

# Inhalt

Vorwort . . . . .	13
Einleitung . . . . .	15
<b>I. Naturwissenschaftliche Grundlagen</b> <i>(Thomas Heinemann)</i> . . . . .	<b>19</b>
1. <b>Das Begriffskonzept der Stammzelle</b> . . . . .	<b>21</b>
1.1 Entwicklungspotential und Differenzierungspotential von Zellen . . . . .	21
1.2 Hierarchie des Entwicklungspotentials von Zellen . . . . .	22
1.3 Die Bestimmung des embryonalen Entwicklungs- und Differenzierungspotentials mittels molekularer Marker . . . . .	23
1.4 Das Konzept der Stammzelle . . . . .	24
1.5 Das Konzept der Stammzell-Nische . . . . .	26
1.6 Das Konzept der »Unsterblichkeit« von Stammzellen . . . . .	27
1.7 Definitionskriterien für embryonale Stammzelllinien . . . . .	28
2. <b>Gewinnung und Kultivierung von embryonalen Stammzellen</b> . . . . .	<b>30</b>
2.1 Kultivierte embryonale Karzinomzellen (EC-Zellen) . . . . .	30
2.2 Kultivierte embryonale Keimzellen (EG-Zellen) . . . . .	32
2.3 Embryonale Stammzellen aus dem Embryoblasten einer Blastozyste (ES-Zellen) . . . . .	34
2.3.1 ES-Zellen von verschiedenen Tierspezies – Gewinnung und Eigenschaften . . . . .	34

2.3.2	ES-Zellen des Menschen – Gewinnung und Eigenschaften . . . . .	37
2.3.3	Untersuchungen zum Differenzierungspotential menschlicher ES-Zellen . . . . .	38
2.3.4	Ergebnisse der gezielten Differenzierung von ES-Zellen der Maus und des Menschen . . . . .	39
2.3.4.1	Neurale Differenzierung . . . . .	40
2.3.4.2	Hämatopoetische Differenzierung . . . . .	44
2.3.4.3	Differenzierung in Cardiomyozyten . . . . .	46
2.3.4.4	Differenzierung in Zellen des Pankreas . . . . .	47
2.3.4.5	Differenzierung von ES-Zellen in Hepatozyten . . . . .	49
2.3.4.6	Differenzierung von ES-Zellen in Eizellen und Spermatozoen . . . . .	50
<b>3.</b>	<b>Möglichkeiten der Erzeugung von menschlichen ES-Zellen</b>	<b>52</b>
3.1	Erzeugung von Embryonen durch Fertilisation mit menschlichen Gameten . . . . .	52
3.1.1	Ausspülung <i>in vivo</i> gezeugter Embryonen aus der Gebärmutter . . . . .	52
3.1.2	In-vitro-Fertilisation . . . . .	52
3.1.2.1	»Überzählige« Embryonen . . . . .	53
3.1.2.2	Forschungsembryonen . . . . .	53
3.1.2.2.1	In-vitro-Fertilisation mit natürlichen Gameten . . . . .	53
3.1.2.2.2	In-vitro-Fertilisation mit künstlich erzeugten Gameten . . . . .	54
3.1.3	Klonierung von Embryonen . . . . .	54
3.1.3.1	Klonieren menschlicher Embryonen durch <i>embryo splitting</i> . . . . .	54
3.1.3.2	Klonieren menschlicher Embryonen durch Zellkerntransfer . . . . .	56
3.1.3.2.1	Verfahren des Zellkerntransfers . . . . .	56
3.1.3.2.2	Ergebnisse von Reproduktionsexperimenten mit der Technik des Zellkerntransfers . . . . .	58
3.1.3.2.3	Das Konzept des »therapeutischen Klonierens« durch Zellkerntransfer . . . . .	59
3.1.3.2.3.1	»Therapeutisches Klonieren« beim Menschen . . . . .	60
3.1.3.2.3.2	»Therapeutisches Klonieren« mit Eizellen von Tierspezies . . . . .	60

