

	Vorwort	16
1	Biologische Aspekte	19
1.1	Anatomische Lage- und Richtungsbezeichnungen	19
1.1.1	Bezeichnungen mit Bezug zum Kopf	19
1.1.2	Bezeichnungen mit Bezug zu den Zähnen und Kieferknochen	19
1.1.3	Verlaufsbezeichnungen mit Bezug zu den Körperebenen	20
1.2	Gewebe	21
1.2.1	Epithelgewebe	21
1.2.2	Binde- und Stützgewebe	21
1.2.3	Muskelgewebe	22
1.2.4	Nervengewebe	22
1.3	Knochen	22
1.3.1	Knochenarten	22
1.3.2	Knochenformen	22
1.3.3	Knochenaufbau	23
1.3.3.1	Die Knochenhaut	23
1.3.3.2	Kompakte Rindenschicht	23
1.3.3.3	Schwammartige Zone	23
1.4	Der Schädel	23
1.4.1	Schädelwachstum	25
1.4.2	Relevante Schädelknochen	26
1.4.2.1	Der Oberkiefer (Maxilla)	26
1.4.2.1.1	Oberkieferkörper (Corpus maxillae)	27
1.4.2.1.2	Oberkieferfortsätze	27
1.4.2.1.3	Fehlbildungen des Oberkiefers	27
1.4.2.2	Das Gaumenbein (Os palatinum)	27
1.4.2.3	Der Unterkiefer (Mandibula)	28
1.4.2.3.1	Unterkieferbasis	28
1.4.2.3.2	Alveolarteil	29
1.4.2.3.3	Ramus mandibulae	29
1.4.2.4	Schläfenbein (Os temporale)	29
1.4.2.5	Keilbein (Os sphenoidale)	30
1.4.2.6	Jochbein (Os zygomaticum)	30
1.4.2.7	Zungenbein (Os hyoideum)	30
1.4.3	Knochenabbau nach Zahnverlust	30
1.5	Muskulatur	31
1.5.1	Funktionsweise eines Muskels	32
1.5.2	Funktionelle Organisation innerhalb des Muskels	32
1.5.3	Darstellung und Beschreibung von Muskelaktivität	32
1.5.4	Die Kaumuskeln	33

1.5.4.1	Musculus temporalis (Schläfenmuskel)	36
1.5.4.2	Musculus masseter	36
1.5.4.3	Musculus pterygoideus medialis	36
1.5.4.4	Musculus pterygoideus lateralis	37
1.5.5	Die direkten Mundöffner	37
1.5.5.1	Musculus mylohyoideus	39
1.5.5.2	Musculus geniohyoideus	39
1.5.5.3	Musculus digastricus	39
1.5.5.4	Musculus stylohyoideus	39
1.5.6	Die indirekten Mundöffner	40
1.5.7	Zusammenspiel der genannten Muskelgruppen	40
1.6	Kiefergelenk	41
1.6.1	Aufbau des Kiefergelenkes	41
1.6.1.1	Kondylus	41
1.6.1.2	Fossa articularis	42
1.6.1.3	Discus articularis	42
1.6.1.4	Tuberculum articulare	42
1.6.1.5	Cartilago articularis	42
1.6.1.6	Synovia	42
1.6.1.7	Capsula articularis	42
1.6.1.8	Bilaminäre Zone	42
1.6.2	Ligamenta articularia	43
1.6.3	Bewegungen der Kiefergelenke	43
1.7	Gefäßversorgung des Kopfes	44
1.7.1	Arterielltes Gefäßsystem des Kopfes	44
1.7.2	Venöses Gefäßsystem des Kopfes	45
1.7.3	Das lymphatische System	45
1.8	Das Nervensystem	45
1.8.1	Die Steuerung des Craniomandibulärsystems (CMS)	46
1.9	Periorale Region und Mundhöhle	47
1.9.1	Die periorale Region	47
1.9.1.1	Lippen	48
1.9.1.2	Wangen	48
1.9.2	Mundhöhle	48
1.9.2.1	Mundschleimhaut	49
1.9.2.2	Gaumen	49
1.9.2.3	Mundboden	50
1.9.2.4	Zunge	50
1.9.2.5	Geschmacksorgan	51
1.9.2.6	Speichel	51

1.9.2.7	Speicheldrüsen	52
1.9.3	Veränderungen innerhalb der Mundhöhle durch Zahnverlust	53
1.9.4	Fehlbildungen im Lippen-Kiefer-Bereich	53
