

Herausgeber der Reihe „Zeitfragen“

Akademie für Technikfolgenabschätzung

Autoren

Ingo Hillebrand, Dirk Lanzerath;

Deutsches Referenzzentrum für Ethik in den Biowissenschaften

Klaus Dietrich Wachlin (wissenschaftlicher Herausgeber);

Akademie für Technikfolgenabschätzung

Redaktion

Claudia Dickhaus, Martin Heyer, Laura Piro, Barbara Schmitz,

Rudolf Teuwsen, Klaus Dietrich Wachlin (Koordination und Schlussredaktion),

Michael Weiffen

Layout

Hannelore Zimmermann, Neu-Ulm

Umschlaggestaltung und Grafik

Edel Meißner, mach:-)werk Kommunikation & Design, Ludwigsburg

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 09. September 1965 in der jeweils gültigen Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© *Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg*

Stuttgart 2001

Printed in Germany

Druck

Druckerei Walter Stolz, Kirchheim

Klonen

Stand der Forschung, ethische Diskussion, rechtliche Aspekte

Autoren:

Ingo Hillebrand und Dirk Lanzerath

Wissenschaftlicher Herausgeber:

Klaus Dietrich Wachlin

Redaktion:

Claudia Dickhaus,
Martin Heyer,
Laura Piro,
Barbara Schmitz,
Rudolf Teuwsen,
Klaus Dietrich Wachlin,
Michael Weiffen

Geleitwort

Kaum eine Innovation erzeugt an der Wende zum 21. Jahrhundert ein so gespaltenes Publikum wie die Bio- und Gentechnologie. In der Grundlagenforschung wurden viel früher als geplant, schon im Jahr 2000, die vollständige Sequenzierung des menschlichen Genoms sowie die vollständige Kartierung der Gensequenz einer Pflanze abgeschlossen. Gleichzeitig unternahmen Forscher und Anwender eine steigende Anzahl direkter Eingriffe in die zellulären Abläufe der Fortpflanzung. Erstaunt und entsetzt reagierte die Öffentlichkeit 1997 auf „Dolly“, nicht das erste, aber sicher das prominenteste geklonte Schaf. Neuerdings kündigt der italienische Arzt Severino Antinori in Interviews an, dass er in absehbarer Zeit die Geburt des ersten geklonten Babys erwartet (vgl. FAZ v. 02.02.2001).

Seit etlichen Jahren befasst sich die öffentliche Diskussion in immer neuen Wellen mit den Chancen und Risiken der unterschiedlichen neuen Technologien, die sich im weitesten Sinne mit dem Erbgut von Pflanzen, Tieren und Menschen beschäftigen. Insbesondere um die Möglichkeit des Klonens, der identischen Vervielfältigung von einzelnen Molekülen, Zellen und ganzen Organismen, hat sich – nicht zuletzt durch die Ankündigung des italienischen Professors – eine intensive öffentliche Debatte entwickelt. Die Auseinandersetzung wird dabei nicht nur national in vielen Ländern der Erde, sondern auch international geführt: Anfang des Jahres 2001 entschied das englische Parlament, in begrenztem Umfang und unter bestimmten Bedingungen die klontechnische Erzeugung menschlicher Embryonen zu Forschungszwecken freizugeben. Die Entscheidung erzeugte insbesondere in Deutschland heftigste Reaktionen, beispielsweise war die Rede davon, dass nun ein ethischer Dammbbruch vollzogen sei (so der Ratsvorsitzende der EKD, Präses Kock, in einer Pressemitteilung des epd vom 08.03.2001). Andererseits wurde die fachliche Diskussion im Vorfeld der englischen Entscheidung, sowie deren inhaltliche und ethische Begründung, in Deutschland von der breiten Öffentlichkeit kaum wahrgenommen.

Zugleich bleibt weiterhin unklar, ob die bisher diskutierten Einsatzmöglichkeiten des Klonens überhaupt machbar, ob sie mit einiger Wahrscheinlichkeit realisierbar oder völlig utopisch im Sinne von unreal sind. Stattdessen werden auf der einen Seite Heilmittel für viele Leiden der Menschheit (Krebs, Herzinfarkt, Parkinson, Erbkrankheiten usw.) versprochen, auf der anderen Seite werden Horrorgemälde entworfen, in denen die Würde und Freiheit des Menschen in einer Flut neuer, klon- oder gentechnisch ermöglichter „eugenischer“ Maßnahmen unterzugehen drohen. Bei all diesem Streit fehlt häufig Klarheit

darüber, welche Werte und Maßstäbe überhaupt für die Erweiterung bzw. die Einschränkung der Einsatzmöglichkeiten des Klonens fachlich einschlägig sowie gesellschaftlich konsensfähig sind.

Ausgehend von dieser Situation hat die Akademie für Technikfolgenabschätzung in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Referenzzentrum für Ethik in den Biowissenschaften (DRZE) die vorliegende Broschüre konzipiert und zusammengestellt.

Die Handreichung hat das Ziel, die derzeit verfügbaren und für machbar gehaltenen Anwendungsmöglichkeiten des Klonens in Kürze vorzustellen. Schon die sorgfältige Bestandsaufnahme des derzeit Möglichen und die Information über die Rahmenbedingungen für „erfolgreiche“ Klonexperimente machen nachdenklich. Beispielsweise hat „Dolly“ eine Vorgeschichte von insgesamt 277 fehlgeschlagenen Klonversuchen. Welche Bedeutung hat allein diese Information, wenn es um die Frage des Klonens von Menschen geht?

Der zweite Abschnitt der Broschüre stellt die wichtigsten ethischen Positionen dar, die in der aktuellen Debatte eine Rolle spielen. Dabei fiel die Vorentscheidung, die ethische Debatte nicht mit Personen oder philosophischen bzw. weltanschaulichen Lagern zu verknüpfen, sondern sie gewissermaßen als „Argumentationslandschaft“ in ihrer Topographie nachzuzeichnen. Es wird von daher dem Leser überlassen, selbständig in konkreten Stellungnahmen eine Zuordnung der jeweiligen Argumente zu den „großen Inhalten“ (göttliche Ordnung, Freiheit, Menschenwürde, usw.) zu treffen.

Schließlich wird über den derzeitigen Stand vorhandener bzw. offener gesetzlicher Regelungen und Stellungnahmen in unterschiedlichen Ländern und von unterschiedlichen Institutionen berichtet.

Ein Serviceteil rundet die Broschüre ab; er enthält eine Literaturliste, eine kommentierte Linkliste, „Milestones“ aus der Geschichte des Klonens sowie Hinweise zum Meinungsbild einiger gesellschaftlicher Gruppen zum Thema.

Wir danken den Wissenschaftlern des DRZE für das hohe Maß an Kooperation und Kompetenz, das sie in die Entstehung der Broschüre eingebracht haben. Insbesondere danken wir den Autoren und dem Redaktionsteam für die Erstellung und die gemeinsame Weiterentwicklung des Textes sowie der Geschäftsführung des DRZE für die Flexibilität, Zuverlässigkeit und Kollegialität in der Durchführung des Projektes. Dank gebührt ebenfalls den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der TA-Akademie, vor allem Thomas von Schell, der maßgeblichen Anteil an der Konzeption der Broschüre hatte; darüber hinaus Barbara Kochte-Clemens, Lars Thielmann und Diethard Schade für wertvolle,

kritische und konstruktive Hinweise, Tobias Röttgers für die Erstellung der kommentierten Linkliste und Sabine Mücke für die sorgfältige Endkorrektur.

Die nunmehr vorgelegte erste Broschüre in der Reihe *Zeitfragen* geht auf eine Anregung von Ulrich Mack zurück. In der Reihe nimmt die Akademie für Technikfolgenabschätzung ihren Auftrag zur Gestaltung und Anregung des gesellschaftlichen Diskurses zu Fragen der Technikgestaltung wahr. Die Broschüre ist an alle an der Thematik interessierten Bürger gerichtet. Sie wendet sich auch an Entscheidungsträger aus Wirtschaft und Politik und Multiplikatoren wie Journalisten, Lehrerinnen und Lehrern sowie an Vertreter gesellschaftlicher Gruppen. Dabei soll dem Leser nicht das eigene ethische Urteil abgenommen werden. Allerdings hoffen wir, mit diesem Angebot die Voraussetzungen dafür zu verbessern, dass der Leser ein abgewogenes und von Sachkenntnis getragenes Urteil finden kann.

Stuttgart im Mai 2001

Ortwin Renn
Sprecher des Vorstandes

Klaus Dietrich Wachlin
Direktor, Querschnittsbereich Diskurs

Ingo Hillebrand / Dirk Lanzerath

Klonen

Stand der Forschung, ethische Diskussion, rechtliche Aspekte

Inhalt	Seite
Geleitwort	3
Einführung	9
1. Was ist Klonen?	11
1.1 Natürliche Klonbildung durch vegetative (ungeschlechtliche) Vermehrung	11
1.2 Klonen durch Embryosplitting (identische Mehrlingsbildung)	12
1.3 Klonen durch Zell- und Zellkerntransfer	13
1.4 Genetische Identität der Klone im Vergleich zum Ausgangsorganismus	14
1.5 Welche Anwendungen werden mit dem Klonen verfolgt?	15
1.5.1 Biologische und medizinische Grundlagenforschung	15
1.5.2 Entwicklung präventiver und therapeutischer Methoden	16
1.5.3 Im Rahmen der künstlichen Fortpflanzung	18
1.5.4 Herstellung von Versuchstieren für die biomedizinische Forschung	19
1.5.5 Herstellung von Nutztieren für die biomedizinische Forschung und Anwendung	19
1.5.6 Nutztierzucht innerhalb der Landwirtschaft	20
1.5.7 Tierzucht durch Zoologische Gärten	20
2. Ethische Aspekte	22
2.1 Anwendungen der Klontechniken beim Menschen	22
2.1.1 Klonen „vollständiger“ Individuen	23
2.1.1.1 Die Frage der <i>aktuellen</i> ethischen Zulässigkeit	24

2.1.1.2	Die Frage der <i>prinzipiellen</i> ethischen Zulässigkeit	25
2.1.1.3	Die Frage der ethischen Zulässigkeit von Forschung und Entwicklung	31
2.1.2	Klonen im Kontext medizinischer Diagnose/Therapie/Prävention und biologisch-medizinischer Forschung	32
2.1.2.1	Moralischer Schutzanspruch des menschlichen Embryos	33
2.1.2.2	Alternativen	34
2.1.2.3	Dammbruch	35
2.2	Anwendungen der Klontechniken beim Tier	36
3.	Bisherige rechtliche Regelungen und institutionelle Stellungnahmen	38
3.1	WHO	38
3.2	Europarat	39
3.3	Europäische Union	40
3.4	Deutschland	41
	Exkurs: Klonen und Tierschutzrecht in Deutschland	43
3.5	Großbritannien	44
3.6	Frankreich	46
3.7	Dänemark	47
3.8	USA	49
4.	Materialien zur Weiterarbeit	51
4.1	„Milestones“ Klonen	51
4.2	Ausgewählte Literatur zum Thema	55
4.3	Rechtsdokumente und Stellungnahmen	59
4.4	Kommentierte Linkliste	66
4.5	Klonen im öffentlichen Meinungsbild	69

Einführung

Menschliche Embryonen sind zum ersten Mal von J. Hall 1993 durch die Teilung von embryonalen Zellkomplexen geklont worden. Aufgrund einer Mehrfachbefruchtung waren diese aber nicht über einen bestimmten Zeitraum hinaus entwicklungsfähig. Theoretisch hätten sich jedoch aus den durch Teilung erzeugten Klonen – in einer Gebärmutter implementiert – lebensfähige Menschen entwickeln können. Diese Form der künstlichen Herstellung ein-eiiger Zwillinge (künstliche Mehrlingsbildung oder Embryosplitting) war damit ein erster Versuch, Menschen zu klonen. Drei Jahre später gelang schottischen Züchtungsforschern die Herstellung eines geklonten Schafs (Dolly). Dolly entstand nicht durch Embryosplitting, sondern durch die Fusion einer Körperzelle eines erwachsenen Schafs mit einer zuvor entkernten Eizelle eines weiteren Schafs. Der Embryo wurde durch ein drittes Schaf als ‚Leihmutter‘ ausgetragen. Dolly ist daher der Klon des Schafs, von dem der Zellkern stammt. Dieses Klonen von Lebewesen durch das Verfahren des Zell- bzw. Zellkerntransfers reicht in den Vorgängerexperimenten bei Fröschen etwa 50 Jahre zurück und konnte inzwischen auch bei anderen Säugetierarten (z.B. Maus, Schwein, Ziege) angewandt werden.

Die mit den Klontechniken entstandene Möglichkeit einer gezielten Erzeugung von genetisch identischen Embryonen für reproduktive und therapeutische Zwecke ist Auslöser für eine weltweite, in Wissenschaft und Öffentlichkeit anhaltend kontrovers geführte ethische Debatte geworden. Die Verfahren und Anwendungsmöglichkeiten sind von ethischer Brisanz und stellen deshalb eine Herausforderung an die rechtlichen Rahmenbedingungen dar. Nicht nur das Klonen von menschlichen Zellen und Individuen, sondern auch die Anwendung an Tieren im Bereich der Versuchs- und Nutztierzucht wird vermehrt kritisch diskutiert.

Das ganze Ausmaß der ethischen und rechtlichen Problematik hat sich erst im Verlauf dieser Debatte gezeigt. Denn die Klontechniken umfassen Anwendungen in großer Bandbreite: angefangen von der Herstellung einer in ihrer genetischen Information identischen Kopie eines DNA-Fragments bis hin zu der eines ganzen Lebewesens. Ihre Einsatzmöglichkeiten im Humanbereich sind von höchst unterschiedlicher ethischer und rechtlicher Relevanz. Alle nationalen Expertengruppen und internationalen Gremien, die sich mit der juristischen und ethischen Bewertung des Klonens von Menschen beschäftigt haben, waren daher gezwungen, als Grundlage ihres Votums eine Abgrenzung zwischen den verschiedenen Anwendungen von Klontechniken zu treffen.

Was eine Debatte um angemessene ethisch und rechtlich relevante Unterscheidungs- und Bewertungskriterien der Klontechniken im Humanbereich dringlich macht, ist vor allem die rapide Entwicklung der Forschung an embryonalen Stammzellen (ES-Zellen). Dies sind solche embryonalen Zellen, aus denen sich alle Organe und Strukturen des erwachsenen (adulten) Organismus entwickeln. Ihre Erforschung lässt in Kombination mit Klontechniken Ergebnisse erwarten, die für die Transplantationsmedizin von größter Bedeutung sein könnten („therapeutisches Klonen“). Weil sich dabei aber auch höchst problematische andere Anwendungsmöglichkeiten eröffnen und für die Gewinnung von embryonalen Stammzellen derzeit Embryonen „verbraucht“ werden, bedarf diese Forschung einer ethischen Bewertung und rechtlichen Regulierung.

Die verschiedenen Formen der Klontechniken stellen ein neues Mittel der Naturbeherrschung bereit, das die durch die Natur der sexuellen Fortpflanzung vorgegebene Neukombination der Gene umgehen kann. An diesen Verfahren ist nicht die Tatsache als solche neu, dass der Mensch in die Natur der Fortpflanzung eingreift. Neu ist vielmehr die Tiefe des Eingriffs in die Natur und seine Tragweite, die mit den neuen Handlungsmöglichkeiten innerhalb von Biotechnologie und Medizin ein bislang nicht bekanntes Maß erreicht hat. Vor diesem Hintergrund wird diskutiert, ob diejenigen ethischen Normen und rechtlichen Regeln ausreichen, die bislang für Eingriffe in die Fortpflanzung gelten, um auch den Umgang mit den neuen Techniken des Klonens von Lebewesen zu normieren, oder ob es dafür einer vertieften ethischen Argumentation und neuer rechtlichen Grenzziehung bedarf.

1. Was ist Klonen?

Mit den Begriffen *Klonen* oder *Klonieren* (κλων [klon], gr. Zweig, Schößling; abgeleitet von κλαω [klaō], gr. abbrechen, brechen, zerbrechen, auch im Sinne von verteilen) werden unterschiedliche Verfahren und Techniken zusammengefasst. Ihr Einsatz beginnt auf der molekularen Ebene bei der DNA (Desoxyribonucleinsäure), die chemisch betrachtet die Erbsubstanz ausmacht (diese molekularbiologische Technik wird im Deutschen häufig nicht als ‚Klonen‘, sondern als ‚Klonieren‘ bezeichnet). Alle Klon-Techniken verbindet das gemeinsame Ziel, ein *genetisch identisches Duplikat* herzustellen: ein *DNA-Fragment* oder *-Molekül*, eine *Zelle*, ein *Gewebe* oder aber einen *ganzen Organismus*.

Bei allen Lebewesen – außer den Bakterien – findet die geschlechtliche (sexuelle) Fortpflanzung grundsätzlich über die Bildung von Keimzellen (Samen- und Eizellen) mit einer neuen Zusammensetzung von väterlichem und mütterlichem Erbgut statt, wobei ein neues Genom entsteht (Genom = Summe aller Gene eines Organismus). Im Gegensatz dazu zielen Klontechniken auf eine Form ungeschlechtlicher (asexueller) oder vegetativer Vermehrung, bei der das Genom des entsprechenden Organismus dupliziert wird. D.h. es kommt nicht zu einer Neuordnung (Rekombination) von Genen, sondern es entsteht eine genetisch identische oder nahezu identische Kopie des Originals. Allerdings ist dies bei vielen niederen Tieren und den meisten Pflanzen neben der sexuellen eine gängige Form der Fortpflanzung. Grundsätzlich kommt auch beim Menschen die identische Mehrlingsbildung in Form von ein-eiigen Zwillingen (monozygotische Zwillingsbildung) natürlicher Weise vor, allerdings nur im Kontext der geschlechtlichen Fortpflanzung.

1.1 Natürliche Klonbildung durch vegetative (ungeschlechtliche) Vermehrung

Bei der vegetativen Vermehrung entstehen auf natürliche Weise Klone des Ausgangsorganismus: Algenfäden zerteilen sich, Hefen sprossen. Auch bei Blütenpflanzen ist die vegetative Vermehrung eine normale Form der Fortpflanzung. Das Scharbockskraut bildet in den Blattachsen Brutknospen, Erdbeeren bilden Ausläufer, Dahlien erzeugen Wurzelknollen und Kartoffeln unterirdische Sprossknollen. Die Fähigkeit von Pflanzenteilen, sich zu regenerieren und unabhängig vom Ausgangsorganismus als „Klon“ weiterzuwachsen, wird auf vielfältige Weise in der Pflanzenzucht genutzt. Viele Nutzpflanzen werden

in Kultur vegetativ über Stecklinge oder in Form von Okulieren, Pfropfen und ähnlichen Verfahren vermehrt, zumal Nutzpflanzen sehr häufig durch Zucht ihre Fähigkeit zur geschlechtlichen Fortpflanzung verloren haben. Diese Formen des Klonens gehören seit langem zu den etablierten Verfahren in der Pflanzenzucht.

Auch bei vielen Tierarten ist die ungeschlechtliche Vermehrung eine natürlich vorkommende Form der Fortpflanzung. So teilen sich einige Arten der Ringelwürmer durch Sprossung am letzten Körpersegment, und Quallen können sich in ihrer Lebensform als Polypen durch Querteilung vermehren. Auch bei Säugetieren gibt es dem Grundsatz nach die vegetative Vermehrung in Form der eineiigen Zwillingsbildung (monozygotische Zwillinge). Zur Bildung eineiiger Zwillinge beim Menschen kann es innerhalb der ersten fünfzehn Tage nach der Befruchtung kommen, wenn sich Zellen vom frühen Embryo trennen und einen zweiten Embryo bilden, oder wenn sich innerhalb einer Blastozyste (Entwicklungsstufe des Embryos etwa während Tag 4-7 nach der Befruchtung) zwei Embryonen entwickeln.

1.2 Klonen durch Embryosplitting (identische Mehrlingsbildung)

Im Labor (in vitro) lässt sich diese Form des Klonens durch Abtrennung von totipotenten Zellen eines frühen Embryos oder durch ein mikrochirurgisches Teilungsverfahren (Embryosplitting) späterer embryonaler Stadien (40-80 Zellen) künstlich nachahmen. Für die erste Variante sind nur solche Zellen geeignet, die sich noch selbständig zu einem vollständigen Organismus entwickeln können. Diese als „Totipotenz“ bezeichnete Fähigkeit nimmt mit zunehmenden Alter der Zellen ab. Man geht davon aus, dass sich beim Menschen bis zum 8-Zell-Stadium jede entnommene Zelle selbständig zu einem Embryo entwickeln kann. Sind Zellen noch in hohem Maße differenzierungsfähig, aber nicht mehr in der Lage, sich zu einem vollständigen Organismus zu entwickeln, bezeichnet man sie als ‚pluripotente Stammzellen‘. Stammzellen, die schon weitgehend ausdifferenziert und auf bestimmte Funktionen begrenzt sind, werden als ‚adulte Stammzellen‘ bezeichnet. Von welchen Faktoren das Entwicklungspotenzial jeweils abhängig ist, welche Rolle dabei der Zellflüssigkeit (Cytoplasma) und dem Zellkern zukommt und unter welchen Umständen Zellen durch Reprogrammierung das Vermögen der Totipotenz zurück-erhalten, ist noch weitgehend ungeklärt.

1.3 Klonen durch Zell- und Zellkerntransfer

Bis vor wenigen Jahren waren Biologen und Züchtungsforscher davon überzeugt, dass Zellen von Säugetieren, die eine bestimmte Differenzierungshöhe erreicht haben, nicht mehr so „umprogrammiert“ werden können, dass sie sich zu einem vollständigen Organismus entwickeln können. Doch mit dem Klonen von Schaf Dolly im Jahr 1997 konnte genau dies erfolgreich durchgeführt werden.