3.1.4	Alternative Methoden zur Erzeugung von menschlichen ES-Zelllinien . . . . .	62
3.1.4.1	Extern induzierte Hemmung der Entwicklung menschlicher Vorkernstadien . . . . .	62
3.1.4.2	Erzeugung von menschlichen Embryonen durch Parthenogenese . . . . .	62
3.1.4.3	Erzeugung von menschlichen Embryonen durch In-vitro-Fertilisation mit manipulierten Gameten . . . . .	64
3.1.4.4	Erzeugung von menschlichen Embryonen durch <i>altered nuclear transfer</i> (ANT) . . . . .	64
3.1.4.5	Erzeugung von menschlichen ES-Zelllinien durch Reprogrammierung somatischer Zellen in ein embryonales Entwicklungsstadium . . . . .	65
4.	<b>Gewebespezifische adulte Stammzellen . . . . .</b>	<b>67</b>
4.1	Gewebespezifische neurale Stammzellen . . . . .	67
4.2	Gewebespezifische hämatopoetische Stammzellen . . . . .	70
4.3	Gewebespezifische mesenchymale Stroma-Stammzellen . . . . .	72
4.4	Cardiomyozyten . . . . .	74
4.5	Gewebespezifische Stammzellen des Pankreas . . . . .	76
4.6	Gewebespezifische Stammzellen verschiedener Zell- und Gewebetypen . . . . .	77
4.7	Transdifferenzierung und Redifferenzierung gewebespezifischer Stammzellen . . . . .	78
4.8	Stammzellen aus dem Nabelschnurblut . . . . .	80
5.	<b>Ziele der Forschung an Stammzellen und Risiken einer therapeutischen Verwendung . . . . .</b>	<b>82</b>
5.1	Ziele der Forschung . . . . .	82
5.1.1	Erkenntnisgewinn in den Grundlagenwissenschaften . . . . .	82
5.1.2	Entwicklung und Umsetzung humantherapeutischer Ansätze . . . . .	83
5.2	Risiken einer Verwendung von Stammzellen im medizinischen Kontext . . . . .	85
	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>88</b>

## II. Rechtliche Aspekte der Stammzellforschung

(Jens Kersten)	107
1. ES-Zellen aus geschlechtlich gezeugten menschlichen Embryonen	109
1.1 ES-Zellen aus »überzähligen« Embryonen	109
1.1.1 Embryonenschutzgesetz	111
1.1.2 Stammzellgesetz	111
1.1.3 Patentgesetz	114
1.1.4 Zwischenergebnis	123
1.2 ES-Zellen aus mittels natürlicher Gameten hergestellten Embryonen	123
1.2.1 Embryonenschutzgesetz	124
1.2.2 Stammzellgesetz	124
1.2.3 Patentgesetz	125
1.2.4 Zwischenergebnis	125
1.3 ES-Zellen aus mittels künstlicher Gameten hergestellten Embryonen	126
1.3.1 Embryonenschutzgesetz	126
1.3.2 Stammzellgesetz	127
1.3.3 Patentgesetz	127
1.3.4 Zwischenergebnis	127
2. ES-Zellen aus mittels <i>embryo splitting</i> hergestellten Embryonen	129
2.1 Embryonenschutzgesetz	129
2.2 Stammzellgesetz	134
2.3 Patentgesetz	134
2.4 Zwischenergebnis	139
3. ES-Zellen aus mittels Zellkerntransfer hergestellten Embryonen	140
3.1 Transfer humaner Zellkerne in entkernte humane Eizellen	140
3.1.1 Embryonenschutzgesetz	140
3.1.2 Stammzellgesetz	145
3.1.3 Patentgesetz	146

3.1.4	Zwischenergebnis . . . . .	149
3.2	Transfer humaner Zellkerne in entkernte tierische Eizellen . .	149
3.2.1	Embryonenschutzgesetz . . . . .	150
3.2.2	Stammzellgesetz . . . . .	152
3.2.3	Patentgesetz . . . . .	152
3.2.4	Zwischenergebnis . . . . .	153
4.	<b>Alternative Möglichkeiten der Gewinnung von ES-Zellen .</b>	<b>155</b>
4.1	ES-Zellen aus »entwicklungsgehemmten Embryonen« . . . .	155
4.1.1	Entwicklungshemmung infolge von manipulierten Kulturbedingungen . . . . .	155
4.1.1.1	Embryonenschutzgesetz . . . . .	156
4.1.1.2	Stammzellgesetz . . . . .	156
4.1.1.3	Patentgesetz . . . . .	157
4.1.1.4	Zwischenergebnis . . . . .	158
4.1.2	Entwicklungshemmung infolge von Parthenogenese . .	158
4.1.2.1	Embryonenschutzgesetz . . . . .	159
4.1.2.2	Stammzellgesetz . . . . .	159
4.1.2.3	Patentgesetz . . . . .	160
4.1.2.4	Zwischenergebnis . . . . .	161
4.1.3	Entwicklungshemmung infolge von IVF mit genetisch veränderten Keimzellen . . . . .	161
4.1.3.1	Embryonenschutzgesetz . . . . .	162
4.1.3.2	Stammzellgesetz . . . . .	163
4.1.3.3	Patentgesetz . . . . .	164
4.1.3.4	Zwischenergebnis . . . . .	164
4.1.4	Entwicklungshemmung infolge von Zellkerntransfer mit genetisch verändertem Zellkern . . . . .	165
4.1.4.1	Embryonenschutzgesetz . . . . .	165
4.1.4.2	Stammzellgesetz . . . . .	166
4.1.4.3	Patentgesetz . . . . .	168
4.1.4.4	Zwischenergebnis . . . . .	169
4.2	ES-Zellen aus der Fusion somatischer Zellen mit ES-Zellen .	169
4.2.1	Embryonenschutzgesetz . . . . .	169
4.2.2	Stammzellgesetz . . . . .	170
4.2.3	Patentgesetz . . . . .	170
4.2.4	Zwischenergebnis . . . . .	171
5.	<b>Ergebnisse . . . . .</b>	<b>172</b>