1.10	Zähne und Zahnhalteapparat	54
1.10.1	Zahnentwicklung	54
1.10.2	Milchgebiss und Zahnwechsel	54
1.10.3	Aufbau der Zähne	56
1.10.3.1	Zahnhartsubstanzen	56
1.10.3.1.1	Schmelz	56
1.10.3.1.2	Dentin	56
1.10.3.1.3	Zement	57
1.10.3.2	Pulpa	57
1.10.4	Zahnhalteapparat	57
1.10.4.1	Gingiva	58
1.10.4.2	Desmodont	59
1.10.4.3	Alveolarknochen	59
1.10.4.4	Erkrankungen der Zähne und des Zahnhalteapparates	59
1.10.4.5	Okklusales Trauma	61
1.11	Einteilung der Zähne und Zahnmerkmale	61
1.11.1	Allgemeine Zahnmerkmale	61
1.11.1.1	Massenmerkmal	61
1.11.1.2	Winkelmerkmal	61
1.11.1.3	Wurzelmerkmal	62
1.11.1.4	Kronenflucht	62
1.11.2	Benennung der Zähne	62
1.11.2.1	Front- und Seitenzähne	62
1.11.2.2	FDI-Schema	62
1.11.3	Morphologie der Zähne des permanenten Gebisses	62
1.11.3.1	Die Schneidezähne	63
1.11.3.1.1	Die mittleren Schneidezähne des Oberkiefers	63
1.11.3.1.2	Der seitliche Schneidezahn des Oberkiefers	64
1.11.3.1.3	Der mittlere Schneidezahn des Unterkiefers	64
1.11.3.1.4	Der seitliche Schneidezahn des Unterkiefers	65
1.11.3.2	Die Eckzähne	65
1.11.3.2.1	Der Eckzahn des Oberkiefers	65
1.11.3.2.2	Der Eckzahn des Unterkiefers	66
1.11.3.3	Die Prämolaren	66
1.11.3.3.1	Der erste Prämolare des Oberkiefers	66
1.11.3.3.2	Der zweite Prämolare des Oberkiefers	67
1.11.3.3.3	Der erste Prämolare des Unterkiefers	68
1.11.3.3.4	Der zweite Prämolare des Unterkiefers	68
1.11.3.4	Die Molaren	69

1.11.3.4.1	Der erste Molar des Oberkiefers	69
1.11.3.4.2	Der zweite Molar des Oberkiefers	70
1.11.3.4.3	Der dritte Molar des Oberkiefers	70
1.11.3.4.4	Der erste Molar des Unterkiefers	70
1.11.3.4.5	Der zweite Molar des Unterkiefers	71
1.11.3.4.6	Der dritte Molar des Unterkiefers	71
1.12	Terminologie der Okklusionslehre	71
1.12.1	Statische Okklusion	71
1.12.2	Dynamische Okklusion	72
1.12.3	Okklusionsstörungen	72
1.12.4	Abnutzungserscheinungen an Zähnen	72
1.13	Die natürliche Okklusion	72
1.13.1	Anordnung der Zähne im menschlichen Gebiss	73
1.13.2	Typische Merkmale des menschlichen Gebisses	73
1.13.2.1	Sagittale Krümmung der Zahnbögen	73
1.13.2.2	Transversale Krümmung der Zahnbögen	73
1.13.2.3	Verwindung der Zahnbögen	74
1.13.2.4	Zahn-zu-zwei-Zahn-Beziehung	74
1.13.3	Okklusion der Frontzähne in der Statik	74
1.13.4	Okklusion der Seitenzähne in der Statik	75
1.13.5	Einteilung von Okklusionskontakten	76
1.13.5.1	Funktionelle und parafunktionelle Okklusion	76
1.13.5.2	Statische und dynamische Okklusion	76
1.13.5.3	Physiologische und nicht-physiologische Okklusion	77
1.13.6	Dysgnathien	78
1.14	Okklusionskonzepte	78
1.14.1	Ideale Okklusion	78
1.14.2	Okklusale Rekonstruktionskonzepte	80
1.14.3	Die Bedeutung des Artikulators	83
1.15	Die Bewegungen des Unterkiefers	84
1.15.1	Referenzlinien und -ebenen	84
