konventioneller Behandlungsmethoden, z.B. in der Sportmedizin und der kosmetischen Medizin, bereits weitgehend akzeptiert sind. Zudem stellt die rasche Einführung von "Lifestyle-Medikamenten", die schnell auch nicht medizinisch indizierte Anwendungen fanden (z.B. Prozac, Viagra) die bisherige Abgrenzung von Therapie und Verbesserung in Frage. Die somatische Gentherapie könnte diese Entwicklung in Zukunft verstärken und damit das Menschenbild nachhaltig in Richtung einer reduktionistischen Auffassung verändern. Um diesen Wandel beurteilen zu können, müssen vielfältige Werte gegeneinander abgewogen werden, z.B. das Recht auf

Selbstverwirklichung gegenüber den Chancen der Selbstbegrenzung oder persönliche Freiräume gegenüber sozialer Gerechtigkeit. Hierbei steht das Ziel zur Diskussion, die Individualethik vermehrt an ihre sozioethische Verpflichtung zurückzubinden.

### Keimbahntherapie

Die Keimbahntherapie wird heute vor allem deshalb abgelehnt, weil durch sie über das Schicksal zukünftiger Generationen verfügt wird, ohne dass sich die Betroffenen zu diesem Eingriff äußern könnten. Was bisher für den Menschen schicksalhaft bleibt, nämlich die Beschaffenheit des eigenen Erbguts, wäre nach Eingriffen in die Keimbahn anderen Personen zuzurechnen. Damit ist die gegenseitige Anerkennung gleicher Freiheit für alle Menschen in Frage gestellt. Aufgrund der komplexen Wechselwirkungen verschiedener Gene in einem Organismus sind die Folgen einer Keimbahntherapie auf den sich entwickelnden Menschen kaum absehbar. Eine Grenzziehung zwischen genetischen Veränderungen, für die eine Zustimmung kommender Generationen unterstellt werden könnte, und solchen, bei denen dies nicht der Fall wäre, ist nicht möglich. Beim aktuellen Stand der Technik wäre eine Keimbahntherapie zudem teilweise mit verbrauchenden Embryonenexperimenten verbunden. Der Erfolg der Therapie ließe sich mit letzter Sicherheit nur durch das Heranwachsen des genetisch veränderten Embryos feststellen. Angesichts des Risikos für den entstehenden Organismus ist eine Keimbahntherapie daher nicht verantwortbar. Der moralische, teils auch der rechtliche Status der Keimbahn werden zur Zeit international diskutiert. Dabei wird einerseits gefordert, möglichen Mißbräuchen rechtzeitig und im Zweifelsfall auf Sicherheit bedacht vorzubeugen, andererseits werden "vorschnelle Verbote" abgelehnt, da diese die Entwicklung neuer technischer Möglichkeiten zur Erlangung von Gesundheit blockieren würden. So wird in den USA offen die Frage gestellt, weshalb jede Generation neu ge-

gen ein Erleiden behandelt werden sollte, das sich durch eine einmalige Keimbahntherapie vielleicht dereinst aus der Welt schaffen ließe.

### Situation in der Schweiz

Die biomedizinische Grundlagenforschung in der Schweiz bewegt sich auf dem Niveau der weltweit führenden Nationen. Ihre Umsetzung in die klinische Anwendung liegt im guten europäischen Durchschnitt und ist noch ausbaufähig. Bisher wurden fünfzehn klinische Studien der Phasen I bis III zur somatischen Gentherapie genehmigt; zehn dieser Studien dienten der Behandlung von Krebs. Entsprechende Untersuchungen werden seit 1995 durch das Nationale Forschungsprogramm "Somatische Gentherapie" des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung unterstützt. Klinische Studien werden in der Regel in Zusammenarbeit mit Pharmaunternehmen an Universitätsspitalern durchgeführt. Kleine, auf Gentherapie spezialisierte Firmen, wie sie aus den USA und – unter anderem in Folge besonderer Förderprogramme – seit Anfang der neunziger Jahre auch aus manchen europäischen Ländern bekannt sind, existieren in der Schweiz bisher nicht. Die großen Schweizer Pharmaunternehmen, Novartis und Roche, forschen im Bereich somatische Gentherapie und haben ihre Kompetenzen in den letzten Jahren durch Übernahmen und Allianzen verstärkt. An Verfahren zur somatischen Gentherapie wird vor allem in Niederlassungen oder Partnerunternehmen im Ausland gearbeitet. Viele junge Forscherinnen und Forscher, die in der Schweiz eine fundierte Ausbildung zur somatischen Gentherapie erhalten haben, verlassen das Land, da sie keine geeigneten Arbeitsplätze in anwendungsorientierten Tätigkeitsbereichen finden.