Bei der „Dolly-Methode“ wird mittels Zellkern- bzw. Zelltransfers eine Körperzelle oder lediglich deren Kern auf eine zuvor entkernte Eizelle übertragen. Entgegen der bisherigen wissenschaftlichen Auffassung kann dabei eine Zelle entstehen, die mit dem Vermögen ausgestattet ist, sich zu einem vollständigen Organismus zu entwickeln, und die daher als Embryo bezeichnet wird. Nach einer künstlichen Aktivierung der Eizelle beginnt mit den ersten Zellteilungen die Embryonalentwicklung. Der Embryo kann dann in einen weiblichen Organismus übertragen werden und sich dort in den Uterus einnisten. Beim Klonen von Dolly waren drei Tiere beteiligt: das Tier, dem der Zellkern entnommen wurde, das Tier, von dem die Eizelle stammte, und das Tier, das als „Leihmutter“ fungierte.

Ein durch Zell- bzw. Zellkerntransfer geklonter Embryo ist über die im Zellkern enthaltene Erbinformation genetisch überwiegend identisch mit demjenigen Tier, von dem der Zellkern stammt. Ein kleiner Teil des Erbmaterials liegt aber in der Zelle außerhalb des Zellkerns in anderen Zellbestandteilen (Zellorganellen) vor, die Mitochondrien genannt werden und der Energiegewinnung der Zelle dienen. Die genetische Information der Mitochondrien des geklonten Embryos stammt je nach Verfahren überwiegend von der für die Zellkernübertragung benutzten, entkernten Eizelle.

Zwar wurden bereits in den 80er und frühen 90er Jahren Säugetiere durch Zellkerntransfer geklont, dabei wurden jedoch Kerne von Stammzellen zur Übertragung benutzt, welche man unmittelbar zuvor aus frühen embryonalen Stadien gewonnen hatte und deren Differenzierungspotential ohnehin nur geringfügig von dem einer Zygote (befruchteten Eizelle) abwich. Bei einem solchen Vorgehen weiß man in der Regel jedoch wenig über den Zusammenhang zwischen dem genetischen Material (Genotyp) und den wahrnehmbar ausgeprägten Merkmalen (Phänotyp) des Organismus, von dem der Zellkern stammt, bzw. des sich entwickelnden Klons. Im Fall der Entnahme des Kerns aus der Zelle eines erwachsenen Lebewesens ist hingegen bekannt, in welche Merkmale des Organismus sich das gegebene Genom ausprägt.

Daraus ergeben sich Hoffnungen für neue, z.T. spektakuläre Anwendungsmöglichkeiten (siehe Abschnitt 2.5).

Bei allen Erfolgen und Prognosen für künftige Anwendungsmöglichkeiten darf nicht übersehen werden, daß die Erfolgsraten bei der Herstellung eines Klons über Kerntransfer derzeit sehr gering sind. So entwickelte sich „Dolly“ als einziges Lamm aus 277 behandelten Eizellen. Die Zahl der Fehl- und Missgeburten bei geklonten Säugetieren ist hoch. Darüber hinaus werden als Nebenwirkungen für das geklonte Tier u.a. die Erhöhung der Sterblichkeit bei Neugeborenen, die mögliche Schwächung des Immunsystems sowie das mit einer verlängerten Trächtigkeit einhergehende „Large-Calf-Syndrome“ (erhöhtes Geburtsgewicht bei Klontälbern) verzeichnet. Schließlich ist zu bedenken, welche negativen Auswirkungen bei der Kerntransfertechnik das hohe Alter der DNA hat, die ja aus einem erwachsenen Tier stammt. Alleine die große Bandbreite der technischen Schwierigkeiten wäre bei jedem Versuch, Menschen zu klonen, als hohes Risiko in Betracht zu ziehen.

1.4 Genetische Identität der Klone im Vergleich zum Ausgangsorganismus

Auch wenn es sich bei einem Klon um ein genetisches Duplikat des Ausgangsorganismus handelt, gilt für alle Klonverfahren, dass Veränderungen der Klone gegenüber dem Ausgangsorganismus nicht ausgeschlossen sind. Neben spontanen Mutationen, Veränderungen der Chromosomen (z.B. die Länge ihrer Endstücke) sind hier besonders die Einflüsse der mitochondrialen DNA zu berücksichtigen. Auch wenn diese im gesamten zellulären Geschehen nur eine untergeordnete Rolle spielen, kommen beim Menschen vereinzelt Krankheiten vor, die durch die mitochondriale DNA mitverursacht sind (z.B. Lebers erbliche optische Neuropathie, Kearns-Sayre-Syndrom).

Eine weitere Ebene der Abweichung betrifft die Interaktionen der Spenderchromosomen mit der neuen Umgebung der Empfängereizelle, die zu einem spezifischen Aktivitätsmuster der Gene (Imprinting) führen. Diese Faktoren beeinflussen die Genaktivität und werden vererbt, ohne den genetischen Code zu ändern. Sie werden als epigenetische Effekte bezeichnet und sind bisher wenig untersucht. Nicht zuletzt können sich unterschiedliche Umweltbedingungen erheblich auf die biologische Individualentwicklung auswirken und zu deutlichen Veränderungen gegenüber dem Ausgangsorganismus führen.

Trotz der genannten Einflüsse kann bei den Klonen – genetisch gesehen – von einer hohen Übereinstimmung gesprochen werden. Im Blick auf die wahrnehmbare Ausprägung (Phänotyp) allerdings spielen für das Maß der Übereinstimmung bzw. Abweichung die genannten Umweltbedingungen eine wesentliche Rolle.

1.5 Welche Anwendungen werden mit dem Klonen verfolgt?

Mit der Herstellung von genetisch identischen Zelllinien (Folgen von im Labor entwickelten Zellen und Zellkomplexen) oder Organismen unter Anwendung verschiedener Klontechniken werden unterschiedliche Zwecke verfolgt oder in Aussicht gestellt. Sie betreffen den Bereich der Grundlagenforschung, die molekularbiologische Entwicklung neuer präventiver und therapeutischer Methoden für die Medizin, unterschiedliche Absichten im Bereich der Reproduktionsmedizin sowie Zielsetzungen im Zusammenhang mit der Tierzucht für Landwirtschaft und zoologische Gärten.

1.5.1 Biologische und medizinische Grundlagenforschung

Geklonte Tiere sind für die Forschung deshalb besonders interessant, weil man ein definiertes Genom über viele „Generationen“ annähernd konstant halten kann, auch wenn Mutationen nie völlig auszuschließen sind. Im Rahmen der biologischen und medizinischen Grundlagenforschung erwartet man durch Klonen sowohl totipotenter wie auch nicht-totipotenter Zellen (z.B. pluripotenter Stammzellen, ausdifferenzierter Körperzellen) Aufschlüsse über bisher unbeantwortete zellbiologische und entwicklungsbiologische Fragen. Wie werden Gene aktiviert bzw. deaktiviert (Genregulation)? Wie wird von den Genen her die Ausprägung einzelner Merkmale gesteuert (Genwirkung)? Da in allen Zellen eines Organismus dieselben Gene vorhanden sind, gilt es zu klären, durch welche Mechanismen Gene aktiviert oder inaktiviert werden. Dazu gehört auch die Aufklärung über entwicklungsbiologische Zusammenhänge zwischen den Genen des Organismus (Genotyp) und den Merkmalen des Organismus (Phänotyp) sowie den Wechselwirkungen zwischen den Genen einerseits und der Umwelt andererseits bei der Ausbildung eines bestimmten Merkmals. Hier ist auch zu klären, wie sich Zellen im Gewebeverband gegenseitig beeinflussen und welches Vermögen zur Ausbildung ver-

schiedener Zell-, Gewebe und Organtypen (Differenzierungspotential) sie im Laufe der Entwicklung eines Organismus erhalten oder verlieren (Totipotenz, Pluripotenz, Multipotenz, Ausdifferenziertheit, Reprogrammierbarkeit).

Diese Grundlagen führen wahrscheinlich auch zu neuen Erkenntnissen über die Entstehung, den Verlauf und die Therapie von Krankheiten. Denn bei der Entwicklung und Funktion gesunder Gewebe und Organe sowie bei der Entstehung von Krankheiten spielt die Kommunikation zwischen den Zellen eine wesentliche Rolle. Anhand von Zellkulturen können diese Mechanismen untersucht werden. Vor allem in den letzten Jahren sind eine Reihe von spezifischen Zellkulturen entwickelt worden, die den Bedingungen im Organismus (in-vivo) in vielfacher Hinsicht nahe kommen und in denen komplexe Wachstums-, Differenzierungs- und Stoffwechselleistungen modellhaft untersucht werden können.

Je nach Kulturtyp und Fragestellung werden bei diesen Versuchen als Ausgangszellen toti- oder pluripotente embryonale oder fötale Stammzellen oder aber gewebespezifische Stammzellen von Wirbeltieren verwendet. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei den embryonalen Stammzellen (ES-Zellen). Diese werden aus frühen embryonalen Phasen (Blastozysten) gewonnen. Obwohl bei menschlichen ES-Zellen von deren Pluripotenz ausgegangen wird, ist ihr Differenzierungspotential bislang noch nicht genau geklärt. Neuere Versuche an Primaten haben gezeigt, dass ES-Zellen zu beachtlichen Differenzierungsleistungen in der Lage sind; d.h. sie konnten sich unter Laborbedingungen zu sehr unterschiedlichen Zelltypen entwickeln. 1998 wurde erstmals über die erfolgreiche Kultur menschlicher embryonaler Stammzellen berichtet. Diese sind aus „überzähligen“ Embryonen gewonnen worden, die bei der künstlichen Befruchtung, angefallen sind. Manche sehen im Klonen von embryonalen Stammzellen, andere wohl aber auch in der Forschung an adulten ES-Zellen die Schlüssel für die Entwicklung neuer Therapien.

1.5.2 Entwicklung präventiver und therapeutischer Methoden

Klontechniken werden im Zusammenhang mit der gentherapeutischen Forschung, bei Verfahren der Immuntherapie (Herstellung von monoklonalen Antikörpern) und in anderen Laborverfahren verwendet. Die Klonierung von Molekülen sowie das Klonen einiger Zelltypen sind zu einem Teil bereits Standard in biomedizinischer Forschung, Diagnose und Therapie.

Darüber hinaus zielen eine Reihe von neueren Forschungsansätzen auf die Entwicklung präventiver und therapeutischer Methoden mit Hilfe künstlich

erzeugter Organ- oder Gewebeteile zur Herstellung von Transplantaten. Damit soll dem Mangel an Spenderorganen für die Transplantationsmedizin entgegengetreten werden. Um eine Abstoßung der transplantierten Gewebe durch das Immunsystem des Empfängers von vornherein auszuschließen, will man über das Klonverfahren Stammzellen herstellen, die mit den Zellen des Transplantatempfängers genetisch identisch sind und daher als Ausgangsmaterial für die Erzeugung genetisch identischen Gewebes verwendet werden können. Dahinter steht die Idee, den Zellkern einer ausdifferenzierten Körperzelle auf eine zuvor entkernte Eizelle zu übertragen. Nach der Zellkernübertragung im Labor kann sich ein Embryo entwickeln, der genetisch nahezu vollständig identisch ist mit dem Spender des übertragenen Zellkerns (vgl. Klonschaf Dolly). Die Individualentwicklung (Ontogenese) wird jedoch – im Gegensatz zum „reproduktiven Klonen“ – zu einem definierten Zeitpunkt abgebrochen, um bestimmte Zellen aus dem entstehenden Lebewesen für therapeutische Zwecke zu entnehmen. Daher wird dieses Verfahren auch häufig als „therapeutisches Klonen“ bezeichnet. Weil bei der Entnahme der Stammzellen die Embryonen zerstört werden, stehen Alternativen für die Gewinnung von ES-Zellen zur Diskussion: Gewinnt man bspw. Stammzellen aus Nabelschnurblut oder aus abgetriebenen Föten, dann geht dies nicht mit einer Zerstörung von Embryonen einher.

ES-Zellen sind für diese Forschung deshalb interessant, weil sie über die Fähigkeit verfügen, sich unter den entsprechenden Bedingungen in nahezu alle verschiedenen Typen von Körperzellen entwickeln zu können. Von vielen Forschern wird dieser Ansatz zur Gewebegewinnung als praktikabler angesehen, als derjenige über Tiere (Xenotransplantation), obwohl die Organherstellung aufgrund der Komplexität der Strukturen noch in sehr weiter Ferne liegt. Es tun sich vermeintlich verschiedene Anwendungen im Bereich der Transplantationsmedizin auf (z.B. Transplantation von Nervenzellen bei Parkinsonkranken, Transplantation von Herzmuskelzellen nach Herzinfarkt), die auch gentechnisch veränderte Zelllinien mit einbeziehen können. An Tierversuchen muß aber erst noch gezeigt werden, dass dieses Verfahren die erhofften therapeutischen Wirkungen auch erzielt. Derzeit kann also nur von einem Forschungsansatz die Rede sein.

In der aktuellen Diskussion ist der Begriff „therapeutisches Klonen“ inzwischen gängig. Er wird öfter als missverständlich kritisiert, da das so bezeichnete Klonverfahren für sich genommen nicht therapeutisch ist. Vielmehr werden bei dem diskutierten Verfahren in einem ersten Schritt Zellen mit der Potenz hergestellt, sich zu einem vollständigen Individuum zu entwickeln (Totipotenz). Insofern ist das „therapeutische Klonen“ keine therapeutische Maßnahme, sondern z.Z. ein Forschungsansatz, mit dem Fernziel neuer The-

rapien. „Therapeutisches Klonen“ bildet also den Oberbegriff für eine Reihe verschiedener Klontechniken, die der Entwicklung neuer Therapieverfahren dienen sollen. Hiervon abzugrenzen ist das sogenannte „reproduktive Klonen“, womit der Einsatz von Klontechniken zum Zweck der Fortpflanzung bezeichnet wird.

1.5.3 Im Rahmen der künstlichen Fortpflanzung

Ein weiteres Einsatzgebiet von Klonverfahren liegt in der Verbesserung etablierter Methoden der künstlichen Fortpflanzung (assisted reproduction). Beispielsweise wird diskutiert, Patientinnen bei einer künstlichen Befruchtung (In-vitro-Fertilisation) effizienter zu helfen: durch ein Embryo-Splitting könnten aus den totipotenten Abkömmlingen einer Zygote mehrere Embryonalstadien gebildet werden, die nach Einfrieren bei -196 °C (Kryokonservierung) für einen weiteren Transferversuch als „Reserve“ zur Verfügung stünden. Zusätzlich sind solche dem frühen Embryo entnommene (totipotente) Zellen für die Präimplantationsdiagnostik von Interesse. Eine Vorkultivierung dieser Zellen zwecks Zellvermehrung, d. h. Anlegung eines Klons, könnte dabei methodisch von Vorteil sein. Dieser wird auf krankheitsrelevante Merkmale hin untersucht. Das Ergebnis der Diagnose entscheidet dann darüber, ob die in der Zwischenzeit kryokonservierte Ausgangszelle zur Einleitung einer Schwangerschaft in den Uterus transferiert wird oder nicht.

Darüber hinaus ziehen manche Wissenschaftler das reproduktive Klonen mittels Kerntransfer als gänzlich neue Methode künstlicher Fortpflanzung in Betracht. Dabei geht es zum einen um die Möglichkeit künstlicher Fortpflanzung, auch wenn eine IVF nicht möglich ist; zum anderen geht es um genetisch identische Reproduktion von sich selbst oder anderen Menschen, wobei an die genetischen Eigenschaften oft bestimmte persönliche oder gesellschaftliche Hoffnungen geknüpft werden; schließlich gibt es spekulative Überlegungen, „Organersatzteillager“ zu erschaffen.

Realisiert wurde schon die gezielte Erzeugung eines Kindes in vitro, wobei durch Präimplantationsdiagnostik das Vorliegen einer bestimmten Blutgruppe des zu implantierenden Embryo sichergestellt wurde. Im Blick auf eine nötige bzw. mögliche Knochenmarktransplantation in eine Geschwisterkind sollte auf diese Weise die Verträglichkeit des Spenderknochenmarkes sichergestellt werden. Klonverfahren eröffnen noch weitere, allerdings umstrittene und problematische Möglichkeiten.

1.5.4 Herstellung von Versuchstieren für die biomedizinischen Forschung

Das Klonen im Rahmen der Herstellung von Versuchstieren ist besonders deshalb interessant, weil es beim Verfahren des Zellkerntransfers möglich ist, die Kernspenderzellen in Kultur genetisch zu verändern (transfizieren), um Tierklone mit besonderen genetischen Eigenschaften zu erzeugen. Damit wird es möglich, geeigneteren Versuchstiere zur Erforschung der Entstehung und Behandlung von Krankheiten herzustellen, weil auch solche Tierarten verwendet werden können, die aufgrund ihrer langen Generationszeit oder besonderer Probleme bei ihrer Züchtung bisher für solche Versuche nicht in Frage kamen (z.B. Rinder, Schweine, Primaten). Tierklone dieser Art werden möglicherweise für die Erprobung von Arzneimitteln und die Entwicklung neuer Therapieformen sowie für die Erforschung von Krankheitsentwicklungen (z.B. Krebs) und bei der Untersuchung seltener genetischer Eigenschaften eine große Bedeutung erlangen.

Die oben (Abschnitt 1.5.2) genannten Verfahren für die Herstellung von genetisch kompatiblen (autologen) Zell-, Gewebe- und Organtransplantaten werden am Tiermodell erprobt. So wurde 2000 über die erfolgreiche Kultur und erste Differenzierungsschritte bei embryonalen Stammzellen von Mäusen berichtet, die aus geklonten Mausembryonen gewonnen werden konnten.

1.5.5 Herstellung von Nutztieren für die biomedizinische Forschung und Anwendung

Auch bei der Herstellung von Nutztieren für die biomedizinische Forschung und Anwendung ist der Einsatz von Klontechniken möglich. Es gibt beispielsweise Ansätze, Schafe oder Ziegen gentechnisch so zu verändern („gene farming/pharming“), dass sie in ihrer Milch Fremdeiweiße produzieren, die aus der Milch isoliert und z.B. als Blutgerinnungsfaktor bei Bluterkrankheiten eingesetzt werden können. Inzwischen sind auch Hühner entwickelt worden, die therapeutisch wirksame Fremdeiweiße in ihren Eiern produzieren („essbare Impfstoffe“). Das Klonen gentechnisch veränderter (transgener) Lebewesen spielt auch eine Rolle bei der Entwicklung von Tieren, in denen Organe zu *Transplantationszwecken* heranwachsen sollen (Xenotransplantation). Diese Entwicklung könnte jedoch von dem oben genannten Forschungsansatz zunehmend verdrängt werden, Gewebe über geklonte ES-Zellen herzustellen („therapeutisches Klonen“), das immunologisch mit dem Empfängerorganismus

mus übereinstimmt (d.h. autolog ist). Komplette Organe sind aber aufgrund ihrer komplexen Struktur auf absehbare Zeit mit diesem Verfahren kaum herstellbar.

1.5.6 Nutztierzucht innerhalb der Landwirtschaft

Im Rahmen der landwirtschaftlichen Produktion wird der Einsatz von Techniken des Klonens vor allem im Zusammenhang mit der raschen Verbreitung der Merkmale besonders leistungsstarker, sogenannter „Elitetiere“ sowie in der zeitlichen Beschleunigung herkömmlicher Zuchtverfahren (beides vor allem beim Rind) genannt. Dem ersten Zweck dient derzeit die künstliche Besamung, bei der jedoch nur die väterlichen Gene weitergegeben werden. Denkbar ist in Zukunft eine Praxis, bei der Landwirte statt „natürlich“ gewonnenen Samen gentechnisch erzeugte Embryonen mit bekannten, für ihre Zwecke vorteilhaften Eigenschaften verwenden.

Erste Erfolge wurden auch beim Einsatz von Klontechniken zur Erhaltung von gefährdeten Nutztier-Rassen erzielt. 1998 gelang es neuseeländischen Forschern, eine Enderby-Kuh mittels Kerntransfer zu klonen; sie war das letzte Exemplar dieser seltenen, besonders an tiefe Temperaturen angepassten Rinderrasse. Einige Firmen in den USA bieten inzwischen auch das Klonen von Haustieren an.

1.5.7 Tierzucht durch Zoologische Gärten

Auch im Rahmen der *Erhaltung natürlicher Arten* (Biodiversität) ist der Einsatz von Techniken des Klonens möglich. Hier ist vor allem die Nachzucht von Individuen stark bedrohter Arten denkbar, wenn deren sexuelle Fortpflanzung den Artbestand nicht sichern würde. Bemühungen dieser Art führten Anfang 2001 zur Geburt eines Gaurs (*Bos frontalis*, ein vom Aussterben bedrohtes asiatisches Wildrind), der aus der Verschmelzung der Körperzelle eines erwachsenen Gaurs mit der Eizelle eines Hausrindes (*Bos taurus*) hervorging und ebenfalls von einem Hausrind ausgetragen wurde. Das Tier starb zwei Tage nach der Geburt an einer Infektion, die jedoch wahrscheinlich nicht mit dem Klonverfahren in Verbindung gebracht werden kann. Diese Form des Klonens, bei der Zellmaterial von verschiedenen Spezies zur Herstellung des

Embryos verwendet wird, bezeichnet man als heterologes Klonen. Ähnliche Anstrengungen werden derzeit auch für andere bedrohte Spezies unternommen, etwa den Großen Panda (*Ailuropoda melanole*), wobei die Eizellen von amerikanischen Schwarzbärweibchen stammen sollen, die auch als Leihmütter dienen sollen. Weiterhin wird versucht, ausgestorbene Tierarten mit der Klontechnik des Kerntransfers wieder „zum Leben zu erwecken“. Allerdings bereitet dabei die Beschaffung unbeschädigten Erbmaterials erhebliche, bislang unüberwindbare Schwierigkeiten. Schließlich ist zu bedenken, ob ein solches Tier ohne Artgenossen überhaupt sein überlebensnotwendiges Verhaltensrepertoire erlernen kann.