1.15.1.1	Campersche Ebene	85
1.15.1.2	Frankfurter Horizontale	85
1.15.1.3	Achs-Orbital-Ebene	85
1.15.1.4	Gesichtsmitten-Horizontale	85
1.15.1.5	Okklusionsebene	85
1.15.2	Beschreibung von Unterkieferbewegungen	85
1.15.2.1	Kondylenbewegungen in der Sagittalebene	86
1.15.2.1.1	Kondylenbahnneigungswinkel	86
1.15.2.1.2	Fischer-Winkel	87

1.15.2.2	Kondylenbewegungen in der Horizontalebene	87
1.15.2.2.1	Bennett-Winkel	87
1.15.2.2.2	Bennett Side Shift (= Immediate Side Shift)	88
1.15.2.2.3	Shift-Winkel	88
1.15.2.2.4	Bennett-Bewegung	88
1.16	Simulation von Unterkieferbewegungen im Labor	88
1.16.1	Anatomische Übertragungsbögen	89
1.16.2	Kieferrelationsbestimmung	90
1.16.3	Okklusionsprotokolle	90
1.16.4	Artikulatoren	90
1.16.4.1	Anwendungsbereiche	91
1.16.4.2	Einteilung der Artikulatoren nach der kondylären Führung	91
1.16.4.2.1	Arcon-Artikulatoren	91
1.16.4.2.2	Non-Arcon-Artikulatoren	92
1.16.4.3	Einteilung der Artikulatoren nach der Möglichkeit der Justierung	92
1.16.4.3.1	Mittelwertartikulatoren	92
1.16.4.3.2	Teiljustierbare Artikulatoren	93
1.16.4.3.3	Volljustierbare Artikulatoren	93
1.16.5	Die Registrierung zahngeführter Grenzbahnen	94
1.16.5.1	Positionsregistrare	94
1.16.5.2	Kinematische Messverfahren	94
1.16.5.3	Notwendigkeit von individuellen Registrierungen	95
1.16.5.4	Messbarer Nutzen der individuellen Artikulatorprogrammierung	96
1.16.5.4.1	Jaw Motion Analyzer (JMA)	96
1.16.5.4.2	ARCUSdigma 2	96
1.16.5.4.3	Freecorder Blue Fox®	97
1.16.5.4.4	Cadiax® compact 2	97
1.16.5.4.5	Cadiax® diagnostic	98
1.17	Kieferrelationsbestimmung	98
1.17.1	Sicherung der Kieferrelation in IKP	98
1.17.2	Rekonstruktion einer physiologischen Kieferrelation	99
1.17.2.1	Manuelle Techniken	99
1.17.2.1.1	Dawson-Technik	100
1.17.2.1.2	Lauritzen-Technik	100
1.17.2.1.3	Reproduzierbarkeit manueller Techniken	100
1.17.2.2	Neuromuskuläre Techniken	100
1.17.2.2.1	Stützziftbasierte elektronische Systeme	101
1.17.2.2.2	Myozentrik	102
1.17.2.2.3	Schließbewegungen auf ein frontales Plateau	103
1.17.3	Festlegung einer therapeutischen Kieferrelation	103
1.17.3.1	Kieferrelationsbestimmung in der Funktionstherapie	103
1.18	Funktionsbereiche des CMS	104

1.18.1	Ästhetik	104
1.18.1.1	Dentogingivale Ästhetik	104
1.18.1.2	Patientenwunsch und zahntechnische Möglichkeiten	105
1.18.1.3	Typisierung der Zahnformen	106
1.18.1.3.1	Zahnform und körperliche Konstitution	106
1.18.1.3.2	Zahnform und Gesichtsform	106
1.18.2	Phonetik	106
1.18.2.1	Allgemeine anatomische Grundlagen	107
1.18.2.2	Die Entstehung der für den Prothetiker relevanten Konsonanten	108
1.18.2.2.1	Die bilabialen Laute	108
1.18.2.2.2	Die labio-dentalen Laute	108
1.18.2.2.3	Die apiko-/lamino-dentalen Laute	108
1.18.2.2.4	Die apiko-/lamino-alveolaren Laute	108