### Genehmigungsverfahren

In der Schweiz unterstehen klinische Studien zur somatischen Gentherapie keiner speziellen Bewilligungspflicht –

## PubliForum Strom und Gesellschaft

# Das TA-Programm Schweiz erprobt partizipative Methoden

die Genterapie wird als Heilmittel verstanden. Klinische Studien müssen beim Bundesamt für Gesundheit (BAG) und bei der Interkantonalen Kontrollstelle für Heilmittel (IKS) angemeldet werden. Die IKS überprüft insbesondere die Genehmigung durch die lokalen Ethikkommissionen und die Schweizerische Kommission für biologische Sicherheit (SKBS). Die lokalen Ethikkommissionen befassen sich unter anderem mit dem Verhältnis von Nutzen und Risiko einer klinischen Untersuchung. Die SKBS nimmt eine fachliche Prüfung der Sicherheit vor, die in der Regel die Grundlage für das Urteil der lokalen Ethikkommission bildet. Wurde ein Projekt zur somatischen Genterapie sowohl von der SKBS als auch von der Ethikkommission gutgeheißen, so wurde es bisher auch ausnahmslos durch das BAG und die IKS genehmigt. In Zukunft wird die somatische Genterapie im Rahmen eines neuen Heilmittelgesetzes geregelt werden; dieses Gesetz muß allerdings noch vom Parlament verabschiedet werden. Die Keimbahntherapie ist in der Schweiz ausdrücklich verboten.

## Autoren und Kontakt:

*Dr. Adrian Rueegsegger*  
Technology Assessment  
Schweizer Wissenschaftsrat (SWR)  
Inselgasse 1

CH-3003 Bern

Tel.: 0041-31-324 14 58

Fax: 0041-31-323 36 59

e-mail:

adrian.rueegsegger@swr.admin.ch

*Dr. Anne Eckhardt*  
Basler & Hofmann AG  
Forchstraße 395

CH-8029 Zürich

Tel.: 0041-1-387 12 28

Fax: 0041-1-387 11 00

e-mail: basler-hofmann@bhz.ch

**Das Jahr 1998 war für das TA-Programm Schweiz gekennzeichnet durch die erstmalige Durchführung eines Projekts mit der Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern, beruhend auf dem Modell der Konsensus-Konferenzen. Bei der Schlußveranstaltung des "PubliForum Strom und Gesellschaft" haben sich vom 15. bis zum 18. Mai 1998 in Bern 30 zufällig ausgewählte Bürgerinnen und Bürger (das "Bürgerpanel") getroffen mit dem Ziel, die energiepolitische Diskussion in der Schweiz um eine weitere, alltags- und bürgernahe Dimension zu bereichern.**

## Der Parcours wird vorbereitet

Während der nahezu 15 Monate, die dem PubliForum "Strom und Gesellschaft" vorausgingen, mußten zahlreiche Hürden genommen werden. Ein erster, wichtiger Schritt wurde mit der Wahl der sogenannten "Begleitgruppe" getan: Zehn Fachpersonen und Vertreterinnen bzw. Vertreter von Interessengruppen wurden gebeten, darin mitzuwirken und ihre Kompetenzen in Energiefragen, ökonomischen Belangen und partizipativen Verfahren zur Verfügung zu stellen. Die Begleitgruppe hatte den Auftrag, die TA-Geschäftsstelle sowohl in bezug auf inhaltliche Aspekte als auch hinsichtlich des Verfahrens zu beraten.

Im Sommer 1997 startete die TA-Geschäftsstelle – zunächst auf Empfehlung der Begleitgruppe – erste Anfragen bei Personen, die geeignet schienen, allfällige Fragen des Bürgerpanels zu beantworten. Von den über 400 kontaktierten Expertinnen und Experten stellten sich schließlich 127 als "Auskunftspersonen" für das PubliForum zur Verfügung. Im Oktober wurde sodann eine breite Meinungsumfrage durchgeführt, um Interessentinnen und Interessenten zu rekrutieren, die gewillt waren, als Mitglieder des Bürgerpanels am PubliForum teilzunehmen. Außerdem wurden verschiedene Zeitungsinserate geschaltet, welche die Öffentlichkeit ebenfalls auf das PubliForum aufmerksam machten und zur Teilnahme aufriefen. Über diese verschiedenen Kanäle konnte schließlich eine ausgewogene Gruppe von 27 Bürgerinnen und Bürgern zusammengestellt werden, die alle Altersstufen und Sprachregionen sowie die unterschiedlichsten Berufe vertraten.