2 Ethische Aspekte

Die Anwendung der Klontechniken vor allem beim Menschen, aber auch beim Tier, ist ethisch umstritten. Die Diskussion reicht in ihren Anfängen mindestens bis in die Mitte der 1960er Jahre zurück. In jüngerer Zeit wurde die Auseinandersetzung vor allem auch durch die 1993 von Hall unternommenen Versuche der Teilung früher menschlicher Embryonen, die 1997 von einer Forschergruppe um Wilmut durchgeführten Klonung des Schafs „Dolly“ sowie die in jüngster Zeit entbrannte Debatte um das sogenannte „therapeutische Klonen“ zunehmend forciert. Im Folgenden sollen zunächst die zentralen Aspekte, Argumente und Positionen der ethischen Diskussion über die Anwendung der Klontechniken beim Menschen (2.1) und danach zumindest in Kürze beim Tier (2.2) dargestellt werden.

2.1 Anwendungen der Klontechniken beim Menschen

Versucht man, die möglichen (praktizierten, verfolgten oder denkbaren) Anwendungen der Klontechniken (Embryosplitting oder Zellkern- bzw. Zelltransfer) im Hinblick auf die jeweils wichtigsten ethischen Probleme zu strukturieren, ergeben sich zwei grundsätzlich zu unterscheidende Anwendungsfälle:

- Die klontechnische Erzeugung menschlicher Embryonen, Zellen oder Zellverbände mit dem Ziel, diese sich zu einem „vollständigen“ Individuum, einem „ganzen“ Menschen, entwickeln zu lassen (**Klonen „vollständiger“ Individuen / „Reproduktives Klonen“**)
- Die klontechnische Erzeugung menschlicher Embryonen, Zellen oder Zellverbände mit dem Ziel ihrer (verbrauchenden) Verwendung zu diagnostischen oder therapeutischen Zwecken bzw. darauf bezogenen oder anderweitigen biologisch-medizinischen Forschungszwecken (**Klonen im Kontext medizinischer Diagnose / Therapie/Prävention und biologisch-medizinischer Forschung / „Therapeutisches Klonen“**)

2.1.1 Klonen „vollständiger“ Individuen

Die klontechnische Erzeugung eines Menschen aus der reprogrammierten Zelle eines anderen Menschen mit Hilfe eines Zellkern- bzw. Zelltransfers („Dolly“-Methode) würde sich im Fall der Machbarkeit von allen herkömmlichen, natürlichen wie künstlichen, Formen der Fortpflanzung des Menschen unterscheiden: sie wäre *asexuell*. Der Klon bedarf zu seiner Erzeugung – abgesehen von der mitochondrialen DNA der Empfängereizelle – nicht des Erbmaterials von Mann *und* Frau, sondern nur von Mann *oder* Frau; sein Genom ist nicht das Resultat der zufälligen (und „unberechenbaren“) Vermischung der Genome seiner Eltern und von beiden Genomen verschieden, sondern mit dem Genom dessen, dessen Klon er ist, prinzipiell und wesentlich identisch.

Auf diese Weise könnten auch unfruchtbare, gemischt- oder gleichgeschlechtliche Paare sowie Einzelpersonen Nachwuchs haben, wenngleich dieser in seinem Kerngenom nur mit dem Kernspender genetisch verwandt ist. Auch die Vermeidung von Nachwuchs mit genetisch bedingten Krankheiten oder die gezielte Kopie eines bestimmten Genotyps wäre denkbar.

Im Rahmen einer In-vitro-Fertilisation könnten mit Hilfe des Embryosplittings aus einer befruchteten Eizelle mehrere (genetisch identische) Embryonen gewonnen werden, um diese zur Erhöhung der Schwangerschaftswahrscheinlichkeit oder für einen weiteren Transferversuch als „Reserve“ zu nutzen und damit die Effizienz der In-vitro-Fertilisation zu erhöhen.

Bei der Frage nach der ethischen Zulässigkeit dieser Anwendungen werden drei Fragehinsichten unterschieden:

- Ist die Anwendung auf dem *gegenwärtigen* Stand von Wissenschaft und Technik ethisch zulässig? (**Frage der *aktuellen* ethischen Zulässigkeit**)
- Wäre die Anwendung ethisch zulässig, wenn Wissenschaft und Technik eine hinreichend sichere Handhabung ermöglichen? (**Frage der *prinzipiellen* ethischen Zulässigkeit**)
- Ist die für die entsprechende Fortentwicklung von Wissenschaft und Technik erforderliche Forschung ethisch zulässig? (**Frage der *ethischen* Zulässigkeit von *Forschung und Entwicklung***)

2.1.1.1 Die Frage der *aktuellen* ethischen Zulässigkeit

Die klontechnische Erzeugung eines Menschen aus der reprogrammierten Zelle eines anderen Menschen mit Hilfe des bei „Dolly“ angewendeten Zellkern- bzw. Zelltransfers ist nach allgemeiner Einschätzung beim gegenwärtigen Entwicklungsstand dieses Verfahrens mit unkalkulierbaren Risiken für den Klon verbunden. Ausgehend von tierexperimentellen Befunden werden dabei die bisher noch immer hohe Fehlquote bei der Implantation und der weiteren Entwicklung des geklonten Embryos, die erhöhte Neugeborenensterblichkeit und Geburtsgröße („Large-Calf-Syndrome“), aber auch die mögliche Schwächung des Immunsystems und die Fehlbildung einzelner Organe ins Feld geführt. Eine große Gefahr wird zudem in möglichen Auswirkungen auf den Zellalterungsprozess gesehen, die eine geringere Lebenserwartung und ein erhöhtes Krebsrisiko zur Folge haben könnten (vgl. 1.3). Überdies wird auf mögliche Belastungen und Risiken für die Eizell-Spenderin und die den Embryo austragende Frau verwiesen. Während bei diesen jedoch im Prinzip die Möglichkeit einer aufgeklärten Zustimmung gegeben ist, die als notwendige Voraussetzung für die ethische Zulässigkeit von Risikoeingriffen angesehen wird, ist dieselbe Möglichkeit im Falle des Embryos prinzipiell ausgeschlossen.

Es besteht daher ein breiter Konsens, dass die Erzeugung eines Menschen mit Hilfe der „Dolly“-Methode beim gegenwärtigen Entwicklungsstand dieses Verfahrens, unabhängig von möglichen Zielsetzungen, als ethisch unzulässig anzusehen ist.

Ob diese Bewertung auch für die Erzeugung eines Menschen mit Hilfe des Embryosplittings zutrifft, wird seltener behandelt. Was bezüglich der aktuellen ethischen (Un-)Zulässigkeit des Zellkern- bzw. Zelltransferverfahrens gilt, kann jedoch insofern auf das Verfahren des Embryosplittings übertragen werden, als das Risiko ontogenetischer Fehlentwicklungen des durch Teilung erzeugten Klons beim gegenwärtigen Stand dieses Verfahrens signifikant höher ist als bei der herkömmlichen, natürlichen oder künstlichen, Erzeugung eines Menschen.

Sofern die Risikoeinschätzung für den derzeitigen Entwicklungsstand der Klontechnik zutrifft, ergeben sich daraus schwerwiegende Argumente für eine aktuelle Unzulässigkeit des Klonens von Menschen. Diese Argumente würden aber in dem Maße verfallen, als es in der Weiterentwicklung der Klontechniken gelänge, diese Risiken zu vermeiden oder zu verringern.

2.1.1.2 Die Frage der *prinzipiellen* ethischen Zulässigkeit

Angenommen, die mit den Klonverfahren gegenwärtig noch verbundenen technischen Risiken ließen sich überwinden: Wäre das Klonen „vollständiger“ Menschen dann ethisch zulässig? Die bisherige Debatte über diese prinzipielle Frage orientiert sich vor allem an den folgenden zentralen, teilweise im engen Zusammenhang mit dem Begriff der Menschenwürde behandelten Aspekten: Göttliche Ordnung, Natürlichkeit, Selbstzwecklichkeit, Individualität, Sozialverträglichkeit sowie Gerechtigkeit.

Göttliche Ordnung

Vor dem Hintergrund religiöser Überzeugungen stellt sich die Frage nach der ethischen Zulässigkeit des Klonens von Menschen als Frage danach, ob dieses einen unzulässigen Eingriff in die dem Menschen von Gott gegebene und zu bewahrende Ordnung darstellt. Insbesondere in der jüdisch-christlichen Tradition wird bei der Beurteilung des Klonens von Menschen auf die Vorstellung der Natur als Schöpfung und der besonderen Stellung des Menschen als Ebenbild Gottes innerhalb der Schöpfung Bezug genommen. Als von Gott geschaffen kommen der Natur und dem Menschen eine Würde zu, die einen willkürlichen Umgang mit Mensch und Natur verbietet und dem Handeln Grenzen setzt und Pflichten aufgibt.

Die in der theologisch-ethischen Diskussion vertretenen Auffassungen darüber, wo diese Grenzen verlaufen und ob sie durch das Klonen von Menschen überschritten werden, unterscheiden sich abhängig davon, wie die Stellung des Menschen innerhalb der Schöpfung und seine Gottesebenbildlichkeit näherhin gefasst werden. Geht man von einem primär konservativen Verständnis der Aufgabe des Menschen als eines bloßen Verwalters der Schöpfung aus, erscheint jeglicher verändernder Eingriff in die vorgegebene göttliche Ordnung, und erst recht jede klontechnische Erzeugung eines Menschen, als unbedingt unzulässig. Versteht man den dem Menschen in seiner Gottesebenbildlichkeit gegebenen Auftrag dahingegen nicht nur als Bewahrungs- sondern auch als Gestaltungsauftrag, können verändernde Eingriffe nicht nur ethisch zulässig, sondern darüber hinaus sogar geboten sein. Bedingung ist, dass der Grundbestand der göttlichen Ordnung dadurch nicht gefährdet wird.

Ausgehend von diesem zweiten Ansatz gelangen einzelne jüdische wie christliche Theologen zu der Ansicht, dass die klontechnische Erzeugung von Menschen nicht ausnahmslos unzulässig ist. Eine mögliche zulässige Anwendung wird dabei vor allem in der Ermöglichung von Nachwuchs für anderweitig unfruchtbare Paare gesehen. Jedoch überwiegt die Auffassung, dass das reproduktive Klonen von Menschen generell abzulehnen ist. Zur Begründung wird vor allem auf die in seiner Gottesebenbildlichkeit zum Ausdruck kommende besondere Würde des Menschen verwiesen, aufgrund derer die leiblich-seelische Integrität des Menschen wie auch seine personale Identität unbedingt zu schützen sind. Eben diese aber würden durch seine klontechnische Erzeugung gravierend verletzt: der Mensch wäre weniger als Ebenbild Gottes „geschaffen“, denn vielmehr „gemacht“ und „produziert“ als Kopie eines anderen Menschen.

Mit den schöpfungstheologisch abgeleiteten Prinzipien der Würde der Natur und des Menschen werden u.a. wesentliche Gesichtspunkte für die Beurteilung des Klonens von Menschen formuliert. Diese Prinzipien sind jedoch zum einen in ihrer konkreten Auslegung nicht einheitlich, was in den erwähnten unterschiedlichen inner-theologischen Auffassungen zum Ausdruck kommt. Zum anderen bedürfen sie, sollen sie Allgemeinverbindlichkeit beanspruchen können, einer von schöpfungstheologischen und religiösen Grundannahmen unterschiedenen, philosophisch-ethischen Formulierung bzw. einer politisch-rechtlichen Ausgestaltung. Im Folgenden werden zunächst die zentralen Leitbegriffe der ethischen Diskussion vorgestellt, danach wird an ausgewählten Beispielen eine Übersicht zum Stand der nationalen und internationalen politisch-rechtlichen Regelung des Klonens gegeben.

Natürlichkeit

Die klontechnische Erzeugung eines „vollständigen“ Menschen stellt, zumindest was den Zellkern- bzw. Zelltransfer betrifft, einen radikalen künstlichen Eingriff in die natürlichen Strukturen der menschlichen Fortpflanzung dar und kann in diesem Sinne als unnatürlich betrachtet werden. Wenn ein Mensch klontechnisch durch Embryosplitting erzeugt wird, dann ähnelt das im Prinzip der auch beim Menschen vereinzelt natürlich vorkommenden Mehrlingsbildung; aber es kann einen radikalen Eingriff in die Strukturen der menschlichen Fortpflanzung bedeuten, wenn die weitere ontogenetische Entwicklung des Klons – anders als bei der natürlichen Mehrlingsbildung – zeitversetzt geschieht.

Diese Unnatürlichkeit wird oft als Argument gegen die ethische Zulässigkeit der klontechnischen Herstellung eines „vollständigen“ Menschen ins Feld geführt.

Auf diese Argumentation wird zweierlei entgegnet: zum einen sei der unmittelbare Schluss von der Unnatürlichkeit einer Handlung auf deren ethische Unzulässigkeit argumentationslogisch nicht haltbar; zum anderen greife der Mensch als Kulturwesen von jeher in natürliche Strukturen ein: in erster Linie um zu überleben, darüber hinaus aber, um seine Vorstellungen von einem gelingenden Leben zu verwirklichen.

Vor diesem Hintergrund wird die entscheidende Bedeutung des Hinweises auf die Unnatürlichkeit des Klonens von Menschen daher oftmals weniger darin gesehen, ein argumentationslogisch unmittelbar zwingendes Argument gegen dessen ethische Zulässigkeit an die Hand zu geben, als vielmehr darin, auf eine mögliche Gefährdung von Werten aufmerksam zu machen, die mit den natürlichen Strukturen der menschlichen Fortpflanzung untrennbar verknüpft sind.

Ob ein klontechnischer Eingriff in die natürlichen Strukturen der menschlichen Fortpflanzung solche Werte tatsächlich auf eine ethisch unzulässige Weise gefährdet, kann jedoch nicht durch den Hinweis auf die Unnatürlichkeit allein aufgezeigt werden, sondern bedarf zusätzlicher Überlegungen wie sie vor allem auch mit Blick auf die im Folgenden ausgeführten Aspekte angestellt werden.

Selbstzwecklichkeit

Eines der meistformulierten Argumente gegen die klontechnische Erzeugung eines „vollständigen“ menschlichen Individuums ist, dass diese eine Instrumentalisierung des Klons bedeute und damit gegen das Prinzip der Menschenwürde verstoße. Die klontechnische Erzeugung eines „vollständigen“ Menschen sei daher ausnahmslos zu verbieten.

Mit dem Prinzip der Menschenwürde wird ein unbedingter Schutzanspruch formuliert, der dem Menschen vor allem deswegen zukommt, weil er „Zwecke“ setzen und sich in seinem Handeln in diesem Sinne frei bestimmen kann. Unter diesen Schutzanspruch fallen dieses Vermögen des Menschen selbst und alle Voraussetzungen, die er braucht, um es ausüben zu können. Das daraus folgende Instrumentalisierungsverbot verpflichtet gemäß seiner

klassischen, von Kant gegebenen Formulierung dazu, jeden Menschen niemals nur als „bloßes Mittel“, sondern immer auch als „Zweck an sich“ zu behandeln.

Ausgehend von eben diesem Begriff von Instrumentalisierung geben Kritiker des Arguments jedoch zu bedenken, dass die klontechnische Erzeugung eines „vollständigen“ menschlichen Individuums nicht notwendig und in allen Fällen eine unzulässige Instrumentalisierung bedeuten müsse. Der „Tatbestand“ der Instrumentalisierung sei nicht schon dadurch erfüllt, einen Menschen als „Mittel zum Zweck“ zu erzeugen – auch natürlich gezeugte Kinder seien schließlich selten reiner Zweck an sich – sondern erst dann, wenn sie in ihrer Selbstzwecklichkeit missachtet würden. Eine solche Missachtung liege aber nicht notwendig bei allen denkbaren Anwendungen der klontechnischen Erzeugung „vollständiger“ Menschen vor. So könne z.B. ein Kind, das zum Zweck der Fortpflanzung eines ansonsten unfruchtbaren Paares klontechnisch erzeugt wird, durchaus um seiner selbst willen geliebt und als „Zweck an sich“ behandelt werden.

Auch wenn es möglich sein sollte, einen schon *existierenden* Klon als Zweck an sich zu behandeln, kann dies jedoch nicht als hinreichender Grund dafür angeführt werden, dass nicht bereits durch die *Art und Weise* seiner „*In-die-Existenz-Bringung*“ eine Verletzung seiner Selbstzwecklichkeit gegeben sein könnte. Eine solche Verletzung könnte schon dadurch erfolgen, dass seine genetische Konstitution – unvermeidbar und unauflösbar – mit der eines anderen Menschen identisch ist.

Individualität

In engem Zusammenhang mit den Aspekten der Instrumentalisierung und der Menschenwürde wird daher der Begriff der Individualität des Menschen in die Debatte eingeführt: Ein klontechnisch erzeugter Mensch teilt seine genetische Identität mit der eines anderen Menschen. Ist dadurch die menschliche Individualität nicht in einer ethisch unzulässigen Weise bedroht?

Als Gegenargument wird darauf verwiesen, dass die genetische Konstitution eines Klons mit der des Spenderorganismus nicht vollkommen identisch ist. In der Tat sind beim gegenwärtigen Verfahren des Zellkern- bzw. Zelltransfers die Einflüsse der mitochondrialen DNA in Rechnung zu stellen; außerdem kann es – das gilt auch für das Klonen durch Embryosplitting – zu epigenetisch

bedingten Abweichungen kommen. Jedoch sind diese Einflüsse in aller Regel äußerst gering, so dass die genetische Konstitution eines menschlichen Klons weitestgehend mit dem Ursprungsorganismus identisch ist (vgl. 1.4).

Schwerer wiegt daher ein zweites Gegenargument, das darauf verweist, dass die menschliche Individualität nicht in ihrer genetischen Konstitution aufgehe, auch wenn diese gewisse Rahmenbedingungen für die Entfaltung der Individualität vorgebe. Individualität entfalte sich innerhalb jener Rahmenbedingungen im freien Wechselspiel mit ihrer Umwelt und der ihr eigenen autonomen Selbstbestimmung. Menschliche Individualität sei daher nicht kausal bzw. monokausal an genetische Individualität gebunden. Deshalb sei im übrigen auch die Erwartung grundsätzlich irrig, man könne durch die klontechnische Duplikation eines geliebten oder aufgrund gewisser Eigenschaften besonders geschätzten Menschen auch dessen Eigenschaften „eins zu eins“ abbilden bzw. neu erzeugen.

Kritiker dieses Argumentes unterscheiden nun zwischen *qualitativer* und *personaler* Individualität. Menschliche Individualität geht ihrer Ansicht nach nicht in einer bloßen qualitativen Einmaligkeit auf, sondern besteht wesentlich in der individuellen Selbstentfaltung des Menschen als sich selbst bestimmende Person. Eben diese personale Selbstentfaltung aber werde auf ethisch bedenkliche Weise beeinträchtigt, wenn die eigene genetische Konstitution identisch ist mit der eines anderen und diese Identität anders als bei der natürlichen Mehrlingsbildung keine zufällig entstandene ist. Die Beeinträchtigung resultiere dabei aus dem Bewusstsein, dass die eigene Identität fremdbestimmt zugewiesen sei oder eine fremde Identität wiederhole. Aufgrund des dadurch konstituierten Selbst- und/oder Fremdverständnisses des Klons als des „Abdrucks“ eines anderen werde die den Menschen wesentlich kennzeichnende Spontaneität der eigenen personalen Selbstentfaltung, nicht zuletzt wegen des zu befürchtenden Erwartungsdrucks, der auf dem Klon lastet, entscheidend gefährdet.

Selbst wenn es nicht möglich sein sollte, definitiv zu klären, ob und in welchem Umfang das Bewusstsein einer (nicht zufällig) geteilten genetischen Identität die Spontaneität der Selbstentfaltung tatsächlich beeinträchtigt, könnte es möglicherweise ein hinreichender Grund für eine ausnahmslose Ablehnung des Klonens „vollständiger“ Menschen sein, dass eine solche Beeinträchtigung eben auch nicht völlig ausgeschlossen werden kann. Nicht zuletzt vor diesem Hintergrund wird das Klonen „vollständiger“ Menschen in vielen nationalen und internationalen Gesetzen, Richtlinien und Stellungnahmen kategorisch abgelehnt (vgl. 3.1 – 3.8).

Sozialverträglichkeit

In der ethischen Diskussion möglicher Risiken der klontechnischen Erzeugung „vollständiger“ Menschen spielt auch der damit eventuell verbundene Einfluss auf die sozialen Strukturen des menschlichen Zusammenlebens eine wichtige Rolle.

So wird vor allem die Befürchtung formuliert, dass Klontechniken, einmal zugelassen – und sei es auch nur als Behandlung von Unfruchtbarkeit – auch zur Vermeidung von Nachwuchs mit erblich bedingten Krankheiten oder zur gezielten Kopie eines bestimmten, besonders „vortrefflichen“ Genotyps und somit als Mittel einer „eugenischen Menschenzucht“ eingesetzt werden könnte. Eine solche Praxis bedeute möglicherweise nicht nur eine mit der Menschenwürde unvereinbare Instrumentalisierung des Klons selbst, sondern berge zugleich die Gefahr einer Aufkündigung der Solidarität mit kranken und behinderten Menschen.