1.18.2.2.5	Apiko-postalveolare Laute	108
1.18.2.2.6	Lamino-postalveolare Laute	108
1.18.2.2.7	Sublamino-postalveolare Laute	109
1.18.2.2.8	Dorso-palatale Laute	109
1.18.3	Prothesenbezogene Phonetik	109
1.18.3.1	Präprothetische Maßnahmen	109
1.18.3.2	Prothetisch bedingte Probleme bei der Lautbildung	109
1.18.3.3	Beeinträchtigung der Lautbildung durch herausnehmbaren Zahnersatz	109
1.18.4	Kaufunktion	111
1.18.4.1	Mastikation	111
1.18.4.2	Kinematik des Unterkiefers	111
1.18.4.3	Muskelaktivität beim Kauen	111
1.18.4.4	Steuerung der Kaubewegung	113
1.18.5	Craniomandibuläres System und Körperhaltung	113
1.18.5.1	Neuroanatomische Verbindungen	113
1.18.5.2	Neurophysiologische Verbindungen	113
1.18.5.3	Muskuloskelettale Verbindungen	114
1.19	Funktionsdiagnostik und -therapie des CMS	114
1.19.1	Entstehung von Muskel- und Gelenkschmerzen	115
1.19.2	Okklusale Faktoren bei CMD	115
1.19.3	Diagnostik	116
1.19.4	Myoarthropathie und CMD	116
1.19.5	Zahnärztliche Therapie von Myoarthropathien	117
1.20	Implantologie	118
1.20.1	Indikation für dentale Implantate	119
1.20.2	Osseointegration	119
1.20.3	Primärstabilität	119
1.20.4	Implantationsmodus	120
1.20.4.1	Einteilung nach dem Zeitpunkt der Implantation	120

1.20.4.2	Einteilung nach der Belastung des Implantats	120
1.20.5	Einheitszeiten nach der Implantation	120
1.20.6	Planung der Implantatposition	120
1.20.7	Atrophie der Alveolarfortsätze und Implantation	120
1.20.8	Periimplantitis	122
1.20.9	Prothetische Komplikation	122
1.21	Implantatprothetik	122
1.21.1	Planung	122
1.21.2	Abutment	122
1.21.2.1	Systemabhängige Auswahl von Abutments	124
1.21.2.2	Anforderungen an definitive Abutments	125
1.21.2.3	Abutment-Konstruktionsmöglichkeiten	125
1.21.2.4	Abutment-Materialien	126
1.21.3	Legierungen	126
1.21.4	Biokompatibilität	127
1.21.5	Stabilität	127
1.21.5.1	Ce-TZP/A Zirkoniumdioxid-Keramik	128
1.21.5.2	Verarbeitung keramischer Materialien	128
1.21.6	Okklusionskonzepte für Zahnersatz auf Implantaten	129
1.21.7	Ästhetik	129
1.21.8	Definitive Befestigung von Zirkoniumdioxid-Keramiken auf Abutments	130
1.21.9	Eingliederung des provisorischen Abutments	131
1.21.10	Abutmentverklebung Titanbasis-Lithiumdisilikat mit Multilink® (Fa. Ivoclar)	131
2	Befunderhebung und Planung	133
2.1	Zahnärztliche Befunderhebung	133
2.1.1	Anamnese	133
2.1.2	Befund	133
2.1.2.1	Extraorale Befunderhebung	133
2.1.2.2	Intraorale Befunderhebung	133
2.1.2.3	Röntgenbefund	134
2.2	Diagnose	134
2.3	Planung von Zahnersatz	134
2.4	Patientenaufklärung	134
2.5	Präprothetische Vorbehandlung	134
2.6	Provisorische Versorgung	135
2.6.1	Festsitzende Provisorien	135
2.6.2	Abnehmbare Provisorien	135
2.7	Präparation und Abformung	135
2.7.1	Präparation	136

2.7.2	Präparationsformen	136