## Das Team formiert sich

Anlässlich des ersten Vorbereitungs-Wochenendes lernten sich die aus der ganzen Schweiz angereisten Mitglieder des Bürgerpanels erst einmal kennen. Zwei Auskunftspersonen ergänzten die schriftliche Dokumentation, welche bereits vorgängig an die Teilnehmenden verschickt wurde, mit Referaten über technische respektive gesellschaftliche Aspekte der Stromversorgung. In der kleinen, vielfältigen Gemeinschaft von Frauen und Männern, Älteren und Jüngeren aus allen Sprachregionen fand sich bald ein gemeinsamer Nenner: vor allfälliger Manipulation von außen verwahrte sich das Panel in aller Deutlichkeit, und auch für eine "Alibi-Übung", die keiner ernst nimmt, war niemand zu haben.

Am zweiten Vorbereitungs-Wochenende wurde die inhaltliche Diskussion vertieft. Das Bürgerpanel formulierte die Fragen, die es am PubliForum behandeln wollte und wählte aus dem umfangreichen "Katalog" der Expertinnen und Experten, die sich fürs PubliForum zur Verfügung gestellt hatten, jene rund zwanzig Fachleute aus, die befragt werden sollten.

## Ein viertägiger Marathon

Aus Sicht der Beteiligten kam das eigentliche viertägige PubliForum über weite Strecken einem Marathonlauf gleich. Die neun Fragen, auf die sich die eingeladenen Auskunftspersonen vorgängig vorbereitet hatten, lieferten die "Initialzündung" für das Gespräch zwischen Fachleuten und Bürgerpanel. Die unterschiedlichsten Themen, von der Sicherheit der Endlager für radioaktive Abfälle über die Folgen der Liberalisie-

rung des Elektrizitätsmarktes bis hin zu neuen energietechnischen Entwicklungen, kamen dabei zur Sprache. Nicht immer waren die Mitglieder des Bürgerpanels mit den Antworten der Expertinnen und Experten zufrieden: Zu wenig präzise werde mitunter auf die gestellte Frage eingegangen, zu lange und ausufernd fielen die Ausführungen oft aus, beschwerte sich ein Panelmitglied.

Der Sonntag war ganz der Redaktion des Schlußberichts vorbehalten. Das Bürgerpanel mußte sich dabei einer zweifachen Herausforderung stellen: Zum einen galt es, die Flut an erhaltenen Informationen in geordnete Bahnen zu lenken, um einen klar strukturierten Bericht verfassen zu können. Fast noch schwieriger war es indessen, Problemlage und Empfehlungen so zu formulieren, daß sich das ganze Bürgerpanel hinter die Aussagen des Schlussberichtes stellen konnte. Die praktische Arbeit am Bericht wechselte dabei ab zwischen Sitzungen in Gruppen, wo einzelne Sachfragen abgehandelt wurden, und zwischen Arbeiten im Plenum, wo die vorgelegten Texte der einzelnen Gruppen kritisiert wurden, so daß diese den Anregungen des Plenums Rechnung tragen und ihre Texte entsprechend verbessern konnten.

### Klare Haltung bei differenzierten Standpunkten

Der Bericht des Bürgerpanels streicht namentlich drei Schwerpunkte heraus:

- Die Energieversorgung der Schweiz soll möglichst nachhaltig sein, mithin den kommenden Generationen keine Nutzungsmöglichkeiten vorenthalten, diesen aber auch keine Altlasten hinterlassen.
- Erneuerbare Energien sind auf jeden Fall bevorzugt zu behandeln, da sie im Verbund mit einer rationellen Energienutzung künftig einen großen Teil des Strombedarfs abdecken könnten.
- Mit finanziellen Instrumenten sollen Anreize für das Stromsparen und die Nutzung erneuerbarer Energien geschaffen werden. Die Liberalisierung des Strommarktes könnte dabei

Freiräume schaffen, um über die Wahlfreiheit der Konsumierenden nachhaltige Energieformen zu unterstützen – Transparenz und Kostenvorwahrheit vorausgesetzt.

