

Inhaltsverzeichnis

Teil I Einführung

1	Materialauswahl und grundlegende Unterscheidungen	17
	<i>N. Ilie, U. Lohbauer, M. Rosentritt</i>	

Teil II Zahnärztliche Materialien

2	Abformmaterialien.....	23
	<i>B. Wöstmann</i>	
2.1	Einleitung	23
2.2	Grundsätzliche Anforderungen an Abformmaterialien.....	23
2.2.1	Präzision.....	23
2.2.2	Oberflächenreproduktion und Fließfähigkeit.....	24
2.2.3	Hydrophilie	24
2.2.4	Deformierbarkeit und Rückstellvermögen	25
2.2.5	Reißfestigkeit	26
2.2.6	Dimensionsstabilität.....	27
2.2.7	Desinfizierbarkeit	28
2.2.8	Kompatibilität mit Modellmaterialien	28
2.2.9	Biokompatibilität.....	29
2.3	Materialspezifische Charakteristika ...	29
2.3.1	Elastomere	29
2.3.2	Polysaccharide.....	37
2.3.3	Sonstige Abformmassen.....	40
2.4	Klinische Aspekte	41
2.4.1	Abformverfahren.....	41
2.4.2	Abformlöffel.....	44
2.4.3	Modellherstellung.....	47
2.4.4	Biologische Parameter	49
2.4.5	Verbesserung der Resultate durch Standardisierung.....	49
2.5	Klinische Studien.....	50
3	Adhäsive	56
	<i>R. Frankenberger</i>	
3.1	Einleitung	56
3.2	Definitionen und Voraussetzungen....	57
3.2.1	Schmelzhaftung.....	58
3.2.2	Dentinhaftung.....	60
3.3	Klassifikation der Adhäsivsysteme	64
3.3.1	Self-etch-Adhäsive	64
3.3.2	Adhäsive zur Polymerisation ohne Licht ..	65
3.3.3	Adhäsive mit Füllkörperzusatz	65
3.3.4	Universaladhäsive.....	66
3.3.5	Konfigurationsfaktor und Haftung	67
3.4	Wertung der Adhäsivsysteme.....	68
3.5	Klinische Aspekte	70
3.5.1	Klinische Realität beim Dentinbonding ...	70
3.5.2	Klinische Hürden bei der Anwendung....	71
3.5.3	Biokompatibilität von Adhäsiven	73
3.5.4	Postoperative Hypersensitivitäten	73
3.5.5	Anwenderstudien	74
3.6	Zusammenfassung	74

4	Glasionomerzemente	79		
	<i>U. Lohbauer</i>			
4.1	Einführung	79	4.4.2	Verschleiß und Ermüdung
4.2	Historische Entwicklung	79	4.4.3	Thermische Kompatibilität
4.3	Chemischer Aufbau und Abbindereaktion	80	4.4.4	Haftung an der Zahnhartsubstanz
4.3.1	Säure-Base-Reaktion	80	4.4.5	Kariostatische Eigenschaften
4.3.2	Reaktive Ionomergläser	82	4.4.6	Klinische Bewährung
4.3.3	Polycarbonsäuren	83	4.5	Verstärkungskonzepte
4.4	Materialeigenschaften	83	4.5.1	Verringerung der Porosität
4.4.1	Linear-elastische mechanische Eigenschaften	83	4.5.2	Partikelverstärkung
			4.5.3	Kunststoffmodifikation
			4.5.4	Kunststoffbeschichtung
			4.6	Zusammenfassung
5	Dentale Befestigungsmaterialien	92		
5.1	Aufgaben und klinische Anwendung ..	92	5.3	Phosphate
	<i>M. Behr, M. Rosentritt</i>		5.3.1	Zinkoxid-Phosphat-Zemente
5.1.1	Unterschiede Befestigung Zahn – Implantat ..	92	5.4	Polycarboxylate
5.1.2	Formen der Befestigung von Restaurationen ..	93	5.4.1	Zinkoxid-Carboxylat-Zemente
5.1.3	Einteilung der Befestigungsmaterialien ...	103	5.4.2	Glasionomerzemente
5.2	Phenolate	103	5.5	Polymethacrylate
	<i>M. Behr, S. Hahnel, M. Rosentritt</i>		5.5.1	Polycarbonsäuremodifizierte Komposite/
5.2.1	Zinkoxid-Eugenol-Zemente, Zinkoxid-Ethoxybenzoesäure-Zemente, eugenol-freie Zinkoxidzemente	103		Kompomere
			5.5.2	Befestigungskomposite
6	Kunststoffe	130		
	<i>M. Rosentritt</i>			
6.1	Einleitung	130	6.2.8	Klinische Aspekte
6.1.1	Polymermaterialien	130	6.2.9	Zusammenfassung
6.1.2	Polymerisation	132	6.3	Prothesenkunststoffe
6.1.3	Monomere	133	6.3.1	Einführung
6.1.4	Hilfsstoffe	134	6.3.2	Aufbau, Struktur, Zusammensetzung
6.1.5	Wichtige Begriffe	134	6.3.3	Eigenschaften
6.2	Temporäre Kunststoffe	135	6.3.4	Grenzflächen
6.2.1	Einführung	135	6.3.5	Alterung, Degradation, Lebensdauer und Versagen
6.2.2	Klinische Herstellung	136	6.3.6	Klinische Studien und Bewährung
6.2.3	Aufbau, Struktur, Zusammensetzung	136	6.3.7	Klinische Aspekte
6.2.4	Eigenschaften	138	6.3.8	Zusammenfassung
6.2.5	Grenzflächen	138		
6.2.6	Beständigkeit und Degradation	139		
6.2.7	Klinische Studien und Bewährung	140		

