

Inhalt

Vorwort zur Lehrbuchreihe Biomedizinische Technik	I
Vorwort zu Band 3 der Lehrbuchreihe Biomaterialien, medizinische Implantate, Tissue Engineering	XI
Hinweise zur Benutzung	XIV
Inhaltsverzeichnis	XVII
Verzeichnis der Abkürzungen	XXV
Verzeichnis der Formelzeichen und Symbole	XXXV
Verzeichnis der Indizes	XXXVIII

Teil I – Biomaterialien

	Teil I
Birgit Glasmacher	
1 Historischer Überblick zum Einsatz von Biowerkstoffen	1
 Birgit Glasmacher, Marc Müller	
2 Biomaterialien, Biowerkstoffe, Implantatwerkstoffe	15
<i>Testfragen</i>	<i>23</i>
 Marcus Jäger, Tim Claßen, Michael de Wild, Erik Schkommodau, Birgit Glasmacher, Sara Knigge	
3 Metallische Werkstoffe	25
3.1 Einführung	27
3.2 Permanente metallische Werkstoffe	28
3.2.1 Eisen- und Kobalt-Chrom-Legierungen	28
3.2.2 Titan	36
3.2.3 Titanlegierungen	41
3.3 Resorbierbare metallische Werkstoffe	44
<i>Testfragen</i>	<i>48</i>
 Philipp-Cornelius Pott, Meike Stiesch	
4 Nichtmetallische anorganische Werkstoffe	53
4.1 Einführung	55
4.2 Oxidkeramiken	60
4.3 Biogläser und Glaskeramiken	62
4.4 Kalziumphosphatkeramiken	64
4.5 Kohlenstoff-Werkstoffe	65
<i>Testfragen</i>	<i>68</i>

Birgit Glasmacher, Marc Müller, Fedaa AL Halabi

5	Polymere Werkstoffe	73
5.1	Einführung	75
5.2	Kunststoffe	77
5.3	Resorbierbare Polymere	93
	<i>Testfragen</i>	<i>100</i>

Birgit Glasmacher, Oleksandr Gryshkov, Michael Wendt

6	Biomolekulare Werkstoffe	107
	<i>Testfragen</i>	<i>122</i>

Birgit Glasmacher, Marc Müller

7	Verbundwerkstoffe	127
7.1	Einführung	129
7.2	Matrixwerkstoffe	131
7.3	Varianten der Verbundwerkstoffe	131
	7.3.1 Faserverstärkte Verbundwerkstoffe	131
	7.3.2 Partikel- u. plättchenverstärkte Verbundwerkstoffe	133
	7.3.3 Poröse Verbundwerkstoffe	133
7.4	Herstellung von Verbundwerkstoffen	134
	<i>Testfragen</i>	<i>135</i>

Elena Fadeeva, Ulf Hinze, Boris N. Chichkov, Katrin Sternberg, Svea Petersen

8	Oberflächenmodifikationen	137
8.1	Oberflächenstrukturierung	139
8.2	Beschichtung	146
8.3	Biofunktionalisierung	152
	<i>Testfragen</i>	<i>157</i>

Birgit Glasmacher, Michael Bergmann, Marc Müller

9	Biokompatibilität	163
9.1	Grundlagen zur Biokompatibilität	165
9.2	Grundlagen biologischer Wechselwirkungen	170
	9.2.1 Proteinadsorption	171
	9.2.2 Implantat-Hartgewebe-Interaktion	175
	9.2.3 Implantat-Weichgewebe-Interaktion	176
	9.2.4 Oberflächen-Blut-Interaktion	178
	<i>Testfragen</i>	<i>180</i>

Birgit Glasmacher, Marc Müller

10	In-vitro-Prüfung von Biomaterialien	185
10.1	Einführung	187
10.2	Risikomanagementsystem nach DIN EN ISO 14971	189

10.3	Prüfmuster	191
10.4	Genotoxizität, Karzinogenität sowie Reproduktionstoxizität	194
10.5	Blutverträglichkeit	197
10.6	Zytotoxizität	204
10.7	Irritation und Hautsensibilisierung	207
	<i>Testfragen</i>	<i>210</i>