Auch wird gelegentlich das Problem gesehen, dass eine Umgehung der natürlichen, sexuellen Reproduktion bei der Anwendung bestimmter Klontechniken zu einer Verwirrung der familiären und auch sonstigen intergenerationellen Beziehungen führen könnte. Zahlreiche Facetten solcher Beziehungen, ob sie nun z.B. die Organisation der Erziehung oder die rechtliche Regulierung von Erbschaften betreffen, definieren sich auf der Grundlage genealogischer Verhältnisse. Auch das individuelle Selbstverständnis orientiert sich zu einem nicht unwesentlichen Teil daran. In dem Maße, in dem zumindest bestimmte Varianten der klontechnischen Erzeugung eines Menschen die konventionellen genealogischen Verhältnisse „auf den Kopf stellen“ (hier ist vor allem an Anwendungen des asexuellen Zellkern- bzw. Kerntransfers zu denken), könnten sich auch – so die vorgetragenen Bedenken – die darauf gegründeten sozialen Ordnungsprinzipien auflösen.

Mögliche Auswirkungen der klontechnischen Erzeugung „vollständiger“ Menschen auf die sozialen Strukturen werden dabei nicht nur hinsichtlich des Verhältnisses innerhalb der Familien und zwischen den Generationen diskutiert, sondern auch hinsichtlich des Verhältnisses zwischen den Geschlechtern. In diesem Zusammenhang werden Möglichkeiten der klontechnischen Erzeugung „vollständiger“ Menschen einerseits als Mittel zur Stärkung der reproduktiven Unabhängigkeit und Bedeutung der Frau begrüßt. Andererseits wird jedoch auch die Sorge formuliert, dass auf diesem Wege einer Kommerzialisierung des weiblichen Körpers (z.B. im Zusammenhang mit der Spende von Eizellen für einen Kerntransfer) Vorschub geleistet werden könnte.

Gerechtigkeit

In engem Zusammenhang mit dem Aspekt der Sozialverträglichkeit steht die Verteilungsgerechtigkeit. Sowohl die Entwicklung als auch die Anwendung der für die klontechnische Erzeugung eines „vollständigen“ Menschen erforderlichen Verfahren sind – wie jede andere Reproduktionstechnik auch – auf finanzielle und personelle Ressourcen angewiesen. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob die klontechnische Erzeugung „vollständiger“ Menschen als Variante der künstlichen Fortpflanzung unter dem Gesichtspunkt der Verteilungsgerechtigkeit zu legitimieren ist. Diese Frage wird vor allem im Hinblick auf das Klonen von Menschen mit Hilfe eines Zellkern- bzw. Zelltransfers erörtert.

Skeptiker sehen in diesem Zusammenhang zum einen kaum eine Relevanz der allererst noch zu entwickelnden Möglichkeiten einer klontechnischen Erzeugung „vollständiger“ Menschen für die gesundheitlichen Bedürfnisse der großen Mehrheit. Zum anderen wird bezweifelt, ob überhaupt seitens der hier ins Auge gefassten primären Zielgruppe selbst (ansonsten unfruchtbare Paare) eine hinreichend große Nachfrage zu erwarten ist. Der Wunsch der meisten solcher Paare beziehe sich in der Regel auf ein mit beiden Elternteilen genetisch verwandtes Kind. Da aber ein klontechnisch erzeugtes Kind nur mit einem der Elternteile genetisch verwandt wäre, sei der Bedarf im Vergleich zu anderen Techniken der assistierten Reproduktion (wie etwa der In-vitro-Fertilisation) eher als gering einzuschätzen. Von daher ist der gesellschaftlich legitimierbare Aufwand für die Realisierung solcher Optionen als entsprechend niedrig anzusehen.

2.1.1.3 Die Frage der ethischen Zulässigkeit von *Forschung und Entwicklung*

Ein verbreiteter Einwand gegen die Legitimität des Klonens „vollständiger“ Menschen bezieht sich auf den Umstand, dass die Entwicklung der dafür erforderlichen Techniken Embryonen verbraucht. Dies aber sei ethisch unzulässig.

Die Gültigkeit dieses Einwands hängt an zwei Voraussetzungen: (1.) dass verbrauchende Embryonenforschung (auch oder zumindestens in diesem Fall) ethisch unzulässig ist und (2.) dass die Anwendung einer Technik, selbst wenn sie *an sich* in ihrer Durchführung als ethisch zulässig angesehen

werden könnte, dann ethisch unzulässig ist, wenn im Zusammenhang mit ihrer Entwicklung ethisch unzulässige Mittel verwendet werden.

Beide Voraussetzungen werden nicht durchweg geteilt. Ob verbrauchende Embryonenforschung ethisch unzulässig ist, hängt zu einem wesentlichen Teil davon ab, welcher moralische Schutzanspruch dem menschlichen Embryo in welchem Stadium seiner Entwicklung zuzusprechen ist. Bezüglich dieser Frage werden jedoch unterschiedliche Ansichten vertreten (vgl. 2.1.2.1). Auch in der verschiedentlich unter dem Begriff der „Komplizität“ gefassten Frage, ob und unter welchen Umständen die Nutzung von Erkenntnissen, die auf ethisch unzulässige Weise gewonnen wurden, eben deshalb selber ethisch unzulässig ist, besteht keine Einmütigkeit. Diese Frage stellt sich im übrigen auch z.B. im Hinblick auf die Anwendung der In-vitro-Fertilisation.

2.1.2 Klonen im Kontext medizinischer Diagnose/Therapie/Prävention und biologisch-medizinischer Forschung

Die klontechnische Erzeugung menschlicher Embryonen, Zellen oder Zellverbände muss nicht unbedingt auf die Erzeugung eines „ganzen“ Menschen abzielen, sondern kann auch ihre Verwendung im Kontext von medizinischer Diagnose, Therapie und Prävention oder biologisch-medizinischer Grundlagenforschung zum Ziel haben (vgl. 1.5.1 – 1.5.2).

Bei der Erörterung der ethischen Zulässigkeit solcher Anwendungen bzw. Anwendungsperspektiven orientiert sich die Diskussion vor allem an folgenden Fragen:

- Implizieren diese Anwendungen einen ethisch unzulässigen Verstoß gegen den moralischen Schutzanspruch der „vermutzten“ Embryonen, Zellen oder Zellverbände? (**Moralischer Schutzanspruch des menschlichen Embryos**)
- Lassen sich die verfolgten Ziele mit anderen, ethisch weniger bedenklichen Mitteln erreichen? (**Alternativen**)
- Könnten diese Anwendungen einen „Dambruch“ zur Folge haben, der sie, selbst wenn sie an sich ethisch unbedenklich wären, als ethisch unzulässig erscheinen läßt? (**Dambruch**)

2.1.2.1 Moralischer Schutzanspruch des menschlichen Embryos

Ob eine „Vernutzung“ menschlicher Embryonen, Zellen oder Zellverbände einen ethisch unzulässigen Verstoß gegen deren moralischen Schutzanspruch bedeutet, hängt zunächst davon ab, welcher moralische Schutzanspruch menschlichen Embryonen, Zellen oder Zellverbänden zukommt.

Diesbezüglich lassen sich im wesentlichen zwei konkurrierende Ansätze ausmachen, die, wenngleich vor allem im Blick auf den menschlichen Embryo entworfen, dennoch auch Implikationen bezüglich des Schutzanspruchs menschlicher Zellen und Zellverbände enthalten.

Beide sehen den Menschen als Person vom Begriff der Menschenwürde her unter einem absoluten moralischen Schutzanspruch. Dieser bezieht sich aufgrund der unaufhebbaren Verschränkung von Person und Leib insbesondere auch auf die leibliche Existenz und begründet damit ein absolutes Tötungsverbot. Die Ansätze divergieren aber hinsichtlich der Frage, von welchem Moment der Entwicklung des Menschen an bzw. aufgrund welchen Kriteriums diesem der Status der Person und damit der mit diesem verbundene absolute moralische Schutzanspruch zuzuerkennen ist.

Vertreter des ersten Ansatzes sehen die Notwendigkeit der Zuerkennung dieses Status bereits mit dem Vermögen gegeben, sich zu einer Person entwickeln zu können (Potenzialität). Dieses Vermögen kommt dem Embryo spätestens mit der Verschmelzung der beiden Vorkerne zu. Daher muss ihm von diesem Moment an der Status einer Person und der damit verbundene absolute Schutzanspruch zuerkannt werden. Jedwede Tötung eines Embryos, damit auch jedwede verbrauchende Embryonenforschung, zu welchem Zeitpunkt der Embryonalentwicklung und zu welchen Zwecken auch immer, ist damit ausnahmslos unzulässig. Gleiches gilt für alle menschlichen Zellen oder Zellverbände, die in der Lage sind, sich unter geeigneten Bedingungen zu einem vollständigen menschlichen Organismus zu entwickeln (Totipotenz). Dieser Ansatz wird u.a. von der katholischen Kirche sowie den protestantischen Kirchen vertreten und liegt auch dem deutschen Embryonenschutzgesetz zugrunde (vgl. 3.4).

Nach Ansicht der Vertreter des anderen Ansatzes hingegen ist die Notwendigkeit der Zuerkennung des Personenstatus nicht bereits schon mit dem Vermögen gegeben, sich zu einer Person zu entwickeln, sondern erst mit dem Vorliegen bestimmter Eigenschaften und Merkmale des Personseins wie Empfindungs- oder Interessen- bzw. Präferenzfähigkeit. Entsprechend ergibt sich ein abgestuftes Schutzmodell, in dem sich der Schutzanspruch des

Embryos nach Maßgabe der ontogenetischen Ausprägung des jeweils als maßgeblich erachteten Merkmals bestimmt. Auch dem frühen Embryo wird damit nicht jedweder Schutzanspruch aberkannt, aber eben auch kein absoluter Schutzanspruch zuerkannt. Seine „Vernutzung“ ist zwar nicht beliebig, aber doch im Prinzip abwägbar und bei einer entsprechenden Hochrangigkeit der mit dieser Vernutzung verfolgten Ziele rechtfertigbar. Dies gilt bei diesem Ansatz erst recht für die „Vernutzung“ menschlicher Zellen oder Zellverbände, ob totipotent oder nicht. Auf der Grundlage des zweiten Ansatzes kann die klontechnische Erzeugung menschlicher Embryonen, Zellen oder Zellverbände mit dem Ziel ihrer Verwendung für die medizinische Diagnose oder Therapie oder die biologisch-medizinische Forschung somit im Gegensatz zum ersten Ansatz unter Umständen nicht nur als ethisch zulässig, sondern möglicherweise sogar als ethisch geboten erscheinen. Von daher gelangt beispielsweise der britische Gesetzgeber zu der Auffassung, dass die klontechnische Erzeugung menschlicher Embryonen zur Gewinnung embryonaler Stammzellen zum Zweck der therapeutischen Forschung grundsätzlich gerechtfertigt werden kann (vgl. 3.5).

2.1.2.2 Alternativen

Von Bedeutung für die ethische Zulässigkeit ist neben einer weitestgehend anerkannten Hochrangigkeit der Ziele vor allem auch die unabweisbare Notwendigkeit der in Frage stehenden Mittel zur Erreichung dieser Ziele. Dabei ist insbesondere die Frage umstritten, ob die zum Zweck der Entwicklung immunverträglicher Transplantate unternommene Stammzellforschung notwendig an die Erzeugung menschlicher Embryonen durch Kerntransfer gebunden ist. Als denkbare Alternativen werden in erster Linie die Gewinnung embryonaler Stammzellen aus sogenannten „überschüssigen“ Embryonen oder der Rückgriff auf Stammzellen aus abgegangenen oder abgetriebenen Föten, auf Stammzellen des adulten Organismus oder auch auf Stammzellen aus Nabelschnurblut in Aussicht genommen. Im Hinblick auf die transplantationsmedizinische Zielsetzung, die Diskrepanz zwischen Transplantatnachfrage und -angebot zu reduzieren, werden gelegentlich auch grundsätzlich andere Konzepte wie vor allem die Xenotransplantation ins Spiel gebracht.

Die Auseinandersetzung um die Eignung dieser Methoden als Alternativen für die Gewinnung von Stammzellen aus eigens zu diesem Zweck klontechnisch erzeugten Embryonen hat zwei Fragerichtungen: in der einen geht es um ihre

– naturwissenschaftlich-medizinisch zu klärende – *technisch-instrumentelle* Eignung zur Erreichung der verfolgten Ziele (hier ist v.a. auch das wahrscheinlich unterschiedliche Differenzierungspotenzial von Bedeutung); in der anderen geht es um ihre *ethische* Eignung. Letztere ist zumindest hinsichtlich der Gewinnung von Stammzellen aus menschlichen Föten, aber auch hinsichtlich der Xenotransplantation nicht immer unumstritten.

2.1.2.3 Dambruch

Gegen die ethische Zulässigkeit der klontechnischen Erzeugung von Embryonen mit dem Ziel ihrer Verwendung zu Zwecken medizinischer Diagnose, Therapie und Prävention oder der biologisch-medizinischen Grundlagenforschung wird häufig auch folgende Befürchtung vorgebracht: wenn die erforderlichen Techniken für solche Anwendungen erst einmal entwickelt seien und/oder entsprechend eingesetzt würden, würde dieses unweigerlich auch eine ethisch unzulässige klontechnische Erzeugung „vollständiger“ Individuen nach sich ziehen. Demnach müsse auch ein *an sich* als ethisch unproblematisch eingestuftes, nicht auf die Erzeugung von Menschen abzielendes Klonen als ethisch unzulässig angesehen werden.

Dieses Argument ist bezüglich seiner uneingeschränkten Gültigkeit – wie seine Kritiker hervorheben – an die doppelte Voraussetzung gebunden, dass zum einen das nicht auf eine Erzeugung von Menschen abzielende Klonen mit *Notwendigkeit* das Klonen „vollständiger“ Menschen nach sich zieht und dass zum anderen das Klonen von Menschen *per se* ethisch unzulässig ist. Die Frage, ob das Klonen „vollständiger“ Menschen *per se* ethisch unzulässig ist, wird jedoch (wie in Abschnitt 2.1.1 dargestellt) kontrovers diskutiert, und auch die Zwangsläufigkeit der befürchteten Konsequenz wird bezweifelt.

Dennoch wird dem Dambruch-Argument – als Warnung vor der Möglichkeit eines schleichenden Übergangs von einer möglicherweise ethisch zulässigen zu einer ethisch unzulässigen Praxis – für die gesellschaftliche Diskussion eine wichtige Funktion eingeräumt. So könne es zu einer Sensibilisierung für eventuell zu treffende Schutzvorkehrungen beitragen, die im Falle als ethisch unzulässig angesehener Klontechniken z.B. in Form entsprechender rechtlicher Limitierungen getroffen werden könnten.

2.2 Anwendungen der Klontechniken beim Tier

Die Frage der ethischen Zulässigkeit des Klonens beim Tier stellt sich vor allem wegen der für die Tiere bestehenden Risiken aufgrund ihrer klontechnischen Erzeugung, aber auch deshalb, weil für die Tiere im Zusammenhang mit ihrer „Zweckbestimmung“ Beeinträchtigungen und Schädigungen möglich sein können. Zudem sind die Folgen abzuschätzen, die eine weitergehende Entwicklung und Anwendung der Klontechniken beim Tier für deren Verwendung beim Menschen hätte. In diesem Zusammenhang spielt vor allem die Auseinandersetzung um die Triftigkeit des sogenannten Dammbuch-Arguments eine Rolle, d.h. die Sorge, dass ein (möglicherweise an sich zulässiges) Klonen beim Tier unweigerlich zu einem ethisch unzulässigen Klonen von Menschen führe. Die nähere Diskussion eines solchen Dammbuch-arguments wurde bereits dargestellt (vgl. 2.1.2.3).

Bezüglich der Frage nach den ethischen Schutzansprüchen von bzw. Schutzpflichten gegenüber Tieren und den durch diese gezogenen ethischen Grenzen der Verfügungsgewalt über Tiere werden unterschiedliche Ansätze vertreten. Diese Ansätze lassen sich grundsätzlich zwei Typen zuordnen:

Der erste geht davon aus, dass die Zuerkennung ethischer Schutzansprüche an das (aktuelle oder potentielle) Vermögen eines Lebewesens gebunden ist, Zwecke setzen und sich in seinem Handeln in diesem Sinne frei bestimmen zu können. Da dieses Vermögen zwar dem Menschen zukommt, nicht aber dem Tier, können moralische Schutzansprüche berechtigterweise nur für diesen reklamiert werden. Das heißt nicht, dass gegenüber Tieren keinerlei Schutzpflichten bestünden, jedoch sind diese im Gegensatz zu solchen gegenüber Menschen nur *indirekter* Art: Rücksichtnahme auf Tiere ist nur insofern verpflichtend, als andernfalls Interessen des Menschen (z.B. bezüglich der naturalen Grundlagen seiner Existenz) gefährdet würden. Auch das Klonen von Tieren wäre daher vor dem Hintergrund dieses Ansatzes nur dann und insofern ethisch unzulässig, als dadurch Menschen zu Schaden kämen. Dieser (z.B. von Kant explizit ausgeführten und auch in neueren vertragstheoretischen Entwürfen implizierten) Art von Ansatz ist entgegenzuhalten, dass Tieren zwar in der Tat nicht das Vermögen zukommt, Zwecke setzen zu können, dass diese aber durchaus über eine Interessens- oder Leidensfähigkeit verfügen, die in der Frage der ethischen Grenzen der Verfügbarkeit über Tiere zu beachten ist.

Entsprechend leiten Ansätze des zweiten Typs das Kriterium für die Zuerkennung moralischer Schutzansprüche nicht erst aus dem Vermögen ab, Zwecke

setzen zu können, sondern bereits aus dem Vermögen, über Grundantriebe oder -strebungen zu verfügen, sei es in Gestalt von „Interessen“ oder „Präferenzen“, sei es in Gestalt von „Schmerz-“ oder „Leidensfähigkeit“. Auch Tieren sei daher ein moralischer Schutzanspruch zu gewähren. Dieser definiert sich nach Maßgabe der artspezifischen Ausprägung und Entwicklung der jeweiligen Grundstrebungen. Eine Verfügung über Tiere ist daher zwar nicht generell unzulässig, jedoch ist ihre Zulässigkeit an eine fallorientierte ethische Rechtfertigung gebunden. Diese muss erbracht werden im Bezug auf

- die Ausprägung des „Zweckvermögens“ des Tieres, über das verfügt wird,
- die mit der Verfügung über das Tier verfolgten Ziele sowie
- die mit der Verfügung für das Tier verbundenen Schädigungen.

Für die ethische Zulässigkeit des Klonens von Tieren folgt daraus, dass diese stets an eine Abwägung von Ziel und Mittel gebunden ist. Dabei ist ein Ziel um so hochrangiger, je mehr nicht nur periphere, sondern existenzielle Interessen betroffen sind (so ist z.B. die Entwicklung von lebensnotwendigen Medikamenten als hochrangiger einzustufen als die Überprüfung der Zuträglichkeit von Kosmetika); während ein Mittel, d.h. die Erzeugung und „Vernutzung“ eines Tierklons, um so problematischer ist, je ausgebildeter seine spezifischen Grundstrebungen und je gravierender deren Beeinträchtigungen durch seine klontechnische Herstellung und seine „Vernutzung“ im Rahmen der verfolgten Ziele sind.

3. Bisherige rechtliche Regelungen und institutionelle Stellungnahmen

Eine Reihe von internationalen und nationalen Gesetzen, Richtlinien oder Stellungnahmen greift die Frage nach der Anwendung von Klontechniken auf den Menschen auf und versucht, diese zu regeln. Die in der internationalen Debatte besonders bedeutenden Regelungen und Erklärungen sind im Folgenden in ihren wesentlichen Punkten wiedergegeben. So wird zugleich der derzeitige Stand der ethischen und rechtlichen Diskussion dokumentiert.

3.1 WHO

Cloning in Human Reproduction (1997) with Report by the Director-General: Implementation of resolutions and decisions. Part VII: Ethical, scientific and social implications of cloning in human health (1998); UNESCO: Allgemeine Erklärung zum Menschlichen Genom und zu den Menschenrechten (1997)

Die World Health Organization (WHO) hat auf ihrer 50. Versammlung im Mai 1997 eine Resolution verabschiedet, die das Klonen zur Replikation menschlicher Individuen für ethisch nicht akzeptabel erklärt und als im Widerspruch zur menschlichen Integrität und Moralität stehend bezeichnet. Gleichzeitig fordert die Versammlung eine Klärung und Beurteilung der ethischen, wissenschaftlichen und sozialen Implikationen des Klonens im Bereich der menschlichen Gesundheit sowohl im Hinblick auf mögliche präventive und therapeutische Anwendungen als auch auf einen möglichen Nutzen für die Forschung. Im Bericht des Generaldirektors der WHO vom April 1998 wird die Einschätzung der Menschenwürdewidrigkeit des Klonens für reproduktive Zwecke unterstrichen und auf das Potential einer sozialen Diskriminierung hingewiesen, wenn Klontechniken und Kenntnisse über das menschliche Genom miteinander verbunden werden. Ein Klonverbot würde dabei keineswegs das Recht auf Reproduktion beschneiden. Ein besonderes Augenmerk richtet der Bericht auf die Gefahren, die das Klonen birgt hinsichtlich der Beziehungen zwischen den Generationen sowie innerhalb der Familien. Hinsichtlich des „therapeutischen Klonens“ wird auf die unterschiedlichen nationalen Gegebenheiten und die damit verbundenen ethischen Probleme aufmerksam gemacht. Eine Empfehlung wird jedoch nicht ausgesprochen.

Auch die UNESCO hat in ihrer Allgemeinen Erklärung zum menschlichen Genom und zu den Menschenrechten (November 1997) Bezug auf das reproduktive Klonen von Menschen genommen und es als ein Beispiel menschenwürdewidrigen Verhaltens bezeichnet, für das ein Verbot gefordert wird

(UNESCO, 1997, Art. 11). Sowohl für die WHO als auch für die UNESCO sind also die mit dem Klonen verfolgten Ziele nicht ausreichend, um eine Einschränkung des im Prinzip der Menschenwürde begründeten Schutzes jedweden menschlichen Lebens zu rechtfertigen. Beide Erklärungen (WHO/UNESCO) haben appellativen Charakter und sind nicht rechtsverbindlich.

