

1. Einleitung	1
2. Mögliche künftige Anwendungsgebiete menschlicher Stammzellen	5
2.1 Einführung	5
2.2 Zellmaterial für Zelltherapien	5
2.2.1 Grundlagen	5
2.2.2 Stammzellen des Blut bildenden Systems (Hämatopoetisches System)	7
2.2.3 Diabetes mellitus	8
2.2.4 Erkrankungen des Nervensystems	9
2.2.5 Herzerkrankungen	10
2.3 Zellmaterial für regenerative Systeme, Tissue Engineering	11
2.4 Zelldifferenzierungsmechanismen	12
2.5 Embryotoxikologie	13
2.6 Modellsysteme zur Entwicklung von neuen Medikamenten und für Toxikologieuntersuchungen	13
2.7 Modellsystem zur Funktionsaufklärung von Genen	14
2.8 Vor- und Nachteile von menschlichen embryonalen Stammzellen im Vergleich zu herkömmlichen Zelltherapien und -modellen	15
3. Begriffliche Klärungen und Definitionen	17
3.1 Normale Entwicklung eines menschlichen Individuums von der Befruchtung im Mutterleib bis zur Geburt	17
3.1.1 1. Woche: von Eisprung und Befruchtung bis zur beginnenden Einnistung in der Gebärmutter	18
3.1.2 2. Woche: Abschluss der Einnistung und Ausbildung der Keimscheibe	20
3.1.3 3. Woche: Gastrulation; Ausbildung der drei Keimblätter	21
3.1.4 4.-8. Woche: Anlage aller Organsysteme und Ausbildung der Körperform	21

3.1.5	9.-38. Woche: Größenwachstum und Ausreifung der Organsysteme bis zur Geburt	22
3.2	Definitionen und Begriffe.....	24
3.2.1	Embryo und Fetus.....	24
3.2.2	Stammzellen	27
3.2.2.1	Allgemeines	27
3.2.2.2	Embryonale und adulte Stammzellen	27
3.2.3	Potenzialität: Totipotenz, Pluripotenz, Multipotenz, Unipotenz.....	29
4.	Gewinnung und Eigenschaften menschlicher Stammzellen	31
4.1	Übersicht über die unterschiedlichen Möglichkeiten der Gewinnung von Stammzellen.....	31
4.2	Embryonale Stammzellen aus Blastocysten (ES-Zellen)	32
4.2.1	Verfahren der Gewinnung von ES-Zellen	32
4.2.2	Eigenschaften von ES-Zellen	36
4.2.2.1	Teilungs- und Vermehrungsfähigkeit von ES-Zellen.....	38
4.2.2.2	Differenzierungspotenzial von ES-Zellen, Pluripotenz.....	39
4.2.2.3	Differenzierung von humanen ES-Zellen.....	40
4.3	Embryonale Stammzellen aus Blastocysten, die durch Zellkerntransfer erzeugt wurden ("Therapeutisches Klonen" zur Gewinnung von ntES-Zellen)	41
4.3.1	Verfahren der Gewinnung von nt-ES-Zellen.....	41
4.3.2	Offene Fragen in Bezug auf ntES-Zellen	44
4.4	Embryonale Stammzellen (EG-Zellen) aus primordialen Keimzellen abortierten Embryonen oder Feten.....	47
4.4.1	Verfahren der Gewinnung von EG-Zellen	47
4.4.2	Eigenschaften von EG-Zellen.....	47
4.5	Weitere Möglichkeiten zur Gewinnung embryonaler Stammzellen	49