Teil II – Medizinische Implantate

		Teil II
Birgit Glasmacher		
1	Einführung in die Implantattechnologie	1
Marcus Jäger, Marcel Dudda, Max Daniel Kauther, Tjark Tassemeier, Marc Kraft		
2	Orthopädische Implantate	7
2.1	Einführung	9
2.2	Gelenkimplantate	11
	2.2.1 Einführung	11
	2.2.2 Hüft-Endoprothesen	19
	2.2.3 Knie-Endoprothesen	27
	2.2.4 Implantate der Wirbelsäulenchirurgie	33
	2.2.5 Weitere Gelenkimplantate	53
2.3	Osteosyntheseimplantate	57
	2.3.1 Platten und Schrauben	57
	2.3.2 Drähte, Bolzen und Nägel	63
	2.3.3 Knochen-, Knorpel- und Bindegewebeersatz	67
2.4	Herausforderungen für orthopädische Implantate	67
	<i>Testfragen</i>	<i>68</i>
Birgit Glasmacher, Marc Müller, Mathias Wilhelmi, Jakob Dohse, Christina Feldmann, Jan D. Schmitto		
3	Kardiovaskuläre Implantate	75
3.1	Herzklappenprothesen	77
	3.1.1 Mechanische Herzklappenprothesen	80
	3.1.2 Biologische Herzklappenprothesen	82
	3.1.3 Transkatheter-Aortenklappenprothesen	85
	3.1.4 Herausforderungen	87
3.2	Gefäßprothesen	90
	3.2.1 Biologische Gefäßprothesen	92
	3.2.2 Synthetische Gefäßprothesen	94
	3.2.3 Herausforderungen	97
3.3	Kardiovaskuläre Stents	98

3.3.1	Einführung	98
3.3.2	Das Stent Delivery System	102
3.3.3	Stent-Designs	103
3.3.4	Verwendete Werkstoffe	104
3.3.5	Herstellungsverfahren	106
3.4	Herzunterstützungssysteme	108
3.4.1	Einführung	108
3.4.2	Ventrikuläres Herzunterstützungssystem	112
3.4.3	Bauweisen der Herzunterstützungssysteme	117
3.4.4	Eingesetzte Materialien und Texturen	120
3.4.5	Implantationsstrategien	122
3.4.6	Herausforderungen und Ausblick in die Forschung	125
	<i>Testfragen</i>	127

Meike Stiesch, Philipp-Cornelius Pott, Michael Eisenburger

4	Implantate für die Zahnheilkunde	135
4.1	Einführung	137
4.2	Aufbau von dentalen Implantaten	137
4.2.1	Implantat-Fixtur	139
4.2.2	Implantat-Abutment	140
4.3	Funktionsweise dentaler Implantate	141
4.4	Herausforderungen und Lösungsansätze in der dentalen Implantologie	142
	<i>Testfragen</i>	145

Amelie Pielen, Martin C. Bartram, Dorothee Brockmann, Karsten Hufendiek,
Bernd Junker, Thomas Kern, Helmut Sachs, Carsten Framme

5	Implantate für die Augenheilkunde	147
5.1	Einführung	149
5.2	Lidimplantate bei Lagophthalmus	151
5.3	Linsenimplantate	152
5.4	Implantate bei Glaukom (Grüner Star)	155
5.5	Plomben und Cerclagen bei Netzhautablösung	156
5.6	Glaskörperersatzstoffe	158
5.7	Netzhautimplantate	161
5.8	Orbita-Implantate	163
5.9	Herausforderungen	165
	<i>Testfragen</i>	166

Henning Voigt

6	In-vivo-Prüfung von Implantaten an Tiermodellen	171
6.1	Einführung	173
6.2	Notwendigkeit der Prüfung u. Alternativen zum Tierversuch	174
6.3	Ethische Vertretbarkeit von Tierversuchen	175

6.4	Gesetzliche und normative Vorgaben	176
6.5	Anforderungen an die Räumlichkeiten und Unterbringung von Versuchstieren	178
6.6	Notwendige Qualifikationen der durchführenden Experimentatoren	179
6.7	Anforderungen und Ablauf des Genehmigungsverfahrens	180
6.8	In-vivo-Prüfung von implantierbaren Medizinprodukten im Tiermodell	181
6.8.1	Allgemeine Überlegungen	181
6.8.2	Prüfung auf Pyrogene	184
6.8.3	Tiermodelle	186
6.8.4	Kombination verschiedener In-vivo-Prüfungen bei Prüfung auf lokale Effekte nach Implantation	186
6.8.5	Ziele und Ergebnisse der In-vivo-Untersuchungen	188
<i>Testfragen</i>		<i>189</i>