2.7.3	Verlauf der Präparationsgrenze	138
2.8	Abformung	138
2.8.1	Situationsabformung	139
2.8.2	Präzisionsabformung	139
3	Zahnkronenrestaurationen	141
3.1	Generelle Anforderungen an Zahnersatz	141
3.2	Farbe und dentale Zahnfarbenbestimmung	141
3.2.1	Physikalische Grundlagen der Farbwahrnehmung	142
3.2.2	Physiologische Grundlagen	142
3.2.3	Dimensionen der Farbe	143
3.2.4	Grundlagen zur Bestimmung dentaler Farben	145
3.2.5	Einflüsse der Farbempfindung bei der Farbbestimmung von Zähnen	146
3.2.6	Konventionelle Zahnfarbbestimmung am Patienten	148
3.2.7	Digitale Zahnfarbbestimmung am Patienten	148
3.3	Definition und Nutzeffekte des Zahnkronenersatzes	149
3.4	Indikationen des Zahnkronenersatzes	149
3.5	Kontraindikationen des Zahnkronenersatzes	150
3.6	Konstruktionsmöglichkeiten von Zahnkronenersatz	151
3.6.1	Vollkronen aus Metall	151
3.6.2	Verblendkronen mit Metallgerüst	152
3.6.2.1	Metallgerüst mit Komposit verblendet	152
3.6.2.2	Metallgerüst mit Keramik verblendet	153
3.6.3	Vollkronen aus Keramik	153
3.6.4	Teilkronen	158
3.6.4.1	Teilkronen aus Metall	160
3.6.4.2	Teilkronen aus Keramik (ausgenommen monolithisches Zirkoniumdioxid)	160
3.6.4.3	Teilkronen aus Materialkombinationen	162
3.6.5	Stiftkronen	162
3.6.6	Einlagefüllungen aus unterschiedlichen Werkstoffen	163
3.6.6.1	Inlays, Onlays, Overlays aus Metall	164
3.6.6.2	Inlays, Onlays, Overlays aus Keramik (ausgenommen monolithisches Zirkoniumdioxid)	165
3.6.6.3	Inlays, Onlays, Overlays aus laborgefertigtem Komposit	166
3.6.6.4	Inlays, Onlays, Overlays aus Werkstoffkombinationen	166
3.7	Kunststoffbasierte CAD/CAM-Materialien	167
3.7.1	Metalle und Legierungen	170
3.7.2	Dentalkeramiken	174

3.7.3	Metall-Keramik-Verblendkronen (Gestaltungskriterien)	176
3.7.4	Metall-Kunststoff- und Metall-Komposit-Verblendkronen	177
3.7.5	Vollkeramikrestaurationen – Definition und Einleitung	182
3.7.5.1	Einteilung der Werkstoffgruppen dentaler Keramiken	183
3.7.5.2	Silikatkeramiken	183
3.7.5.3	Oxidkeramiken (Hochleistungskeramiken)	187
3.7.6	Gegenüberstellung von Metallkeramik und Vollkeramikkonstruktionen	190
3.7.7	Hybridkeramik, Nanokomposit für die CAD/CAM-Technologie	190
3.7.8	Verarbeitungssysteme vollkeramischer Werkstoffe	192
3.7.8.1	Keramikgerüst plus Keramikverblendung	193
3.7.8.2	Gerüstofffreie Verarbeitung (monolithische Konstruktionen)	194
3.7.9	Allgemeine Präparationsregeln für vollkeramische Restaurationen	195
3.8	Verarbeitungsverfahren dentaler Vollkeramiken	195
3.8.1	Fertigung im Pressverfahren	195
3.8.2	CAD/CAM-gefertigte Keramikkonstruktionen aus Lithiumdisilikat	205
3.8.3	Verbundkronen und -brücken	214
3.8.4	Risiken der Verarbeitung von Zirkoniumdioxid	216
3.8.5	Fügung von im CAD/CAM-Verfahren getrennt gefertigten Gerüsten aus Zirkoniumdioxid mit Glaslot	219