Eigenverantwortung wird den Bürgerinnen und Bürgern aber nicht nur zugewiesen, wenn es um Stromsparmaßnahmen und das Berappen der – gegenwärtig oftmals noch kostspieligen –

### Externe Evaluation

Um dieses erste vom TA-Programm organisierte PubliForum auszuwerten, wurde eine externe Evaluation in Auftrag gegeben. Diese wurde von der "Stiftung Risiko Dialog", eine der Universität von St. Gallen angegliederte Institution, durchgeführt. Die Evaluation zeigt auf, daß das Experiment PubliForum grundsätzlich geglückt ist, wobei es im Hinblick auf künftige PubliForen noch einiger Verbesserungen bedarf:

- *Ein gerechter und fairer Prozess:* Das Vorgehen und der Ablauf des PubliForum haben allen Standpunkten genügend Raum geboten, und keine Gruppe (seien es die Organisatoren, der Mediator, die Auskunftspersonen oder eine Fraktion des Bürgerpanels) hat versucht, sich des Prozesses zu bemächtigen.
- *Auf der Höhe des Themas:* Das vom PubliForum zur Sprache gebrachte Thema war äußerst vielschichtig, und die Bürgerinnen und Bürger hätten sich schnell in der Flut an verfügbaren Informationen verlieren können. Indessen verneinen drei Viertel des Bürgerpanels die Frage, ob sie vom Inhalt des PubliForum überfordert gewesen seien.
- *Unterschiedliche Sichtweise von Fakten und Werturteilen:* Einige Fachleute bedauern, daß das Bürgerpanel über bestimmte Kenntnisse nicht verfügte, und daß auch Interessenvertreter und Politiker eingeladen worden sind, um die Fragen des Panels zu beantworten. Hinter diesen Kritiken verbirgt sich aus Sicht der Evaluatoren die Vorstellung, Expertise habe auf einem wissenschaftlichen und "objektiven" Wissen zu beruhen. Demgegenüber zogen die Bürgerinnen und Bürger – wie auch das Organisationsteam – eine umfassendere und vielschichtiger Sicht der Expertise vor, in welcher auch Werturteile ihren Platz haben.
- *Zwischen Vision und Realitätssinn:* Aufs Ganze gesehen sind die verschiedenen beteiligten Akteure zufrieden mit dem Bericht, wobei sich die Experten allerdings zurückhaltender äußern. Trotz dieser grundsätzlichen Zufriedenheit weichen die verschiedenen Gruppen in ihrer Beurteilung voneinander ab, wenn es darum geht, den Bericht in seinen Details zu bewerten. So wurde zum Beispiel der visionäre Charakter des Berichts vor allem durch die Experten und – etwas weniger ausgeprägt – von den im Rahmen der Evaluation befragten Parlamentsmitgliedern herausgestrichen. Erstaunlicherweise hält ihn das Bürgerpanel selber für weit weniger visionär. Umgekehrt glauben die Bürgerinnen und Bürger, den ökologischen Folgen der Thematik gut Rechnung getragen und dabei dennoch technisch realistische Vorschläge formuliert zu haben – eine Einschätzung, die von den Fachleuten nicht geteilt wird. Im Hinblick auf die politische Umsetzbarkeit der Empfehlungen hingegen sprechen sich Bürgerpanel und Fachleute recht zuversichtlich aus, während die Parlamentsmitglieder diesbezüglich skeptisch sind.
- *Ein bereichernder Dialog:* Während zwei Tagen hat sich das Bürgerpanel die Antworten der Fachleute angehört. Sowohl die Fachleute als auch die Bürgerinnen und Bürger sind der Ansicht, daß zeitweise ein echter Dialog zwischen diesen beiden Gruppen zustande gekommen sei – insbesondere auf informelle Weise während der gemeinsamen Mahlzeiten und der Pausen. Die Fachleute wußten die unmittelbaren Kontakte mit dem Bürgerpanel zu schätzen.

nachhaltigen Energieformen geht. Auch im Hinblick auf die Entsorgung bereits bestehender Abfälle und Altlasten sind die Bürgerinnen und Bürger gefordert. So wird im Bericht klar die Forderung nach einem Endlager für atomare Abfälle in der Schweiz erhoben.

### Ein Ereignis, von dem man spricht

Das PubliForum verzeichnete in der Presse und – teilweise – auch in den schweizerischen Funkmedien ein erfreuliches Echo. Dieser Erfolg ist dem TA-Programm nicht einfach in den Schoß gefallen: Es galt, hartnäckig das nicht ganz leicht verständliche Instrument "PubliForum" zu erklären und zu vermitteln – und darüber hinaus Interesse für den elektrischen Strom zu wecken, der in der Öffentlichkeit weit weniger Beachtung findet als andere Technologiethemata.

