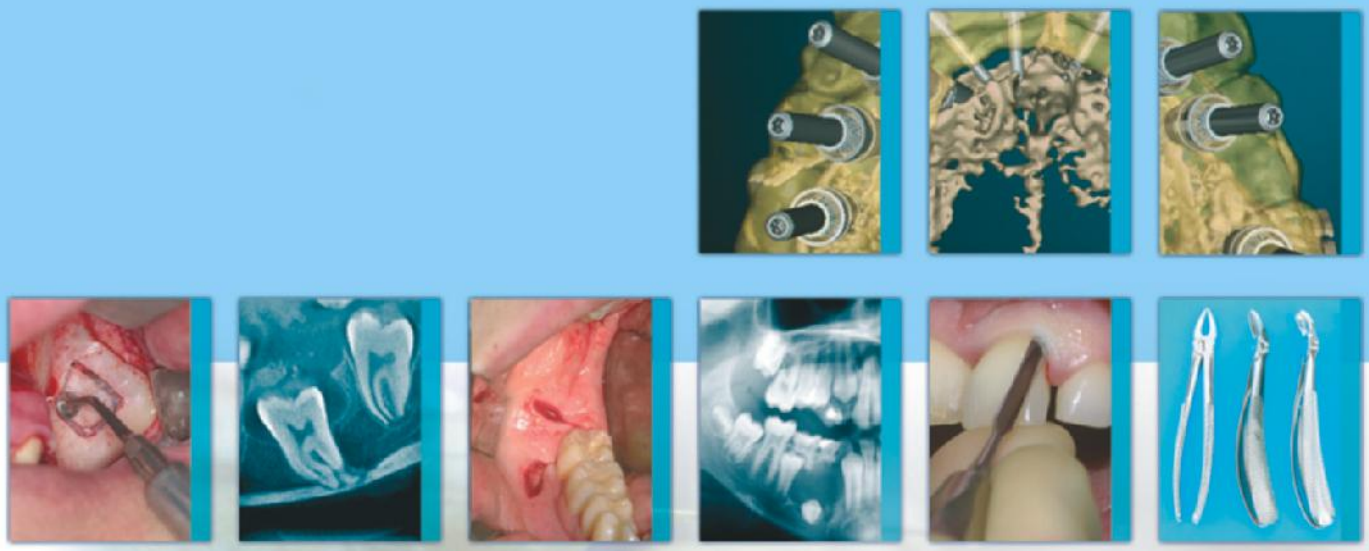
Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde

Zahnärztliche Chirurgie

Online-Version in der eRef

Norbert Schwenzer
Michael Ehrenfeld

5., unveränderte Auflage



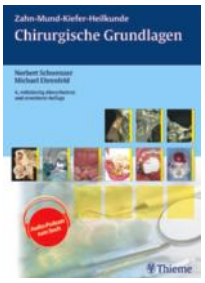
Thieme

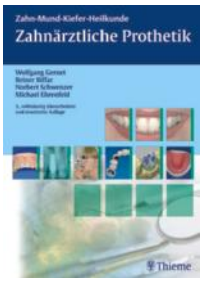
Thieme

Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde

Lehrbuchreihe zur Aus- und Weiterbildung

Bisher erschienen sind folgende Bände





Georg Thieme Verlag
Stuttgart · New York

Zahnärztliche Chirurgie

Herausgegeben von

Norbert Schwenzer
Michael Ehrenfeld

Mit Beiträgen von

Uwe Eckelt
Michael Ehrenfeld
Giovanni Ettorre
Matthias Fenner
Rudolf Fürhauser
Klaus Louis Gerlach
Max Heiland
Reinhard Hickel
Hans-Peter Howaldt
Felix Peter Koch
Martin Kunkel
Georg Mailath-Pokorny
Friedrich W. Neukam
Fred Podmelle
Dieter Riediger
Rainer Schmelzle
Wilfried Wagner
Georg Watzek
Ulrich Westermann
Wolfgang Winter

5., unveränderte Auflage

523 Abbildungen
35 Tabellen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart · New York

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Die Bände 1 und 2 der 1. und 2. Auflage von Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde wurden von Norbert Schwenzer und Gerhard Grimm herausgegeben.

1. Auflage (Band 1 Allgemeine Chirurgie): 1981
2. Auflage (Band 1 Allgemeine Chirurgie): 1988
1. italienische Ausgabe (Band 1): 1991
1. italienische Ausgabe (Band 2): 1993
3. Auflage (Band 1 Allgemeine Chirurgie): 2000
4. Auflage (Chirurgische Grundlagen): 2008
1. Auflage (Band 2 Spezielle Chirurgie): 1981
2. Auflage (Band 2 Spezielle Chirurgie): 1990
3. Auflage (Band 3 Zahnärztliche Chirurgie): 2000

Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe **dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.
Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

© 2009, 2019 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
Deutschland
Telefon: + 49/0711/8931-0
Unsere Homepage: http://www.thieme.de

Printed in Germany

Zeichnungen: Martin Hoffmann, Neu-Ulm
Ralf Köder, Stuttgart
Christiane und Dr. Michael von Solodkoff, Neckargemünd
Umschlaggestaltung: Thieme Verlagsgruppe
Umschlaggrafik: Martina Berge, Erbach
Satz: primustype Robert Hurler GmbH, Notzingen,
gesetzt in UltraXML
Druck: elanders GmbH, Waiblingen

ISBN 978-3-13-243032-7 1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:
eISBN (PDF) 978-3-13-243033-4

Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden **nicht** besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.
Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Vorwort

Die 4. Auflage der Zahn-Mund-Kieferheilkunde wurde inzwischen unter Beibehaltung des Konzeptes der vorausgegangenen Bände neu bearbeitet. Erfahrene Hochschullehrer aus Deutschland, Österreich und der Schweiz konnten auch diesmal als Autoren gewonnen werden. Das Gesamtwerk vermittelt in nunmehr sechs Bänden einen Überblick über die zahnärztliche Chirurgie, die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, die konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie, die zahnärztliche Prothetik sowie die Einführung in die Zahnmedizin.

Der vorliegende Band mit dem Titel „Zahnärztliche Chirurgie“ umfasst insgesamt elf Kapitel, in denen das gesamte Spektrum der operativen Tätigkeit des Zahnarztes eingehend dargestellt wird.

Die Ausstattung ist wie auch in den vorausgegangenen Bänden auf neuestem Stand. Die bewährte Hervorhebung wichtiger Informationen wurde ebenso beibehalten wie Praxistipps und Merksätze. Eine Zusammenfassung und Literaturhinweise runden auch diesmal jedes Kapitel ab.

Das Werk ist vorwiegend für Studierende der Zahnmedizin im klinischen Studienabschnitt gedacht, enthält aber auch Informationen für den Assistenzarzt in Weiterbildung und den berufstätigen Zahnarzt.

Dem Thieme Verlag gilt unser Dank für die hervorragende Ausstattung und die stets angenehme Zusammenarbeit. Den Mitautoren danken wir für die zuverlässige Kooperation. Auch den Studenten möchten wir für Verbesserungsvorschläge und wertvolle kritische Anmerkungen unseren Dank aussprechen.

Wir geben unserer Hoffnung Ausdruck, dass auch die 4. Auflage ebenso gut aufgenommen wird wie die vorausgegangenen.

Tübingen/München

Norbert Schwenzer
Michael Ehrenfeld

Herausgeber

Schwenzer, Norbert, em. Prof. Dr. Dr. med. Dr. Dr. h.c. †
Burgholzweg 85/1, 72070 Tübingen

Ehrenfeld, Michael, Prof. Dr. Dr.
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Klinikum der Universität München-Innenstadt
Lindwurmstr. 2a, 80337 München

Mitarbeiter

Eckelt, Uwe, Prof. Dr. Dr.
Klinik und Poliklinik für MKG-Chirurgie
Universitätsklinikum Dresden
Fetscherstr. 74, 01307 Dresden

Ehrenfeld, Michael, Prof. Dr. Dr.
Klinik und Poliklinik für MKG-Chirurgie
Klinikum der Universität München-Innenstadt
Lindwurmstr. 2a, 80337 München

Ettorre, Giovanni, Dr.
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Justus-Liebig-Universität Gießen
Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH
Klinikstr. 29, 35392 Gießen

Matthias Fenner, Dr. Dr.
Mund-, Kiefer- u. Gesichtschirurgische Klinik
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Glückstr. 11, 91054 Erlangen

Fürhauser, Rudolf, Ass.-Prof. Dr.
Akademie für Orale Implantologie
Lazarettgasse 19, 1090 Wien, Österreich

Gerlach, Klaus Louis, Univ.-Prof. Dr. Dr.
Universitätsklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Universitätsklinikum Magdeburg
Leipziger Str. 44, 39120 Magdeburg

Heiland, Max, Prof. Dr. Dr.
Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Klinikum Bremerhaven Reinkenheide gGmbH
Postbrookstr. 103, 27574 Bremerhaven

Hickel, Reinhard, Prof. Dr.
Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie
Klinikum der Universität München-Innenstadt
Goethestr. 70, 80336 München

Howaldt, Hans-Peter, Prof. Dr. Dr.
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Plastische Operationen
Justus-Liebig-Universität Gießen
Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH
Klinikstr. 29, 35392 Gießen

Koch, Felix Peter, Dr. Dr.
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Plastische Operationen
Universitätsmedizin Mainz
Augustusplatz 2, 55131 Mainz

Kunkel, Martin, Prof. Dr. Dr.
Klinik für Mund-, Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie
Ruhr-Universität Bochum
Knappschaftskrankenhaus Bochum
In der Schornau 23–25, 44892 Bochum

Mailath-Pokorny, Georg, Prof. Dr.
Akademie für Orale Implantologie
Fürhauser, Haas, Mailath-Pokorny, Watzek, OHG
Lazarettgasse 19, 1090 Wien, Österreich

Neukam, Friedrich W., Prof. Dr. Dr.
Mund-, Kiefer- u. Gesichtschirurgische Klinik
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Glückstr. 11, 91054 Erlangen

Podmelle, Fred, Dr. Dr.
Universitätsklinikum Greifswald
Klinik für MKG-Chirurgie
Ferdinand-Sauerbruch-Str., 17475 Greifswald

Riediger, Dieter, Prof. Dr. Dr.
Klinik für Zahn-, Mund-, Kiefer- u. Plastische Operationen
Universitätsklinikum der RWTH
Pauwelsstr. 30, 52074 Aachen

Schmelzle, Rainer, Prof. Dr. Dr.
Universitätskrankenhaus Eppendorf
Klinik und Poliklinik für MKG-Chirurgie
Martinistr. 52, 20246 Hamburg

Wagner, Wilfried, Prof. Dr. Dr.
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Plastische Operationen
Universitätsmedizin Mainz
Augustusplatz 2, 55131 Mainz

Watzek, Georg, Univ.-Prof. Dr.
Universitätsklinik für ZMK-Heilkunde
Abt. für Orale Chirurgie
Währinger Str. 25a, 1090 Wien, Österreich

Westermann, Ulrich, Prof. Dr. Dr.
Universitätsklinikum Greifswald
Klinik für MKG-Chirurgie
Ferdinand-Sauerbruch-Str., 17475 Greifswald

Winter, Wolfgang, Dr. Dr.
Ruhwies
84568 Pleiskirchen

Inhaltsverzeichnis

1 Zahnentfernung

Wilfried Wagner, Martin Kunkel, Felix Peter Koch

Bedeutung der Zahnentfernung 2

Indikationen 2
Therapeutische Indikationen 2
Prophylaktische Indikationen 2

Zeitpunkt der Extraktion und Aufklärungspflicht . 4
Zeitpunkt der Extraktion 4
Aufklärungspflicht 4

Kontraindikationen 5
Blutungsneigung 5
Allgemeinerkrankungen 6
Akute Entzündung 6

Spezielle Risikofaktoren bei der Zahnextraktion . 6
Endokarditis 6
Bisphosphonattherapie 7

Instrumentarium 8
Grundanforderungen und Hygiene 8
Extraktionszangen 8
Anatomische Zangenformen 8
Hebel 9
Instrumente für spezielle Techniken („Zahnlängsextrusion“) 11
Instrumente zur Knochenabtragung 11

Technik der Extraktion 12
Vorbereitung 12
Ablauf der normalen Zahnextraktion 12
Kürettage der Alveole 15
Wundversorgung 15
Nachsorge 15
Weitere Extraktionstechniken bei spezieller Indikation oder Begleiterkrankung 16
Entfernung von Wurzelresten 16
Extraktionstechnik bei geplanter Implantation 17
Zahnextraktion bei bestrahlten Patienten 18

Retinierte Zähne 18
Definitionen 18
Epidemiologie und Häufigkeitsverteilung 19
Ursachen und mögliche Folgen der Retention 19
Therapie retinierter Weisheitszähne 22
Erschwerter Zahndurchbruch und perikoronare Entzündung 24
Osteotomie retinierter Zähne 24
Therapie retinierter Eckzähne und Prämolaren . . . 28
Therapie von Mesiodentes und anderen überzähligen Zähnen 28

Komplikationen 29
Intraoperative Komplikationen 29
Postoperative Komplikationen 32

Ausschluss eines Tumors 34

Zusammenfassung 34

2 Chirurgische Zahnerhaltung

Uwe Eckelt

Wurzelspitzenresektion 38
Definition 38
Behandlungsziel 38
Epidemiologie 38
Indikation 38
Diagnostik 41
Aufklärung 41
Risikofaktoren 41
Operationstechnik 42
Postoperative Maßnahmen 48
Erfolgsbeurteilung der Wurzelspitzenresektion . . . 48

Transdentale Fixation 49
Definition 49
Behandlungsziel 49
Indikation 49
Diagnostik 49
Operationstechnik 50
Postoperative Maßnahmen 50

Reimplantation von Zähnen 50
Einleitung 50
Definition 50
Indikation 51
Zeitpunkt 51
Operationstechnik 51
Schienung und Nachbehandlung 51
Komplikationen 51
Prognose 51
Vorgehen bei Zahnintrusion 51

Transplantation von Zähnen 52
Einleitung 52
Indikation 52
Präoperative Maßnahmen 52
Zeitpunkt der Transplantation 52
Operationstechnik 52
Prognose 53

Hemisektion und Wurzelamputation 53
Einleitung 53
Definition 53
Indikationen 54
Diagnostik 54
Operationstechnik 54
Zusammenfassung 55

3 Traumatologie der Zähne und des Zahnhalteapparates

Michael Ehrenfeld, Reinhard Hickel

Einleitung 58
Ursachen 58
Pathomechanismus 58
Epidemiologie 58
Diagnostische Maßnahmen 59
Anamnese 59
Klinische Untersuchung 59
Röntgendiagnostik 60
Weitere diagnostische Maßnahmen 60
Verletzungen der Zähne und des Zahnhalteapparates 60
Verletzungen der Zähne 60
Verletzungen des Zahnhalteapparates 64
Möglichkeiten der Schienung traumatisierter Zähne 70
Folgeerscheinungen nach Verletzungen der Zähne und des Zahnhalteapparates 71
Sensibilitäts- und Vitalitätsverlust 71
Resorptionen 71
Versorgung einer Zahnlücke nach traumatischem Zahnverlust 72
Zusammenfassung 73