Zitierte Gesetze und Richtlinien . . . . .	176
Literatur . . . . .	177
<b>III. Ethische Beurteilungskriterien für die Forschung an Stammzellen</b>	
<i>(Thomas Heinemann)</i> . . . . .	187
1. Ethische Legitimität der Ziele . . . . .	189
2. Die Frage nach dem moralischen Status der einzusetzenden Mittel . . . . .	191
3. Gewebespezifische Stammzellen und EC-Zellen . . . . .	192
4. Embryonale Stammzellen aus menschlichen Foeten (EG-Zellen) . . . . .	194
5. Embryonale Stammzellen aus menschlichen Embryonen (ES-Zellen) . . . . .	199
5.1. Die Würde des Menschen als Fundamentalnorm . . . . .	200
5.2. Systematisierung verschiedener Positionen zur Schutz- würdigkeit des menschlichen Embryos . . . . .	201
5.3. Position I: Argumentationstypen für eine Anerkennung der Würde beim Embryo . . . . .	202
Anerkennung der Würde und eines nicht abwägbaren Lebensschutzes des frühen Embryos . . . . .	202
Anerkennung der Würde und eines abwägbaren Lebensschutzes des frühen Embryos . . . . .	205
5.4. Position II: Argumentationstypen für eine Abstufung des Würdeschutzes beim Embryo . . . . .	209
Abstufung des Würdeschutzes und Zuerkennung eines hohen Lebensschutzes . . . . .	209
Abstufung des Würdeschutzes und Abstufung des Lebensschutzes . . . . .	210

6.	<b>Ethische Beurteilungen der Handlungsmöglichkeiten bei der Gewinnung von menschlichen ES-Zellen . . . . .</b>	<b>228</b>
6.1	Erzeugung von ES-Zellen aus Embryonen, die durch Spülung aus der Gebärmutter gewonnen wurden. . . . .	228
6.2	Erzeugung von ES-Zellen aus »überzähligen« Embryonen, die durch In vitro-Fertilisation erzeugt wurden . . . . .	229
6.3	Erzeugung von ES-Zellen aus Embryonen, die durch In-vitro-Fertilisation mit natürlichen Gameten eigens zum Zwecke der Forschung erzeugt wurden . . . . .	229
6.4	Erzeugung von ES-Zellen aus Embryonen, die durch In-vitro-Fertilisation mit aus ES-Zelllinien gewonnenen Gameten erzeugt wurden . . . . .	230
6.5	Erzeugung von ES-Zellen aus Embryonen, die durch <i>embryo splitting</i> erzeugt wurden . . . . .	231
6.6	Erzeugung von ES-Zellen aus Embryonen, die durch den Transfer eines menschlichen Zellkerns in menschliche Eizellen erzeugt wurden . . . . .	232
6.7	Erzeugung von ES-Zellen aus Embryonen, die durch den Transfer eines menschlichen Zellkerns in Eizellen von Tierspezies erzeugt wurden . . . . .	236
6.8	Alternative Methoden zur Erzeugung menschlicher ES-Zellen	238
7.	<b>Gegenwärtiger Ergebnisstand . . . . .</b>	<b>242</b>
	<b>Zitierte Gesetze und Richtlinien</b>	<b>243</b>
	<b>Literatur</b>	<b>244</b>
	<b>HINWEIS ZU DEN AUTOREN</b>	<b>248</b>