Aber die Anstrengungen des TA-Programms waren damit nicht abgeschlossen. Die Schlußfolgerungen des Bürgerpanels wurden bei verschiedenen Gelegenheiten und vor unterschiedlicher Zuhörerschaft präsentiert. Insbesondere wurden die Mitglieder des Bürgerpanels eingeladen, sich anlässlich der Jahrestagung zu äußern, die vom Bundesamt für Energie organisiert wird, um die am Programm "Energie 2000" (eine Kampagne für die effizienteste Nutzung von Energie) beteiligten Stellen zu informieren. Zudem wurde

### Das PubliForum – ein Instrument der Technikfolgen-Abschätzung

Die Funktion des PubliForum muß klar dem Auftrag des Technology Assessment zugeordnet werden, es handelt sich keineswegs um eine Ausweitung der Volksrechte durch eine "zweite Kammer" des Volkes. Das TA-Programm hat den Auftrag, das schweizerische Parlament bei umstrittenen technologiepolitischen Entscheidungen zu beraten. Indem die breite Öffentlichkeit in diese Beratungs- und Auswertungsarbeiten einbezogen wird, erweitert das TA-Programm seine Grundlagen: Neben interdisziplinären wissenschaftlichen Studien gibt es sich ein zusätzliches Werkzeug in die Hand, das darauf beruht, zwischen den Sichtweisen von Bürgerinnen und Bürgern, Wissenschaft, Politik und Interessensgruppen zu vermitteln.

der Schlußbericht in der Parlamentarischen Kommission des Nationalrats, welche sich mit Energiefragen befaßt, vorgestellt. Jedesmal stieß das PubliForum auf grosses Interesse. Wenn auch die Schlußfolgerungen des Bürgerpanels nicht "eins zu eins" übernommen wurden, so sind im Bereich der Energiepolitik doch gewisse Entwicklungen ersichtlich, die mit den Empfehlungen der Bürgerinnen und Bürger übereinstimmen (z.B. Energie-Abgaben, Zukunft der Kernenergie). Es ist allerdings nicht möglich festzustellen, inwiefern die Ergebnisse des PubliForums die entsprechenden Meinungen beeinflusst haben: Das PubliForum ist einer von vielen möglichen Einflußfaktoren und seine Empfehlungen sind nicht bindend.

### Autoren und Kontakt:

*Dr. Danielle Bütschi*  
Tel.: 0041-31-323 09 43  
Fax: 0041-31-323 36 59  
e-mail: danielle.buetschi@swr.admin.ch

*Dr. Lucienne Rey*  
Tel.: 0041-31-324 19 42  
Fax: 0041-31-323 36 59  
e-mail: lucienne.rey@swr.admin.ch

Technology Assessment  
Schweizer Wissenschaftsrat (SWR)  
Inselgasse 1  
CH-3003 Bern

### Das zweite PubliForum folgt – zum Thema "Gentechnik und Ernährung"

Vom 4. bis zum 7. Juni 1999 führt das TA-Programm Schweiz sein zweites PubliForum durch. Es ist dem Thema "Gentechnik und Ernährung" gewidmet. Eine Gruppe von 28 zufällig ausgesuchten Schweizer Bürgern und Bürgerinnen wird sich in die Problematik der Gentechnik und ihrer Anwendung im Ernährungsbereich einarbeiten und die für sie relevanten Fragen mit Expertinnen und Experten ihrer Wahl diskutieren. Ziel dieses PubliForum ist es, eine frühzeitige Mitwirkung der Bürgerinnen und Bürger bei der Beurteilung eines Themas, welches gleichzeitig Hoffnungen und Befürchtungen weckt, zu ermöglichen. Die Auseinandersetzung im Rahmen des PubliForum sollen demnach die öffentliche Diskussion anregen und bereichern und den Entscheidungstragenden differenzierte Hinweise über die Einstellung der schweizerischen Bevölkerung zur Gentechnik im Ernährungsbereich liefern.

# VERFÜGBARE PUBLIKATIONEN DES TAB

*Die folgenden Publikationen sind kostenlos erhältlich und können – nur schriftlich – beim Sekretariat des TAB (Frau Lippert) angefordert werden!*

## ■ TAB-Faltblatt

- deutsch Jan. 1999
- englisch Jan. 1999

## ■ TAB-Broschüre

- Ziele, Themen, Organisation (deutsch/englisch) Jan. 1999

## ■ TAB-Briefe

- Nr. 12 Juni 1997
- Nr. 13 Dez. 1997
- Nr. 14 Juni 1998
- Nr. 15 Dez. 1998
- Nr. 16 Juni 1999