4.6	Adulte Stammzellen	50
4.6.1	Verfahren zur Gewinnung adulter Stammzellen	51
4.6.1.1	Allgemeines	51
4.6.1.2	Gewinnung Blut bildender Stammzellen.....	52
4.6.1.3	Gewinnung von Blut bildenden Stammzellen aus Nabelschnurblut (neonatale Stammzellen).....	53
4.6.1.4	Gewinnung von adulten Stammzellen aus abortierten Embryonen und Feten (fetale Stammzellen)	53
4.6.1.5	Gewinnung und Charakterisierung adulter Stammzellen am Beispiel des Nervensystems	54
4.6.2	Eigenschaften von adulten Stammzellen	55
4.6.2.1	Teilungsfähigkeit	55
4.6.2.2	Gewebespezifische Differenzierungsfähigkeit, Uni- und Multipotenz.....	56
4.6.2.3	Untersuchungsmethoden zur Charakterisierung des Differenzierungsverhaltens von adulten Stammzellen	56
4.6.2.4	Plastizität, Transdifferenzierung.....	57
4.6.2.5	Sich wandelnde Auffassung von adulten Stammzellen: zelluläre Einheit oder Funktion	61
4.6.3	Bewertung der Eigenschaften adulter Stammzellen im Hinblick auf therapeutische Anwendungen.....	62
4.7	Zusammenfassung	63
5.	Nutzung menschlicher Stammzellen für Zelltherapien	69
5.1	Einleitung.....	69
5.2	Voraussetzungen für die Nutzung von menschlichen Stammzellen in der Zelltherapie.....	69
5.2.1	Zeithorizonte.....	69
5.2.2	Ausführliche Charakterisierung der zu verwendenden Zellen	70
5.2.3	Sicherheitsanforderungen für die Kultur von Zellen für therapeutische Zwecke	71
5.2.4	Untersuchungen im Tiermodell.....	72
5.2.5	Zusammenfassung und Ausblick.....	74

5.3	Diabetes mellitus	75
5.3.1	Krankheitsbild und Therapieansätze	75
5.3.2	Allogene Pankreas- und Inselzelltransplantation	76
5.3.3	Gewinnung von Zellmaterial für Transplantationen mit Hilfe von Zellkulturen	77
5.3.3.1	Gewinnung von Insulin produzierenden Zellen aus adultem Gewebe	77
5.3.3.2	Gewinnung von Insulin produzierenden Zellen aus embryonalen Stammzellen	78
5.3.4	Zusammenfassung und Ausblick	79
5.4	Erkrankungen und Schädigungen des Zentralnervensystems	80
5.4.1	Parkinson'sche Krankheit	81
5.4.1.1	Krankheitsbild und bisherige Therapie	81
5.4.1.2	Transplantation von fetalen Zellen	81
5.4.1.3	Transplantation embryonaler Stammzellen	83
5.4.1.4	Stimulation adulter Stammzellen	84
5.4.2	Alzheimer'sche Krankheit	84
5.4.3	Multiple Sklerose	85
5.4.4	Querschnittslähmung	86
5.4.5	Zusammenfassung und Ausblick	87
5.5	Koronare Herzerkrankungen	88
5.5.1	Adulte Stammzellen	88
5.5.1.1	Untersuchungen im Tiermodell	88
5.5.1.2	Untersuchungen am Menschen	90
5.5.2	Differenzierung von humanen embryonalen Stammzellen zu Herzmuskelzellen in Kultur	90
5.5.3	Zusammenfassung und Ausblick	90
5.6	Autoimmunerkrankungen	91
5.6.1	Blutstammzelltherapie zur Behandlung von Autoimmunerkrankungen	92
5.6.2	Einsatzmöglichkeiten für embryonale Stammzellen	93
5.6.3	Zusammenfassung und Ausblick	94

5.7	Mögliche künftige gesundheitspolitische und gesundheitsökonomische Relevanz von allfälligen stammzellbasierten Therapien	94
5.7.1	Übersicht.....	94
5.7.2	Leukämie	96
5.7.3	Diabetes mellitus	97
5.7.4	Erkrankungen des Nervensystems.....	98
5.7.4.1	Parkinson'sche Krankheit	98
5.7.4.2	Multiple Sklerose.....	98
5.7.4.3	Huntington'sche Krankheit	99
5.7.4.4	Alzheimer'sche Krankheit.....	99
5.7.4.5	Markt für Therapeutika des zentralen Nervensystems	100
5.7.5	Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Herzinfarkt, Schlaganfall.....	101
5.7.6	Zusammenfassung	104
5.8	Zusammenfassung	105
6.	Wirtschaftliche Aspekte.....	109
6.1	Unternehmen mit Aktivitäten mit Relevanz für menschliche Stammzellen	109
6.1.1	Unternehmen, die sich aktiv mit menschlichen Stammzellen beschäftigen	110
6.1.2	Unternehmen mit Geschäftsziel Zelltherapien	113
6.1.3	Akteure in der Schweiz.....	115
6.2	Marktschätzungen zu Stammzellen	117
6.3	Einflussfaktoren für die kommerzielle Nutzung von humanen Stammzellen.....	118
6.3.1	Medizinisch-naturwissenschaftlicher Erkenntnisfortschritt	118
6.3.2	Patentierung	119
6.3.3	Verfügbarkeit von und Zugangsbedingungen zu menschlichen embryonalen Stammzellen	119
6.3.4	Umsetzung von Forschungsergebnissen in marktfähige Produkte, klinische Prüfungen und Zulassungsverfahren	121