Teil III – Tissue Engineering

Teil III

Birgit Glasmacher

1	Einführung in das Bioengineering	1
----------	---	----------

Birgit Glasmacher, Marc Müller

2	Grundlagen der Zellbiologie	11
2.1	Einführung	13
2.2	Eukaryotische Zellen	15
<i>Testfragen</i>		<i>25</i>

Birgit Glasmacher, Marc Müller

3	Grundlagen der Zellkulturtechnik	27
3.1	Einführung	29
3.2	Zellkulturlabor	29
3.3	Zellkulturen und Zelllinien	32
3.4	Zellkultivierung und Zellkulturmedien	34
3.5	Analysemethoden	39
<i>Testfragen</i>		<i>41</i>

Gerald A. Urban, Jochen Kieninger, Andreas Weltin

4	Zellbasierte Messtechniken	43
4.1	Sensoren und Messverfahren für zellbasierte Messungen	45
4.1.1	Elektrochemische Sensoren	45
4.1.2	Potentiometrie	49

	4.1.3	Impedanzmessung	51
	4.1.4	Optische Messung von Metaboliten	52
	4.1.5	Mechanische Charakterisierung von Zellen und Zellkulturen	58
4.2		Zell-Elektroden-Schnittstellen	60
	4.2.1	Sensorik für die Zellkultur- u. Bioreaktortechnologie	61
	4.2.2	Statisches Monitoring von 2D-Zellkulturen	62
	4.2.3	Dynamisches Zellkultur-Monitoring	64
	4.2.4	Monitoring dreidimensionaler Zellkulturen	69
4.3		Einzelzellanalytik	73
	4.3.1	Zell-Handling	74
	4.3.2	Patch-Clamp-Technik	74
	4.3.3	Sensoren für die Einzelzellanalytik	75
		<i>Testfragen</i>	75

Svenja Reimer, Katja Schenke-Layland, Marc Müller, Tim Rittinghaus,
Birgit Glasmacher

5		Tissue Engineering	81
5.1		Einführung	83
5.2		Grundlagen	83
5.3		Extrazelluläre Matrix	91
5.4		Bioreaktoren für das Tissue Engineering	94
	5.4.1	Einführung	94
	5.4.2	Mechanotransduktion	97
	5.4.3	Bioreaktorsysteme	99
5.5		Werkstoffe und Herstellungsverfahren für Trägerstrukturen	105
	5.5.1	Werkstoffauswahl	106
	5.5.2	Herstellungsverfahren für Trägerstrukturen	107
5.6		Anwendungsbeispiele für das Tissue Engineering	119
	5.6.1	Herzklappen	119
	5.6.2	Sehnen	121
	5.6.3	Periphere Nerven	123
5.7		Lagerungsstrategien für das Tissue Engineering	125
	5.7.1	VAN'T HOFFSche Regel und ARRHENIUS-Gleichung	126
	5.7.2	Dichteanomalie des Wassers	127
	5.7.3	Osmose	128
	5.7.4	Entzug von Wärme am Beispiel eines Kühlgerätes	131
	5.7.5	Kühlrate	132
	5.7.6	Zwei-Faktor-Hypothese	133
	5.7.7	Gefrierschutzadditive	135
	5.7.8	Wärmetransport	136
	5.7.9	Nukleation	138

5.7.10	Vitrifikation	140
5.7.11	Rekristallisation	141
5.7.12	Auftauen	142
5.7.13	Analysemethoden in der Kryotechnik	142
<i>Testfragen</i>		<i>144</i>
Birgit Glasmacher, Marc Müller		
6	Biobanking	155
6.1	Einführung	157
6.2	Aufbau und Arten von Biobanken	159
6.2.1	Internationalisierung, Harmonisierung und Qualität	160
6.2.2	Ethische und datenschutzrechtliche Aspekte	162
6.2.3	Prozessablauf und Infrastruktur	164
<i>Testfragen</i>		<i>166</i>
Autorenverzeichnis		XXXIX
Bandspezifisches Glossar		XLV
Sachwortverzeichnis		LXXIII
Dank		XCV