6.4	Prothesenzähne	151	6.6.4	Grenzflächen	165
6.4.1	Einführung	151	6.6.5	Alterung, Degradation, Lebensdauer und Versagen	166
6.4.2	Aufbau, Struktur, Zusammensetzung	152	6.6.6	Klinische Studien und Bewährung	166
6.4.3	Eigenschaften	155	6.6.7	Klinische Aspekte	166
6.4.4	Grenzflächen	156	6.6.8	Zusammenfassung	167
6.4.5	Beständigkeit und Degradation	159	6.7	PAEK-Werkstoffe	167
6.4.6	Klinische Studien und Bewährung	160		<i>B. Stawarczyk, M. Rosentritt</i>	
6.4.7	Klinische Aspekte	160	6.7.1	Einführung	167
6.4.8	Zusammenfassung	160	6.7.2	Aufbau, Struktur, Zusammensetzung	167
6.5	Versiegelungsmaterialien und Lacke ..	160	6.7.3	Eigenschaften	167
6.5.1	Einführung	160	6.7.4	Grenzflächen	170
6.5.2	Aufbau, Struktur, Zusammensetzung	161	6.7.5	Alterung	171
6.5.3	Eigenschaften	162	6.7.6	Klinische Studien und Bewährung	171
6.5.4	Grenzflächen	162	6.7.7	Klinische Aspekte	172
6.5.5	Beständigkeit und Degradation	162	6.7.8	Zusammenfassung	173
6.5.6	Klinische Studien und Bewährung	163	6.8	Kunststoffe für spezielle Anwendungen	173
6.5.7	Klinische Aspekte	163	6.8.1	Kunststoffe für spezielle Anwendungen in subtraktiver, additiver, konventioneller oder lichthärtender Verarbeitung	173
6.5.8	Zusammenfassung	163	6.8.2	Kunststoffe zur Folienverarbeitung im Tiefziehverfahren	176
6.6	Faserverstärkte Kunststoffe	163			
6.6.1	Einführung	163			
6.6.2	Aufbau, Struktur, Zusammensetzung	164			
6.6.3	Eigenschaften	165			
7	Direkte und indirekte Komposite	183			
	<i>N. Ilie, B. Stawarczyk</i>				
7.1	Einführung	183	7.4.3	Klinische Aspekte	212
7.2	Aufbau, Struktur, Zusammensetzung ..	183	7.5	Indirekte Komposite	212
7.2.1	Organische Matrix	183	7.5.1	Kunststoffbasierte CAD/CAM-Materialien ..	212
7.2.2	Füllkörper	190	7.5.2	Verblendkomposite	222
7.2.3	Haftvermittler	194	7.6	Lichtpolymerisation	223
7.2.4	Initiatoren und andere Additive	195	7.6.1	Lichtpolymerisationsgeräte	223
7.3	Klassifikation und Entwicklungsschritte der Komposite	200	7.6.2	Klinische Aspekte der Lichtpolymerisation	225
7.4	Direkte Füllungskomposite	201	7.6.3	Tipps für eine korrekte Lichtpolymerisation	228
7.4.1	Kompositklassen	201	7.6.4	Polymerisation diverser Materialien	229
7.4.2	Eigenschaften plastischer Komposite	206	7.7	Zusammenfassung	232
8	Keramische Materialien	239			
	<i>U. Lohbauer, R. Belli, M. Wendler</i>				
8.1	Geschichtliche Entwicklung der Dentalkeramik	239	8.2	Glas und Keramik – Grundlagen	240
			8.2.1	Glas	240
			8.2.2	Keramik	240
			8.2.3	Glaskeramik	243