6.4	Zusammenfassung	122
7.	Ethische Aspekte der Gewinnung und Verwendung menschlicher embryonaler Stammzellen	123
7.1	Untersuchungsgegenstand und ethisch-methodische Vorüberlegungen	123
7.1.1	Zum Gegenstand der ethischen Betrachtung	123
7.1.2	Ziele der embryonalen Stammzellforschung	124
7.1.3	Ethisch-methodische Vorüberlegungen	125
7.1.4	Gliederung	127
7.2	Ethische Aspekte der Gewinnung embryonaler Stammzellen	128
7.2.1	Zur Frage des biologischen und moralischen Status von embryonalen Stammzellen	128
7.2.2	Möglichkeiten der Gewinnung embryonaler Stammzellen und ihre ethischen Probleme	130
7.2.2.1	Der moralische Status des Embryos	132
7.2.2.1.1	Grundpositionen bei der Bestimmung des moralischen Status des Embryos	132
7.2.2.1.2	Der moralische Status des extrakorporalen Embryos	138
7.2.2.1.3	Der moralische Status von Embryonen, die nach der "Dolly-Methode" erzeugt wurden	141
7.2.3	Ethische Aspekte der Erzeugung von Embryonen zur Gewinnung von embryonalen Stammzellen	143
7.2.4	Ethische Aspekte der Gewinnung von embryonalen Stammzellen aus "überzähligen" Embryonen	146
7.2.5	Ethische Aspekte des Imports embryonaler Stammzellen	152
7.3	Spezielle ethische Probleme im Zusammenhang mit der Anwendung der ES-Zelltechnologie	156
7.3.1	Methode der Kultivierung der Stammzellen	156
7.3.2	Art der aus embryonalen Stammzellen gezüchteten Zellen, Gewebe und Organe	156
7.3.3	Ort der Züchtung	159

7.3.4	Mögliche Auswirkungen der Forschung an embryonalen Stammzellen und der Einführung der embryonalen Stammzelltechnologie in die medizinische Praxis	159
7.3.5	Mögliche Auswirkungen auf Gesellschaft und Menschenbild.....	161
7.4	Ethische Aspekte der Gewinnung und Verwendung von EG-Zellen aus abortierten Embryonen und Feten	162
7.4.1	Freie und aufgeklärte Zustimmung der Mutter.....	164
7.4.2	Unabhängigkeit von Schwangerschaftsabbruch und späterer Verwendung.....	165
7.4.3	Konsequenzen für das Frauenbild und das Bild des Embryos und Fetus	168
7.4.4	Zur Frage der Geeignetheit embryonaler Keimzellen für therapeutische Zwecke	168
7.4.5	Zusammenfassung	169
7.5	Diskussionsergebnis	169
8.	Rechtsfragen der Arbeiten mit menschlichen Stammzellen.....	171
8.1	Zur Grundlage.....	171
8.2	Umgang mit abgetriebenen oder abgegangenen Embryonen und Feten <i>ex vivo</i>	173
8.3	Allgemeine Bemerkungen zum Umgang mit so genannten "überzähligen" Embryonen.....	175
8.4	Verbot der Erzeugung und der Aufzucht von Embryonen <i>in vitro</i> und <i>in vivo</i> zu Forschungszwecken.....	179
8.5	Die umstrittene Forschung an Embryonen	179
8.6	Verbot des Klonens	186
8.7	Gewinnung menschlicher Stammzellen	189
8.8	Offene Fragen der Forschung an und der Verwendung von Stammzellen	192

9. Politikorientierte Zusammenfassung.....	195
10. Literatur	205