4 Weichteilinfektionen

Rainer Schmelzle, Max Heiland

Einleitung 76
Definitionen 76
Pathophysiologie der Entzündung 76
Klinische Formen der Entzündung 77
Klinische Symptome und Diagnostik 77
Allgemeine Entzündungssymptome 77
Lokale Entzündungssymptome 79
Infektionsursachen und -wege 81
Odontogene Ursachen 81
Nicht-odontogene Ursachen 87
Infektionserreger 87
Therapeutische Prinzipien 90
Chirurgische Therapie 90
Chemotherapie 91
Physikalische Therapie 93
Topografie und Klinik odontogener Infektionen 94
Eitrige Entzündungen im Bereich der Alveolarfortsätze, des Gaumens und der Fossa canina 94
Weichteilinfektionen der Logen des Gesichtsschädels 100
Perimandibuläre Logeninfektionen 100
Submandibuläre Logeninfektion 103
Paramandibulär, bukkal und retromandibulär gelegene Weichteilinfektionen 104
Masseterikomandibuläre und pterygomandibuläre Logeninfektion 108
Weichteilinfektionen im Kinnbereich 110
Sublinguale und Zungeninfektionen 112
Retromaxilläre Logeninfektion 113
Paratonsilläre, parapharyngeale und retropharyngeale Weichteilinfektionen 115
Infektionen der Temporalregion 117
Infektionen der Orbita 119
Thrombophlebitis im Kiefer- und Gesichtsbereich . 120
Odontogene Fisteln 121
Nicht-odontogene Weichteilinfektionen der Mundhöhle und des Gesichts 121
Lymphadenitis 122
Entzündungen der Speicheldrüsen 122
Infizierter Bruchspalt bei Kieferfrakturen 122
Kiefernekrose nach Strahlentherapie oder unter Bisphosphonattherapie 122
Infizierte Weichteilwunden 123
Infizierte Tumoren 123
Fremdkörperinfektionen 123
Infektion nach Injektion 123
Lokale destruierende Prozesse bei vorangegangener Strahlentherapie, bei Patienten mit Vaskulitiden oder aufgrund von Pilzinfektionen 123
Von angeborenen Fistelungen ausgehende Entzündungen 124
Pyodermien der Gesichtshaut 124
Follikulär gebundene Pyodermien 127
An Schweißdrüsen gebundene Pyodermien 128
Entzündungen der Gingiva 128

Entzündungen der Zunge 128
Infektionen der Lippen 128
Erysipel 128
Viruserkrankungen 129
Zusammenfassung 130

5 Spezifische Infektionen und Pilzerkrankungen

Klaus Louis Gerlach

Spezifische Infektionen 133
Zervikofaziale Aktinomykose 133
Tuberkulose 135
Syphilis (Lues) 139
Tetanus 141
Mykosen 143
Candidiasis (Soor) 144
Aspergillose 146

6 Entzündungen des Knochens

Michael Ehrenfeld, Wolfgang Winter

Grundlagen 150
Ätiologie und Pathogenese 150

Klinische Verlaufsformen bakterieller Knochenentzündungen 153
Akute bakterielle Knochenentzündungen 153
Chronische bakterielle Knochenentzündungen . . . 153

Diagnostik von Knochenentzündungen 156
Klinische Symptome und klinische Diagnostik 156
Röntgendiagnostik 156
Nuklearmedizinische Diagnostik 156
Magnetresonanztomografie 158
Positronenemissionstomografie 158
Histologische Untersuchung von Knochenproben . 158
Mikrobiologische Untersuchungen 158
Blutuntersuchungen 159
Auswahl der diagnostischen Verfahren 159

Therapie von Knochenentzündungen 160
Antibiotische Behandlung 160
Chirurgische Therapie 160
Hyperbare Sauerstofftherapie 162
Kortisontherapie 162

Auswahl der Therapie in Abhängigkeit von der jeweiligen Form der Knochenentzündung 163
Periapikaler Abszess 164
Akute eitrige Knochenentzündung 164
Chronische eitrige Knochenentzündung 164
Chronische nichteitrige Knochenentzündung (Knochenentzündung Typ Garré) 164
(Chronische) Fokal sklerosierende Knochenentzündung 165
(Chronische) Diffus sklerosierende Knochenentzündung 165

Spezielle klinische Formen der Knochenentzündung des Kiefers 165
Knochenentzündungen bei Frakturen 165
„Säuglingsosteomyelitis“ 167
Fortgeleitete Knochenentzündung des Unterkiefers nach einer Otitis media 167
Entzündung des strahlengeschädigten Knochens . 167

Differenzialdiagnosen 171
Knochentumoren 171

Zusammenfassung 171

7 Zysten des Kiefers und der Weichteile

Friedrich W. Neukam, Matthias Fenner

Grundlagen 174

Entstehung 174

Klinik und Diagnostik 176
Symptomatik 176
Klinische Untersuchung 176
Bildgebende Diagnostik der Kieferzysten 177
Differenzialdiagnose 178
Therapie 178

Odontogene Zysten 182
Radikuläre Zyste 182
Keratozystischer odontogener Tumor (Keratozyste) 184
Follikuläre Zyste 187
Laterale Parodontalzyste 188
Residualzyste 188
Gingivazyste des Kindes- und Erwachsenenalters . 189
Eruptionszyste 189
Botryoide odontogene Zyste 189
Glanduläre odontogene Zyste (sialoodontogen, mukoepidermoid-odontogen) 190

Nicht-odontogene Zysten 190
Zyste des Ductus nasopalatinus 190
Globulomaxilläre Zyste 191
Nasolabiale (nasoalveoläre) Zyste 191

Nicht-epitheliale Kieferzysten 191
Solitäre Knochenzyste (traumatische, einfache, hämorrhagische Knochenzyste) 191
Aneurysmatische Knochenzyste 191
Die latente idiopathische statische Knochenhöhle (Stafne-Zyste) 191

Schleimhautzyste der Kieferhöhlenschleimhaut und Zysten der Speicheldrüsen 193
Schleimhautzyste der Kieferhöhlenschleimhaut 193
Postoperative Kieferhöhlenzyste 193
Zyste der Speicheldrüsen (Extravasationszyste, Retentionszyste, Ranula) 193

Zysten der Weichteile 194
Dermoide oder epidermoide Zyste 194
Lymphoepitheliale Zyste (Kiemenbogen-, laterale Halszyste) 194
Ductus-thyreoglossus-Zyste 194

Zusammenfassung 194

8 Präprothetische Chirurgie

Dieter Riediger

Aufgaben der präprothetischen Chirurgie 198

Anatomische Folgen des Zahnverlustes 198
Pathogenese der Alveolarfortsatzatrophie 198

Veränderung des Weichgewebes 199
Gingiva und Muskulatur 199
Schlotterkammbildung 199
Lappenfibrome 199

Operative Techniken 199
Abtragende Eingriffe am Weichgewebe 199
Abtragende Eingriffe am Knochen 200

Weichgewebseingriffe zur relativen Erhöhung des Alveolarfortsatzes 201
Vestibulumplastik 201
Tuberplastik 203
Korrektur kammnah ansetzender Bänder 204
Mundbodensenkung 205

Verfahren zur absoluten Alveolarkammerhöhung 205
Indikation 205
Ersatzmaterialien 205
Knochenersatz im Oberkiefer 206
Onlay-Osteoplastik mit freiem autologem Knochentransplantat 209
Piezoelektrische Nervlateralisation in Kombination mit enossaler Implantation 211
Distraktionsosteogenese 211

Chirurgische Maßnahmen bei Kieferdefekten 213
Vorzüge des vaskularisierten Knochenspans 213
Defekte im Unterkiefer 214
Defekte im Oberkiefer 214

Osteokonduktive und -induktive Knochenersatzmaterialien 214
Funktionen eines Knochenaufbaumaterials 215
Verschiedene Knochenersatzmaterialien 216

9 Zahnärztliche Implantate

Georg Watzek, Rudolf Fürhauser, Georg Mailath-Pokorny

Vorgeschichte 227
Materialkundliche Überlegungen 228
Implantate und ihre Umgebung 229
Biomechanik enossaler Implantate 233

Chirurgische Prinzipien 235
Vorbereitende Maßnahmen für die Implantatplanung 235
Operatives Vorgehen 240

Statistik 244
Definition des Implantaterfolges 244
Rechenmodelle 244

Nachsorge und praktische Bewertung des Implantaterfolges 245
Nachsorge 245
Qualitative und quantitative Methoden für die Bewertung des Implantaterfolges 246

Vorstellung gängiger Implantatsysteme 247
Allgemeine Anforderungen an Implantatsysteme . 247
Spezielle Implantatsysteme 248

Präoperative Diagnostik 248
Inspektion 248
Palpation 248
Studienmodelle 248
Bildgebende Verfahren 249
Präimplantologische Festlegung von Implantatlänge und Position 250

Spezielle chirurgische Verfahren bei anatomisch schwierigen Situationen 251
Augmentation 251
Spezifische chirurgisch-augmentative Verfahren . 252
Nervtransposition 257
Knochenkondensation 258
Weichgewebstransplantation 258

Indikationsabhängiges Vorgehen 258
Einzelzahnlücke im Frontzahnbereich 258
Einzelzahnlücke im Seitenzahnbereich 260
Freiendsituation 261
Zahnloser Oberkiefer 264
Zahnloser Unterkiefer 268
Zusammenfassung 271

10 Laseranwendungen in der ZMK-Heilkunde
Ulrich Westermann und Fred Podmelle

Historische Entwicklung der Lasermedizin 275
Physikalisch-technische Grundlagen 275
Fotobiologische Grundlagen 276
Lasersysteme 277
Kohlendioxidlaser 277
Nd:YAG-Laser 280
KTP-Nd:YAG-Laser 281
Er:YAG-Laser 281
Er,Cr:YSGG-Laser 282
Diodenlaser 282
LL-Laser 282
Laserindikationen 283
Chirurgie 283
Endodontologie 283
Parodontologie 284
Fotodynamische Therapie 285
Hartgewebsbehandlungen 285
Zahnhalshypersensibilität 285
Zusammenfassung 286

11 Der Risikopatient
Hans-Peter Howaldt, Giovanni Ettorre

Einleitung 288
Anamnese 288
Schwangerschaft 289
Tumortherapeutische Kopf-Hals-Bestrahlung . . . 290
Patienten unter Bisphosphonattherapie 293
Zahnärztliche Therapie und Chemotherapie 296
Der multimorbide Patient 297
Herz-Kreislauf-Erkrankungen 297
Infektionserkrankungen 299
Endokrinologische Erkrankungen 300
Lebererkrankungen und Nierenerkrankungen . . 301
Neurologische, psychische und psychosomatische Erkrankungen 301
Blutgerinnungsstörungen 302
Patienten mit Lungenerkrankungen 304

Sachverzeichnis 307

Inhaltsverzeichnis der Bände *Chirurgische Grundlagen* und *MKG-Chirurgie*

1

Zahnentfernung

Wilfried Wagner, Martin Kunkel, Felix Peter Koch

Bedeutung der Zahnentfernung *2*

Indikationen *2*
Therapeutische Indikationen *2*
Prophylaktische Indikationen *2*

Zeitpunkt der Extraktion und Aufklärungspflicht *4*
Zeitpunkt der Extraktion *4*
Aufklärungspflicht *4*

Kontraindikationen *5*
Blutungsneigung 5
Allgemeinerkrankungen *6*
Akute Entzündung *6*

Spezielle Risikofaktoren bei der Zahnextraktion *6*
Endokarditis *6*
Bisphosphonattherapie *7*

Instrumentarium *8*
Grundanforderungen und Hygiene *8*
Extraktionszangen *8*
Anatomische Zangenformen *8*
Hebel *9*
Instrumente für spezielle Techniken („Zahnlängsextrusion“) *11*
Instrumente zur Knochenabtragung *11*

Technik der Extraktion *12*
Vorbereitung *12*
Ablauf der normalen Zahnextraktion *12*
Kürettage der Alveole *15*
Wundversorgung *15*
Nachsorge *15*
Weitere Extraktionstechniken bei spezieller Indikation oder Begleiterkrankung *16*
Entfernung von Wurzelresten *16*
Extraktionstechnik bei geplanter Implantation *17*
Zahnextraktion bei bestrahlten Patienten *18*

Retinierte Zähne *18*
Definitionen *18*
Epidemiologie und Häufigkeitsverteilung *19*
Ursachen und mögliche Folgen der Retention *19*
Therapie retinierter Weisheitszähne *22*
Erschwerter Zahndurchbruch und perikoronare Entzündung *24*
Osteotomie retinierter Zähne *24*
Therapie retinierter Eckzähne und Prämolaren *28*
Therapie von Mesiodentes und anderen überzähligen Zähnen *28*

Komplikationen *29*
Intraoperative Komplikationen *29*
Postoperative Komplikationen *32*

Ausschluss eines Tumors *34*

Zusammenfassung *34*

Bedeutung der Zahnentfernung

Die Zahnentfernung als einfache Extraktion eines nicht erhaltungswürdigen Zahns, als operative Entfernung (Osteotomie) tief kariös zerstörter Zähne, frakturierter Zahnwurzelteile oder als Osteotomie von verlagerten und retinierten Zähnen ist weltweit die häufigste chirurgische Maßnahme in der Zahnarztpraxis.
Sie ist in historischen Darstellungen die für den zahnärztlichen Beruf typische Behandlung, bei der in früheren Jahrhunderten zumeist Wundärzte, Bader oder Schausteller auf Jahrmärkten tätig wurden. Aus diesen historischen Beziehungen sind die deutschen Universitäts-Zahnkliniken überwiegend als Abteilungen der chirurgischen Kliniken entstanden.
Die Zahnextraktion sollte von jedem Zahnarzt routiniert durchgeführt und einschließlich der typischen Komplikationen beherrscht werden. Dazu müssen die theoretischen Grundkenntnisse dieser Operation einschließlich der eingriffsbezogenen Schmerzausschaltungsverfahren, der Hygiene und Wundversorgung sowie eine ausreichende praktische Erfahrung während der Ausbildung erworben werden. Aus diesen Gründen gehört die Zahnextraktion zu den *chirurgischen Kernkompetenzen der zahnmedizinischen Ausbildung*.

Indikationen

Jede Zahnentfernung bedarf einer strengen medizinischen Indikation. Allein der Wunsch des Patienten (beispielsweise aus laienhaften Vorstellungen zur Pflege) oder die vermeintliche Zuordnung chronischer Schmerzen ohne objektivierbare Gründe dürfen nicht Anlass für die Entfernung eines Zahns sein.

Grundsätzlich können in diesem Zusammenhang *prophylaktische* und *therapeutische* Indikationen unterschieden werden.

- Eine *therapeutische Indikation* besteht, wenn pathologische Befunde des Zahns selbst oder seiner Umgebungsgewebe eine Erhaltung unmöglich machen (objektive Ebene) oder aber erforderliche Maßnahmen der Zahnerhaltung, beispielsweise eine endodontische Behandlung, nach entsprechender Aufklärung vom Patienten abgelehnt werden (subjektive Ebene).
- Eine *prophylaktische Indikation* kann sich aus der Abwägung der Risiken des Belassens gegenüber den Risiken der Zahnentfernung ergeben. Diese Abwägung kann spezifische lokale Zusammenhänge betreffen (z. B. kieferorthopädische Indikationen) oder übergeordnete medizinische Aspekte einbeziehen (z. B. Bestrahlungsbehandlung, Chemotherapie).