3.2 Europarat

Übereinkommen zum Schutz der Menschenrechte und der Menschenwürde im Hinblick auf die Anwendung von Biologie und Medizin: Zusatzprotokoll über das Verbot des Klonens von menschlichen Lebewesen (1998)

Im Klon-Zusatzprotokoll zum Menschenrechtsübereinkommen zur Biomedizin (1996) des Europarats, dem *Additional Protocol to the Convention for the Protection of Human Rights and Dignity of the Human Being with regard to the Application of Biology and Medicine, on the Prohibition of Cloning Human Beings* (1998), wird das Klonen von menschlichen Lebewesen (human beings) verboten, unabhängig von der Frage, welche Technik dabei verwendet wird. Mit dem Terminus „human being“ ist, dem Sprachgebrauch der Rahmenkonvention entsprechend, das menschliche Lebewesen vom Beginn menschlichen Lebens an gemeint, wobei – wie es im Erläuternden Bericht hierzu (Nr.6) heißt – die Festlegung der Reichweite des Begriffs, also die Frage des Beginns des menschlichen Lebens, der nationalen Gesetzgebung überlassen bleibt. Unzweifelhaft soll aber das Klonen nicht nur von geborenen, sondern auch von ungeborenen Menschen verboten sein. Der Erläuternde Bericht zum Klonprotokoll macht deutlich (Nr.2), dass diese Regelung davon ausgeht, hinsichtlich des Klonens beim Menschen zu unterscheiden zwischen (1.) dem Klonen von Zellen als einer Technik, (2.) dem Gebrauch von Zellen embryonalen Ursprungs in Rahmen von Klontechniken und (3.) dem Klonen von menschlichen Lebewesen, wofür beispielhaft die Methode des Embryo-Splittings und der Zellkerntransfer genannt werden. Während der Erläuternde Bericht (ebd.) den ersten Anwendungsbereich als weltweit ethisch akzeptiert bezeichnet und die dritte Gruppe einem strikten Verbot unterwirft, stellt er hinsichtlich der zweiten Gruppe fest, dass es kontroverse Auffassungen über die ethische Akzeptabilität des Klonens undifferenzierter Zellen embryonalen Ursprungs gebe, und überlässt die Regelung dieses Bereichs dem noch zu erstellenden Protokoll zum Embryonenschutz. Die Überlegungen bedenken also hier vor allem die oben unter 2.1.2.1 *Moralischer Schutzanspruch des*

menschlichen Embryos dargestellten Argumente. Zugleich wird die Möglichkeit eingeräumt, dass einzelne Staaten die mit dem „therapeutischen Klonen“ verfolgten Ziele für so wichtig halten, dass sie den Embryonenschutz in gewissem Umfang einschränken. Die Konvention ist für die Signatarstaaten völkerrechtlich verbindlich. Am 1. März 2001 hatten sieben Länder (Dänemark, Georgien, Griechenland, San Marino, die Slowakei, Slowenien und Spanien) die Konvention ratifiziert und in nationale Gesetzgebung umgesetzt, Dänemark und San Marino allerdings ohne das Zusatzprotokoll, das beide Länder jedoch unterzeichnet haben; 22 weitere Staaten hatten die Konvention und das Zusatzprotokoll unterzeichnet, aber noch nicht ratifiziert.

3.3 Europäische Union

Empfehlung der Group of Advisers on the Ethical Implications of Biotechnology bei der Europäischen Kommission (1997); Entschließung zum Klonen des Europäischen Parlaments (1998) und Stellungnahme der Europäischen Gruppe für Ethik der Naturwissenschaften und der Neuen Technologien (2000) zu den ethischen Aspekten der Stammzellenforschung

Die *Group of Advisers on the Ethical Implications of Biotechnology* beim Präsidenten der EU-Kommission unterscheidet in ihrer Stellungnahme von 1997 bezüglich der Anwendung von Klontechniken beim Menschen zwischen dem Klonen zum Zweck der *Geburt eines genetisch identischen Menschen* und dem *Klonen zu anderen Zwecken* und empfiehlt ein Verbot des reproduktiven Klonens. Ausschlaggebend für diese Unterscheidung und Empfehlung ist die Bewertung der mit dem „therapeutischen Klonen“ einerseits und dem reproduktiven Klonen andererseits verbundenen Ziele.

Das Europäische Parlament hat 1998 demgegenüber erklärt, „dass das Klonen von Menschen, gleichgültig ob es zu Versuchszwecken, im Rahmen der Behandlung von Unfruchtbarkeit, zur Präimplantationsdiagnose, zur Gewebetransplantation oder zu welchem Zweck auch immer“ vorgenommen wird, einen „Verstoß gegen die Achtung der Person und eine schwere Verletzung der grundlegenden Menschenrechte darstellt“ (Entschließung, Abs. C). Es fordert daher ein Verbot einer Anwendung sämtlicher Klontechniken auf einen Menschen und zwar bezüglich seiner gesamten Entwicklung von der Befruchtung an (vgl. ebd. Abs. B). Damit macht sich das Parlament die oben unter 2.1.2.1. dargestellten Argumente zu eigen, nach denen Embryonen

uneingeschränkt der durch die Menschenwürde begründete Schutz zukommen muss.

Die *Europäische Gruppe für Ethik der Naturwissenschaften und der Neuen Technologien* (EGE) trägt als Nachfolgegruppe der o.g. *Group of Advisers* in ihrer Stellungnahme *Ethical Aspects of Human Stem Cell Research and Use* (November 2000) der Pluralität innerhalb der Mitgliedsstaaten der Europäischen Union Rechnung. Die Entscheidung, ob die Entnahme von Stammzellen aus Blastozysten und ihre Verwendung im Kontext wissenschaftlicher Forschung erlaubt ist, müsse der gesetzgeberischen Entscheidung der einzelnen Mitgliedsstaaten überlassen werden. Zumindest gebe es kein überzeugendes Argument, in den Staaten, in denen die Forschung an Embryonen zum Zweck der Verbesserung der Reproduktionsmedizin erlaubt sei, gleichzeitig die Forschung zu therapeutischen Zwecken zu untersagen.

Des Weiteren wird festgestellt, dass eine eigens vorgenommene Erzeugung von Embryonen zu Forschungszwecken immer dann ethisch inakzeptabel sei, wenn in ausreichender Zahl „überzählige Embryonen“ zu diesem Zweck zur Verfügung stünden. Das Klonen von Embryonen durch die Methode des Kerntransfers aus somatischen Zellen wird von der Gruppe derzeit als verfrüht eingeschätzt, da sich der Wissenschaft ein weites Feld für Forschungen mit alternativen Quellen für menschliche Stammzellen biete. Zu diesen alternativen Quellen zählen neben fetalem Gewebe und adulten Stammzellen auch ausdrücklich überzählige Embryonen.

Die EGE fordert, dass die Stammzellenforschung und damit ggf. einhergehendes Klonen menschlicher Zellen in den Ländern, in denen sie für zulässig erklärt wird, unter strikter Aufsicht einer zentralen Regierungsbehörde steht.

3.4 Deutschland

Embryonenschutzgesetz (1990); Stellungnahme zum Klonieren von Menschen für den Rat für Forschung, Technologie und Innovation (1997) und Stellungnahme der Deutschen Forschungsgemeinschaft (1999)

Das Bundesverfassungsgericht hat in seiner Entscheidung über die Verfassungsmäßigkeit der Regelungen zum Schwangerschaftsabbruch ausdrücklich festgestellt, daß Menschenwürde auch schon dem ungeborenen Leben zukomme, wenn es auch nicht ausdrücklich entschieden hat, ob menschliches Leben bereits mit der Verschmelzung von Ei und Samenzelle entsteht.

Die Forschungsfreiheit ist nicht unbegrenzt, sondern sie kann durch andere Verfassungsgüter eingeschränkt werden. Verfassungsgüter, die hier besonders in Betracht zu ziehen sind, sind der Schutz der Menschenwürde sowie der Schutz des menschlichen Lebens und der menschlichen Gesundheit. Die Konkretisierung derartiger verfassungsrechtlicher Schranken liegt in erster Linie bei dem Gesetzgeber. Im *Embryonenschutzgesetz (1990)* wurden verfassungsrechtliche Schranken für die Forschungsfreiheit hinsichtlich der Arbeit an und mit Embryonen konkretisiert. Das Gesetz geht davon aus, dass das menschliche Lebewesen mit der vollständigen Verschmelzung der Kerne von Ei und Samenzelle in der Zygote (= befruchtete Eizelle) unter den Schutz der Menschenwürde fällt. Daraus ergibt sich das Verbot einer fremdnützigen Verwendung menschlicher Embryonen und des Klonens von menschlichem Leben. Der §6 verbietet ausdrücklich die Herstellung eines „menschlichen Embryos mit der gleichen Erbinformation wie ein anderer Embryo, ein Fötus, ein Mensch oder ein Verstorbener“. Hieraus leitet das Embryonenschutzgesetz weitere Verbote bestimmter Methoden und angestrebte Zielsetzungen der Arbeit mit pluripotenten Zellen und Geweben ab. Die Gewinnung von embryonalen Stammzellen aus Blastozysten erfolgt zu Zwecken, die nicht der Erhaltung des Embryos dienen. Sie ist demgemäß mit dem Embryonenschutzgesetz unvereinbar. Dies gilt selbst für den Fall, dass der Embryo durch die Entnahme einiger Zellen in seiner Entwicklung nicht geschädigt würde. Auch der Zellkerntransfer in eine entkernte menschliche Eizelle ist nicht erlaubt, da eine „totipotente Zelle“ entsteht. Diese gilt entsprechend §8 des Gesetzes als Embryo. Der Import von embryonalen Stammzellen aus Ländern, in denen deren Gewinnung erlaubt wird, ist jedoch unter bestimmten Umständen straffrei.

Vor dem Hintergrund des deutschen *Embryonenschutzgesetzes* geht die von einer Expertengruppe zur Vorlage beim Rat für Forschung, Technologie und Innovation verfasste Stellungnahme zur *Klonierung beim Menschen (1997)* davon aus, dass es einen ethisch indifferenten Anwendungsbereich der Klontechniken gibt, der vom Klonen von menschlichen Lebewesen zu unterscheiden ist, wobei jedoch totipotente Zellen im Sinn des Embryonenschutzgesetzes als Embryonen gelten. Nicht nur das Klonen von menschlichen Lebewesen durch Zellkerntransfer, sondern auch durch Embryo-Splitting erweist sich auf dieser Grundlage als ethisch inakzeptabel und rechtlich verboten. Das Embryonenschutzgesetz baut somit auf moralischen Überlegungen auf, nach denen Embryonen der im Prinzip der Menschenwürde begründete Schutz uneingeschränkt und jederzeit zukommt. Die ethischen und rechtlichen Probleme des Klonens von pluripotenten Zellen und Stammzellen embryonalen Ursprungs werden nicht behandelt.

In ihrer *Stellungnahme zum Problemkreis „Humane embryonale Stammzellen“* (1999) bestätigt die *Deutsche Forschungsgemeinschaft* (DFG) zunächst die gängige Rechtsauffassung, dass die Gewinnung von humanen embryonalen Stammzellen aus IVF-Blastozysten oder durch Kerntransfer gegen die Bestimmungen des ESchG verstößt. Allein die Gewinnung aus Abortfeten könne rechtlich zulässig sein, wenn auch ethisch nicht völlig unbedenklich.

Für die Änderung dieser Rechtslage sieht die DFG derzeit keinen Handlungsbedarf. Angesichts der schnellen Entwicklung der Biotechnologie wird darauf gesetzt, dass die Verwendung pluripotenter Zellen ausreicht, um die angestrebten Forschungsziele zu erreichen.

Die Ziele der therapeutischen Stammzellenforschung sieht die DFG nicht nur als vertretbar sondern sogar als geboten an. Trotzdem seien gewisse Grenzen unbedingt zu beachten. So solle in jedem Fall ausgeschlossen werden, dass sich aus ES- oder EG-Zellen Embryonen entwickeln oder dass aus Stammzellen gewonnene Keimzellen zur Befruchtung und Weiterentwicklung einer Eizelle eingesetzt werden. Auch das Klonen von Menschen bzw. die Erzeugung gentechnisch modifizierter Menschen müsse verhindert werden.

Exkurs: Klonen und Tierschutzrecht in Deutschland

Ob und wieweit sich gegen das Klonen von Tieren rechtliche Bedenken aus dem Tierschutzgesetz (TierSchG) oder gar dem Grundgesetz ergeben, wird in der Literatur nicht völlig einheitlich beurteilt. So ist es im Fall des Embryonensplittings strittig, ob diese Technik überhaupt als Tierversuch i.S.d. § 7 Abs. 1 Nr. 2 TierSchG zu werten ist. Zumindest der Kerntransfer ist aber, nach wohl überwiegender Meinung, ein Tierversuch in diesem Sinne. Insoweit durch den Vorgang für das Trägartier oder den Klon ein erhöhtes Risiko für Schäden, Schmerzen und Leiden besteht, sind derartige Techniken daher solange genehmigungspflichtig, wie sie sich in einem Versuchsstadium befinden. Sollte das Klonen mittels Kerntransfer zu einem etablierten Verfahren entwickelt werden, so könnte sich aus § 11 b TierSchG (Verbot der Qualzucht) ein Verbot dieser Technik ergeben. Es müsste dann nachweisbar sein, dass es zu erblichen Schäden kommt, die für die erzeugten Tiere mit erheblichen Leiden verbunden sind.

Ein über den Rahmen des TierSchG hinausgehender Tierindividuenschutz kann bei der derzeitigen Verfassungslage aus dem Grundgesetz nicht hergeleitet werden. Weder findet der Tierschutz in Art. 20a GG eigens Erwähnung,

noch ist die dort niedergelegte Staatszielbestimmung des Schutzes der natürlichen Lebensgrundlage hinlänglich konkret, um daraus – angesichts so hochrangiger entgegenstehender Verfassungsgüter wie der Forschungsfreiheit (GG Art. 5 Abs. 3) – eine Konsequenz etwa wie das Verbot zum Klonen von Tieren abzuleiten.

3.5 Großbritannien

Human Fertilisation and Embryology Act (1990), Konsultationsdokument der HGAC und der HFEA (1998), Statement der Royal Society (1998) und Report der Chief Medical Officer's Expert Group

In Großbritannien ist die Forschung an menschlichen Embryonen innerhalb der ersten 14 Tage zu bestimmten Zwecken erlaubt. Ferner dürfen menschliche Embryonen zu Forschungszwecken *in vitro* hergestellt werden. Dies wird im *Human Fertilisation and Embryology Act (1990)* und dem *Code of Practice* der eigens eingerichteten Kontrollbehörde Human Fertilisation and Embryology Authority (HFEA) geregelt. Die Frage, ob das Klonen menschlicher Embryonen durch Zellkerntransfer im Rahmen der Stammzellforschung erlaubt werden soll, wurde zuerst 1998 durch den Bericht der Human Genetics Advisory Commission (HGAC) und der Human Fertilisation & Embryology Authority (HFEA) *Cloning issues in reproduction, science and medicine* angestoßen. Dieses Konsultationsdokument von 1998 unterscheidet zwischen dem „reproductive cloning“, das sich auf das Klonen von ganzen Lebewesen mit Hilfe des Zellkerntransfers bezieht, dem „therapeutic cloning“ bzw. „scientific and therapeutic applications“ des Klonens durch Zellkerntransfer und anderen „routine techniques“ des Klonens. Das Dokument bezieht sich auf den *Report of the committee of inquiry into human fertilisation and embryology* (Warnock Report) von 1984. Dieser ist im Vorfeld des Entwurfs des *Human Fertilisation and Embryology Act* entstanden und empfiehlt ein Verbot des reproduktiven Klonens von Menschen. Das Konsultationsdokument wirft Fragen hinsichtlich einer ethischen und rechtlichen Bewertung des Klonens von Menschen durch Zellkerntransfer auf. Dabei werden Bezüge zu dem – in Großbritannien unter bestimmten Bedingungen erlaubten – Verfahren des Embryo-Splitting hergestellt. Zwar werden die oben unter 2.1.2.1 dargestellten Argumente zum moralischen Status von Embryonen ausdrücklich in die Überlegungen einbezogen; bei der abschließenden Beurteilung des „therapeutischen Klonens“ überwiegen jedoch diejenigen Argumente, die sich auf die Bedeutung der damit verbundenen Ziele stützen.

Das Statement, das die Royal Society unter dem Titel *Whither Cloning* etwa gleichzeitig abgegeben hat, nennt als Formen des Klonens das Embryo-Splitting, das „cloning by blastomere dispersal“ und den Kerntransfer. Sofern eine Implantation zum Zweck der Reproduktion vermieden wird, sieht sie für das zuletzt genannte Verfahren keine neuen ethischen Fragen, die über die im *Human Fertilisation and Embryology Act (1990)* bezüglich der Forschung an menschlichen Embryonen geregelten Fragen hinausgehen. Sie folgt also in den zugrunde gelegten Kriterien – unter dem ausdrücklichen Vorbehalt einer vertieften Diskussion – im wesentlichen dem Konsultationsdokument.

Gegenstand der derzeitigen Debatte in Großbritannien ist die Erweiterung der Lizenzvergabepraxis für die Embryonenforschung. Es soll der HFEA zukünftig möglich sein, die Vergabe von Lizenzen für einige Anwendungsziele der Stammzellforschung zu erlauben. Der durch das o.g. Konsultationsdokument von 1998 angestoßene Bericht *Stem Cell Research: Medical Progress with Responsibility* einer Expertengruppe unter Leitung des Chief Medical Officers Liam Donaldson, die von der britischen Regierung eingesetzt worden ist, wurde im August 2000 veröffentlicht. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass die gleichen Gründe, welche die Forschung an „überschüssigen Embryonen“ rechtfertigen, im wesentlichen auch für Embryonen gelten, welche durch Kerntransfer erzeugt wurden. Der Bericht konstatiert weiterhin, dass Forschung an embryonalen Stammzellen mit therapeutischer Zielsetzung von gleicher ethischer Wertigkeit seien, wie die bisher verfolgten Ziele der Embryonenforschung. Aus diesen beiden Feststellungen wird geschlossen, dass die Forschung an menschlichen Embryonen zum Zwecke der Erforschung von Behandlungsmethoden für erkrankte Organe zugelassen werden soll. In diesem Rahmen wird auch die Erzeugung von Embryonen zu Forschungszwecken durch Klontechniken für zulässig erachtet, zumal das Gesetz den Kerntransfer nur für die Herbeiführung einer Schwangerschaft verbiete, nicht aber für Forschungszwecke. Daher empfiehlt die Gruppe eine Erweiterung der im Gesetz von 1990 aufgeführten Forschungsziele.

Die britische Regierung hat sich in ihrer gleichzeitig veröffentlichten Antwort (*Government Response*) dieser Meinung prinzipiell angeschlossen. Die vom britischen Unterhaus am 19. Dezember 2000 und vom britischen Oberhaus am 22. Januar 2001 angenommene Ergänzung im *Human fertilisation and embryology act* erlaubt der HFEA in Zukunft eine Lizenzvergabe zur Verwendung und Herstellung von Embryonen zu folgenden Forschungszwecken: (a) Gewinnung von Kenntnissen über die Entwicklung von Embryonen, (b) Gewinnung von Kenntnissen über schwere Krankheiten sowie (c) Transfer derartig gewonnener Erkenntnisse in die Entwicklung von Behandlungen

schwerer Krankheiten. Damit hält der britische Gesetzgeber das Klonen von Embryonen für bestimmte hochrangige Zwecke unter Aufsicht einer Kontrollbehörde und anderen Bedingungen für gerechtfertigt.

3.6 Frankreich

Stellungnahme der Nationalen Ethikkommission in Frankreich (1997) und Ankündigung des Premierministers in einer Rede vom 28. November 2000

In seiner Antwort auf die Anfrage des Präsidenten der Republik Frankreich zum reproduktiven Klonen ist die Nationale Ethikkommission, das Comité Consultatif National d'Éthique pour les Sciences de la Vie et de la Santé (CCNE), davon ausgegangen, dass Klonverfahren auch zu anderen als reproduktiven Zwecken angewendet werden wie beispielsweise zur Herstellung immun-kompatibler Zellen zu therapeutischen Zwecken (CCNE 1997, 14-16), doch wird auf eine ethische und rechtliche Beurteilung dieses Anwendungszusammenhangs verzichtet. Das Votum beschränkt sich dementsprechend auf die Empfehlung eines Verbots des reproduktiven Klonens von Menschen.

Anlässlich der anstehenden Novellierung der „Bioethikgesetze“ von 1994 (Loi No. 94-653 du 29 juillet 1994 relative au respect du corps humain; Loi No. 94-654 du 29 juillet 1994 relative au don et à l'utilisation des éléments et produits du corps humain, à l'assistance médicale à la procréation et au diagnostic prénatal) sprach Premierminister Jospin sich in seiner Verlautbarung dafür aus, dass auch künftig reproduktives Klonen strikt verboten sein soll. Zulässig soll nach dem Regierungsentwurf aber die Forschung an Stammzellen sein, soweit sie aus überzähligen Embryonen eines IVF-Verfahrens stammen. Falls sich jedoch eines Tages herausstellen sollte, dass der Transfer somatischer Zellen notwendig werden sollte, so könne man sich eine solche Stammzellgewinnung im Rahmen exakt definierter Protokolle und strenger Maßgaben vorstellen. Diese Formulierung lässt allerdings offen, ob der Transfer adulter Stammzellen oder ein Klonen durch Kernttransfer gemeint ist.