8.3	Rohstoffe und Aufbereitung	244	8.9	Verblendete Restaurationen	280
8.4	Herstellung und Formgebung	246	8.9.1	Mechanische Eigenschaften von Verblendsystemen	282
8.4.1	Additive Formgebung im Schlickerverfahren	246	8.9.2	Haftung zwischen Gerüst und Verblendung	283
8.4.2	Heißpressverfahren (Lost-wax-Verfahren)	246	8.9.3	Eigenspannungen	283
8.4.3	Subtraktive Formgebung im CAD/CAM-Verfahren	247	8.9.4	Verblendverfahren	284
8.5	Schmelzen und Sintern	248	8.10	Degradationsprozesse	287
8.6	Eigenschaften keramischer Materialien	250	8.10.1	Chemische Degradation durch Wasser ...	288
8.6.1	Thermische Eigenschaften	250	8.10.2	Mechanische Ermüdung	291
8.6.2	Mechanische Eigenschaften	250	8.11	Klinische Aspekte zu indirekten Keramikrestaurationen	293
8.6.3	Chemische und biologische Eigenschaften	258	8.11.1	Indikation: Die richtige Wahl treffen	293
8.6.4	Oberflächeneigenschaften	259	8.11.2	Biomechanik: Präparationsrichtlinien für den klinischen Erfolg	293
8.6.5	Optische Eigenschaften	262	8.11.3	Enorales Anpassen der Okklusion und Befestigungskonzepte	296
8.7	Aufbau und Mikrostruktur dental-keramischer Materialien	265	8.11.4	Reparatur und Nachsorge	297
8.7.1	Amorphe und kristalline Phasen	265	8.12	Klinischer Erfolg dentalkeramischer Restaurationen	297
8.7.2	Glasphase	267	8.12.1	Inlays und Onlays	298
8.7.3	Kristalline Phase	268	8.12.2	Einzelzahnkronen	299
8.7.4	Polykristalline Kornstrukturen	269	8.12.3	Mehrgliedriger festsitzender Zahnersatz ..	300
8.8	Beschreibung der Materialklassen	270	8.12.4	Zirkonoxid in der Implantologie	300
8.8.1	Silikatkeramiken	271	8.13	Ursachen und Strategien zur Vermeidung von Keramikfrakturen ...	300
8.8.2	Lithiumdisilikatglaskeramiken	273	8.13.1	Einführung in die Methode der klinischen Fraktografie	300
8.8.3	Lithiumsilikatglaskeramik	275	8.13.2	Ursachen für Frakturverluste	301
8.8.4	Oxidkeramiken (nichtsilikatische Keramiken)	275	8.13.3	Maßnahmen zur Vermeidung von Chippings und Frakturen	305
8.8.5	Verbundkeramiken	279			
9	Metalle	311			
	<i>R. Strietzel</i>				
9.1	Metallische Werkstoffe	311	9.3	Eigenschaften der Metalle	323
9.1.1	Geschichte	311	9.3.1	Schmelzpunkt und Schmelzintervall	323
9.1.2	Lieferformen	311	9.3.2	Wärmeausdehnungskoeffizient	326
9.1.3	Metall als Medizinprodukt	311	9.3.3	Mechanische Eigenschaften	326
9.2	Definition und Einteilung	311	9.3.4	Chemische Eigenschaften	330
9.2.1	Struktur der Metalle	313	9.3.5	Biologische Eigenschaften	334
9.2.2	Einteilung nach Indikation	315	9.4	Herstellung von metallischen Gerüsten	337
9.2.3	Einteilung nach Verarbeitung	316	9.4.1	Konventionelle Herstellungsverfahren. ...	337
9.2.4	Einteilung nach Zusammensetzung	317	9.4.2	CAD/CAM-Verfahren	339