MERKE

Die folgenden Gesichtspunkte sind regelmäßig bei der Indikationsstellung zu berücksichtigen:

- der *Zustand des Zahns* (Lokalbefund), z. B. Zerstörungsgrad, Schmerzursache,
- der *Zustand des Gebisses* (erweiterter Lokalbefund), z. B. Platzmangel, Elongation, prothetische Wertigkeit,
- der *Allgemeinzustand* des Patienten (Allgemeinbefund), Begleiterkrankungen mit allgemeinmedizinischen Risiken.

Therapeutische Indikationen

MERKE

Eine therapeutische Indikation für eine Zahnentfernung ist gegeben, wenn keine sinnvolle alternative Behandlungsmöglichkeit eines Zahns zur Beseitigung des pathologischen Befundes besteht.

Dazu gehört die Entfernung von:

- kariös zerstörten Zähnen,
- parodontal geschädigten Zähnen, die nicht sinnvoll therapierbar sind,
- Zähnen mit weder konservativ noch operativ sanierbaren endodontischen Infektionen,
- traumatisch irreparabel geschädigten Zähnen,
- retinierten Zähnen mit assoziierten pathologischen Befunden (z. B. Zysten),
- in Fehlposition stehenden Zähnen mit Funktionsstörungen.

Für eine sinnvolle Abwägung der Therapiealternativen ist neben dem *Stellenwert des Zahns* im erweiterten Lokalbefund und insbesondere seiner prothetischen Wertigkeit im Lückengebiss auch eine Bedeutung in einem möglichen kieferorthopädischen Behandlungsplan zu berücksichtigen. In diese Betrachtungen sind die individuellen Risiken der Zahnextraktion einzubeziehen, wobei zum einen *lokale Risiken* (z. B. Zustand nach Bestrahlung, Abb. 1.**1**) als auch *allgemeine Risiken* (z. B. Zustand nach Endokarditis) zu bedenken sind. Die *Zahnerhaltung als Alternative* muss nicht nur unter dem Aspekt der Zahnsubstanz, sondern auch im Hinblick auf den Allgemeinbefund und die Bedeutung des Zahns für den oralen Gesamtbefund sinnvoll sein.

Prophylaktische Indikationen

Prophylaktische Indikationen beinhalten die vorsorgliche Entfernung von Zähnen, die nicht in Funktion treten können, bei denen infektiöse Komplikationen erwartet werden oder die den Erfolg einer geplanten Therapiemaßnahme gefährden können. Die Zahnentfernung im Zusammenhang mit kieferorthopädischen Behandlungen oder im Rahmen eines prothetischen Behandlungskonzeptes fällt ebenso in diese Indikationsgruppe wie die Extrak-

tionen aus übergeordneten medizinisch-therapeutischen Gesichtspunkten (Immunsuppression etc.).

Kieferorthopädische und prothetische Indikation

Eine besonders verantwortungsvolle Indikation stellt die Entfernung klinisch gesunder Zähne dar. Von großer Bedeutung ist hierbei die *kieferorthopädische Extraktionsindikation*, bei der zur Therapie einer Kieferanomalie verbunden mit Platzmangel oder zum Ausgleich nicht angelegter Zähne auch gesunde Zähne, meist Prämolaren, extrahiert werden sollen. Aus kieferorthopädischer Indikation wird außerdem nicht selten eine vorzeitige Extraktion von Milchzähnen notwendig, die ansonsten meist spontan gelockert von den Kindern selbst entfernt werden.

Auch eine *prothetische Extraktionsindikation*, z. B. bei Elongationen, kann die Entfernung von funktionell störenden Zähnen mit gesunder Hartsubstanz und intaktem Parodontalapparat rechtfertigen.

Infektionsprophylaxe

Weitere prophylaktische Indikationen ergeben sich, wenn langfristige Folgeschäden aus Zahnbefunden resultieren können oder wenn allgemeinmedizinische Risiken übergeordnete Bedeutung in der Abwägung der Zahnerhaltung haben.

MERKE

Die häufigsten prophylaktischen Indikationen ergeben sich aus:

- lokalen Infektionsrisiken (z. B. Schlupfwinkelinfektion),
- Begünstigung odontogener Pathologien (z. B. Zysten, Resorptionen),
- allgemeinmedizinischen Risiken.

Besonders häufig werden aus *lokalen Gründen* retinierte und teilretinierte Zähne zur Vermeidung von entzündlichen Durchbruchkomplikationen (Perikoronitis) oder follikulären Zysten entfernt (Abb. 1.**2**, 1.**3**). Aber auch die Gefahr der parodontalen Schädigung, der Zahnresorption, der Karies des Nachbarzahns mit nachfolgender Pulpitis und der Resorption des alveolären Knochens können Gründe für die prophylaktische Entfernung vor allem retinierter Zähne darstellen.

Im Rahmen der prophylaktischen Zahnextraktion aus *allgemeinmedizinischer Indikation* werden bei der Zahnsanierung vor Radiotherapie, Chemotherapie, Immunsuppression oder bei hohem Endokarditisrisiko auch solche Zähne entfernt, für die ohne diese zusätzlichen Risiken alternative zahnerhaltende Therapieformen zur Verfügung stehen würden.

Besonders schwierig ist die Indikationsstellung zur Extraktion pulpentoter Zähne bei schweren *Allgemeinerkrankungen mit immunologischem Hintergrund* (z. B. Neu-

Abb. 1.**1** Ausgeprägte Zahnhalskaries und Unterminierung des Schmelzmantels als typische klinische Form der „Strahlenkaries".

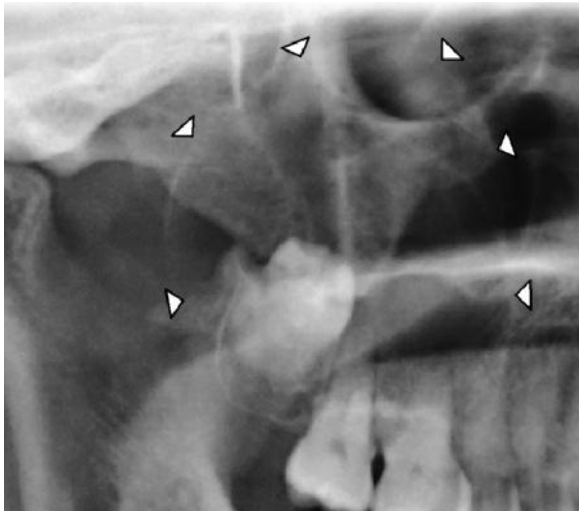


Abb. 1.**2** Follikuläre Zyste ausgehend von einem retinierten oberen Weisheitszahn mit weiter Ausdehnung in die Kieferhöhle.

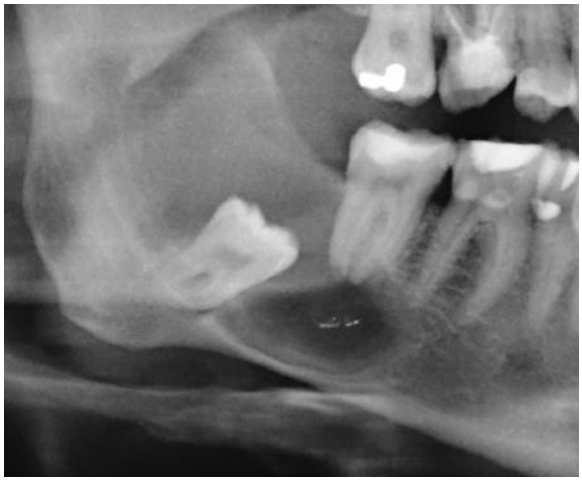


Abb. 1.**3** Follikuläre Zyste ausgehend von einem retinierten unteren Weisheitszahn mit deutlicher Verlagerung des Zahns und des Alveolarkanals nach kaudal.

Tabelle 1.**1** Prophylaktische und therapeutische Indikationen zur Zahnentfernung.

Therapeutische Indikationen	Prophylaktische Indikationen
kariöse Zerstörung parodontale Insuffizienz	vor Radiatio/Chemotherapie
apikale oder parodontale Entzündungsprozesse	bei Immunsuppression vor Organtransplantationen
kieferorthopädische Ausgleichsextraktion	
traumatische Zahnschäden (z. B. Wurzelfrakturen)	Zahn im Bruchspalt/Osteotomiegebiet
Perikoronitis, prothetische Indikation	Zahn funktionell nicht nutzbar (retiniert/verlagert)
„Herdsanierung“	Elongation ohne Antagonist

ritis des N. opticus), bei denen ein Zusammenhang mit chronischen Entzündungsprozessen an den Zähnen oft nur in Ermangelung anderer plausibler Erklärungen zur Pathogenese postuliert wird.

Der Stellenwert endodontisch therapierter Zähne als *Entzündungsherd* bei der Sinusitis maxillaris ist ohne konkreten radiologischen periapikalen Befund nur sehr schwer einzuschätzen und in seiner Kausalität kaum prätherapeutisch zu klären.

Auch funktionell minderwertige Zähne, die z. T. eine prothetische Rehabilitation und Rekonstruktion erheblich erschweren, müssen unter Umständen prophylaktisch vor einer umfangreichen prothetischen Neuversorgung extrahiert werden.

Zähne im Bruchspalt oder *im Bereich geplanter Umstellungsosteotomien* werden häufig prophylaktisch zur Reduktion des Risikos einer Bruchspaltinfektion oder zur Verbesserung der Knochenanlagerung entfernt.

Besonders kritisch ist die Indikation (Schmerzsymptomatik) zu sehen, wenn konventionelle klinische und radiologische Methoden keine pathologischen Befunde ergeben.

FEHLER UND GEFAHREN

Der Wunsch des Patienten allein oder chronische Schmerzen ohne objektivierbare zahnbezogene Ursachen dürfen nicht Anlass für die Entfernung eines Zahns sein. Eine „Herdsanierung“ klinisch und radiologisch symptomloser Zähne allein auf der Basis komplementärmedizinischer Diagnoseverfahren (Elektroakupunktur nach Voll etc.) ist grundsätzlich abzulehnen.

Bei der Therapieentscheidung muss auch die individuelle Bereitschaft des Patienten zu den Alternativtherapien, wie alternative konservierende, parodontale, kieferorthopädische oder chirurgische Therapien, sowie deren Prognose berücksichtigt werden. So entsteht für den Patienten eine individuelle Differenzialindikation zur Extraktion oder Zahnerhaltung. Tab. 1.**1** listet therapeutische und prophylaktische Indikationen zur Zahnentfernung auf.

Zeitpunkt der Extraktion und Aufklärungspflicht

Zeitpunkt der Extraktion

Eine *therapeutische Indikation* zur Zahnextraktion ergibt sich häufig zur Beseitigung akuter Schmerzen oder im progredienten Entzündungsgeschehen im akuten bzw. subakuten Stadium.

MERKE

Als empirische Regel kann hierbei gelten, dass einfache Extraktionen auch im akuten Entzündungsstadium erfolgen können.

Ist ein ausgedehnter Knocheneingriff zu erwarten, wird im Allgemeinen das Abklingen der Entzündungsreaktion abgewartet. Dagegen sollte der Zeitpunkt für die prophylaktische Entfernung als typischer Wahleingriff unter Wahrung eines angemessenen zeitlichen Abstandes zur Aufklärung und unter Berücksichtigung begleitender Risikofaktoren (z. B. Hämostasestörungen) gewählt werden.

Aufklärungspflicht

Für Zahnextraktionen ohne akute Dringlichkeit gelten die typischen Anforderungen an eine umfassende und rechtzeitige Aufklärung, wie dies für andere operative Eingriffe bekannt ist. Neben der Aufklärung über Art und Notwendigkeit der Therapie muss über die möglichen Alternativen und typischen Risiken (z. B. Kieferhöhleneröffnung) des Eingriffs und die postoperativen Verhaltensmaßnahmen, aber auch über die Folgen einer unterbleibenden Therapie aufgeklärt werden. Dies gilt insbesondere für das Einverständnis der Eltern bzw. Sorgeberechtigten, wenn bei Kindern oder betreuten Patienten Extraktionen erforderlich sind. Bei den im Auftrag der kieferorthopädischen Kollegen erforderlichen Extraktionen bleibender Zähne hat sich zur Vermeidung von falschen Extraktionen eine schriftliche Aufforderung mit exakter Angabe der Zähne allgemein durchgesetzt.

Für die Zahnentfernung selbst hat eine spezielle Kostenaufklärung bislang keine wesentliche Bedeutung, da die direkten Behandlungskosten in den Versicherungssystemen fast durchgehend abgebildet sind. Allerdings kann die Kostenaufklärung hinsichtlich Folgekosten oder alternativer Therapien für die subjektive Entscheidung des Patienten für oder gegen eine Zahnerhaltung eine wichtige Rolle spielen. Darüber hinaus kann eine Kostenaufklärung die Methode der Schmerzausschaltung (gewünschte, aber medizinisch nicht notwendige Narkosebehandlung) betreffen.

MERKE

Die Zahnentfernung als praktisch immer irreversible Therapie bedarf einer klaren Indikation und erfordert das Einverständnis des informierten Patienten mit der Therapie und die Kenntnis der Alternativen und der typischen Komplikationen.

Kontraindikationen

Kontraindikationen zur Zahnentfernung bestehen, wenn allgemeinmedizinische Gründe (z. B. Blutungsneigung, Immunsuppression) oder lokale Erkrankungen (z. B. Entzündung, Tumoren) das Risiko einer Extraktion zum aktuellen Zeitpunkt nicht vertretbar erscheinen lassen. Die wichtigste Maßnahme zur Erfassung möglicher Kontraindikationen ist die sorgfältige Anamnese und ggf. die Einbeziehung des Hausarztes oder entsprechender Fachärzte zur Bewertung medizinischer Sachverhalte.
Bei den Kontraindikationen zur Zahnentfernung handelt es sich ganz überwiegend um *temporäre oder relative Kontraindikationen*. Nach gezielter Vorbehandlung (z. B. Substitutionstherapie bei Hämostasestörungen, Hypertoniebehandlung etc.) oder unter besonderen Vorsichtsmaßnahmen, die auch gelegentlich eine stationäre Behandlung erfordern können, sind Zahnentfernungen abgesehen von schwersten, dekompensierten medizinischen Grunderkrankungen praktisch immer möglich. Allerdings ist die Gewichtung einer Kontraindikation immer in Relation zur Notwendigkeit einer Extraktion zu sehen: Die erwarteten Folgen einer nicht durchgeführten Extraktion müssen gegen die gesundheitlichen Folgen einer Extraktion abgewogen werden. Im Hinblick auf forensische Folgen bei der Behandlung von Patienten mit schweren Grunderkrankungen sollte aus der Patientendokumentation nachvollziehbar werden, dass eine solche Güterabwägung stattgefunden hat.
Die seltenen Fälle *absoluter Kontraindikationen* ergeben sich aus schwersten Gesundheitsstörungen, bei denen eine Zahnentfernung zu einer vitalen Bedrohung des Patienten führt. Dies ist beispielsweise bei terminaler Herzinsuffizienz oder schweren Agranulozytosen der Fall.