3.7 Dänemark

Stellungnahme des Ethikrates (Det Ethiske Raad) zum Klonen; Stellungnahme des Tierethischen Rates (Det Dyreetiske Raad) zum Klonen von Tieren (beide am 1.3.2001)

Der im Auftrag des Folketings (Parlament) arbeitende *Ethikrat* spricht sich einhellig gegen das *reproduktive Klonen* von Menschen aus. Der Ethikrat erkennt an, dass der gefühlsmäßige Widerstand gegen das Klonen nicht aus einem einzelnen Argument begründet werden kann; es wird jedoch ein Cluster von Argumenten aufgezeigt, von dem her das reproduktive Klonen von Menschen ethisch unzulässig ist. Nach Auffassung des Rates würde Klonen (1) die Würde des Menschen verletzen, (2) negative Folgen haben für einen Menschen, weil das Wissen um die Entstehung als Klon das Recht auf eine offene Zukunft beeinträchtigt; (3) die Ehrfurcht vor dem moralischen Status des Embryos außer Acht lassen.

Eine Mehrzahl der Mitglieder des Rates kommt zu dem Ergebnis, dass menschliche embryonale Stammzellen, die aus einem Klonverfahren oder auf natürliche Weise gewonnen wurden, im Prinzip verwendet werden können, sofern dabei wesentliche therapeutische Fortschritte zu erzielen sind. Allerdings meinen die Mitglieder des Rates zugleich, dass derzeit kein ausgeprägter Bedarf besteht für die Zulassung der Erzeugung embryonaler Stammzellen nur zu Forschungs- bzw. Therapiezwecken. Dazu ist eine wirksame Behandlung von Krankheiten mit Hilfe von Stammzellen derzeit noch eine zu entfernte Möglichkeit. Es könne außerdem zu einem ethischen Dammbbruch führen, wenn Embryonen hergestellt werden zu einem anderen Zweck als dem, ein Kind zu werden. Deshalb empfiehlt der Rat, die Forschung an embryonalen Stammzellen zu beschränken auf diejenigen, welche bei der In-vitro-Behandlung übrigbleiben.

Allerdings ist eine Minderheit der Ratsmitglieder der Auffassung, dass der moralische Status des Embryos eine Verwendung embryonaler Stammzellen kategorisch verbietet.

Der Rat warnt einhellig davor, dass die Stammzellenforschung zu einer Verdinglichung der Zellen führt; er lehnt eine Patentierung einzelner Zelllinien, sowie den Handel mit gentechnisch erzeugten Geweben und Organen grundsätzlich ab.

Die Erforschung von Stammzellen nicht-embryonalen Ursprungs hält der Ethikrat für unbedenklich und empfiehlt sie ausdrücklich.

Der Ethikrat weist darauf hin, dass in Dänemark die unterschiedlichen Aspekte des Klonens von verschiedenen Gesetzen unterschiedlich, z. T. widersprüchlich geregelt sind und der Harmonisierung bedürfen.

Zeitgleich veröffentlichte *Der Tierethische Rat* (Det Dyreetiske Raad) eine Stellungnahme zur den tierethischen Aspekten des Klonens.

Der Rat verweist zunächst auf den Sachzusammenhang zwischen der medizinischen und der tierethischen Debatte: es sind Tiere, die bei der Forschung eingesetzt werden, und an denen Techniken erprobt werden vor dem Einsatz an Menschen. Neben den geläufigen Anwendungen des Klonens bei Tieren (Züchtung, Forschung, Artenerhalt usw.) wird aufgezeigt, dass in der Verbindung von Klonen und Gentechnik die interessantesten Anwendungen für die Züchtungsforschung liegen.

Der Umgang mit Tieren ist in Dänemark vom Tierschutzgesetz und vom Gesetz über Tierversuche geregelt. Beide Gesetze lassen derzeit für das Klonen von Tieren keine eindeutigen Aussagen zu, weil die bestehenden Klassifikationen in beiden Gesetzen nicht klarstellen, wann und ob ein Klon im Sinn des jeweiligen Gesetzes als Tier zu betrachten ist. Grundsätzlich gibt § 12 Abs. 2 Tierschutzgesetz dem Justizminister die Möglichkeit, diesbezüglich Näheres zu regeln.

Die ethische Diskussion im Blick auf die Klonierung von Tieren ist nach Beobachtung des Tierethischen Rates eher von der Dambruchthese (erst werden Tiere, dann Menschen geklont) als von einem genuinen tierethischen Ansatz bestimmt. Dieser würde vorrangig auf die Leiden von Tieren bei Klonexperimenten verweisen, insbesondere (Beispiel Dolly) wegen der bisherigen Ineffektivität und Risikobelastung der involvierten Tiere.

Darüber hinaus ist die Diskussion über das Klonen von Tieren in Dänemark von drei Grundsatzpositionen bestimmt:

- Akzeptanz, weil die Technik nichts anderes, als längst schon Übliches tut
- Akzeptanz um eines größeren Gutes willen (Gesundheit)
- Grundsätzliche Ablehnung.

Auch wenn die bisherigen Risiken der Klontechnik tierethisch verträglich zurückgeführt werden könnten, sieht der Rat vier grundsätzliche Anfragen, auf die eine künftige Debatte einzugehen hat:

- Der Hinweis auf die Naturwidrigkeit des Klonens von Tieren
- Die Furcht vor einer Reduktion der Biodiversität
- Die Beeinträchtigung der tierischen Arten-Identität
- Das Klonen von Tieren als Dambruch, der zum Klonen des Menschen führt.

3.8 USA

Stellungnahme des amerikanischen National Advisory Board on Ethics in Reproduction (NABER) (1994) sowie der National Bioethics Advisory Commission (NBAC) (1997); Entwurf des Prohibition on Cloning of Human Beings Act (1998) und Richtlinie der National Institutes of Health (2000)

Vor dem Hintergrund der Klonversuche von J. Hall (1993) mittels Embryosplitting ist der *Report on Human Cloning through Embryo Splitting* des National Advisory Board on Ethics in Reproduction (NABER) (1994) entstanden. Die Kommissionsmitglieder betonten, dass jede Form des Klonens den Wert der menschlichen Individualität und Einzigartigkeit herabsetze und die Gefahr in sich berge, dass sich das Individuum als „hergestellt“ empfindende. Gleichwohl sah man durch den Einsatz von Embryosplitting im Rahmen einer IVF unter bestimmten Umständen verbesserte Chancen, eine Schwangerschaft einzuleiten. Daher wurde – in Abweichung von einem Minderheitenvotum – seitens der Kommissionsmehrheit eine solche Anwendung als ethisch akzeptabel erachtet; die Zahl der genetisch identischen Embryonen sollte aber auf vier beschränkt bleiben. Zeitversetzte Geburten durch Kryokonservierung der Embryonen sollten aber ausgeschlossen bleiben. Im Anschluss an das Klonen von „Dolly“ hat die National Bioethics Advisory Commission (NBAC) im Jahr 1997 auf die verschiedenen durch die Anwendung von Klontechniken auf den Menschen verfolgbaren Zwecksetzungen hingewiesen und ein Verbot des Klonens von menschlichen Lebewesen (human beings) mittels Zell- bzw. Zellkerntransfer sowohl im privat als auch öffentlich geförderten Bereich empfohlen, da es eine Verletzung von Menschenrechten und Menschenwürde darstelle. Dies bezog die Kommission jedoch nur auf reproduktive Zwecke. Dieser Empfehlung folgt auch der vom Präsidenten in den Kongress eingebrachte Entwurf des *Prohibition on Cloning of Human Beings Act of 1998*, der jedoch im Entwurfsstadium geblieben ist. Die den genannten Dokumenten der USA zugrunde liegenden Überlegungen verbinden Argumente zum moralischen Status von Embryonen und Argumente über die Bedeutung der mit dem „therapeutischen Klonen“ verbundenen Zwecke, die im letzteren Fall auch als ausschlaggebend angesehen werden.

Das derzeitige Bundesrecht in den USA sieht kein Verbot der Entnahme von Stammzellen aus menschlichen Embryonen und damit des „therapeutischen Klonens“ vor. Jedoch stellt der US-Kongress keine Bundesmittel für Forschung bereit, die einem menschlichen Embryo schadet. Dementsprechend wird Forschung an menschlichen embryonalen Stammzellen nur aus privaten Mitteln gefördert. Aufgrund der bisherigen Haltung der NIH (National Institutes of Health) durften Bundesmittel weder zur Etablierung menschlicher

ES-Zelllinien noch zur Forschung an bereits etablierten pluripotenten Stammzellen bereitgestellt werden, die aus fetalem menschlichem Gewebe oder aus menschlichen Embryonen gewonnen wurden. Das Department of Health and Human Services (Bundesgesundheitsministerium) hatte festgestellt (HHS Fact Sheet, 19. Januar 1999), dass die Forschung mit Bundesmitteln an bereits etablierten ES-Zellen nicht verboten ist, da es sich dabei nicht um Forschung an menschlichen Embryonen handelt. Eine Änderung der NIH-Richtlinien wurde angekündigt.

Am 25. August 2000 (ergänzt im November 2000) sind nach ausführlichem öffentlichen und politischen Diskurs sowie nach Beratung der NBAC die *Guidelines for Research Using Human Pluripotent Stem Cells* der NIH in Kraft getreten. Es handelt sich hierbei nicht um ein Gesetz oder eine Rechtsverordnung, welche die Forschung an Stammzellen oder das therapeutische Klonen im ganzen regelt. Vielmehr werden die Rahmenbedingungen abgesteckt, innerhalb derer sich Forschungsprojekte bewegen müssen, die staatliche Fördergelder beantragen (Bundesgelder).

Es wird weiterhin verboten sein, die Gewinnung von Stammzellen aus Embryonen mit NIH-Mitteln zu finanzieren. NIH-Mittel dürfen nach dieser neuen Richtlinie jedoch unter bestimmten Auflagen zur Forschung an bereits etablierten embryonalen Stammzellen verwendet werden, sofern diese Stammzellen aus Maßnahmen im Zusammenhang mit der Infertilitätsbehandlung stammen und die informierte Zustimmung („informed consent“) der Spender vorliegt. Die Richtlinie schreibt ein Antragsverfahren bei der einzurichtenden Human Pluripotent Stem Cell Review Group vor und schließt die Verwendung von embryonalen Stammzellen für bestimmte Forschungsgebiete aus (z.B. Erzeugung eines menschlichen Embryos, Schaffung von Tier-Mensch-Hybriden). Das „therapeutische Klonen“ und die damit verbundene Kerntransfermethode, wie ihn die britische Lösung vorsieht, werden damit nicht verboten, bleiben aber auch im Rahmen der neuen Regelung von der Bundesfinanzierung ausgeschlossen.

Dem US-Kongress der vergangenen Legislaturperiode (106th Congress) lag ein Gesetzesentwurf (*Stem Cell Research Act of 2000*) als Zusatz zum *Public Health Service Act* zur Beratung vor. Danach soll die aus Bundesmitteln geförderte Forschung hinsichtlich menschlicher ES-Zellen zugelassen werden. Zuständig war das Committee on Health, Education, Labor, and Pensions sowie das Senate Appropriations Subcommittee on Labor, Health and Human Services, Education and Related Agencies.

4 Materialien zur Weiterarbeit

4.1 „Milestones“ Klonen

- 1892** *Hans A. Driesch* teilt Seeigelembryonen im Vier-Zell-Stadium in vier separate Zellen, die sich je zu einem Embryo entwickeln. *Driesch* führt damit zum ersten Mal Embryosplitting und das erste Tierklonexperiment durch.
- *Driesch, Hans A. (1892): Entwicklungsmechanische Studien. I. Der Werth der beiden ersten Furchungszellen in der Echinodermentwicklung. Experimentelle Erzeugung von Theil- und Doppelbildung. In: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 53, 160-184.*
- 1928** *Hans Spemann* erzeugt den ersten (Wirbeltier-)Klon, indem er mit einem Babyhaar die Zygote eines Wassermolchs (*Triton taeniatus*) einschnürt. Im 16-Zell-Stadium wandert einer der Zellkerne in den abgeschnürten kernlosen Teil über. Danach trennt *Spemann* die beiden Teile endgültig voneinander. Aus beiden Teilen entwickeln sich nun Molchembryonen. Bereits **1902** klonete er Wassermolchembryonen (*T. taeniatus*) durch Embryosplitting im Zwei-Zell-Stadium.
- *Spemann, Hans (1936): Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der Entwicklung: mit 217 Abb. ; deutsche Ausgabe d. Siliman Lectures gehalten an der Yale University im Spätjahr 1933. Berlin.*
 - *Spemann, Hans (1938): Embryonic development and induction. (Yale Univ. Mrs. Hepsa Ely Silliman Memorial Lectures ; 26) New Haven.*
- 1951/52** *Robert Briggs und Thomas J. King* klonen Froschembryonen (*Rana pipiens*), indem sie die Kerne aus embryonalen Froschzellen entnehmen und in entkernte Eizellen transplantieren. Zwar entwickeln sich einige der so behandelten Zellen zu Kaulquappen, doch sterben die daraus entstandenen Jungfrösche rasch.
- *Briggs, Robert; King, Thomas J. (1952): Transplantation of living nuclei from blastula cells into enucleated frogs' eggs, in: Proceedings of the National Academy of Sciences (USA) 38, 455-463.*

- 1961/62** John B. Gurdon glückt erstmals mit der gleichen Technik, wie sie Briggs und King (1951/52) angewendet haben, die Herstellung von Krallenfroschembryonen (*Xenopus laevis*), die sich bis zur Geschlechtsreife entwickeln.
- 1974/75** John B. Gurdon überträgt in weiteren Experimenten mit Krallenfröschen (*X. laevis*) Kerne von Hautzellen, weißen Blutzellen u.a. erwachsener Frösche in entkernte Froscheier. Aus den geklonten Zellen entwickeln sich wenige Kaulquappen, die jedoch nicht das Stadium der Geschlechtsreife erreichen.
- Gurdon, John B.; Laskey, Ronald A.; Reeves, O. R. (1975): *The developmental capacity of nuclei transplanted from keratinized skin cells of adult frogs*, in: *Journal of Embryology and Experimental Morphology* 34, 93-112.
 - Gurdon, John B. (1962): *The developmental capacity of nuclei taken from intestinal epithelium cells of feeding tadpoles*, in: *Journal of Embryology and Experimental Morphology* 10, 622-640.
 - Gurdon, John B. (1962): *Adult frogs derived from the nuclei of single somatic cells*, in: *Developmental Biology* 4, 256-273.
- 1986** Steen M. Willadsen stellt durch Kerntransfer mittels embryonaler Stammzellen erstmals genetisch identische Nachkommen landwirtschaftlicher Nutztiere (Schafe) her.
- Willadsen, Steen M. (1986): *Nuclear transplantation in sheep embryos*, in: *Nature* 320, 63-65.
- 1993** Jerry Hall et al. weisen nach, dass sich menschliche Embryonen durch Embryosplitting klonen lassen, wobei die im Experiment verwendeten Embryonen mehrfach befruchtet und daher nicht entwicklungsfähig waren.
- Hall, Jerry D.; Engel, D.; Gindoff, P. R. et al. (1993): *Experimental cloning of human polyploid embryos using an artificial zona pellucida*, in: *Fertility and Sterility* 60 (Suppl.), S1 (The American Fertility Society conjointly with the Canadian Fertility and Andrology Society, Program Supplement, 1993 Abstracts of the Scientific Oral and Poster Sessions, Abstracts 0-001).
- 1996/97** Ian Wilmut et al. gelingt die Herstellung des Schafs Dolly, indem sie eine Euterzelle von einem Schaf entnehmen und diese mit einer entkernten Eizelle eines weiteren Schafs fusionieren. Nach der Übertragung der so entstandenen Zelle

in ein gebärfähiges drittes Schaf, wächst aus der Eizelle ein Tier heran, das mit dem Spender der Euterzelle genetisch identisch ist. Wenige Monate später berichten *Schnieke et al.* von ersten transgenen Schafen („Polly“), die sie durch Kerntransfer unter Verwendung genetisch veränderter adulter Zellen geklont haben. Die Tiere trugen in ihrem Erbmateriale das Gen für den menschlichen Blutgerinnungsfaktor IX.

- *Wilmut, Ian, Schnieke, Angelika E., McWhir, Jim et al. (1997): Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells, in: Nature 385, 810-813.*
- *Schnieke, Angelika E.; Kind, Alexander J.; Ritchie, William A. et al. (1997): Human Factor IX transgenic sheep produced by transfer of nuclei from transfected fetal fibroblasts, in: Science 278 (5346), 2130-2133.*

1997 *Meng, L. et al.* klonen mittels Kerntransfer einen Primaten (*Macaca mulatta*). Als Kernspenderzellen verwenden sie durch In-vitro-Fertilisation gewonnene Blastomere (frühe Embryo-Zellen). Diese werden mit entkernten Eizellen eines anderen Spenderaffens fusioniert. Von neun Weibchen, auf die Embryonen übertragen wurden, wurden drei schwanger. Zwei Affen wurden lebend geboren.

- *Meng, L.; Ely, J.J.; Stouffer, R. L., Wolf, D. P. (1997): Rhesus monkeys produced by nuclear transfer, in: Biology of Reproduction 57 (2), 454-459.*

1998 *Teruhiko Wakayama et al.* gelingt mittels einer neuen Methode des Kerntransfers das Klonen von Mäusen aus ausdifferenzierten adulten Körperzellen. Bei dieser Methode wird nicht mehr eine ganze Zelle mit einer entkernten Eizelle fusioniert, sondern nur noch ein Spenderkern in das Cytoplasma der entkernten Eizelle injiziert.

- *Wakayama, Teruhiko, Perry, A. C. F.; Zucotti, M. et al. (1998): Full-term development of mice from enucleated oocytes injected with cumulus cell nuclei, in: Nature 394, 369-374.*

2000 *Megan J. Munsie et al.* erzeugen bei Mäusen mittels Kerntransfer aus ausdifferenzierten adulten Körperzellen einen Mausembryo und gewinnen aus diesem embryonale Stammzellen, die sie in Kultur zu Nerven- und Muskelzellen ausdifferenzieren.

- *Munsie, Megan J.; Michalska, Anna E.; O'Brien, Carmel M. et al. (2000): Isolation of pluripotent embryonic stem cells from reprogrammed adult mouse somatic cell nuclei, in: Current Biology 10, 989-992.*

- 2000/2001** *Robert P. Lanza et al.* klonen zum ersten Mal einen Vertreter einer vom Aussterben bedrohten Species. Die Forscher stellten den Embryo unter Verwendung des Kerns einer Hautzelle eines in Südostasien beheimateten Gaur (*Bos frontalis*) und der Eizelle eines Hausrinds (*Bos taurus*) her. Als Leihmutter diente ebenfalls ein Hausrind. Die Bemühungen führten zur Geburt des Gaur „Noah“, der jedoch 48 Stunden später an einer Infektion (Ruhr) verstarb, die nach Einschätzung der Wissenschaftler vermutlich nicht in Verbindung mit dem Klonverfahren steht.
- *Lanza, Robert P.; Dresser, Betsy L.; Damiani, Philip (2001): Klonen bedrohter Tiere – Die neue Arche Noah, in: Spektrum der Wissenschaft 1 (2001), 34-41*

4.2 Ausgewählte Literatur zum Thema

Medizinisch-naturwissenschaftlich / ethisch

Ach, Johann S. / Brudermüller, Gerd / Runtenberg, Christa (Hrsg.) (1998):
Hello Dolly? Über das Klonen. Frankfurt (Main): Suhrkamp.

Die elf in diesem Sammelband zusammengeführten Aufsätze unterschiedlicher Autoren befassen sich mit dem Problem der ethischen Beurteilung der verschiedenen Klontechniken und ihrer Anwendungen beim Tier und vor allem beim Menschen; sie unterscheiden sich sowohl in ihren ethischen Ansätzen wie in ihren Ergebnissen. Zentrale Bezugspunkte bilden die Aspekte „Menschenwürde“, „Instrumentalisierung“, „Einzigartigkeit“ und „Embryonenschutz“. Insbesondere die letzten vier Aufsätze debattieren darüber hinaus, ob und inwieweit das Moment der „Natürlichkeit“ bzw. „Unnatürlichkeit“ für eine ethische Beurteilung des Klonens von Bedeutung ist.

Eser, Albin / Frühwald, Wolfgang / Honnefelder, Ludger / Markl, Hubert / Reiter, Johannes / Tanner, Widmar / Winnacker, Ernst-Ludwig (1997):

Klonierung beim Menschen. Biologische Grundlagen und ethisch-rechtliche Bewertung. Stellungnahme für den Rat für Forschung, Technologie und Innovation im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie. In: Jahrbuch für Wissenschaft und Ethik 2. Berlin, New York: de Gruyter, S. 357-373. Online-Version unter <http://www.technologierat.de/vdi/frames/klon.htm>

In einem ersten Teil werden einführend die zellbiologischen Grundlagen, die verschiedenen Techniken des Klonens und ihre möglichen und praktizierten Anwendungen in der Versuchs- und Nutztierzucht beleuchtet. Im zweiten Teil werden mögliche Ziele ihrer Anwendung beim Menschen unterschieden und einer ethischen Beurteilung unterzogen. Zu diesem Zweck wird die „Legitimität der Ziele“ ebenso wie die „Vertretbarkeit der Mittel“ untersucht. Zentraler Bezugspunkt ist das „Grundprinzip der Unverletzlichkeit der Würde des Menschen“. Die Stellungnahme mündet nach der im dritten Teil gegebenen Klärung der deutschen Rechtslage in der Formulierung verschiedener Desiderate bezüglich einer künftigen Regulierung des Klonens von Menschen.

Gordijn, Bert (1999):

Das Klonen von Menschen. Eine alte Debatte – aber immer noch in den Kinderschuhen. In: Ethik in der Medizin 11, S. 12-34.