## ■ TAB-Arbeitsberichte (nur in begrenzter Auflage verfügbar)

- Nr. 24 Monitoring "Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik" – Ist die (deutsche) Öffentlichkeit 'technikfeindlich'? (Ergebnisse der Meinungs- und der Medienforschung) (1. Sachstandsbericht) März 1994
- Nr. 39 TA-Monitoring "Stand der Technikfolgen-Abschätzung im Bereich der Medizintechnik" April 1996
- Nr. 41 Monitoring "Nachwachsende Rohstoffe" – Verbrennung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung (1. Sachstandsbericht) Juli 1996
- Nr. 45 TA-Projekt "Kontrollkriterien für die Bewertung und Entscheidung bezüglich neuer Technologien im Rüstungsbereich" (Endbericht) Sept. 1996
- Nr. 46 Monitoring "Stand und Perspektiven der Katalysatoren- und Enzymtechnik" (Sachstandsbericht) Dez. 1996
- Nr. 47 TA-Projekt "Umwelt und Gesundheit" (Vorstudie) März 1997
- Nr. 48 Tätigkeitsbericht des TAB für die Zeit vom 01.09.1995 bis 31.08.1996 Febr. 1997
- Nr. 49 Monitoring "Nachwachsende Rohstoffe" – Vergasung und Pyrolyse von Biomasse (2. Sachstandsbericht) April 1997
- Nr. 50 Monitoring "Forschungs- und Technologiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung" (Sachstandsbericht) Juni 1997
- Nr. 51 Monitoring "Zum Entwicklungsstand der Brennstoffzellen-Technologie" (Sachstandsbericht) Sept. 1997
- Nr. 53 Monitoring "Nachwachsende Rohstoffe" – Pflanzliche Öle und andere Kraftstoffe (3. Sachstandsbericht) Nov. 1997

- Nr. 54 Monitoring "Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik" – Ambivalenz und Widersprüche: Die Einstellung der deutschen Bevölkerung zur Technik (Ergebnisse einer repräsentativen Umfrage) (2. Sachstandsbericht)
Dez. 1997
- Nr. 56 TA-Projekt "Entwicklung und Analyse von Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger" (Endbericht/Kurzfassung)
April 1998
- Nr. 57 Tätigkeitsbericht des TAB für die Zeit vom 01.09.1996 bis 31.08.1997
April 1998

*Zusätzlich bietet das TAB ZUSAMMENFASSUNGEN der vergriffenen Berichte zu TA-Projekten und der vergriffenen Sachstandsberichte zu Monitoring-Vorhaben an!  
(siehe: <http://www.tab.fzk.de>)*

---

*Folgende TAB-Arbeitsberichte sind über den Buchhandel zu beziehen:*

- Nr. 16 Anneliese Looß und Christine Katz:  
"Abfallvermeidung – Strategien, Instrumente und Bewertungskriterien"  
*Erich Schmidt Verlag, Berlin (ISBN 3 503 038957)*
Nov. 1995
- Nr. 17 Rolf Meyer, Juliane Jörissen und Martin Socher: Technikfolgen-Abschätzung "Grundwasserschutz und Wasserversorgung" (Band 1 und 2)  
*Erich Schmidt Verlag, Berlin (ISBN 3 503 038914)*
Nov. 1995
- Nr. 18 Leonhard Hennen, Thomas Petermann und Joachim J. Schmitt:  
"Genetische Diagnostik – Chancen und Risiken"  
*edition sigma, Berlin (ISBN 3 89404 406 3)*
Febr. 1996
- Nr. 33 Ulrich Riehm und Bernd Wingert:  
"Multimedia – Mythen, Chancen und Herausforderungen"  
*Bollmann Verlag, Mannheim (ISBN 3 927901 69 5)*
Okt. 1995
- Nr. 43 Juliane Jörissen (unter Mitarbeit von Gotthard Bechmann):  
"Produktbezogener Umweltschutz und technische Normen – Zur rechtlichen und politischen Gestaltbarkeit der europäischen Normung"  
*Carl Heymanns Verlag, Köln (ISBN 3 452 23749 4)*
Aug. 1997
- Nr. 56 Günter Halbritter, Rainer Bräutigam, Torsten Fleischer, Sigrid Klein-Vielhauer, Christel Kupsch und Herbert Paschen:  
"Umweltverträgliche Verkehrskonzepte – Entwicklung und Analyse von Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger"  
*Erich Schmidt Verlag, Berlin (ISBN 3 503 04805 7)*
Mai 1999

---

*Die nachstehenden TAB-Arbeitsberichte sind als Bundestagsdrucksache erschienen und können gegen Entgelt bei der Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH unter der Telefonnummer 0228/3820840 angefragt werden:*

