

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Mögliche künftige Anwendungsgebiete menschlicher Stammzellen .....</b>	<b>5</b>
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
<b>3. Begriffliche Klärungen und Definitionen.....</b>	<b>17</b>
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
<b>4.</b>	<b>Gewinnung und Eigenschaften menschlicher Stammzellen .....</b>	<b>31</b>
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

<b>4.6</b>	<b>Adulte Stammzellen .....</b>	<b>50</b>
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
<b>5.</b>	<b>Nutzung menschlicher Stammzellen für Zelltherapien .....</b>	<b>69</b>
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.	<b>Wirtschaftliche Aspekte .....</b>	<b>109</b>
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
<b>7.</b>	<b>Ethische Aspekte der Gewinnung und Verwendung menschlicher embryonaler Stammzellen .....</b>	<b>123</b>
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
<b>8.</b>	<b>Rechtsfragen der Arbeiten mit menschlichen Stammzellen.....</b>	<b>171</b>
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

<b>9. Politikorientierte Zusammenfassung.....</b>	<b>195</b>
<b>10. Literatur .....</b>	<b>205</b>