Der Aufsatz skizziert die Geschichte der ethischen Debatte über das Klonen beim Menschen und bietet einen systematischen (ersten) Überblick sowie eine kritische Analyse der hier vertretenen wichtigsten Pro- und Contra-Argumente. Dabei werden auch deren jeweiligen „Fundstellen“ angegeben. Der Beitrag liefert daher zugleich eine hilfreiche bibliographische Einführung in das Thema.

Honnefelder, Ludger / Lanzerath, Dirk / Hillebrand Ingo (1999):

Klonen von Tieren. Kriterien einer ethischen Urteilsbildung. Gutachten für das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) im Rahmen des Projekts „Klonen von Tieren“. In: Ludger Honnefelder / Christian Streffer (Hrsg.): Jahrbuch für Wissenschaft und Ethik 4. Berlin, New York: de Gruyter, S. 293-351.

Das Gutachten setzt methodisch bei einer Analyse des ethischen Ansatzes an, der den Menschenrechtskodifikationen und insbesondere auch dem Grundrechtsteil des deutschen Grundgesetzes, aber auch dem geltenden Tierschutzrecht zugrunde liegt, und dem daher über die faktische Geltung hinaus eine wohlbegründete Gültigkeit unterstellt werden kann. Dabei wird zugleich auf die maßgeblichen Theorien und Ansätze der Tierethik Rücksicht genommen, die in der Diskussion um das Klonen von Tieren ins Feld geführt werden oder von Relevanz sind. Auf diese Weise werden abschließend die zentralen Gesichtspunkte herausgearbeitet, an denen sich eine ethische Beurteilung des Klonens von Tieren, differenzierend sowohl nach den unterschiedlichen Verfahren bzw. Mitteln als auch nach den in Anspruch genommenen Zielen, orientieren kann. Eine Zusammenfassung des Gesamtprojekts „Klonen von Tieren“ geben Revermann, Christoph / Hennen, Leonhard (2000).

Lanza, Robert P. / Dresser, Betsy L. / Damiani, Philip (2001):

Die neue Arche Noah. Klonen bedrohter Tiere. In: Spektrum der Wissenschaft 1, S. 34-41.

Der Beitrag behandelt – ergänzt um ein Statement des Verhaltensbiologen Udo Gansloßer – die Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung von Klontechniken zum Schutz gefährdeter Tierarten. Besonderes Augenmerk gilt dem heterologen oder interspezifischen Klonen durch Zellkern- bzw. Zelltransfer, wie es von den Autoren bei der Erzeugung des Gaur „Noah“ durchgeführt wurde.

McGee, Glenn (Hrsg.) (1998):

The Human Cloning Debate. Berkeley: Berkeley Hills Books.

Die achtzehn von namhaften Autoren stammenden Beiträge dieses grundlegenden Sammelbandes sind in fünf Sektionen zusammengefasst. Die erste gibt eine Einführung in Geschichte des Klonens und seine Techniken sowie die grundlegenden Aspekte seiner ethischen Beurteilung. Die folgende Sektion diskutiert das Problem der Legitimität einer heteronomen Regulierung reproduktiver Technologien. Im Mittelpunkt steht die Frage, ob und inwieweit das Klonen als „reproductive right“ anzusehen ist, das einem (unbedingten) Verbot „reproduktiven“ Klonens Grenzen setzt. Die dritte und vierte Sektion behandeln mögliche Implikationen des Klonens für den Klon selbst wie für die familiären, sozialen und ökonomischen Strukturen. Die Beiträge der letzten Sektion beleuchten die Frage des Klonens beim Menschen aus unterschiedlichen religiösen (u.a. christlichen, buddhistischen und islamischen) Perspektiven.

Rager, Günter (Hrsg.) (1998²):

Beginn, Persönlichkeit und Würde des Menschen. Studienausgabe. Freiburg (Breisgau), München: Alber (Grenzfragen 23).

Die von zahlreichen Fachgelehrten angefertigte Studie führt im ersten Teil in die biologischen Grundlagen der menschlichen Embryonalentwicklung ein. Der zweite Teil behandelt aus philosophischer Sicht die Frage, welcher moralische Schutzanspruch dem menschlichen Leben zukommt und wie dieser zu begründen ist. Besonderes Augenmerk gilt der Frage nach dem moralischen Status des ungeborenen Menschen und den verschiedenen in dieser Frage vertretenen Positionen. Der letzte Teil enthält Erörterungen zu Menschenwürde und Lebensschutz aus theologischer Perspektive.

Rendtorff, Trutz / Winnacker, Ernst-Ludwig / Hepp, Hermann / Hofschneider, Peter Hans / Korff, Wilhelm / Knoepfler, Nikolaus / Kupatt, Christian / Haniel, Anja (1999):

Das Klonen von Menschen. Überlegungen und Thesen zum Problemstand und zum Forschungsprozess. In: ForumTTN 2, S. 4-21. Online-Version über <http://www.ttn-institut.de/publ/index.htm>

Das Papier bietet einen einführenden Überblick über Begriff, Geschichte und Techniken des Klonens. Vor dem Hintergrund von vier grundlegenden „ethischen Kriterien zur Beurteilung des Klonens“ beim Menschen wird die Unterscheidung zwischen „reproduktivem“ und „therapeutischem“ Klonen entwickelt und ein Stufenmodell denkbarer und diskutierter Anwendungsperspektiven „reproduktiven“ und „therapeutischen“ Klonens aufgestellt. Abschließend werden die verschiedenen, auf diese Weise systematisierten Anwendungsperspektiven einer differenzierten ethischen Beurteilung unterzogen.

Revermann, Christoph / Hennen, Leonhard (2000):

TA-Projekt „Klonen von Tieren“. Endbericht. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag. TAB-Arbeitsbericht Nr. 65. Berlin.

In seiner Beratung des Antrags „Verbot des Klonens von Tieren“ der Bundestagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen (Drs. 13/7160) vom 23.4.1997 hat der Ausschuss für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages am 8.10.1997 beschlossen, das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) mit der Durchführung des Projekts „Klonen von Tieren“ zu beauftragen. Der Bericht gibt eine Zusammenfassung der insgesamt acht in diesem Projekt erstellten Gutachten zu den naturwissenschaftlich-medizinischen, ethischen sowie rechtlichen Aspekten des Klonens von Tieren.

4.3 Rechtsdokumente und Stellungnahmen

International

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (1997):
Allgemeine Erklärung über das menschliche Genom und Menschenrechte
in: Ludger Honnefelder / Christian Streffer (Hrsg.), Jahrbuch für Wissenschaft
und Ethik 3 (1998), S. 213-224

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (1997):
Universal Declaration on the Human Genome and Human Rights (29 C/
Resolution 16)
in: Records of the General Conference, Twenty-ninth Session, Paris, 21
October to 12 November 1997, Volume 1, Resolutions, S. 41-46
Online im Internet:
<http://www.unesco.org/ibc/uk/genome/projet/index.html>

World Health Organization (1997):
Cloning in Human Reproduction (Resolution WHA50.37)
in: Ludger Honnefelder / Christian Streffer (Hrsg.), Jahrbuch für Wissenschaft
und Ethik 3 (1998), S. 399
Online im Internet:
http://policy.who.int/cgi-bin/om_isapi.dll?softpage=Policy42
World Health Assembly Resolutions and Decisions → 50th World Health
Assembly Geneva 5-14 May 1997 → WHA50.37 „Cloning in Human
Reproduction“ auswählen

World Health Organization (1998):
Report by the Director-General: Implementation of Resolutions and Decisions,
Part VII: Ethical, Scientific and Social Implications of Cloning in Human Health
(Provisional agenda item 20, A51/6 Add. 1, 8 April 1998)
in: Ludger Honnefelder / Christian Streffer (Hrsg.), Jahrbuch für Wissenschaft
und Ethik 3 (1998), S. 400-403
Online im Internet:
http://policy.who.int/cgi-bin/om_isapi.dll?softpage=Policy42
→ World Health Assembly Documents → 51st World Health Assembly →
Assembly Documents → A51/6 Implementation of Resolutions and Decisions
VII „Ethical, Scientific and Social Implications of Cloning in Human Health“ aus-
wählen

Europa

Council of Europe (1998):

Additional Protocol to the Convention for the Protection of Human Rights and Dignity of the Human Being with regard to the Application of Biology and Medicine, on the Prohibition of Cloning Human Beings (with additional Explanatory Report)

in: Ludger Honnefelder / Christian Streffer (Hrsg.), Jahrbuch für Wissenschaft und Ethik 3 (1998), S. 331-338

Online im Internet:

<http://conventions.coe.int/treaty/en/Treaties/Html/168.htm>

<http://conventions.coe.int/treaty/en/Reports/Html/168.htm>

Europäisches Parlament (1998):

Entschließung zum Klonen von Menschen, 15. Januar 1998

in: Ludger Honnefelder / Christian Streffer (Hrsg.), Jahrbuch für Wissenschaft und Ethik 3 (1998), S. 339-340

Online im Internet:

<http://www3.europarl.eu.int/omk/omnsapir.so/calendar?APP=PV2&LANGUE=DE>

→ 15. Januar 1998 auswählen → Menschenrechte → Entschließung zum Klonen von Menschen

European Group on Ethics in Science and New Technologies (2000):

Ethical Aspects of Human Stem Cell Research and Use (Opinion No 15, 14 November 2000)

Online im Internet:

http://europa.eu.int/comm/secretariat_general/sgc/ethics/en/opinion15.pdf

Group of Advisers to the European Commission on the Ethical Implications of Biotechnology (1997):

Ethical Aspects of Cloning Techniques (Opinion No 9, 28 May 1997)

in: Ludger Honnefelder / Christian Streffer (Hrsg.), Jahrbuch für Wissenschaft und Ethik 3 (1998), S. 341-346

Online im Internet: http://europa.eu.int/comm/secretariat_general/sgc/ethics/oldversion/en/biotec12.htm

Bundesrepublik Deutschland

Deutsche Forschungsgemeinschaft (1999):

DFG-Stellungnahme zum Problemkreis „Humane embryonale Stammzellen“
in: Ludger Honnefelder / Christian Streffer (Hrsg.), Jahrbuch für Wissenschaft
und Ethik 4 (1999), S. 393-399

Online im Internet: http://www.dfg.de/aktuell/download/eszell_d.html

Eser, Albin; Frühwald, Wolfgang; Honnefelder, Ludger et al. (1997):

Klonierung beim Menschen. Biologische Grundlagen und ethisch-rechtliche
Bewertung

in: Ludger Honnefelder / Christian Streffer (Hrsg.), Jahrbuch für Wissenschaft
und Ethik 2 (1997), S. 357-373

Online im Internet: <http://www.technologierat.de/vdi/frames/klon.htm>

Wort der Deutschen Bischofskonferenz zu Fragen von Gentechnik und
Biomedizin: (8. März 2001)

Der Mensch: sein eigener Schöpfer?

Online im Internet: <http://dbk.de/presse/pm2001/pm2001030802-2.html>

Gesetz zum Schutz von Embryonen (Embryonenschutzgesetz – EschG),
vom 13. Dezember 1990 (1990)

in: Bundesgesetzblatt, Teil 1, 1990, Nr. 69, S. 2746-2749

Online im Internet: <http://www.aerzteblatt.de/download/files/U0000482.doc>

Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland, vom 23. Mai 1949 (BGBl.

S.1), zuletzt geändert durch Gesetz vom 16. Juli 1998 (BGBl.I S.1822) (1998)

Online im Internet: <http://www.bundestag.de/gesetze/gg/gg.htm>

Keller, Rolf; Günther, Hans-Ludwig; Kaiser, Peter (1992):

Embryonenschutzgesetz: Kommentar zum Embryonenschutzgesetz,
Stuttgart/Berlin/Köln: Kohlhammer, 1992 (Kohlhammer Kommentare)

Tierschutzgesetz (TierSchG), Bekanntmachung der Neufassung des
Tierschutzgesetzes vom 25. Mai 1998 (1998)

in: Bundesgesetzblatt, Teil 1, 1998, Nr. 30, S. 1105-1120

Online im Internet: <http://www.bml.de/tierschutz/gesetz/inhalt.htm>

Großbritannien

Chief Medical Officer's Expert Group on Therapeutic Cloning (2000):
Stem Cell Research: Medical Progress with Responsibility, June 2000,
London: Department of Health
Online im Internet: <http://www.doh.gov.uk/cegc/stemcellreport.htm>

Department of Health (2000):
Government Response to the Recommendations made in the Chief Medical
Officer's Expert Group Report „Stem Cell Research: Medical Progress with
Responsibility“, Presented to Parliament by the Secretary of State for Health,
By Command of Her Majesty, August 2000
Online im Internet: <http://www.doh.gov.uk/cegc/govresp.htm>

Department of Health & Social Security (1984):
Report of the Committee of Inquiry into Human Fertilisation and Embryology,
Chairman: Mary Warnock, London, Her Majesty's Stationery Office, 1984

Human Fertilisation and Embryology Act 1990 (c. 37), Chapter c. 37 (1990)
Online im Internet: [http://www.legislation.hmso.gov.uk/acts/acts1990/
Ukpga_19900037_en_1.htm](http://www.legislation.hmso.gov.uk/acts/acts1990/Ukpga_19900037_en_1.htm)

Human Fertilisation & Embryology Authority (1998):
Code of Practice, fourth edition, revised July 1998
Online im Internet: <http://www.hfea.gov.uk/code/index.htm>

Human Genetics Advisory Commission and Human Fertilisation &
Embryology Authority (1998):
Cloning Issues in Reproduction, Science and Medicine, a Consultation
Document
Online im Internet: <http://www.dti.gov.uk/hgac/papers/paperc1.htm>

The Royal Society (1998):
Whither Cloning?, January 1998
in: Ludger Honnefelder / Christian Streffer (Hrsg.), Jahrbuch für Wissenschaft
und Ethik 3 (1998), S. 391-398
Online im Internet: <http://www.royalsoc.ac.uk/files/statfiles/document-65.pdf>

Frankreich

Comité Consultatif National d'Éthique pour les Sciences de la Vie et de la Santé (1997):

Reply to the President of the French Republic on the Subject of Reproductive Cloning, No 54 – April 22, 1997

Online im Internet:

http://www.ccne-ethique.org/english/avis/a_054p02.htm

Comité Consultatif National d'Éthique pour les Sciences de la Vie et de la Santé (1997):

Réponse au Président de la République au sujet du clonage reproductif, No 54 – 22 avril 1997

in: Ludger Honnefelder / Christian Streffer (Hrsg.), Jahrbuch für Wissenschaft und Ethik 3 (1998), S. 351-379

Online im Internet: http://www.ccne-ethique.org/francais/avis/a_054.htm

Jospin, Lionel (2000):

Allocution devant le Comité Consultatif National d'Éthique pour les Sciences de la Vie et de la Santé, le 28/11/2000

Online im Internet:

<http://www.premier-ministre.gouv.fr/fr/p.cfm?ref=17156&d=31>

Loi No 94-653 du 29 Juillet 1994 relative au respect du corps humain

Online im Internet:

http://www.legifrance.gouv.fr/citoyen/new_officiels.ow

(Suche mit „Numéro du texte“: 94-653)

Loi No 94-654 du 29 Juillet 1994 relative au don et à l'utilisation des éléments et produits du corps humain, à l'assistance médicale à la procréation et au diagnostic prénatal

Online im Internet:

http://www.legifrance.gouv.fr/citoyen/new_officiels.ow

(Suche mit „Numéro du texte“: 94-654)

Dänemark

Det Etiske Raad und Det Dyreetiske Raad (1.März 2001)
Kloning –Udtalelser fra det Etiske og Det Dyreetiske Raad
Online im Internet:
<http://www.etiskraad.dk/publikationer/kloning2001/index.htm>

Vereinigte Staaten von Amerika

National Advisory Board on Ethics in Reproduction (1994):
NABER Report on Human Cloning through Embryo Splitting: an amber light
in: NABER Report, 1 (1995), H. 1, S. 3, 6

National Bioethics Advisory Commission (1997):
Cloning Human Beings, Vol. I: Report and Recommendations, Vol. II:
Commissioned Papers
Online im Internet: <http://bioethics.gov/pubs.html>

Prohibition on Cloning of Human Beings Act of 1998, a bill to amend the Public Health Service Act to prohibit any attempt to clone a human being using somatic cell nuclear transfer..., February 5, 1998 (105th Congress, 2d Session, Calendar No. 305, S. 1611) (1998)
Online im Internet: <http://thomas.loc.gov/home/c105query.html>
(Suche mit "Bill Number": S. 1611)

National Institutes of Health (2000):
Guidelines for Research Using Human Pluripotent Stem Cells, Effective August 25, 2000 (65 FR 51976), Corrected November 21, 2000, (65 FR 69951)
Online im Internet: <http://www.nih.gov/news/stemcell/stemcellguidelines.htm>

Stem Cell Research Act of 2000, a bill to amend the Public Health Service Act to provide for research with respect to human embryonic stem cells, January 31, 2000 (106th Congress, 2d Session, S. 2015) (2000)
Online im Internet: <http://thomas.loc.gov/home/c106query.html>
(Suche mit „Bill Number“: S. 2015)

U.S. Department of Health and Human Services (1999):
Stem Cell Research, January 19, 1999 (HHS Fact Sheet)
Online im Internet: <http://www.hhs.gov/news/archive/990119.html>

Weitere Literaturhinweise zum Thema „Klonen“

- in den „Meilensteinen“
- im DRZE-Blickpunkt „Therapeutisches Klonen“
http://www.drze.de/themen/blickpunkt/therap_klonen
- in der DRZE-Bioethik-Literaturdatenbank BELIT
<http://www.drze.de/BELIT/>

4.4 Kommentierte Linkliste (Stand 1.4.2001)

Auch gute Links zum Thema Bio- und Gentechnologie bzw. Klonierung unterliegen derzeit ständiger Erneuerung und Veränderung. Nachfolgend sind mit Stand 1.4.2001 eine Reihe von wesentlichen Links im deutschsprachigen Raum nach bestem Wissen und Gewissen aufgeführt. Im Vergleich zum Buch ist das Netz eine eher flüchtiges Medium, weshalb wir um Verständnis bitten, falls ein von uns genannter Server inzwischen abgestellt, umgezogen oder auch in seiner inhaltlichen Ausrichtung verändert wurde.

<http://www.drze.de>

Gut aufbereitete Texte zu aktuellen Themenfeldern des DRZE und Zugang zu BELIT (eine umfassende, internationale Literaturdatenbank zu den Themen Ethik und Biomedizin) sowie auf BEKIS (eine Datenbank deutscher Forschungseinrichtungen und –projekte). Außerdem Zugriff auf den Bestand der DRZE-Bibliothek und eine Neuerscheinungsliste mit Suchmaschine. Des weiteren eine sehr übersichtlich gestaltete, umfangreiche, internationale Linkliste.

<http://www.izew.uni-tuebingen.de>

Thematisch geordnete Publikationen des IZEW und eine Linkliste mit Adressen anderer Forschungseinrichtungen, die sich mit ethischen Fragen beschäftigen. Außerdem die Möglichkeit, zwei elektronische Newsletter zu ordern.

<http://www.genethik.de/cloning.htm>

Beitrag zum Thema „Klonen von Menschen“ (engl.). Auf der Homepage Links zu den Seiten wissenschaftlicher Magazine und Organisationen, weitere Beiträge zur Gentechnologie und speziell zum Thema „Genethik“.

<http://www.lifescience.de>

Enthält Pressespiegel und Beiträge zum Thema „Biotechnologie“ allgemein sowie spezielle Seite zum Thema Klonierung mit inhaltlichen Beiträgen und einem Diskussionsforum.

<http://www.ta-net-bw.de/>

Portal zur TA-Forschungslandschaft Baden-Württemberg. Für das Thema einschlägig ist die Linkliste deutscher, europäischer und internationaler TA-Einrichtungen. Das Thema Klonierung ist nicht als Stichwort suchbar. Diesbezüglich fruchtbar ist aber die Suche über das Stichwort Biotechnologie, bzw. Gentechnik.

<http://www.dhgp.de>

Informationen zu Organisation und Arbeit des Deutschen Humangenom-Projekts. Außerdem Pressemitteilungen und Publikationen sowie Beiträge speziell zur ethischen Dimension des Themas.

<http://www.biologe.de/>

Viele Beiträge und aktuelle Meldungen zum breiten Themenfeld Biotechnologie. Eine interne Schlagwort-Suchmaschine und eine Sitemap („navigation“-Icon) erleichtern die Orientierung. Weitere Features: Buchempfehlung, Linkkatalog und diverse Diskussionsforen.

<http://www.unesco.org/ibc/>

Links zu internationalen Organisationen sowie wissenschaftliche Beiträge, die sich v.a. unter ethischen Gesichtspunkten mit dem Thema auseinandersetzen.

<http://www.cordis.lu/elsa/>

wissenschaftliche Beiträge zum Thema Genetik. Unter dem Feature „Publications“ Zugang zur Cordis-Datenbank (Fair publications).

<http://www.clickfish.com/clickfish/guidearea/wissenbildung/biologie/gentechnik/klonen#>

Kurze Einführung zum Thema „Klonierung“ und Links zu wissenschaftlichen Berichten. Unter dem Feature „Toplinks“ Adressen von Institutionen und Online-Journals.

<http://www.heise.de/tp/deutsch/special/klon/default.html>

Texte und Meldungen zum Thema Klonierung mit Diskussionsforum zu den jeweiligen Texten.

<http://de.fc.yahoo.com/k/klonen.html>

Agenturmeldungen und exemplarische Medienbeiträge speziell zum Thema Klonierung.

<http://www.dfg.de/aktuell/download/klonen97.html>

DFG-Pressedokumentation zum Thema „Klonierung beim Menschen“ aus dem Jahr 1997. Über die Homepage des DFG Zugang zu einem detaillierten „Link-Katalog“ mit Links zu Forschungseinrichtungen und politischen Institutionen, die mit Forschung und Wissenschaft befaßt sind.