Blutungsneigung

Die klinisch bedeutsamste und häufigste Indikationseinschränkung stellen angeborene und erworbene Störungen der Hämostase (hämorrhagische Diathesen) dar, wobei in der Praxis die Therapie mit *Vitamin K-Antagonisten* (Cumarine, z. B. Marcumar) und *Thrombozyten-Aggregationshemmern* (Salicylsäurederivate: z. B. ASS, Clopidogrel: z. B. Plavix oder Iscover) im Vordergrund steht.
Bei einer therapeutischen Hämostasestörung sollte vor einer Änderung der Medikation immer die Abstimmung mit dem behandelnden Hausarzt oder Internisten gesucht werden.
Während für größere operative Eingriffe das Absetzen der Thrombozyten-Aggregationshemmer (ggf. unter überlappender Medikation mit Heparin) für mindestens 5–8 Tage sinnvoll ist, können einfache Extraktionen und auch einzelne Osteotomien retinierter Zähne ohne Änderung der medikamentösen Therapie erfolgen.
Thrombozytopenien unter 100/nl stellen ein erhöhtes Blutungsrisiko für dentoalveoläre chirurgische Eingriffe dar. Bei einer Thrombozytenzahl unter 80/nl sollten vor umfangreichen Zahnextraktionen Maßnahmen zur Erhöhung der Thrombozytenzahl erfolgen. Abhängig von den Ursachen der Thrombozytopenie können eine Substitutionstherapie (Thrombozytenkonzentrate bei Bildungsstörungen, z. B. Knochenmarksdepression) oder eine Hemmung des Abbaus von Thrombozyten (bei Verbrauchsthrombozytopenien, z. B. Morbus Werlhof) erforderlich werden.

PRAXISTIPP

Auf eine individuell erhöhte Blutungsneigung und die mögliche Hämatombildung sollten die Patienten hingewiesen werden. Gegebenenfalls sind zusätzlich lokale Blutstillungsmaßnahmen, wie Kollageneinlagen, Anwendung von Fibrinkleber oder andere Hämostyptika notwendig. Als weitere einfache lokale Maßnahme kann die Anwendung von Tranexamsäure als Gel oder Lutschtablette in der Folgezeit der Wundheilung die Fibrinolyse reduzieren.

Bei der Therapie mit *Vitamin-K-Antagonisten (Marcumar)* muss vor der Zahnentfernung eine Bestimmung des aktuellen Quick-Wertes bzw. der INR (International Normalized Ratio, Standardisierung der Prothrombinzeit) erfolgen. Während bei einfachen Extraktionen und einem INR-Wert zwischen 2,2–3,5 (Quick 35–20%) keine Umstellung der Therapie erforderlich ist, sollte bei umfangreichen Osteotomien oder Reihenextraktionen eine Umstellung auf INR-Werte unter 1,9 (Quick > 35%) erfolgen. Diese Umstellung bedeutet allerdings, dass der therapeutische Effekt der Antikoagulation unterbrochen wird, was abhängig von der Indikation, nur mit überlappender Heparinisierung geschehen kann.
Eine weitere wichtige Risikogruppe für Nachblutungen stellt auch die Gruppe der *Dialysepatienten* dar, die zur Dialyse heparinisiert werden müssen.

PRAXISTIPP

Der 1. Tag nach der Dialyse gilt als günstigster Tag für operative Eingriffe, da nach dem Abklingen der Heparinwirkung die geringsten Nachblutungsrisiken zu erwarten sind und sich die Patienten nach der Dialyse in dem individuell günstigsten Allgemeinzustand befinden.

Für alle Patienten mit gravierenden Nachblutungsrisiken empfiehlt sich, entsprechende *Verbandplatten* (Bluterschienen = Tiefziehschienen oder umgearbeitete Prothesen) vorzubereiten, die bei Blutungskomplikationen zur lokalen Therapie eingesetzt werden können.

Allgemeinerkrankungen

Schwere Allgemeinerkrankungen, wie die akute Phase des *Herzinfarktes*, schwerste Formen der *Herzinsuffizienz* oder akute *Leukosen und Agranulozytosen* mit teilweise ulzerösen Mundschleimhauterkrankungen sind *absolute Kontraindikationen* zur sofortigen Zahnextraktion.

MERKE

Hier sollte durch Trepanation des Zahns und Drainage entzündlicher Prozesse Schmerzfreiheit angestrebt und erst nach Stabilisierung des Allgemeinzustands die Extraktion vorgenommen werden.

Allgemeingültige Regeln für den günstigsten Zeitpunkt der Extraktion lassen sich bei komplexen Grunderkrankungen für den individuellen Patienten nicht aufstellen. Die Vorgehensweise muss, insbesondere wenn bei immunsupprimierender Therapie oder progredienten Grundleiden mit einer weiteren Verschlechterung der Infektabwehr und der Blutgerinnung zu rechnen ist, mit dem betreuenden Onkologen oder Internisten abgestimmt werden.
Besonders schwierig ist die Indikationsstellung zur prophylaktischen Entfernung klinisch reizloser retinierter Zähne, da einerseits dringend notwendige Therapiemaßnahmen wie Bestrahlung und Organtransplantation unter Immunsuppression durch Komplikationen der Zahnentfernung verzögert werden und andererseits unter Immunsuppression das Risiko für eine Zahnentfernung erhöht ist. Da jedoch das Risiko einer entzündlichen Komplikation nach der Entfernung die notwendige Therapie erheblich verzögern kann, sollte auf die Entfernung reizloser, retinierter Zähne dann verzichtet werden.

Akute Entzündung

Umstritten ist die sofortige Zahnentfernung im *akut entzündlichen Stadium* ohne sonstige Risiken. In älteren Lehrbüchern finden sich regelmäßig die Empfehlungen, eine Zahnextraktion nicht im akut entzündlichen Stadium durchzuführen.

MERKE

Heute gilt – abgesehen von der perikoronaren Tascheninfektion beim unteren Weisheitszahn (Perikoronitis) – die sofortige Extraktion auch in diesem Stadium als regelrecht, da ein Abwarten die Infektheilung verzögern kann und die sofortige Extraktion die Gefahr der Infektausbreitung bzw. einer Knochenentzündung offenbar nicht erhöht.

Während bei *durch Milchzähne ausgelösten submukösen Abszessen* die Zahnextraktion mit der Drainage über die Alveole oft auch die Therapie des Entzündungsprozesses darstellt, wird bei *bleibenden Zähnen* z. T. immer noch empfohlen, zunächst den Abszess zu drainieren und den Zahn im Intervall zu entfernen, da dann auch die Lokalanästhesie eine sichere Schmerzfreiheit erreicht.
Bei der akut entzündlichen *Perikoronitis* wird allgemein eher zunächst eine Therapie der perikoronaren Entzündung angestrebt und die Entfernung des Weisheitszahns verzögert durchgeführt.

Spezielle Risikofaktoren bei der Zahnextraktion

Endokarditis

Viele Erkrankungen des Herz-/Kreislaufsystems und im Blutstrom vorhandene synthetische oder raue Oberflächen, wie künstliche Herzklappen, prädisponieren zur Adhärenz von Bakterien. Insbesondere eine Bakteriämie von hämolysierenden Streptokokken kann zu einer akuten Endokarditis führen, die mit einer Mortalität von bis zu 30% verbunden sein kann.

MERKE

Wegen der möglichen Einschwemmung von Bakterien der Mundhöhle in die Blutbahn bei einer Extraktion oder Osteotomie sollte daher bei entsprechender Anamnese zur Prophylaxe ein Antibiotikum eine Stunde vor dem Eingriff verabreicht werden.

- Ein erhöhtes Risiko besteht bei angeborenen oder erworbenen Herzfehlern, Mitralklappenprolaps mit Herzgeräuschen und hypertropher obstruktiver Kardiomyopathie.
- Ein besonders hohes Endokarditisrisiko besteht bei Herzklappenersatz, abgelaufener rheumatisch oder mikrobiell verursachter Endokarditis, angeborenen Herzklappenfehlern mit Zyanose oder deren chirurgischer bzw. interventioneller Therapie.

Prophylaktisch wurde bislang bei allen diesen Patienten 2–3 g Amoxicillin oder bei Allergie 600 mg Clindamycin 60 min vor dem Eingriff verabreicht. Neuere Empfehlungen der American Heart Association schränken die pro-

phylaktische Gabe eines Antibiotikums auf die Gruppe der Patienten mit besonders hohem Endokarditisrisiko ein. Hier werden als Risikogruppe nur noch der Herzklappenersatz, die abgelaufene Endokarditis, unbehandelte zyanotische Vitien, behandelte Vitien innerhalb der ersten 6 Monate nach Operation, Residualdefekte nach Klappenoperationen sowie herztransplantierte Patienten mit Klappeninsuffizienz oder Stenose angesprochen.

Bisphosphonattherapie

Bisphosphonate stellen zurzeit die wichtigste antiresorptive Stoffgruppe in der Therapie von *metabolischen Knochenerkrankungen*, *Metastasen* im Bereich des Skelettsystems, der *Hyperkalzämie*, des *Morbus Paget* und der *Osteoporose* dar und tragen maßgeblich zu einer Verbesserung der Lebensqualität dieser Patientengruppe bei.

HINTERGRUNDWISSEN

Bisphosphonate sind Strukturanaloga von Pyrophosphat, die nach heutiger Vorstellung in die durch Osteoklasten vermittelten Remodellierungsprozesse und zahlreiche andere basale Phänomene des Knochenstoffwechsels eingreifen.

In den letzten Jahren hat sich allerdings gezeigt, dass die Anwendung von Bisphosphonaten in hohem Maße die Entstehung von *Knochennekrosen* im Kieferbereich begünstigt. Die konkreten Mechanismen dieser Bisphosphonat-assoziierten Knochennekrose sind bislang noch nicht vollständig aufgeklärt. Neben der direkten Wirkung von Bisphosphonaten auf Osteoklasten und Osteoblasten führen diese Substanzen vermutlich auch zu einer Störung der Vaskularisation und zur Schädigung der Epithelien der Mundschleimhaut und prädisponieren so zu einer Knocheninfektion.

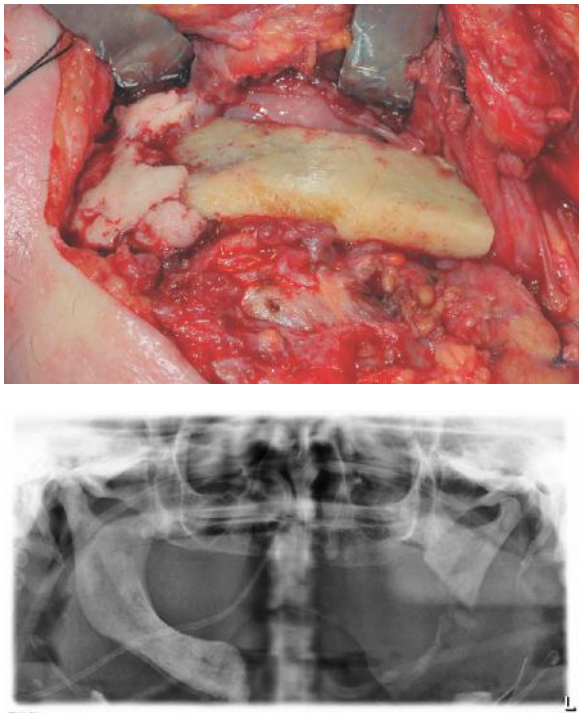
Da eine sehr große Zahl von Patienten Bisphosphonate erhält oder erhalten hat – weltweit wird derzeit von ca. 190 000 000 Verschreibungen oraler Bisphosphonate ausgegangen – sollte der Behandler vor einer Zahnextraktion nach einer Erkrankung an einem Plasmozytom, Mamma- oder Prostatakarzinom oder der spezifischen Therapie einer Osteoporose fragen.

Eine unbedachte Zahnextraktion führt vor allem nach intravenöser Bisphosphonat-Therapie mit hochwirksamen (stickstoff-substituierten) Bisphosphonaten oft zu schweren Nekrosen des Kieferknochens, die ähnlich der Osteoradionekrose einer aufwendigen und langwierigen, im Ausgang unsicheren Therapie bedürfen. Häufig verbleiben die Patienten in einem chronischen Entzündungszustand oder erleiden sogar Teilverluste ganzer Kieferabschnitte (Abb. 1.**4**, 1.**5**).

MERKE

Grundsätzlich ist bei einer Therapie mit Bisphosphonaten die Indikation zur Zahnextraktion sehr streng zu stellen.

Abb. 1.**4** Klinischer Aspekt einer Bisphosphonatnekrose: breite Schleimhautdehiszenz und Exposition von nekrotischem Knochen zur Mundhöhle.



a

b

Abb. 1.**5** **a** Intraoperativer Aspekt einer Bisphosphonatnekrose mit pathologischer Fraktur des Unterkiefers. Der nicht mehr durchblutete Knochen erscheint gelblich.
b Postoperative Röntgenaufnahme nach Unterkiefer-Resektion. Auch der Restknochen des rechten Unterkiefers zeigt bereits die Bisphosphonat-typischen radiologischen Veränderungen der vermehrten Knochendichte und einer periostalen Schwielenbildung mit Mineralisation.

Die Zähne sollten mithilfe konservativer Therapiemaßnahmen möglichst lange erhalten werden. Ein chirurgischer Eingriff fördert die Besiedlung des Knochens mit Keimen der Mundhöhle, insbesondere, wenn der extrahierte Zahn akut entzündet war oder der Knochen von deckender Mukosa denudiert wurde. Die bisherigen Empfehlungen zum chirurgischen Vorgehen bei Bisphosphonattherapie basieren zumeist auf persönlichen Erfahrungen an kleinen Patientengruppen und sind daher nicht als abschließend zu betrachten. Zumindest auf der Grundlage von Expertenempfehlungen bestimmen vor allem die Applikationsform und die Dauer der Applikation den Risikostatus des Patienten.

FEHLER UND GEFAHREN

Von einem besonders hohen Risiko muss bei intravenöser Gabe hochwirksamer (stickstoff-substituierter) Bisphosphonate oder bei der oralen Applikationsdauer über mehr als 3 Jahre ausgegangen werden.

PRAXISTIPP

Ähnlich dem chirurgischen Vorgehen bei der Osteoradionekrose sollte nach mehrheitlicher Auffassung die Extraktionsalveole plastisch gedeckt werden. Perioperativ ist eine Infektionsprophylaxe anzuraten, wobei nach heutigem Wissensstand ein Breitbandantibiotikum verwendet werden sollte (z. B. Amoxicillin 3 × 750 mg/d evtl. in Kombination mit Clavulansäure oder, bei Penicillinallergie die Gabe von Clindamycin 4 × 300 mg/d). Wichtig ist eine konsequente Wundschonung durch streng flüssige Kost, bei schwierigen Weichgewebsverhältnissen auch die Ernährung über eine nasogastrale Sonde. Eine günstige Beeinflussung des Verlaufes durch das akute Absetzen des Medikamentes ist aus klinischen Daten nicht gesichert und wegen der extrem langen Halbwertszeit der Bisphosphonate auch konzeptionell umstritten. Bei multiplen Risikofaktoren für eine bisphosphonatinduzierte Knochennekrose kann mit dem behandelnden Arzt die Umstellung des Medikaments auf ein weniger potentes Therapeutikum diskutiert werden.