9.5	Einfluss der zahntechnischen Verarbeitung auf die Eigenschaften von Dentallegierungen	340	9.6.2	Metall-Kunststoff-Verbundsysteme	344
9.6	Verbundsysteme mit Metallen	340	9.7	Fügetechniken für Metalle	346
9.6.1	Metall-Keramik-Verbundsysteme	340	9.8	Beschichtungen	347
10	Präparations-, Schleif- und Poliermittel	353			
	<i>M. Schmidtke, J. Forstreuter</i>				
10.1	Einführung	353	10.4.2	Form des Polierers	358
10.2	Vorbemerkungen zum Schleifen und Polieren	353	10.4.3	Randbemerkung – Körnungsgröße und der große Unterschied zu diamantierten Instrumenten	361
10.2.1	Körnungen	353	10.5	Politur der verschiedenen Materialklassen	362
10.2.2	Schnittgeschwindigkeiten/Rotationsenergie auf der Oberfläche	354	10.5.1	Einleitung	362
10.2.3	Hartmetallinstrumente	355	10.5.2	Amalgam	362
10.2.4	Diamantinstrumente	355	10.5.3	Komposite	362
10.2.5	Keramisch gebundene Werkzeuge	355	10.5.4	VMK – Verbund-Metall-Keramik	363
10.2.6	Gummipolierer	356	10.5.5	Silikatkeramiken als Einzelversorgung, Inlay oder Onlay	364
10.3	Finieren	356	10.5.6	Monolithische Zirkonoxidkronen	364
10.3.1	Finieren verschiedener Materialien	356	10.5.7	Vollkeramik	364
10.4	Intraorale Politur	357	10.5.8	Randbemerkung zum Thema Glanzbrand	365
10.4.1	Einleitung	357	10.6	Aufbereitung von Polierern	365
11	Implantat- und Abutmentwerkstoffe	368			
	<i>D. Snétivy, M. Kraft</i>				
11.1	Einführung	368	11.3.6	Klinische Erfahrung mit Zirkoniumdioxid-Implantaten	376
11.2	Titan und Titanlegierungen	369	11.4	PEEK und PEKK	376
11.2.1	Einleitung	369	11.4.1	Einleitung	376
11.2.2	Reintitan	370	11.4.2	Struktur und Eigenschaften	377
11.2.3	Titanlegierungen	371	11.4.3	Beständigkeit gegen Chemikalien, Temperatur und Alterung	378
11.2.4	Korrosionsbeständigkeit	372	11.4.4	Biokompatibilität	379
11.2.5	Biokompatibilität	372	11.4.5	Klinische Erfahrung	379
11.2.6	Klinische Erfahrung	373	11.5	Goldlegierungen, Kobalt-Chrom, Tantal	380
11.3	Zirkoniumdioxid	373	11.5.1	Goldlegierungen	380
11.3.1	Einleitung	373	11.5.2	Kobalt-Chrom	380
11.3.2	Zirkoniumdioxid als Implantat- und Abutmentwerkstoff	374	11.5.3	Tantal	380
11.3.3	Besondere mechanische Eigenschaften von kristallinen Keramiken	375	11.5.4	Kombination von Metallen und Kontaktkorrosion	380
11.3.4	Biokompatibilität	375			
11.3.5	Klinische Erfahrung mit Zirkoniumdioxid-Abutments	376			