<http://anu.theologie.uni-halle.de/ST/Tanner>

Publikationen von Prof. Dr. K. Tanner und eine übersichtlich gestaltete, systematisch geordnete, umfangreiche Linkliste zum Thema „Ethische Ressourcen im Netz“.

Aus aktuellem Anlass sind derzeit (Frühjahr 2001) auf den Seiten einiger überregionaler deutscher Tageszeitungen und Zeitschriften Beiträge zum Thema zu finden. Exemplarisch seien hier das Top-Thema der Süddeutschen Zeitung „Menschen klonen“ (<http://www.sueddeutsche.de>) und die Zeit-Debatte – auch zu anderen Themen – (<http://www.diezeit.de>) genannt.

Auch das Bundesministerium für Gesundheit (<http://www.bmggesundheits.de/themen/gen/gen.htm>) hat einen Beitrag speziell zum Thema „Humangenetik“ auf seiner Homepage eingerichtet.

4.5 Klonen im öffentlichen Meinungsbild

4.5.1 Stellungnahmen gesellschaftlicher Gruppen

4.5.1.1 Kirchen

In einer im Juni 2000 von der Deutschen Bischofskonferenz veröffentlichten Stellungnahme wird zwischen dem Klonen von Tieren und dem Klonen von Menschen unterschieden.

Gegen das Klonen von Tieren spricht sich die katholische Kirche nicht von vornherein aus, allerdings wird die Berücksichtigung ethischer Aspekte, die neben ethischen Forderungen im Umgang mit Tieren auch eine Technikfolgenabschätzung im Rahmen einer Chancen-Risiko-Analyse impliziert, gefordert. Eine Form des Klonens von Tieren, die zu einer Veränderung der ganzen Art führen würde, wird mit dem Hinweis auf den Erhalt der Artenvielfalt und mögliche Störungen des ökologischen Gleichgewichts abgelehnt. Gegen die Anwendung von Klonierungstechniken beim Menschen spricht sich die Deutsche Bischofskonferenz grundsätzlich aus, wobei hinsichtlich der ethischen Bewertung nicht zwischen reproduktivem und therapeutischem Klonen unterschieden wird. Der Vorsitzende der Deutschen Bischofskonferenz, Kardinal Karl Lehmann, bezeichnet Klonierungsversuche mit menschlichen Embryonen als „fundamentale Bedrohung der geschichtlichen und personalen Einmaligkeit des Menschen“ und fordert ein internationales Verbot solcher Versuche. Insbesondere das reproduktive Klonen wird mit dem Verweis auf die Machbarkeit eines Menschen nach dem Bild eines anderen und dem daraus resultierenden Identitätsverlust strikt abgelehnt.

In einer Pressemitteilung der Evangelischen Kirche in Deutschland (EKD) im April 1997 fordert auch die EKD eine rechtsverbindliche Vereinbarung, die das Klonen von Menschen eindeutig verbietet. Der Ratsvorsitzende der EKD, Präses Manfred Kock, lehnt in einer weiteren Pressemitteilung anlässlich der Entscheidung des britischen Unterhauses über die Zulassung der Klonierung menschlicher Embryonen zu therapeutischen Zwecken das therapeutische Klonen ab, da das Tötungsverbot missachtet und die Würde des menschlichen Lebens in Frage gestellt werde. Als mögliche Alternative wird die Verwendung adulter Stammzellen genannt.

4.5.1.2 Verband Forschender Arzneimittelhersteller (VFA)

Anlässlich der aktuellen Debatte über die Möglichkeiten des therapeutischen Klonens hat der VFA am 18. August 2000 eine Pressemitteilung veröffentlicht, in der die bisherige Position des Verbandes gegen das „Klonen menschlicher Individuen“ bekräftigt wird. Allerdings wird die Notwendigkeit, über Chancen und Risiken neuer medizinischer Forschungs- und Anwendungsgebiete zu diskutieren, hervorgehoben. In diesem Zusammenhang wird die Einsetzung der Bundestags-Enquête-Kommission „Recht und Ethik in der modernen Medizin“ begrüßt. Mit Verweis auf neuere Forschungen im Bereich „adulte Stammzellen“ wird die Wissenschaft aufgefordert, die Möglichkeiten neuer Techniken zu erforschen.

4.5.1.3 Bundesärztekammer

Der Präsident der Bundesärztekammer Prof. Dr. Jörg-Dietrich Hoppe bezeichnet in einer Stellungnahme zum therapeutischen Klonen die Initiative des britischen Parlaments zur Legalisierung des therapeutischen Klonens als ethisch bedenklich und warnt vor vorschnellen Änderungen des deutschen Embryonenschutzgesetzes. Es solle zunächst geklärt werden, ob nicht auch mit körpereigenen adulten Stammzellen neue Therapien für bislang unheilbare Krankheiten entwickelt werden können. Darüber hinaus habe das Klonen von Embryonen erhebliche Auswirkungen auf unser Verständnis von Menschenwürde und schützenswertem Leben, da beim sogenannten „therapeutischen Klonen“ Embryonen verbraucht würden. Aus ärztlicher Sicht beginne der Mensch mit der Verschmelzung der Keimzellen. Daher sei das therapeutische Klonen mit Embryonen nichts anderes als „der Verbrauch ganz junger Menschen“. Dies bedeute einen „Sieg des Kommerz über ethische Grundsätze“.

(Quelle: http://www.bundesaerztekammer.de/standardFrameset/index.html?/Homepage/baek aktuell/01_aktumeld/Therklonen.html)

4.5.2 Wissensstand und Standpunkte in der Gesellschaft allgemein

4.5.2.1 Wissensstand

Eine von Emnid 1997 im Auftrag von „Bild der Wissenschaft“ durchgeführte Umfrage ergibt, daß nur 44 Prozent der befragten Personen wissen, was der Begriff „Klonen“ bedeutet. 30 Prozent geben eine in die richtige Richtung gehende Antwort (Einordnung des Begriffs in die Bereiche Genforschung, Genmanipulation oder künstliche Befruchtung), 20 Prozent der Befragten stufen sich als „unwissend“ ein.

Der Wissensstand hinsichtlich des Themas ist offensichtlich v.a. im Zusammenhang mit zwei Faktoren zu betrachten. Erstens scheint das Alter der befragten Personen eine Rolle zu spielen: Die Hälfte der unter 40-jährigen gibt die richtige Antwort, während es bei den über 60-jährigen weniger als ein Drittel ist. Zweitens ist bezüglich des Wissensstandes der Bildungsgrad relevant: 60 Prozent der Befragten mit Abitur oder Hochschulabschluss geben die richtige Erklärung, bei den Hauptschulabsolventen ohne Lehre sind es 25 Prozent. Hinsichtlich des Geschlechterunterschieds ist eine vergleichsweise geringe Differenz festzustellen: 47 Prozent der Männer und 41 Prozent der Frauen geben die richtige Antwort.

4.5.2.2 Standpunkte – reproduktives Klonen

Die Fragen dieser Umfrage (s. 2.1) beziehen sich in erster Linie auf das reproduktive Klonen. 97 Prozent der Befragten verneinen die Frage, ob sie einen Menschen kopieren wollen, die Ablehnung ist bei männlichen und weiblichen Befragten gleich groß. Differenzen sind hinsichtlich Bildungsgrad und Alter der Befragten festzustellen (vgl. 2.1). Die Ablehnung gegen das reproduktive Klonen ist bei den jüngeren Personen geringer: fünf Prozent der 14- bis 29-jährigen im Vergleich zu ein Prozent der 40- bis 59-jährigen würden einen Menschen duplizieren lassen. Ebenfalls relevant bezüglich des Standpunkts zum reproduktiven Klonen ist offensichtlich der Bildungsgrad: Während sich lediglich zwei bis drei Prozent der Befragten mit Abitur oder Realschulabschluss für das reproduktive Klonen aussprechen, äußern fast acht Prozent der Hauptschulabsolventen die Bereitschaft, einen Menschen klonen zu lassen.

Hinsichtlich der Ängste innerhalb der Bevölkerung bezüglich des Themas „reproduktives Klonen“ ist eine neuere Emnid-Umfrage aufschlussreich. 41 Prozent der Befragten äußern die Befürchtung, daß im Zuge fortschreitender medizinischer Forschung (Forschung an embryonalen Stammzellen und therapeutisches Klonen) auch das Klonen ganzer Menschen realisiert werden könnte, 56 Prozent hingegen vertrauen darauf, daß mit Hilfe von Politik und Gesellschaft die Anwendung von Klonierungstechniken auf den therapeutischen Bereich beschränkt werden kann.

4.5.2.3 Standpunkte – therapeutisches Klonen

Im Zusammenhang mit der zunehmenden Diskussion um die Forschung an embryonalen Stammzellen sowie der damit verbundenen Möglichkeit des „therapeutischen Klonens“ führte Emnid 2001 im Auftrag von n-tv eine Umfrage durch. Als Ergebnis ist festzuhalten, daß 35 Prozent der befragten Personen die Forschung an embryonalen Stammzellen und die damit verbundene Möglichkeit des therapeutischen Klonens positiv bewerten, 64 Prozent hingegen lehnen dies mit der Begründung ab, Forschung und Anwendung auf diesem Gebiet seien unmoralisch. Weiterhin beginnt menschliches Leben für 59 Prozent der Befragten bereits mit der Verschmelzung von Ei- und Samenzelle, für 38 Prozent jedoch erst, wenn der Mensch Gestalt angenommen hat.

In einer von der Bundesregierung in Auftrag gegebenen Umfrage zu der rechtlichen Handhabung des therapeutischen Klonens fordern 61 Prozent der Befragten ein Verbot, da das therapeutische Klonen die Menschenwürde verletze. Vier Prozent sind für ein Verbot, zumindest bis mögliche Alternativen erforscht sind. Für die Freigabe des therapeutischen Klonens sprechen sich acht Prozent der befragten Personen aus, 25 Prozent befürworten die Anwendung nur unter strengen staatlichen Auflagen und knüpfen ihre Zustimmung an die Bedingung, daß die Forschung ihre Ergebnisse veröffentlichen muß und zudem keine privaten Patente auf Forschungsergebnisse vergeben werden dürfen.

4.5.2.4 Biotechnologie und Klonen in den Augen der europäischen Öffentlichkeit – Eurobarometer 52.1

Diese Eurobarometer-Erhebung wurde Ende 1999 im Auftrag der Generaldirektion Forschung der Europäischen Kommission in allen EU-Mitgliedstaaten durchgeführt. Insgesamt wurden 16.082 Personen älter als 15 Jahre befragt.

Auf die Frage, woran sie bei der Biotechnologie einschließlich Gentechnik denken, erklären 43 Prozent der Europäer „Klonen von Tieren und Menschen“. Diese Assoziation betrifft in erster Linie Personen zwischen 15 und 54 Jahren (47 Prozent), vor allem Führungskräfte und Studenten (je 55 Prozent). Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang der Unterschied zwischen den einzelnen EU-Staaten: 87 Prozent der dänischen, 82 Prozent der schwedischen und 81 Prozent der italienischen Befragten antworten mit „Klonen von Tieren und Menschen“, jedoch vergleichsweise wenige portugiesische (15 Prozent) und britische (16 Prozent) Bürger.

Hinsichtlich der Meinung zu dem Themenbereich „Klonen von Tieren und Menschen“ antworteten die befragten Personen im Rahmen einer Skala von 3 Punkten (positive Meinung - 3, neutrale Meinung - 2, negative Meinung - 1). Der gesamteuropäische Durchschnitt liegt mit 1.61 Punkten eher im negativen Bewertungsbereich, vor allem in Frankreich (1.37), Griechenland (1.42) und Großbritannien (1.42). Vergleichsweise neutral sind die durchschnittlichen Meinungen in Italien und Schweden (je 1.82) sowie in Dänemark und den Niederlanden (je 1.75). Die Meinung der deutschen Bevölkerung liegt bei 1.47 Punkten (1.45 in den alten Bundesländern). Diesbezüglich interessant ist die Tatsache, dass kein nationaler Durchschnitt die „2“-Marke erreicht.

Die eher negative Meinung zu dem Thema Klonen innerhalb der europäischen Bevölkerung wird durch die Bewertung positiver und negativer Aussagen über das „Klonen von Tieren und Menschen“ (13 Aussagen waren auf einer Skala von 1-5 zu bewerten) bestätigt: So erhält die Aussage „Selbst wenn das Klonen von Tieren Vorteile hat, ist es zutiefst widernatürlich“ mit 4.24 Punkten die größte Zustimmung, eher ablehnend wird hingegen die Aussage „Das Klonen von Tieren ist mit keinerlei Gefahren für die kommenden Generationen verbunden“ beurteilt. Innerhalb dieses komplexen Fragebereichs schwankt die Bewertung der Aussagen nach soziokulturellen Kategorien und Altersgruppen, die ablehnende Meinung der weiblichen Bevölkerung ist jedoch durchschnittlich größer als die des männlichen Bevölkerungsteils.

4.5.3 Gentechnik – Wissensstand und Standpunkte bei Jugendlichen

4.5.3.1 Wissensstand

Als Ergebnis einer repräsentativen Umfrage bei 12- bis 17-jährigen, die vom Bundesverband der Pharmazeutischen Industrie (BPI) in Auftrag gegeben und am 12. April 1999 vorgestellt wurde, ist festzuhalten, dass die wichtigste Informationsquelle für Jugendliche zu dem Thema Gen- und Biotechnik das Fernsehen ist (67 Prozent). An zweiter Stelle folgt der Unterricht an Schulen (45 Prozent), den dritten und vierten Rang nehmen die Lektüre von Zeitungen und Zeitschriften (44 Prozent) und Informationen durch die Eltern (o.A.) ein. Hinsichtlich des Unterrichts an Schulen liegt der Anteil der jüngeren Schüler (12- bis 14-jährig) bei nur 32 Prozent, wobei auf Unterschiede bezüglich der Schulform hinzuweisen ist: 49 Prozent der Realschüler erhalten Informationen zu dieser Thematik, gefolgt von Gymnasiasten (48 Prozent) und Hauptschülern (37 Prozent). Ferner wird in weiterführenden Schulen der Bereich Gentechnik vor allem in den Fächern Biologie, Religion und Gemeinschaftskunde thematisiert, wobei nach Angaben des Dekans des Fachbereichs Biologie der TU Darmstadt, Prof. Hans Günter Gassen, der naturwissenschaftliche Fachunterricht eine bessere Wissensgrundlage vermittelt. Eine weitere Umfrage, in der die Bildungsfaktoren von Einstellungen gegenüber der Gentechnik bei älteren Schülern (Sekundarstufe 2, Berufsschulen, Fachschulen für das Ernährungswesen) untersucht wurden, ergab, daß insgesamt 48 Prozent der befragten Schüler das Thema Gentechnik schon einmal im Unterricht behandelt haben. Dieser Anteil bezieht seine Informationen zum größten Teil aus dem Religionsunterricht (31 Prozent) sowie aus dem Biologieunterricht (27 Prozent); in allen anderen Fächern ist der Bereich Gentechnik eher selten Unterrichtsgegenstand (unter 10 Prozent). Hinsichtlich der Kompetenz in diesem Bereich bewerten die befragten Schüler die Lehrer der Fächer Biologie/Chemie (69,5 Prozent) höher als die der Sozialkunde- und Religionslehrer (41,4 Prozent).

4.5.3.2 Standpunkte

Im Rahmen der erstgenannten Studie ist festzustellen, dass Jugendliche die Gentechnik grundsätzlich weder befürworten noch ablehnen: Zwar befürworten 79 Prozent der Befragten den durch die Anwendung verschiedener Gen- und Biotechniken möglichen medizinischen Fortschritt, 77 Prozent zeigen sich jedoch auch skeptisch. Meinungsbildende Faktoren seien, so Prof. Hans Günter Gassen, die Art des Schulunterrichts sowie der Grad der persönlichen Betroffenheit.

Die Ambivalenz in der Bewertung der Gentechnik und ihrer Anwendungen kommt auch in der Umfrage Kecks zum Ausdruck. So schätzen 8,4 Prozent der Schüler die Gentechnik „eher als Segen“ ein, 18,6 Prozent sehen in ihr „eher einen Fluch“. 58,4 Prozent bewerten die Gentechnik „gleichermaßen als Segen und als Fluch“, 14,6 Prozent entscheiden sich für „weder noch“. In diesem Zusammenhang ist auf die prägnant unterschiedliche Bewertung von männlichen und weiblichen Befragten hinzuweisen: Die positive Bewertung der Gentechnik kommt bei den männlichen Befragten etwa dreimal häufiger vor. Auch eine Differenzierung hinsichtlich der Anwendungsgebiete ist erkennbar: Gentherapeutische Anwendungen zur Behandlung von Krankheiten werden befürwortet (88 Prozent), wohingegen die Anwendung an Tieren abgelehnt wird (80 Prozent).

Die Fragen der Bio- und Gentechnologie haben in der Arbeit der TA-Akademie seit ihrer Gründung 1992 einen wichtigen Schwerpunkt gebildet. Hier eine Auswahl der bisher erschienenen Publikationen:

Schell, T. von; Mohr, H. (Hrsg.): Biotechnologie – Gentechnik. Eine Chance für neue Industrien. Berlin; Heidelberg; New York, 1994 (Springer). ISBN 3-540-58651-2

Jaeckel, G.; Hüsing, B.; Straub, E.; Reiß, T.: Analyse der baden-württembergischen FuE-Strukturen und Potentiale in der Biotechnologie. Studie des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) Karlsruhe im Auftrag der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg (Endbericht). Stuttgart, 1994. (Arbeitsbericht Nr. 40 der Akademie für Technikfolgenabschätzung). ISBN 3-930241-41-2

Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg (Hrsg.): Bürgergutachten. Biotechnologie/Gentechnik – eine Chance für die Zukunft?. Stuttgart, 1995. ISBN 3-930241-52-X

Kochte-Clemens, B.; Schell, T. von (Hrsg.): Werkstattgespräch „Nachwachsende Rohstoffe und moderne Biotechnologie“. Stuttgart, 1995. (Diskursbericht Nr. 4 der Akademie für Technikfolgenabschätzung).

Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg (Hrsg.): Dokumentation zum Bürgergutachten: Biotechnologie/Gentechnik – eine Chance für die Zukunft?. Stuttgart, 1996 (Bürgergutachten der Akademie für Technikfolgenabschätzung). ISBN 3-930241-59-5

Hettinger, G.: Grünes Gold der Zukunft?! Biotechnologie in der Pflanzenproduktion. Stuttgart, 1996. (Materialien der Akademie für Technikfolgenabschätzung). (Im Internet abrufbar)

Schallies, M.; Wellensiek, A.: Biotechnologie / Gentechnik. Implikationen für das Bildungswesen. Stuttgart, 1995. (Arbeitsbericht Nr. 46 der Akademie für Technikfolgenabschätzung). ISBN 3-930241-48-X

Tsui Auch, L. S.: Biotechnology Development in Asia. Stuttgart, 1997. (Arbeitsbericht Nr. 84 der Akademie für Technikfolgenabschätzung). ISBN 3-932013-07-7

Hampel, J.; Keck, G.; Peters, H. P.; Pfenning, U.; Renn, O.; Ruhrmann, G.; Schenk, M.; Schütz, H.; Sonje, D.; Stegat, B.; Urban, D.; Wiedemann,

P. M.; Zwick, M. M.: Einstellungen zur Gentechnik. Tabellenband zum Biotech-Survey des Forschungsverbands „Chancen und Risiken der Gentechnik aus Sicht der Öffentlichkeit“. Stuttgart, 1997. (Arbeitsbericht Nr. 87 der Akademie für Technikfolgenabschätzung). ISBN 3-932013-10-7

Knorr, C.; v. Schell, T. (Hrsg.): Mikrobieller Schadstoffabbau – ein interdisziplinärer Ansatz. Wiesbaden, 1997 (Vieweg-Verlag). ISBN 3-528-06596-6

Hampel, J.; Pfenning, U.: Biotechnology and Public Perception of Technology. The German Case. Stuttgart, 1998. (Arbeitsbericht Nr. 99 der Akademie für Technikfolgenabschätzung). ISBN 3-932013-24-7. (Im Internet abrufbar)

Hampel, J.; Renn, O. (Hrsg.): Kurzfassungen Chancen und Risiken der Gentechnik aus Sicht der Öffentlichkeit. Stuttgart, 1998 (Ergebnisse der Akademie für Technikfolgenabschätzung). (Im Internet abrufbar)

Hampel, J., Renn, O. (Hrsg.): Gentechnik in der Öffentlichkeit. Wahrnehmung und Bewertung einer umstrittenen Technologie. Frankfurt/New York 1999 (Campus). ISBN 3-593-36348-8.

Müller, A.; Dietrich, J.; Hellwig, F.-T. (Hrsg.): Gentechnologie bei Pflanzen. Herausforderungen für den Schulunterricht. Stuttgart, 1999 (Materialien der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg). ISBN 3-932013-66-2. (Im Internet abrufbar)

Schallies, M.; Wachlin, K. D. (Hrsg.): Biotechnologie und Gentechnik. Neue Technologien verstehen und beurteilen. Berlin; Heidelberg; New York, 1999 (Springer). ISBN 3-540-65140-3

Hampel, J.: Die europäische Öffentlichkeit und die Gentechnik. Einstellungen zur Gentechnik im internationalen Vergleich. Stuttgart, 2000. (Arbeitsbericht Nr. 111 der Akademie für Technikfolgenabschätzung). ISBN 3-932013-37-9. (Im Internet abrufbar)

Schell, T. von; Seltz, R. (Hrsg.): Inszenierungen zur Gentechnik. Konflikte, Kommunikation und Kommerz. Wiesbaden, 2000 (Westdeutscher). ISBN 3-531-13536-8