3.8.6	Befestigung vollkeramischer Restaurationen	229
3.8.7	Zeitgemäßer Umgang mit rotierenden Werkzeugen	232
3.8.7.1	Was hat sich in der letzten Zeit in der Zahntechnik verändert?	232
3.8.7.2	Produkteigenschaften	233
3.8.7.3	Drehzahlen	234
3.8.7.4	Hartmetall-Fräser	234
3.8.7.5	Diamantschleifer	236
3.8.7.6	Anwendung	236
3.8.8	CAD/CAM	240
3.8.8.1	Digitalisierung	240
3.8.8.2	Bearbeitung der Datensätze	241
3.8.8.3	CAD und statisch-dynamische Okklusion	242
3.8.8.4	Datenaustausch zwischen CAD/CAM-Systemen	243
3.8.8.5	Fertigung und CAM	243
3.8.8.6	Complete Digital Workflow	244
3.8.8.7	CAD/CAM-Materialien	246
3.8.9	Art, Einsatz und Verarbeitung von CAD/CAM-Materialien	247
3.8.10	Metalle, Legierungen	248
3.8.11	Infiltrationskeramiken	251
3.8.12	Glaskeramiken	251
3.8.12.1	IPS Empress® CAD (Fa. Ivoclar Vivadent)	251
3.8.12.2	IPS e.max® Lithiumdisilikat (Fa. Ivoclar Vivadent)	252
3.8.12.3	VITABLOCS Reallife	253
3.8.12.4	Glaskeramik (verstärkt)	253

3.8.13	Hybridkeramiken (Enamic®)	255
3.8.14	Kunststoffe	255
3.8.15	Lava™ Ultimate Krone	257
3.8.16	PEEK	258
3.8.17	Wachse	258
3.8.18	Zirkoniumdioxid	259
4	Verarbeitungssicherheit und Qualitätskontrolle	267
4.1	Grundsätzliche Qualitätsanforderungen	267
4.2	Grundsätzliche Qualitätsanforderungen an Kronen- und Brückenzahnersatz	268
4.3	Biokompatibilität zahntechnischer Materialien	268
4.4	Konstruktionsstabilität und Materialkennwerte	268
4.5	Morphologische Gestaltungsprinzipien und geteilte Brücken	271
4.6	Statisch-dynamische und funktionelle Merkmale von Zahnrekonstruktionen	272
4.6.1	Statische Merkmale	273
4.6.2	Kontrolle der Kontakte im Artikulator mit Shimstockfolie	274
4.6.3	Dynamische Merkmale	274
4.6.4	Funktionelle Merkmale	274
4.7	Kontrolle der Exkursionsbewegungen im Artikulator	274
4.8	Brückenteilungen mit feinmechanischen Kopplungselementen	276
4.9	Überprüfungen des Kronen- und Brückenzahnersatzes auf dem anatomischen Modell	277
4.10	Überprüfungen an dem vom anatomischen Modell genommenen Kronen- und Brückenzahnersatz	277
4.11	Qualitätsanforderungen im Sinne der Mundhygiene	278
4.12	Ästhetische Qualitätsanforderungen	279
4.13	Qualitätsanforderungen an Implantatversorgungen	281
4.14	Grundsätzliche Anforderungen an die Gestaltung von Suprakonstruktionen	282
4.15	Funktionsanforderungen	283
4.16	Fazit	283
5	Materialparameter und deren Bestimmung bei zahntechnisch zu verarbeitenden Metallen und Keramiken	285
5.1	Biegefestigkeit	285
5.2	Bruchfestigkeit	285
5.3	Elastizitätsmodul	285
5.4	Risszähigkeit	285
5.5	Weibull-Modul	286
5.6	Dauerfestigkeit	286
5.7	Oberflächenqualität	286
5.8	Löslichkeit/Korrosionsbeständigkeit	287
5.9	Wärmeausdehnungskoeffizient	287
	Literaturverzeichnis	288