11.6	Oberflächen	380	11.6.2	Weichgewebeintegration	382
11.6.1	Osseointegration	380			
12	Knochenersatzmaterialien	386			
	<i>J. Will, A. Boccaccini, U. Gbureck</i>				
12.1	Einleitung	386	12.5	Einteilung der KEM anhand ihrer chemischen Zusammensetzung	393
12.2	Anatomische Grundlagen	386	12.5.1	Hydroxylapatit	393
12.3	Mechanismen der Knochenregeneration	387	12.5.2	Trikalziumphosphate	394
12.4	Einteilung der KEM nach ihrer Herkunft	387	12.5.3	Biphasische Werkstoffe	394
12.4.1	Autogene Transplantate	391	12.5.4	Kalziumphosphatzemente	394
12.4.2	Allogene Transplantate	391	12.5.5	Bioaktive Gläser	395
12.4.3	Xenogene Transplantate	392	12.5.6	Polymere	395
12.4.4	Alloplastische Transplantate	393	12.5.7	Kompositmaterialien (Verbundwerkstoffe)	396
13	Speichelersatzmittel	400	12.6	Zusammenfassung	396
	<i>S. Hahnel</i>				
13.1	Einführung	400	13.2.3	Eigenschaften von klinischen Speichelersatzmitteln	401
13.2	Klinische Speichelersatzmittel	400	13.3	Speichelersatzmittel für Laboruntersuchungen	404
13.2.1	Zusammensetzung	400			
13.2.2	Anforderungen an klinische Speichelersatzmittel	401			
Teil III Moderne Technologien					
14	Digitale Abformmethoden	409			
	<i>S. Reich, B. Wöstmann</i>				
14.1	Einleitung	409	14.4	Historische Entwicklung	418
14.2	Funktionsprinzipien der Scannersysteme	409	14.5	Zukünftige Entwicklungen	419
14.3	Workflow	411	14.6	Aktuelle Abformsituation	419
14.3.1	Versorgung natürlicher Zähne	411	14.7	Aktuelle Bewertung digitaler Systeme	420
14.3.2	Implantatversorgung	413			
15	CAD/CAM-Technologie	425			
	<i>M. Zimmermann, A. Mehl</i>				
15.1	Einführung	425	15.2	Digitaler Workflow und CAD/CAM-Komponenten	427
15.1.1	Geschichte der CAD/CAM-Technologie	425	15.2.1	Digitaler Workflow	427
15.1.2	Dentale CAD/CAM-Technologie	425	15.2.2	Interventionsmöglichkeit	428
			15.2.3	Kompatibilität	428

15.2.4	Verfahrensmöglichkeiten des Digitalen Dentalen Workflow.	429	15.4.2	Berechnungsverfahren.	435
15.2.5	Materialien.	431	15.4.3	Vorteile.	436
15.3	Digitalisierungsverfahren.	431	15.5	CAM-Software.	437
15.3.1	Prinzipien der 3D-Oberflächenerfassung .	431	15.5.1	Prinzip.	437
15.3.2	Methoden der 3D-Oberflächenerfassung .	432	15.6	Fertigungsverfahren.	439
15.3.3	Intraoralscanner.	432	15.6.1	Prinzip.	439
15.3.4	Laborscanner.	434	15.6.2	Additive Fertigungsverfahren.	439
15.3.5	Vorteile Digitalisierungsverfahren.	434	15.6.3	Subtraktive Fertigungsverfahren.	440
15.3.6	Nachteile Digitalisierungsverfahren.	435	15.6.4	Chairside- und Labside-Fertigungsverfahren	441
15.4	CAD-Software.	435	15.7	CAD/CAM-Indikationsspektrum.	442
15.4.1	Prinzip.	435			
16	Additive Fertigung in der digitalen Zahnmedizin.	448			
	<i>J. Stampfl, R. Gmeiner</i>				
16.1	Einleitung.	448	16.3	Anwendungen in der Zahnmedizin.	452
16.2	Verfügbare additive Fertigungstechnologien.	448	16.3.1	Zahntechnische Modelle als Ersatz für Gipsmodelle.	453
16.2.1	Wannen-Fotopolymerisation („vat photopolymerization“) .	448	16.3.2	Direkte Herstellung von Restaurationen ..	453
16.2.2	Pulverbettsschmelzen („powder bed fusion“ – PBS) .	450	16.3.3	Bohrschablonen für die Implantologie. ...	453
16.2.3	Materialdruck („material jetting“) .	451	16.3.4	Aufbissschienen für die Kieferorthopädie .	454
17	Innovative Technologien.	456	16.3.5	Verlorene Wachsformen (Lost-wax-Modell) .	454
	<i>V. Preis, M. Rosentritt</i>				
17.1	Einleitung.	456	17.4.2	Werkstoffe.	459
17.2	Selektives Lasermelting (SLM) .	456	17.4.3	Indikationen und Studien.	459
17.2.1	Technik.	456	17.5	Fräsen und Sintern.	459
17.2.2	Werkstoffe.	457	17.5.1	Technik.	459
17.2.3	Indikationen und Studien.	457	17.5.2	Werkstoffe.	459
17.3	Gussverfahren mit 3D-Modell.	457	17.5.3	Indikationen und Studien.	459
17.3.1	Technik.	457	17.6	Fräsen und Kleben: digitale Prothesen.	459
17.3.2	Werkstoffe.	457	17.6.1	Technik.	459
17.3.3	Indikationen und Studien.	457	17.6.2	Werkstoffe.	460
17.4	Funkenerosion.	458	17.6.3	Indikationen und Studien.	460
17.4.1	Technik.	458			
	Sachverzeichnis.	462			