Instrumentarium

Grundanforderungen und Hygiene

Für die operative Zahnentfernung gelten die *Hygienevoraussetzungen* für chirurgische Eingriffe in den zahnärztlichen Praxen nach den Hygienerichtlinien des Robert Koch-Instituts aus dem Jahr 2006. Neben den spezifischen Instrumenten zur Extraktion gehört es zur Sorgfaltspflicht, ein ergänzendes chirurgisches Instrumentarium vorzuhalten, um einfache Komplikationen wie Wurzelfrakturen, Mund-Antrum-Verbindungen und Nachblutungen zu beherrschen.

Als Vorbereitung zur Zahnextraktion hat sich ein *Grundinstrumentarium* bestehend aus einem zahnärztlichen Spiegel, einer zahnärztlichen Pinzette, einem Hebel nach Bein, der dem Zahn entsprechenden Zange, einem scharfen Löffel, einer Knochenzange nach Luer, einer stumpfen Sonde zur Kieferhöhlendiagnostik sowie zwei Tupfern bewährt.

PRAXISTIPP

Es ist sinnvoll, für jedes Instrument des Grundinstrumentariums ein Ersatzinstrument zu bevorraten, da bei der Therapie ein Instrument ausfallen könnte.

Die *speziellen Instrumente* zur Zahnentfernung sind die unterschiedlichen Zangen und Hebel, die zunächst eine Luxation und im zweiten Schritt eine Elevation bzw. Extraktion des Zahns oder von Wurzelteilen ermöglichen. Es gibt dabei eine fast unübersehbare Vielfalt unterschiedlicher Formen und Modifikationen, die aber letztlich alle auf einige wenige Grundformen zurückgehen.

Extraktionszangen

Zangengrundformen

Alle heute üblichen Zangen gehen letztlich auf die Grundform von J. Thomes zurück. Diese Grundform beinhaltet einen langen, meist aufgerauten *Griff,* ein *Schloss* und ein aus kurzen Branchen oder Lippen bestehendes *Zangenmaul.*

Die Ebene, in der die Zangengriffe geöffnet werden, wird zumeist als „Fläche“ der Zange bezeichnet. Senkrecht dazu liegen die „Kanten“ der Zange. Abgesehen von den geraden Zangen zur Extraktion von Oberkiefer-Frontzähnen sind alle Zangen entweder über die Fläche oder die Kante abgewinkelt. Oberkieferzangen sind meist über die Fläche und Unterkieferzangen meist über die Kante gebogen (Abb. 1.**6**).

Bei den Extraktionszangen können sog. *Vollzangen und Wurzelzangen* unterschieden werden. Die *Vollzangen* treffen auch bei maximalem Schluss der Zange im Zangenmaul nicht aufeinander und haben eine dem Zahn entsprechende Formgebung des Zangenmauls, das der Krone möglichst flächig anliegen soll. Die meist schmalen *Wurzelzangen* sind so konstruiert, dass sie an der Spitze akzentuiert beim Zangenschluss zusammentreffen und so auch kleine und schlecht fassbare Wurzelteile fixieren können (Abb. 1.**7**). Zum besseren Halt werden diamantierte Arbeitsflächen im Zangenmaul angeboten. Dies wird meist durch die goldene Einfärbung der Griffenden signalisiert.

Anatomische Zangenformen

Den unterschiedlichen Zahnformen entsprechend werden unterschiedliche Zangen mit unterschiedlichen Grundformen für Frontzähne, Prämolaren und Molaren im Ober- und Unterkiefer angewendet. So hat die *Unterkiefermolarenzange* ein der Krone entsprechend großes und gewölbtes Zangenmaul, wobei sich an beiden Enden ein Dorn

a

b

Abb. 1.**6**
a Zangensatz für den Oberkiefer.
b Zangensatz für den Unterkiefer.

Abb. 1.**7** Typische Form von Wurzelzangen.

a

b

Abb. 1.**8** Seitenzahnzangen.
a Gestaltung des Zangenmauls bei Molarenzangen für den Oberkiefer.
b Gestaltung des Zangenmauls bei Molarenzangen für den Unterkiefer.

befindet, der interradikulär lingual und vestibulär zwischen die Wurzeln fassen soll (Abb. 1.**8**). Im Oberkiefer müssen für die dreiwurzeligen Molaren Zangen für die rechte und linke Seite unterschieden werden, da vestibulär immer ein Sporn angebracht ist, der zwischen die vestibulären Wurzeln fasst („Zacke hin zur Backe"), während für die palatinale Wurzel das Zangenmaul gewölbt ist.
Neben den Grundformen wurde eine nahezu unübersehbare Zahl von Varianten entwickelt, die besonders das Fassen tief frakturierter bzw. kariös zerstörter Wurzelteile ermöglichen bzw. verbessern sollen. Häufig verwendete spezielle Zangenformen sind die Ober- und Unterkiefer-Weisheitszahnzangen (Abb. 1.**9**). Für die Unterkiefermolaren hat sich als Ergänzung zu den Grundformen die sog. Kuhhornzange allgemein bewährt, die zwischen die Wurzeln fasst und oft noch Halt bei tief zerstörten Kronen gibt bzw. durch eine Sprengwirkung zur Separation der Wurzeln führt, die dann einzeln mit dem Hebel oder der Wurzelzange leichter entfernt werden können.

Hebel

Der Hebel ist eines der wichtigsten, meist universell anwendbaren Hilfsmittel zur Zahnextraktion und wird typischerweise wie ein Schraubendreher als drehend kippend wirkendes Instrument eingesetzt, dessen Kraftrichtung immer in Richtung der vorgesehenen Luxation wirken sollte.

MERKE

Grundsätzlich ist immer eine Abstützung des Hebels notwendig, wobei als Hypomochlion der Alveolarfortsatz und nicht der Nachbarzahn dient.

Bei den Hebeln werden unterschieden:
- gerade Hohlmeißelhebel nach Bein (Abb. 1.**10**),
- unterschiedlich abgewinkelte Hebel (Abb. 1.**11**),
- krallenförmige Hebel (Abb. 1.**12**).

Insbesondere die abgewinkelten Hebel und die Krallenhebel wurden für spezielle Indikationen entwickelt und werden daher in unterschiedlichen Modifikationen angeboten und angewendet.
Nicht zuletzt wegen der Gefahr von Kieferfrakturen bei unsachgemäßer Anwendung, z. B. des Drehhebels nach Lecluse, haben die Hebel zu Unrecht einen schlechten Ruf, denn sie sind die wichtigsten Hilfsmittel zur schonenden Luxation insbesondere tief frakturierter bzw. zerstörter Zähne und helfen in vielen Fällen, eine operative Entfernung (sog. „Aufklappung") zu vermeiden. Es ist bei allen Hebelanwendungen darauf zu achten, dass die Kraftentwicklung nicht horizontal gerichtet ist, sondern eine Extrusion nach krestal erfolgt.

Abb. 1.**9** Sonderformen der Weisheitszahnzangen.

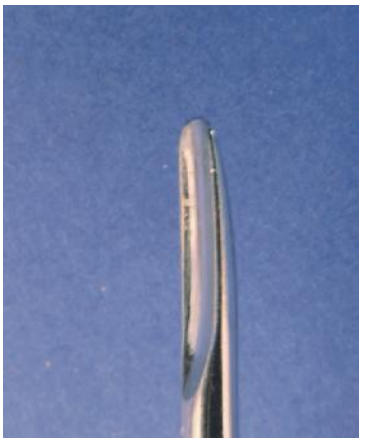
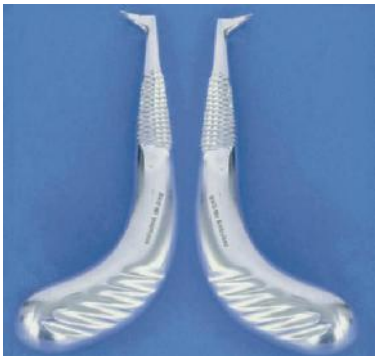


Abb. 1.**10** Hebel.
a Gerader Hohlmeißelhebel nach Bein.
b Gerader Hohlmeißelhebel nach Bein, Detail der Arbeitsfläche.

Abb. 1.**11** Hebel.
a Abgebogener Hebel.
b Abgebogener Hebel, Detail der Arbeitsfläche.



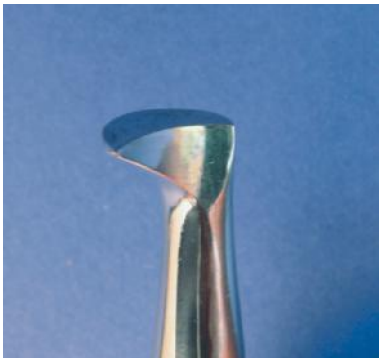


Abb. 1.**12** Hebel.
a Krallenhebel.
b Krallenhebel, Detail der Arbeitsfläche.

FEHLER UND GEFAHREN

Bei dem Sonderfall einer bewussten Abstützung am Nachbarzahn muss sorgfältig darauf geachtet werden, dass dieser nicht anstelle des zu extrahierenden Zahns durch die Hebelwirkung luxiert und gelockert wird.

Gerader Hohlmeißelhebel nach Bein

Der *gerade Hohlmeißelhebel nach Bein* wird in den Spalt zwischen Zahn und Alveole eingesetzt und kann zur Entfernung von Wurzelresten und interradikulär zur Luxation aller Zähne und zur Entfernung von Molaren im Unterkiefer sinnvoll angewendet werden.

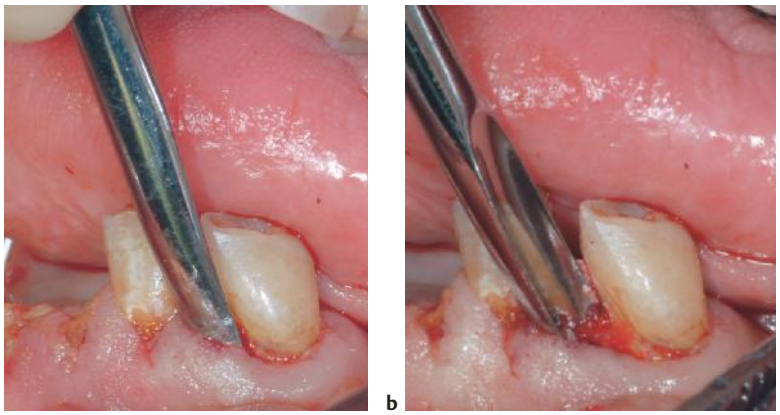


Abb. 1.**13** Verwendung des Hohlmeißelhebels nach Bein.
a Der Hebel wird in den Parodontalspalt eingesetzt und nach apikal vorgetrieben.
b Die Luxation des Zahns geschieht durch Rotation des Hebels in der Längsachse.

Dabei kann der Hebel nach Bein unterschiedlich eingesetzt werden:
- zwischen Zahn und Alveole,
- bei Molaren interradikulär.

MERKE

Die Extrusion des Zahns wird durch Rotation des Schaftes und nicht durch seitliche Hebelbewegungen des Instrumentes bewirkt (Abb. 1.**13**).

PRAXISTIPP

Zur Vermeidung von Verletzungen, falls der Hebel am Zahn bzw. Knochen abgleitet, sollte der Zeigefinger sichernd dem Schaft anliegen. Eine Abstützung am Nachbarzahn sollte vermieden werden und kann, wenn keramische Verblendungen oder Vollkeramikkonstruktionen vorhanden sind, zum Brechen oder Abplatzen von starren Keramikschichten führen.

Krallenhebel

Bietet der zu extrahierende Zahn ausreichende Ansatzmöglichkeit für die Krallenspitze, kann unter Zuhilfenahme eines Widerlagers eine Zahnwurzel in ihrer Längsachse aus der Alveole befördert werden. Häufig finden sich diese Situationen nach Einführen in eine bereits leere Alveole ggf. mit partieller Zerstörung des interradikulären Knochenseptums.

PRAXISTIPP

Sehr bewährt hat es sich dabei, mit der Lindemann-Fräse eine kleine Öffnung oder Rille am Kronen-Wurzel-Übergang zu schaffen, um dem Krallenhebel oder dem Hebel nach Bein eine gute Angriffsfläche zu bieten.

Instrumente für spezielle Techniken („Zahnlängsextrusion“)

Konventionelle Zahnzangen oder im Wurzelrest eingebrachte Schrauben werden hierbei mit einer Hebelvorrichtung versehen, welche die Extraktionskräfte vertikal auf die benachbarten Zähne überträgt. Ist die Zahnkrone nicht mehr vorhanden, um eine Extraktionszange ansetzen zu können, existieren Extraktionsinstrumente, die sich im Wurzelkanal verankern, um einen Wurzelrest zu extrahieren. Diese Methoden der Extraktion schonen die angrenzenden Knochenstrukturen und werden daher zum Alveolenerhalt insbesondere vor Implantation empfohlen. In der Breite der Anwendung haben sich diese Techniken allerdings nicht durchgesetzt.

Instrumente zur Knochenabtragung

Insbesondere bei ausgeprägten und gespreizten Wurzelformen von Molaren sollte rechtzeitig das Abtrennen der Krone und die Separation der einzelnen Wurzeln erfolgen, da so ein wesentlich geringeres Knochentrauma resultiert und die Zahnentfernung leichter und auch für den Patienten subjektiv weniger belastend erfolgen kann.
Zur Abtrennung der Kronen hat sich eine dünne scharfe *Lindemann-Fräse* bewährt. Schmale diamantierte Schleifkörper führen außerhalb des Knochens mit der Turbine oder mit dem roten Handstück unter Kühlung mit steriler Kochsalzlösung noch rascher zum Ziel. Es ist bisher nicht geklärt, ob dabei am Knochen sterile Kochsalzlösung notwendig ist oder steril filtriertes Leitungswasser ausreicht. Eine Wurzeltrennung wird durchgeführt, nachdem die mit dem Bohrer geschwächte Krone mit dem Bein-Hebel oder der Zange abgesprengt wurde. Dabei erfolgt die Trennung mit einer dünnen Lindemann-Fräse den anatomischen Unterschieden entsprechend im Oberkiefer meist in 3 und im Unterkiefer meist in 2 Teile (Abb. 1.**14**).

PRAXISTIPP

Die Knochenabtragung kann ebenfalls mit der Lindemann-Fräse erfolgen. Insbesondere in Nervennähe empfiehlt sich jedoch eher ein in der Größe der notwendigen Knochenabtragung angepasster Rosenbohrer, da die Lindemann-Fräse leichter frakturiert und vor allem leicht Weichgewebe aufrotiert werden kann, sodass unkontrollierte Weichteilschäden, insbesondere an Nerven, entstehen können. „Vorsicht mit der Lindemann, der Nerv hängt leicht daran.“

Tabelle 1.**2** Ablauf einer regulären Zahnentfernung und entsprechend benötigtes Instrumentarium.