- Nr. 13 Endbericht zum TA-Projekt "Risiken bei einem verstärkten Wasserstoffeinsatz"  
Bundestagsdrucksachennummer 12/4669 März 1993
- Nr. 20 Endbericht zum TA-Projekt "Biologische Sicherheit bei der Nutzung der Gentechnik"  
Bundestagsdrucksachennummer 12/7095 März 1994
- Nr. 32 Endbericht zum TA-Projekt "Neue Werkstoffe"  
Bundestagsdrucksachennummer 13/1696 Juni 1995

## Die Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung verlegt bei edition sigma

Je bedeutender der Tourismus als Wirtschafts- und Wachstumsfaktor wird, desto mehr nimmt auch die Gefahr zu, daß seine Grundlagen durch Belastungen der natürlichen Umwelt, der Kultur und der Bevölkerung in den Zielgebieten untergraben werden. Zugleich verändern sich im Zuge der Globalisierungsprozesse viele Rahmenbedingungen ganz erheblich. Die neuen

Fragen und Probleme, die sich für den Tourismus und die Tourismuspolitik am Ende des 20. Jahrhunderts stellen, werden in zwei Bänden umfassend aufgearbeitet.

*Band 1* nimmt zunächst eine Bestandsaufnahme der wirtschaftlichen und ökologischen Aspekte des modernen Massentourismus vor, untersucht technische Entwicklungen im globalen Tourismus-Management, Fragen der Motivation, des Einstellungs- und Wertewandels auf seiten der Touristen und analysiert den Status der deutschen Tourismuspolitik.

*Band 2* befaßt sich mit dem weltweit anwachsenden Volumen der Reiseströme, mit der bislang noch ungeklärten Rolle der 'Global Player' in der Branche und dem Wettkampf der Destinationen; zur Analyse gehören auch Aspekte des internationalen Wettbewerbs und des Beitrags des Tourismus zur globalen Umweltproblematik. Der Band schließt mit Überlegungen, wie eine intelligente und kooperative Tourismus'außen'politik zu konzipieren wäre.

igen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag

5.

Thomas Petermann  
unter Mitarbeit von  
Christina Hutter und  
Christine Wennich

### Folgen des Tourismus

Band 1: Gesellschaftliche,  
ökologische und  
technische Dimensionen

Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag

7.

Thomas Petermann  
unter Mitarbeit von  
Christine Wennich

### Folgen des Tourismus

Band 2: Tourismuspolitik  
im Zeitalter der  
Globalisierung

edition  
sigma

1998  
190 S.  
DM 36,00

TAB

NEU  
1999

edition  
sigma

1999  
ca. 300 S.  
DM 44,00

6.

Rolf Meyer  
Christoph Revermann  
Arnold Sauter

### Biologische Vielfalt in Gefahr?

Gentechnik in der  
Pflanzenzüchtung

Wird der Einsatz gentechnischer Züchtungsverfahren der verbliebenen landwirtschaftlichen Sortenvielfalt endgültig den Garaus machen, oder kann die moderne Biotechnologie bei der Erhaltung und Nutzung der weltweiten biologischen Vielfalt sogar helfen? Welche Strategien für einen dauerhaften Schutz der Biodiversität werden diskutiert? Und welche politischen Handlungsmöglichkeiten ergeben sich daraus? So lauten die Leitfragen dieser Studie. Die Autoren beschreiben Wirkungsketten, die vom Einsatz neuer Pflanzensorten in der Landwirtschaft ausgehen können. Sie fragen danach, ob die Nutzung gentechnischer Methoden im Vergleich zu konventionellen Züchtungsansätzen qualitativ neue Einflüsse ausüben wird. Ausgehend hiervon wird der Handlungsbedarf hinsichtlich des Erhalts der landwirtschaftlichen Vielfalt insgesamt diskutiert, und Vorschläge werden unterbreitet.

1998  
308 S.  
DM 44,00

Die Studien des Büros für  
Technikfolgen-Abschätzung  
weiter lieferbar:

1.

Reinhard Coenen  
Sigrid Klein-Vielhauer  
Rolf Meyer

**Integrierte Umwelt-  
technik – Chancen  
erkennen und nutzen**

Diese Studie befaßt sich mit integrierter Umwelttechnik in Abgrenzung von nachsorgenden und additiven Techniken. Sie untersucht die ökonomischen wie die ökologischen Vor- und Nachteile integrierter Umwelttechnik sowie die Hemmnisse ihrer Durchsetzung. Es wird

gefragt, welche umweltpolitischen Instrumente sich dazu eignen, die Chancen für ihre Entwicklung und ihren Einsatz zu verbessern.

2.

Christine Katz  
Joachim J. Schmitt  
Leonhard Hennen  
Arnold Sauter

**Biotechnologien  
für die "Dritte Welt"**

Eine entwicklungs-  
politische Perspektive?