	OP-Schritt	Instrumente
1	Durchtrennung des marginalen Ligaments	Hebel nach Bein oder Periotom
2	Luxation/Rotation des Zahns zur Erweiterung bzw. Infrakturierung der Alveolenwände durch orovestibuläre Bewegung, je nach anatomischer Wurzelform	Hebel nach Bein oder andere Hebelformen und Zahnzangen
3	Entfernung des Zahns aus dem Zahnfach durch extrusive, der Wurzelform entsprechend gelegentlich nach distal bogenförmige Bewegungen	Zahnzangen
4	Kürettage der Alveole zur Entfernung pathologisch veränderten Gewebes und zur Wundsäuberung, ggf. MAV-Diagnostik und Abtragung von scharfen Knochenkanten	scharfer Löffel, stumpfe Sonde, Knochenzange nach Luer
5	Wundversorgung	Nadelhalter, Pinzette, Schere

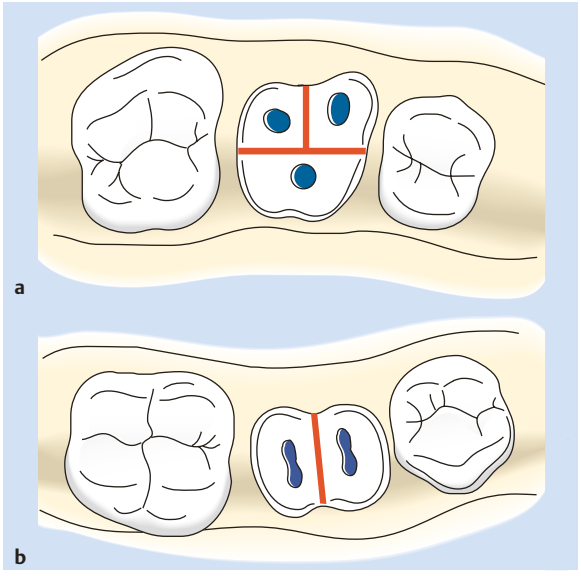


Abb. 1.**14** Typische Wurzeltrennung bei Oberkiefermolaren und Unterkiefermolaren.

Abb. 1.**15** Einsetzen des Hohlmeißelhebels zum Lösen der Gingiva.

Technik der Extraktion

Vorbereitung

Vor der Extraktion sollte durch Zahnsteinentfernung eine Keimreduktion im Mund des Patienten erzielt werden, die sich durch Chlorhexidinspülung noch verstärken lässt. Vor der Extraktion wird eine chirurgische Händedesinfektion empfohlen. Handschuhe und sterile Instrumente sind so vorzubereiten bzw. anzureichen, dass die Sterilkette bei der Aufnahme durch den Operateur nicht durchbrochen wird. Neben den Hebeln und Zangen sollte zu diesem Zeitpunkt auch das Grundinstrumentarium vorbereitet werden.

Ablauf der normalen Zahnextraktion

Grundsätzlich gilt es, nach dem Abdrängen oder Durchtrennen der gingivalen Weichteilanheftung die Alveolenwände zu dehnen und die Sharpey-Fasern zu zerreißen oder bedeckenden Knochen möglichst schonend abzutragen. Obwohl sich entsprechende Standardmethoden und typische Instrumente weltweit durchgesetzt haben, wird sich jeder Zahnarzt mit zunehmender Erfahrung seine eigene, individuelle Technik angewöhnen. Die Zahnentfernung umfasst nach der Anästhesie immer fünf Schritte, die in Tab. 1.**2** mit den für jeden Schritt benötigten Instrumenten aufgeführt sind.

Durchtrennung des marginalen Ligaments

Die Zahnextraktion beginnt zur Reduzierung des Gewebetraumas an der marginalen Gingiva immer mit der Durchtrennung der marginalen Desmodontalfasern (Abb. 1.**15**). Dies ist notwendig, um eine Weichgewebsverletzung durch Abriss der Gingiva propria zu vermeiden. Die Trennung des marginalen Parodonts erfolgt üblicherweise mit einem *geraden Hebel,* der parallel zur Wurzeloberfläche bis zum knöchernen Widerstand der Alveole in den Sulkus eingeführt und zirkulär um den Zahn bewegt wird. Es

wird empfohlen, sich dabei immer mit der den Hebel führenden Hand am Kiefer abzustützen, um nicht durch ein versehentliches Abrutschen eine Weichteilverletzung zu verursachen.
Bei einer geplanten operativen Zahnentfernung kann dies auch mit dem *Skalpell* oder einem sehr schmalen *Raspatorium* erfolgen. Speziell entwickelte, z. T. maschinengetriebene *Desmotome* haben sich für die Routineextraktionen nicht durchgesetzt, können aber zur besonders schonenden Extraktion vor Sofortimplantation hilfreich sein.

Luxation/Rotation des Zahns

Für die Luxation des Zahns eignen sich sowohl *Hebel* als auch *Zahnzangen*, wobei meist eine kombinierte Anwendung sinnvoll erscheint. In der Regel wird die Luxation des Zahns zumindest bei den Molaren mit dem Hebel nach Bein begonnen und dann bei erhaltener Krone mit einer Vollzange fortgesetzt. Diese wird etwas in den Sulkus an die Schmelz-Zement-Grenze, aber nicht auf den knöchernen Limbus alveolaris, vorgeschoben.
Die Form der Luxationsbewegungen ist bei jedem Zahn sehr individuell und insbesondere von der anatomischen Wurzelform abhängig. Eine Orientierung am präoperativen Röntgenbild kann als Hinweis auf die günstigste Luxationsrichtung sehr hilfreich sein. Dennoch bestehen immer wieder individuelle Unterschiede. Daher ist hier vor allem das Gefühl des Behandlers gefragt, die jeweilig leichteste Luxationsrichtung zu erspüren. Nur so lassen sich Gewebeschäden durch unnötige Infrakturierung, Drucknekrosen des alveolären Knochens und insbesondere Frakturen von grazilen Wurzelanteilen reduzieren. Andererseits erleichtert gerade eine ausreichende Luxation bis zur Mobilität die eigentliche Extraktion und die transalveoläre Entfernung evtl. frakturierter, gekrümmter Zahnwurzelteile ohne chirurgische Aufklappung.

FEHLER UND GEFAHREN

Eine horizontale Luxation ist dann besonders gefährlich, wenn distal des zu luxierenden Zahns keine Zahnlücke besteht, da in diesem Fall eine Sprengwirkung auf den Unterkiefer entsteht.

Sofern die Alveole einzeln stehender Zähne als Hypomochlion verwendet werden, besteht für diese Zähne die Gefahr der Lockerung anstelle des zu extrahierenden Zahns. Der interdentale Ansatz des Hebels kann zu Lockerungen künstlicher Kronen oder zum Abplatzen von Keramikverblendungen führen, sodass in solchen Situationen die Anwendung des Hebels kritisch geprüft werden muss.
Meist erfolgt die *Luxationsbewegung* mit dem Hebel in distokrestaler Richtung und mit den Zangen in orovestibulärer Richtung, die im Oberkiefer mehr vestibulär und im Unterkiefer mehr lingual gerichtet ist. Nur bei kreisrundem Querschnitt, z. B. bei den oberen Inzisivi und Eckzähnen ohne starke Krümmung der Wurzelspitze kann die Zahnlockerung auch allein durch Rotation erfolgen.

Abb. 1.**16** Einsetzen der Extraktionszange: Die Zahnzange umfasst die Krone und liegt mit dem Zangenmaul an der Schmelz-Zement-Grenze an.

Wichtig bei den Luxationsbewegungen ist die ausreichende digitale Abstützung des alveolären Bereichs durch den Behandler. Sehr hilfreich kann die zusätzliche Abstützung des Kopfes bzw. des Unterkiefers durch Assistenzpersonal sein.

Zahnentfernung

Während sich bei Extraktionen im Oberkiefer eine Position des Behandlers vor dem Patienten bewährt hat, ist bei Zahnentfernungen im Unterkiefer eine Position hinter dem Patienten meist günstiger, und zwar für Rechtshänder auf der rechten und für Linkshänder auf der linken Seite. Die abstützende Hand am Kiefer umfasst dabei den Kopf des Patienten.

PRAXISTIPP

Luxationsbewegungen müssen dabei kontrolliert durchgeführt werden, da es leicht zu Quetschungen der Lippenweichteile mit der Zange an der Gegenbezahnung kommen kann.

Die Zahnzange umfasst die Krone und liegt mit dem Zangenmaul an der Schmelz-Zement-Grenze an (Abb. 1.**16**). Die eigentliche Entfernung des Zahns wird meist mit der an die jeweiligen Zahngruppe angepassten Zahnzange durchgeführt, nachdem der Zahn ausreichend gelockert wurde, was durch ein schmatzendes Geräusch bei den Luxationsbewegungen und Blutaustritt aus dem Limbus alveolaris erkennbar wird. Dabei muss eine der anatomischen Wurzelform korrespondierende Bewegung meist nach distal orientiert bzw. die Bewegung durch entsprechendes Erfühlen der leichtesten Extrusionsrichtung ausgeführt werden.

MERKE

Wichtig ist in dieser Behandlungsphase eine langsame, dosierte Bewegung, um zu verhindern, dass man durch ein plötzliches Heraustreten des Zahns die Gegenbezahnung verletzt oder Weichteilquetschungen z. B. an der Lippe verursacht.

Spezielle Technik bei Oberkieferzähnen

Die *oberen mittleren Schneidezähne* lassen sich durch kombinierte Luxation und Rotation meist leicht lockern und extrahieren. Ausgedehnte orovestibuläre Luxationen können so vermieden werden, und die dünne vestibuläre Knochenlamelle bleibt intakt, was insbesondere bei geplanten Implantationen wichtig ist. Mit sehr grazilen Desmotomen können die Sharpey-Fasern tief im Parodontalspalt durchtrennt werden. Die lateralen Inzisivi zeigen häufig eine nach distal abgekrümmte Wurzelspitze und einen längsovalen Wurzelquerschnitt, sodass hier eine vorsichtige Rotation im rechten Oberkiefer im Uhrzeigersinn, im linken Oberkiefer in der Gegenrichtung angewendet werden sollten, um eine Fraktur der sehr grazilen Wurzelspitze zu vermeiden.

Die lange Wurzel der *oberen Eckzähne* (Canini) ist meist annähernd rund, sodass zusätzliche Rotationen zu den eher vestibulär gerichteten Luxationen die Zahnlockerung sehr unterstützen. Für die gesamte Frontzahngruppe sind gerade Vollzangen, sog. „Frontzahnzangen", geeignet, wobei für die seitlichen Inzisivi schmalere Formen angeboten werden.

Für die *Oberkieferprämolaren* werden eigene, leicht über die Fläche gebogene Zangenformen eingesetzt, die leicht gekröpft einen guten Zugang zu den etwas distal stehenden Prämolaren ermöglichen. Diese lassen sich durch orovestibuläre, nach vestibulär meist etwas ausgedehntere Luxationsbewegungen lockern.

FEHLER UND GEFAHREN

Bei dem überwiegend zweiwurzeligen ersten Prämolaren besteht vor allem die Gefahr der Wurzelfraktur der oft sehr grazilen vestibulären Wurzel, sodass man bei der Planung der Extraktion dieser Zähne mit einer operativen Entfernung von Wurzelresten rechnen muss.

Die *Oberkiefermolaren* werden mit der seitengetrennt für rechts und links erhältlichen Molarenzange entfernt, wobei der Dorn der vestibulären Zangenseite zwischen die beiden vestibulären Wurzeln greift („Zacke zur Backe"), während die andere, rund ausgebildete Zangenseite die palatinale Wurzel möglichst flächig umfasst. Auch hier sind orovestibuläre Luxationen sinnvoll, die eher nach vestibulär gerichtet sind, da die abgespreizt stehende, kräftige palatinale Wurzel eine Luxation nach palatinal zumeist verhindert. Die endständigen Molaren und insbesondere die *Weisheitszähne* mit eher pfahlförmigen Wurzelformen können mitunter leicht mit dem Bein-Hebel nach distal luxiert werden, da eine entsprechende Wurzelkrümmung und die eher weiche Knochenstruktur des dorsalen Oberkieferknochens diese Bewegung ermöglichen.

Die Molaren erfordern besonders häufig eine gezielte Abtrennung der Krone und Separation der Wurzeln. Dies reduziert die notwendige Kraft und somit das Gewebstrauma und verhindert Wurzel- und Knochenfrakturen.

Kieferhöhlendiagnostik im Oberkieferseitenzahngebiet

Bei Oberkieferseitenzähnen ist nach der Extraktion eine klinische Diagnostik (direkter und indirekter Nasenblasversuch und bei Verdacht auch Sondierung) zum Ausschluss einer *Mund-Antrum-Verbindung* (MAV) notwendig.

Der *direkte Nasenblasversuch* besteht im kräftigen Pressen des Patienten gegen die mit den Fingern verschlossene Nase bei offenem Mund, sodass bei einer Mund-Antrum-Verbindung Luft aus der Nase über die Alveole oft mit pfeifendem Geräusch oder Aufschäumen des Blutes austritt. Aufgrund von Polypen oder Schleimhautverdickungen am Boden der Kieferhöhle kann durch einen Ventileffekt der direkte Nasenblasversuch negativ sein, was durch einen umgekehrten Druckaufbau in der Mundhöhle im Sinne des *indirekten Nasenblasversuchs* bei geschlossenem Mund geprüft werden kann. Die sicherste Methode, die bei nicht kooperativen Patienten oder in Narkose immer anzuwenden ist, ist die vorsichtige *Sondierung* mit der Knopfsonde.

MERKE

Eine akzidentelle Mund-Antrum-Verbindung ohne pathologische Befunde im Bereich der Kieferhöhle sollte immer geschlossen werden.

Spezielle Technik bei Unterkieferzähnen

Die Entfernung der *Unterkieferfrontzähne* gelingt meist relativ einfach durch orovestibuläre Luxation mit einer sehr schmalen, über die Kante abgewinkelten Vollzange, wobei die sehr dünne vestibuläre Alveolenwand häufig infrakturiert. Alternativ kann für diese Zahngruppe eine Unterkieferwurzelzange benutzt werden.

Unterkiefereckzähne und *Unterkieferprämolaren* können mit einer etwas breiteren Vollzange gefasst und mit z. T. leicht rotierenden und orovestibulär luxierenden Bewegungen entfernt werden. Dabei wird der Alveolarfortsatz mit Daumen und Zeigefinger abgestützt, wobei der rechtshändige Behandler für die rechte Seite hinter dem Patienten und für die linke Seite vor dem Patienten positioniert ist.

Insbesondere bei schmalen, frakturierten Wurzeln der unteren Prämolaren kann die transalveoläre Wurzelentfernung sehr schwierig und zeitaufwendig sein. Man sollte in diesen Fällen mit der chirurgischen „Aufklappung" nicht zögern, obwohl gerade hier auf die Vermeidung der Verletzung des N. mentalis geachtet werden muss. Die gleiche Position gilt für die Extraktion der *Unterkiefermolaren*, die am günstigsten mit entsprechenden Vollzangen mit jeweils einem lingual und vestibulär zwischen die Wurzeln fassenden Dorn versehen sind. Die fast nur orovestibulär mögliche Luxationsrichtung wird im Allgemeinen umso stärker nach lingual gerichtet, je weiter distal der Molar steht, da die Dicke der vestibulären

Knochenlamelle nach distal zunimmt, während die Dicke der lingualen Lamelle abnimmt.

MERKE

Dennoch ist die notwendige Kraft häufig erheblich, sodass sich eine rechtzeitige Abtrennung der Krone und Wurzelseparation empfiehlt.

Beim Luxationsversuch wird eine Abstützung der Kiefergelenkregion durch die Assistenz von den Patienten als sehr angenehm empfunden. Für die *Weisheitszähne* wurden zusätzlich einige meist über die Fläche abgebogene Spezialzangen entwickelt, die bei eingeschränkter Mundöffnung hilfreich sein können (Abb. 1.**9**).

Kürettage der Alveole

Insbesondere bei vorbestehenden apikalen und lateralen Entzündungsprozessen ist eine sorgfältige *Entfernung des entzündlichen Weichgewebes* erforderlich, was bei engen Alveolen mühsam sein kann. Bei Ausdehnung zur Kieferhöhle bzw. zum N. alveolaris inferior muss dies mit Vorsicht erfolgen, um nicht die unnötige Eröffnung der Kieferhöhle bzw. Sensibilitätstörungen zu riskieren.
Periradikuläres Entzündungsgewebe erscheint üblicherweise rötlich und ist palpatorisch weich bis zerfließend. Bei auffälligem Aussehen (z. B. weißlich, gelb oder tiefrotblau) bzw. ungewöhnlicher Konsistenz (z. B. fest, bröckelig, faserig) des entfernten Weichgewebes, radiologisch auffälliger Knochenstruktur oder unerwartet leichter Luxation des Zahns sollte das gewonnene Gewebe zur pathohistologischen Untersuchung eingesandt werden.

MERKE

Insbesondere bei isolierten Zahnlockerungen, die durch eine fortgeschrittene Parodontitis marginalis nicht erklärbar sind oder radiologischen Aufhellungen bei nicht sicher devitalen Zähnen muss an alternative pathologische Prozesse in der Umgebung des Zahns gedacht werden und eine pathohistologische Diagnosesicherung angeschlossen werden.

Nach *Säuberung* der Alveole und ggf. *Abtragung scharfer Knochenkanten* mit der Luer-Knochenzange, was im Bereich späterer Prothesenlager besonders wichtig ist, erfolgt die vorsichtige bidigitale *Kompression* der Alveole. Danach wird mit einem Aufbisstupfer für ca. 10 min die Blutstillung und die Bildung eines Koagulums in der Alveole abgewartet. Danach wird ggf. die vorbereitete Prothese oder deren Erweiterung als Verbandplatte postoperativ sofort eingegliedert. Sie sollte zur Reinigung erst am 2. postoperativen Tag wieder entfernt werden.
Eine Insertion von Kollagen oder anderen gerinnungsfördernden Einlagen erfolgt in der Routine nur bei Blutungsneigungen und nicht ausreichender Blutstillung trotz mechanischer Kompression.

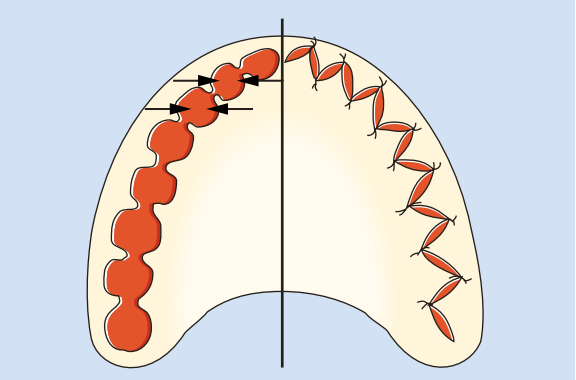


Abb. 1.**17** Verschränkte Papillennaht bei Serienextraktionen.

Wundversorgung

Lediglich bei Reihenextraktionen hat sich die adaptierende *Naht* der Schleimhauträndер, insbesondere im Sinne der verschränkten Papillennaht, bewährt (Abb. 1.**17**). Eine *Matratzennaht* kann zur Stabilisierung eines Kollagenkegels in der Extraktionsalveole dienlich sein, um die Blutstillung zu unterstützen. Vor oder nach lokaler Bestrahlung sollten Fremdmaterialien jedoch möglichst vermieden werden. Nach Bestrahlung sollten die Alveolen immer plastisch gedeckt werden. Am besten kann die Restdurchblutung des Unterkiefers mit einer epiperiostalen Lappenbildung sichergestellt werden.

Nachsorge

MERKE

Eine *postoperative radiologische Diagnostik* ist nur dann erforderlich, wenn Zweifel an der kompletten Entfernung des Zahns oder sonstige Unklarheiten, wie der Verdacht auf eine Kieferfraktur oder andere Komplikationen, bestehen.

Postoperative Verhaltensmaßnahmen sollten auch in schriftlicher Form kommuniziert werden, da mündliche Anweisungen häufig in der akuten Stress-Situation vom Patienten nicht registriert werden. Hierzu kann beispielsweise die Patienteninformation der DGZMK verwendet werden. Die wesentlichen Inhalte sind:

- Nahrungskarenz bis zum Abklingen der Anästhesie, danach eher flüssige oder weiche Kost für 3–4 Tage,
- feucht-kalte Wangenauflage für die beiden ersten Tage,
- Vermeidung von Kaffee, Alkohol und Nikotin für die ersten beiden Tage,
- Hinweis auf verminderte Fahrtauglichkeit am OP-Tag,
- Hinweise zur Anwendung von Mundspülungen, Mundpflege und Zahnreinigung,
- Hinweise zu evtl. verordneten Medikamenten (Analgetika, Antibiotika),
- bei Mund-Antrum-Verbindung: Schneuzverbot, Nasentropfen 3x tgl., infektionsprophylaktische antibiotische Abschirmung.

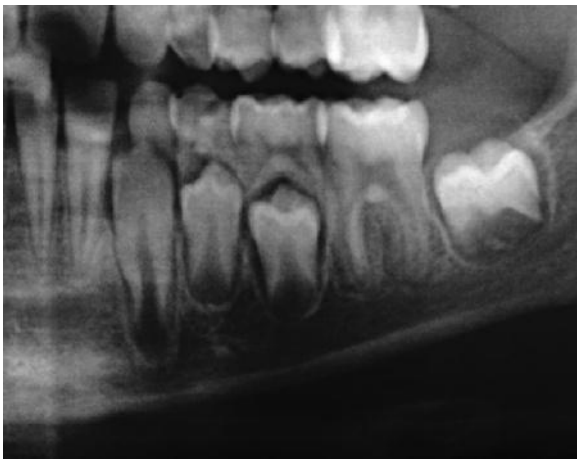


Abb. 1.**18** Typische, zeitgerechte Resorption der Milchzahnwurzeln.

Abb. 1.**19** Ankylosierung und Ersatzresorption von Milchzahnwurzeln bei der Nichtanlage bleibender Zähne.

Zur postoperativen Schmerztherapie eignen sich fast alle *peripher wirksamen Analgetika*, sodass mit dem Hinweis auf evtl. in der Hausapotheke vorhandene Kopfschmerzmittel keine Rezeptur erforderlich ist. Generell sollte aber darauf hingewiesen werden, dass salicylathaltige Präparate (Dolomo, Thomapyrin etc.) die Hämostase stören und daher auf andere peripher wirksame Analgetika wie Ibuprofen, Paracetamol o. ä. ausgewichen werden sollte.
Der Einsatz von *Antibiotika* ist bei einfachen Extraktionen oder Wurzelrestentfernungen nicht erforderlich. Andererseits ist bei einem erhöhten lokalen Infektionsrisiko (akute Infektion/Bestrahlung/Bisphosphonattherapie) oder der Gefährdung durch eine *Endokarditisdisposition* eine antibiotische Begleittherapie bzw. Prophylaxe unverzichtbar. Auch in der Rückbildungsphase einer odontogenen Infektion kann eine antibiotische Therapie sinnvoll sein. Oralpenicilline, Breitspektrumpenicilline ggf. in Kombination mit Penicillinasehemmern sind die Präparate der ersten Wahl. Clindamycin sollte nur bei einer Penicillinallergie eingesetzt werden.
Die Möglichkeit zu einer *postoperativen Wundkontrolle* sollte dem Patienten bei Besorgnis oder Verlaufsbesonderheiten immer angeboten und auch empfohlen werden. Diese ist bei einfachen Extraktionen ohne Verlaufsbesonderheiten allerdings nicht grundsätzlich erforderlich. Andererseits sollte der Patient über die Notwendigkeit einer Kontrolle bei Anzeichen von Komplikationen (anhaltenden Schmerzen, Schwellung, Mundöffnungsbehinderung, Schluckbeschwerden) informiert werden. Der Patient sollte auf die mögliche Hilfe durch den zuständigen Notdienst hingewiesen werden. Bei operativen Wurzelrestentfernungen ist eine Kontrolle bei der Nahtentfernung nach 7–10 Tagen üblich.

Weitere Extraktionstechniken bei spezieller Indikation oder Begleiterkrankung

Entfernung von Milchzähnen

Die Entfernung von Milchzähnen ist im Rahmen des Zahnwechsels nur selten erforderlich, da die meisten Zähne nach Resorption der Wurzel durch den nachfolgenden bleibenden Zahn gelockert und von den Kindern selbst luxiert und entfernt werden (Abb. 1.**18**). Nur bei nicht angelegten bleibenden Zähnen, bei kariöser Zerstörung oder gezielt im Rahmen einer kieferorthopädischen Therapieplanung (gesteuerte Extraktion) ist die Entfernung von Milchzähnen erforderlich. Dabei können sehr grazile Wurzelreste und vor allem bei Nichtanlage auftretende Ankylosierungen die Extraktion erschweren (Abb. 1.**19**).

MERKE

Bei der Entfernung von Milchzähnen müssen extensive Luxationsbewegungen möglichst vermieden werden, da die grazilen teilresorbierten Wurzeln leicht frakturieren und zusätzlich der Zahnkeim durch Luxation geschädigt werden kann.

Von einer operativen Entfernung kleiner Milchzahn-Wurzelreste sollte mit Rücksicht auf nachfolgende Zahnkeime Abstand genommen werden. Solche Wurzelreste werden zumeist resorbiert oder mit dem Zahndurchbruch zur Oberfläche transportiert.

Entfernung von Wurzelresten

Bei Wurzelresten muss unterschieden werden zwischen im Knochen impaktierten bzw. unter dem Knochenniveau frakturierten Wurzelresten und tief kariös zerstörten Zähnen, welche die Schleimhaut noch perforieren und oft in lockerem, entzündlichem Granulationsgewebe stehen.
Während Letztere einfach mit einem schmalen Bein-Hebel wie normale Zähne luxiert oder mit einer Wurzelzange extrahiert werden können, muss bei den Erstge-

nannten immer die Schleimhaut eröffnet und ggf. bedeckender Knochen meist vestibulär abgetragen werden, bis der Wurzelrest mit einem schmalen Hebel erreicht werden kann. Um die Lokalisation des Wurzelrestes im Alveolenfach zu erkunden und das parodontale Ligament zu lösen, eignet sich die zahnärztliche Sonde. Zur Luxation von Wurzelresten sind lanzettenförmige Instrumente oder feine Krallen hilfreich.

Zur *Weichgewebseröffnung* hat sich dabei eine winkel- oder trapezförmige Schnittführung bewährt, die nach marginalem Schnitt divergierend nach vestibulär ca. 1–1,5 cm absteigt (Abb. 1.**20**). Dies gewährleistet eine breite Lappenbasis und sichere Ernährung. Darüber hinaus kann mit zusätzlicher Periostschlitzung nach der Zahnentfernung die Alveole mit diesem Mukoperiostlappen sicher abgedeckt werden, was insbesondere im Oberkieferseitenzahngebiet eine Kieferhöhleninfektion durch eine oroantrale Fistel verhindern kann. Eine unnötige plastische Deckung der Alveole sollte jedoch vermieden werden, da sie immer mit einer Abflachung des Vestibulums und der ästhetisch evtl. störenden Verlagerung der mukogingivalen Grenze einhergeht.

Zur *Abtragung des vestibulären Knochens* haben sich neben der Luer-Knochenzange kleine Rosenbohrer und bedingt auch dünne Lindemann-Fräsen bewährt. Dabei werden von krestal nach apikal fortschreitend die Wurzelreste dargestellt und, wenn nötig, Ansätze für den Bein-Hebel zwischen Knochen und Wurzelrest geschaffen. Nur selten wird ein Wurzelrest von einem apikalen Zugang nach krestal-alveolär luxiert.

Wichtig bei der Wurzelentfernung ist die *Separierung der Wurzeln* von Molaren, aber gelegentlich auch von 1. Prämolaren im Oberkiefer, was am einfachsten mit einer dünnen Lindemann-Fräse erfolgt, sodass nach Luxation die Entfernung mit dem Bein-Hebel gelingt. Die Entfernung von Unterkiefermolarenwurzeln kann oft ohne Schleimhauteröffnung mit dem Krallenhebel erfolgen. Dabei sollte ein schmales interradikuläres Knochenseptum mit entfernt werden, wenn man dadurch eine chirurgische Aufklappung vermeiden kann.

MERKE

Das Belassen eines Wurzelrestes ist nur bei vitalen Zähnen zu diskutieren und bedarf einer offenen Nutzen-Risiko-Analyse mit dem Patienten.

FEHLER UND GEFAHREN

Ein häufiger Fehler stellt die apikal gerichtete Luxation der Wurzelreste mit dem Hebel nach Bein dar. Als Folge können Wurzelreste im Unterkiefer durch die dünne linguale Knochenlamelle in den Mundboden oder in den Kanal des N. alveolaris inferior bzw. im Oberkiefer in die Kieferhöhle luxiert werden. Deren Entfernung übersteigt häufig die operative Erfahrung des praktischen Zahnarztes und macht dann eine Überweisung in eine fachärztliche Behandlung erforderlich.