Die rasanten Fortschritte in der modernen Biotechnologie induzieren verheißungsvolle Überlegungen, mit diesen Technologien zur Lösung zentraler Probleme von Entwicklungsländern beizutragen. Es verbindet sich mit ihrem Einsatz aber auch die Sorge, daß sich die Kluft zwischen armen und reichen Ländern noch vertiefen

könnte. Die Studie analysiert Potentiale, Einsatzmöglichkeiten und Folgen für die Entwicklungsländer und zieht Schlußfolgerungen für die deutsche Entwicklungszusammenarbeit.

3.

Thomas Petermann  
Martin Socher  
Christine Wennrich

**Präventive Rüstungs-  
kontrolle bei Neuen  
Technologien**

Utopie oder Notwendigkeit?

Vor dem Hintergrund der bedrohlichen Dynamik, mit der neue Rüstungstechnik global entwickelt wird, zielt dieses Buch auf die Etablierung eines neuen Leitbilds für die Rüstungskontrolle: Das Prinzip der Vorsorge soll das der Nachsorge ergänzen. Die Autoren entfallen die Grundelemente eines Konzepts vorbeugender

Rüstungskontrolle, indem sie die Schwierigkeiten einer vorausschauenden Analyse und Bewertung technologischer Entwicklungen im Kontext von Politik, Strategie und Ökonomie untersuchen und Handlungsoptionen präsentieren.

4.

Leonhard Hennen  
Christine Katz  
Herbert Paschen  
Arnold Sauter

**Präsentation von  
Wissenschaft im gesell-  
schaftlichen Kontext**

Zur Konzeption eines  
»Forums für Wissenschaft  
und Technik«

Der Band formuliert die Konzeption eines als Zentrum der aktuellen deutschen Technikdiskussion geplanten "Forums für Wissenschaft und Technik". Durch Ausstellungen, Tagungen und eigene Forschung soll das Zentrum die oft kontroversen Debatten um Wissenschaft und Technik offensiv aufgreifen.

Hauptziel der hier vorgestellten Konzeption ist es, Wissenschaft und Technik als Teile des gesellschaftlichen Lebens erkennbar werden zu lassen, indem der Prozeß der Entwicklung neuer Technologien als soziale Aktivität durchschaubar wird.



**Bestellung** Ich bestelle aus der Reihe "Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag":

Anzahl

Bd 1	<b>Integrierte Umwelttechnik</b>	1996	132 S.	ISBN 3-89404-810-7	DM 29,80
Bd 2	<b>Biotechnologien für die "Dritte Welt"</b>	1996	230 S.	ISBN 3-89404-811-5	DM 36,00
Bd 3	<b>Präventive Rüstungskontrolle</b>	1997	171 S.	ISBN 3-89404-812-3	DM 36,00
Bd 4	<b>Präsentation von Wissenschaft</b>	1997	202 S. + 16 S. Bildteil	ISBN 3-89404-813-1	DM 36,00
Bd 5	<b>Folgen des Tourismus [1]</b>	1998	190 S.	ISBN 3-89404-814-X	DM 36,00
Bd 6	<b>Biologische Vielfalt in Gefahr?</b>	1998	308 S.	ISBN 3-89404-815-8	DM 44,00
Bd 7	<b>Folgen des Tourismus [2]</b>	1999	300 S.	ISBN 3-89404-816-6	DM 44,00

Ich wünsche kostenlos und unverbindlich weitere Informationen über die Reihe und über das sozialwissenschaftliche Buchprogramm bei edition sigma.

Name, Anschrift:

Datum, Unterschrift:

edition  
sigma

Karl-Marx-Str. 17 D-12043 Berlin  
Tel. [030] 623 23 63 Fax 623 93 93  
E-Mail: Verlag@edition-sigma.de



Ständig aktuelle Programminformation im Internet:  
<http://www.edition-sigma.de>

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) berät das Parlament und seine Ausschüsse in Fragen des gesellschaftlich-technischen Wandels. Das TAB ist eine organisatorische Einheit des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Forschungszentrums Karlsruhe (FZK) und arbeitet seit 1990 auf der Grundlage eines Vertrages zwischen dem FZK und dem Deutschen Bundestag.



Büro für Technikfolgen-Abschätzung  
beim Deutschen Bundestag

Rheinweg 121 · 53 129 Bonn

Telefon: 02 28 / 23 35 83

Telefax: 02 28 / 23 37 55

e-mail: [buero@tab.fzk.de](mailto:buero@tab.fzk.de)

Internet: [www.tab.fzk.de](http://www.tab.fzk.de)