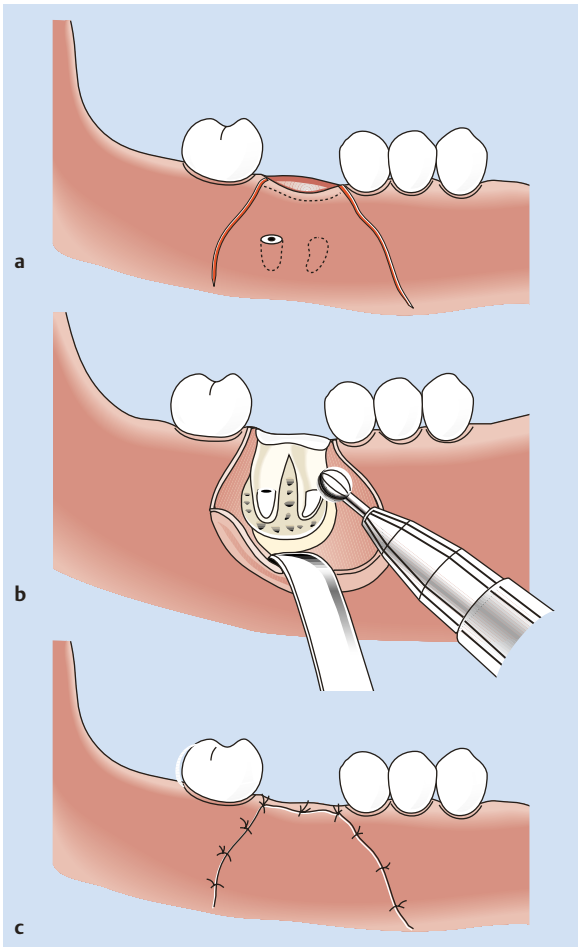


Abb. 1.**20** Vorgehen bei der operativen Entfernung einer tief frakturierten Wurzel.
a Schnittführung.
b Osteotomie.
c Wundverschluss.

Bei der Extraktion mit der Wurzelzange eben noch erreichbarer Wurzelreste muss immer eine dem Rest der Wurzel optimal angepasste und maximal angreifende Zange ausgewählt werden. Wichtig ist, dass die Luxationsbewegungen immer zur stärker zerstörten Seite eines Wurzelrestes hin ausgeführt werden, da so eher eine Mobilisierung des Wurzelrestes gelingt.

Extraktionstechnik bei geplanter Implantation

Die typische Luxation eines Zahns mit einem Hebel führt zu einer Aufdehnung und mitunter zur Fraktur der Alveolenwände. Dies ist für die Zahnextraktion im Allgemeinen nicht problematisch. Soll allerdings an die Extraktion eine Sofortimplantation angeschlossen werden, sollte die vestibuläre, oft sehr dünne Knochenlamelle der Extraktionsalveole erhalten bleiben. Die Erhaltung der Alveolenwände soll einerseits die Osseointegration aller Implan-

Abb. 1.**21** Einsatz des Periotoms zum Lösen der Gingiva und der Sharpey-Fasern bei der präimplantologischen Zahnextraktion.

tatseiten unterstützen und andererseits das Weichgewebe der Gingiva stützen. Die interdentalen Knochenlamellen sind außerdem für die Erhaltung und die Wiederherstellung einer Interdentalpapille vor allem auch ästhetisch bedeutsam.

Zur schonenden Entnahme des Zahns aus seinem Alveolenfach muss das parodontale Ligament mit schmalen schneidenden Instrumenten zur direkten Trennung der Sharpey'schen Fasern (Periotom) gelöst werden (Abb. 1.**21**). In diesem Zusammenhang wird gelegentlich empfohlen, mit einer kurzzeitigen Behandlungsunterbrechung eine Einblutung in den parodontalen Spalt zu erreichen, sodass sich dieser erweitert, den Zahn aus der Alveole luxiert und damit dessen Halt mindert.

Mit dem vorsichtigen Einsatz von Hebeln und der rotierenden Anwendung von Extraktionszangen sollte der parodontale Halteapparat endgültig gelöst werden. Bei Zähnen mit mehreren Wurzeln oder bei Wurzeln gekrümmter Form kann eine vorsichtige Teilung der Zahns nützlich sein. Zur Schonung der vestibulären Lamelle ist eine Teilung in mesiodistaler Richtung sicherer. Alternativ, insbesondere wenn eine Entfernung ohne Knochenabtragung nicht möglich ist, kann auch mit der Aufbereitung des Implantatbettes begonnen werden und abschließend verbliebene Zahnfragmente unter Sicht entfernt werden. Schließlich kann auch nach Präparation eines Mukoperiostlappens und Freilegung des Wurzelapex die Zahnwurzel von apikal herausgehebelt werden. Zur Schonung der Alveolenwände sind auch Instrumente zur Zahnlängsextraktion nützlich. Ist vor der Implantation eine Augmentation des Alveolarkamms notwendig, kann eine im Zahnfach noch verankerte Zahnwurzel zur Distraktion des Alveolarknochens verwendet werden. Hierbei können kieferorthopädische Geräte und eine Mikroschraubenverankerung in der Zahnwurzel verwendet werden.

In wieweit es gelingt, die Knochenresorption nach der Extraktion eines Zahn durch das Einbringen von allogenen, bzw. synthetischen Knochenersatzmaterialien oder Kollagenkegeln, in einem klinisch relevanten Umfang zu vermindern, ist bislang nicht abschließend geklärt und zumindest für die vestibuläre Lamelle aufgrund von Tierversuchen umstritten. Auch die Maßnahmen zur gesteuerten Geweberegeneration von Knochen (Guided Tissue Regeneration), etwa mit Membranen aus Kollagen oder Glykolid-/Lactid-Polymeren sind für die Alveolenerhaltung bislang umstritten.

Eine sofortige Implantation unter Nutzung der Extraktionsalveole nach der Zahnentfernung kann bei hoher Primärstabilität mitunter eine sofortige Versorgung der Zahnlücke mit einem festsitzenden Provisorium erlauben, der technische Aufwand ist allerdings erheblich. Als entscheidender Vorteil der Sofortimplantation wird die Erhaltung der ästhetisch bedeutsamen gingivalen Strukturen gesehen, eine definitive Erhaltung der alveolären Knochenhöhe konnte allerdings nicht bestätigt werden.

Zahnextraktion bei bestrahlten Patienten

Die Folgen einer Strahlentherapie der Kopf-Hals-Region betreffen alle oralen und perioralen Gewebe. Im Hinblick auf die Zahnentfernung ist vor allem das Phänomen der Strahlenkaries bedeutsam. Als Folge der Radioxerostomie, der Milieuveränderungen in der Mundhöhle und eventuell auch infolge direkter Bestrahlungseffekte entstehen bei einem großen Anteil bestrahlter Patienten ausgedehnte kariöse Läsionen, die häufig zum vollständigen Verlust der Zahnkronen führen. Durch die bestrahlungsbedingte Devitalisierung des Knochens (Osteoradionekrose) besteht gleichzeitig eine hohe Anfälligkeit für Knocheninfektionen ohne nennenswerte Regenerationsfähigkeit. Aus den genannten Gründen sind eine präventive Entfernung mittelfristig nicht erhaltungswürdiger Zähne und eine durchgehende periradiotherapeutische zahnärztliche Betreuung zu empfehlen.

Eine Infektion des dauerhaft devitalisierten Knochens führt zur infizierten Osteoradionekrose und damit oft zu einem ausgedehnten Substanzverlust des Kieferknochens, der schwer zu therapieren ist. Gerade die Zahnextraktion bildet die wichtigste Eintrittspforte für Infektionen des bestrahlten Knochens. Aus diesem Grund sollten die Alveolen nach einer Zahnextraktion grundsätzlich plastisch gedeckt werden. Unter der Überlegung, die periostale Bedeckung des Knochens zu erhalten, wird für den bestrahlten Knochen eine epiperiostale Mobilisation zur plastischen Deckung bevorzugt.

MERKE

Eine präoperative antibiotische Prophylaxe ist grundsätzlich indiziert.

Retinierte Zähne

Definitionen

- Von retinierten Zähnen bzw. *Zahnretention* spricht man bei allen Zähnen, die nicht zeitgerecht oder gar nicht in die Mundhöhle durchbrechen bzw. die Okklusionsebene nicht erreichen.
- Von *Zahnverlagerung* oder verlagerten Zähnen spricht man, wenn die Zahnentwicklung nicht in der anatomisch typischen Position der Zahnanlage erfolgt oder

eine abweichende Zahndurchbruchsrichtung bzw. Zahnachsenausrichtung vorliegt (Abb. 1.**22**, 1.**23**).
- Wenn der Zahn dabei völlig von der normalen Stelle entfernt liegt, bezeichnet man dies als *Zahndystopie* oder *Zahnaberration* (Dystopia dentium; Abb. 1.**24**).
- Wenn der Zahn allseits von Gewebe umschlossen ist, nennen wir dies eine *komplette (totale) Retention,* während man bei einer Schleimhautperforation (meist) durch die Zahnkrone von einer *partiellen Retention* (Teilretention) spricht.

Diese letztgenannte Unterscheidung hat klinische Bedeutung, denn gerade partiell retinierte Zähne sind durch perikoronare Schlupfwinkelinfektionen sehr infektionsgefährdet. Die Perikoronitis stellt die häufigste und klinisch bedeutsamste Erkrankungsentität an retinierten Weisheitszähnen dar. Der Begriff wird oft fälschlich nur für den erschwerten Weisheitszahndurchbruch gebraucht; tatsächlich betrifft die Problematik der perikoronalen Infektion aber die gesamte Lebensspanne.

Epidemiologie und Häufigkeitsverteilung

Die am häufigsten retinierten oder verlagerten Zähne sind die Weisheitszähne. In der westeuropäischen Bevölkerung bleibt bei bis zu 80% junger Erwachsener mindestens ein Weisheitszahn im Kiefer retiniert. Retinierte Eckzähne, zumeist im Oberkiefer, werden bei 0,5–3,5% der Patienten gesehen. Alle übrigen Zähne (Prämolaren, Molaren, Inzisivi und Mesiodentes) sind noch deutlich seltener betroffen, sodass verlässliche Angaben zur Inzidenz schwer zu erheben sind.

Ursachen und mögliche Folgen der Retention

Die *Ursachen* für Zahnretention und Zahnverlagerung sind vielfältig und im Einzelfall oft nicht zu klären (Abb. 1.**25**). Ursächlich kommen vor allem infrage (Übersicht in Tab. 1.**3**):
- ungünstige Durchbruchsrichtung,
- Platzmangel,
- pathologische Prozesse (Zysten), Malformationen (Odontome), odontogene und nicht-odontogene Tumoren,
- anlagebedingte Dysplasie.

Die sicher häufigsten Ursachen sporadischer Zahnretentionen sind die nicht achsengerechte Durchbruchsrichtung der Zahnanlage und der Platzmangel (Abb. 1.**26**). Daneben können die Retentionen auch durch pathologische Prozesse wie Tumoren und Zysten verursacht werden. Typisch für diese sekundären Retentionen und Verlagerungen ist die isolierte Dislokation eines Zahns, meist in Kombination mit einer benachbarten Osteolyse (Abb. 1.**27**).
Vor allem bei *multiplen Zahnretentionen* findet sich häufig ein familiäres oder ein syndromales systemisches Krankheitsgeschehen, wobei die konkreten pathophysiologischen Mechanismen der Retention für die meisten Erkrankungsbilder nicht vollständig geklärt sind. (Abb. 1.**28**). Unter Berücksichtigung der Zahnachsenausrichtung lassen sich acht Verlagerungstypen unterscheiden:
- vertikale,
- mesioanguläre,
- distoanguläre,
- mesiohorizontale,
- distohorizontale,
- lingual-horizontale,
- faziohorizontale,
- ektope Verlagerung.

Abb. 1.**22** Retinierter Weisheitszahn 38 ohne Achsenabweichung.

Abb. 1.**23** Mesioangulär retinierter und verlagerter Zahn 48.

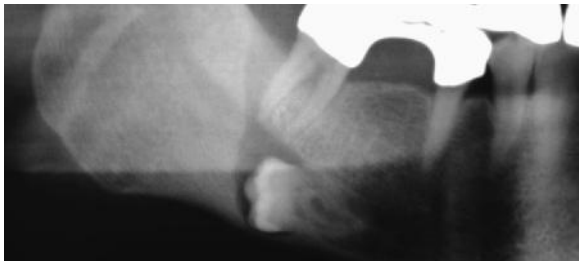


Abb. 1.**24** Ektope Lage (Dystopie) des Zahns 48.

Tabelle 1.**3** Ursachen der Retention.

Systemisch	Lokal	Pathologische Prozesse
Knochenerkrankungen (z. B. Cherubismus, Knochenstoffwechselerkrankungen)	Platzmangel	Tumoren (z. B. Odontome, Ameloblastome, Neurofibrome, Myxome)
Syndrome (z. B. Dysostosis cleidocranialis)	Fehlanlage	Zysten (z. B. follikuläre Zysten, Keratozysten)
idiopathisch	mobile Mukosa	

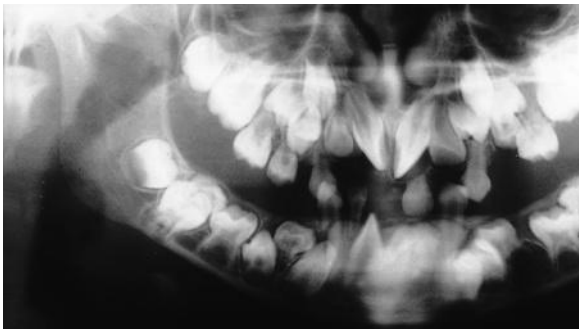


Abb. 1.**25** Multiple Zahnretentionen ungeklärter Ursache.

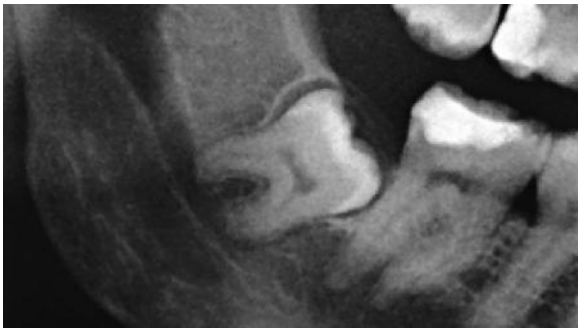


Abb. 1.**26** Retinierter Zahn 48 bei Platzmangel. Der reguläre Zahndurchbruch ist zwischen Zahn 47 und dem aufsteigenden Unterkieferast nicht möglich.

a **b**

Abb. 1.**27** Zahnverlagerung.
a Zahnverlagerung des 1. Prämolaren durch eine follikuläre Zyste.
b Multiple Zahnverlagerungen bei einem Ameloblastom im Kieferwinkel.

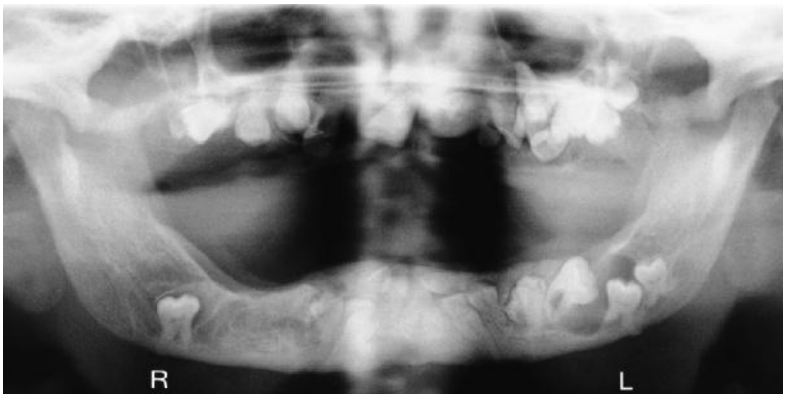


Abb. 1.**28** Multiple Zahnretentionen bei Dysostosis cleidocranialis.