

Curriculum

F. Samandari
J. K. Mai

Copyright by
Quintessenz
Not for publication

Funktionelle Anatomie für Zahnmediziner

- Allgemeine Anatomie
- Skelettsystem
- Kopf/Hals/Brust
- Bauch/Becken
- Aufbauprinzip der Extremitäten
- Nervensysteme
- Rückenmark
- Hirn
- Sinnesorgane
- Neurotransmitter und Gefäßversorgung

2., überarbeitete und erweiterte Auflage mit DVD



Quintessenz
Verlags-GmbH

F. Samandari, J. K. Mai

**Curriculum
Funktionelle Anatomie für Zahnmediziner**





Curriculum Funktionelle Anatomie für Zahnmediziner

F. Samandari
J. K. Mai



Quintessenz Verlags-GmbH

Berlin, Chicago, London, Kopenhagen, Paris, Mailand, Barcelona,
Istanbul, São Paulo, Tokio, Neu-Delhi, Moskau, Prag und Warschau

Univ. Prof. Dr. Farhang Samandari
Charité Universitätsmedizin Berlin
Institut für Physiologie
Arnimallee 22
14195 Berlin

Univ. Prof. Dr. Jürgen K. Mai
Institut für Neuroanatomie der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Universitätsstraße 1
40001 Düsseldorf



Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Copyright © 2009 by Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin

Dieses Werk 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 Geräten.

Lektorat: Konrad Pracht, Tübingen
Herstellung: Thomas Pricker, Berlin
Druck- und Bindearbeiten: Bosch-Druck GmbH, Landshut

Printed in Germany

ISBN 3-938947-38-1

Geleitwort



Die Anatomie steht am Anfang des zahnärztlichen Studiums und ist eines der umfangreichsten Unterrichtsfächer. Daher hat sie nicht nur eine wesentliche Bedeutung für die Vermittlung medizinisch-theoretischer Kenntnisse, sondern auch entscheidenden Anteil an der Prägung des späteren Berufsbildes und der Zahnarztpersönlichkeit. Das medizinisch-naturwissenschaftliche Grundlagenfach Anatomie befasst sich mit der strukturellen Organisation des menschlichen Körpers unter entwicklungsgeschichtlichen, systematischen, topographischen und klinisch-praktischen Gesichtspunkten. Es hat letztlich die Aufklärung der Funktion von Zellen, Geweben und Organen unter besonderer Berücksichtigung ihrer Strukturen zum Anliegen. Mit der Anatomie eignet sich der Student wesentliches Rüstzeug für seinen späteren Beruf an und schafft mit diesem Basiswissen Grundlagen für andere Fächer.

Selbstverständlich werden die Akzente in der Anatomieausbildung der Studenten der Human- und der Zahnmedizin unterschiedlich gesetzt. Diesem Sachverhalt trägt das vorliegende, nun in einen Band zusammengefasste Buch Rechnung. Der Zahnarzt ist aber letztlich auch Arzt. Deshalb muss er über den Organismus als Ganzen informiert sein, um Struktur und Funktion in der Komplexität besser erfassen zu können. Die didaktisch gut aufbereiteten Kapitel des vorliegenden Buches bringen dies zum Ausdruck, wobei bestimmte Gewichtungen vorgenommen wurden. So ist es völlig berechtigt, dass beispielsweise die Extremitäten kürzer abgehandelt werden. Dafür schenken die Autoren den orofazialen Strukturen nun noch größere Aufmerksamkeit. Ebenfalls berücksichtigt wurden zahlreiche praxisrelevante und klinische Anwendungsbereiche sowie moderne diagnostische Methoden, beispielsweise die bildgebenden Verfahren. So ist das Buch am Wissensbedarf des Zahnmedizinstudenten und an den Erfordernissen der Zahnärztlichen Approbationsordnung orientiert. Es trägt ohne Zweifel dazu bei, das spätere Berufsbild eines Zahnmediziners mitzuprägen.

Aber auch Zahnärzten wird dieses Lehrbuch ein gutes und zeitgemäßes Nachschlagewerk sein. Zeigt es doch, dass zum Überschreiten aller Erkenntnisschwellen Austausch und Kooperation über Fachgrenzen hinaus unbedingt erforderlich sind. Somit ist es kein „Schmalspurbuch“.

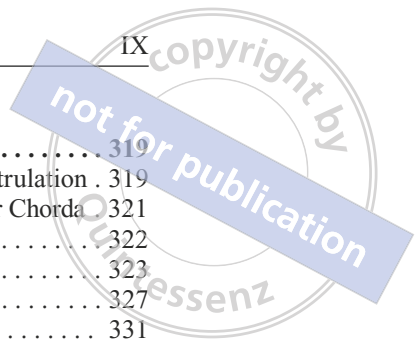
Die Autoren haben zahlreiche Verbesserungen gegenüber der 1. Auflage vorgenommen, wie die Aufnahme klinischer Hinweise und instruktiver Abbildungen oder die farbige Gestaltung. Ich wünsche den Autoren, dass das vorliegende Curriculum dazu beiträgt, die anatomische Ausbildung unserer Zahnmediziner zu unterstützen und effektiver zu gestalten. Möge es die jungen Kollegen motivieren, mit Freude gründlich Anatomie zu studieren.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
1 Allgemeine Anatomie des Menschen	5
1.1 Grundbegriffe der Zellen- und Gewebelehre	5
1.2 Postnatale Entwicklung und Wachstum	9
1.3 Allgemeine Anatomie des Bewegungsapparats	11
1.4 Allgemeine Anatomie der Drüsen	22
1.5 Haut	23
1.6 Allgemeine Anatomie des Kreislaufsystems	31
2 Skelettsystem des Kopfes	37
2.1 Der Schädel (Cranium)	37
3 Skelettsystem des Rumpfes	71
3.1 Wirbelsäule (Columna vertebralis)	72
3.2 Brustkorb (Thorax)	82
3.3 Becken (Pelvis)	85
3.4 Schultergürtel	87
4 Zähne und Gebiss	89
4.1 Stellung des Gebisses	92
4.2 Makroskopischer Aufbau des Zahns	95
4.3 Mikroskopischer Aufbau des Zahns	96
4.4 Zahnhalteapparat	100
4.5 Wurzelhaut (Desmodont)	100
4.6 Form und Größe der bleibenden Zähne	102
4.7 Form und Größe der Milchzähne	109
4.8 Durchbruchzeiten der Milchzähne, erste Dentition	112
4.9 Durchbruchzeiten der bleibenden Zähne, zweite Dentition ...	112
4.10 Entwicklung und Wachstum der Zähne	114
4.11 Zahnfleisch (Gingiva)	117
5 Gesichtsmuskeln und Gesichtshaut	119
5.1 Die mimischen Muskeln	119
5.2 Galea aponeurotica	125
5.3 Pericranium	126
5.4 Kopfhaut	126
5.5 Gesichtshaut	127
5.6 Zusammenspiel zwischen mimischen Muskeln und Gesichtshaut .	131
6 Kiefergelenk	135
6.1 Aufbau und Topographie	135
6.2 Funktion des Kiefergelenks	138
6.3 Altersabhängige Veränderungen am Kiefergelenk	142

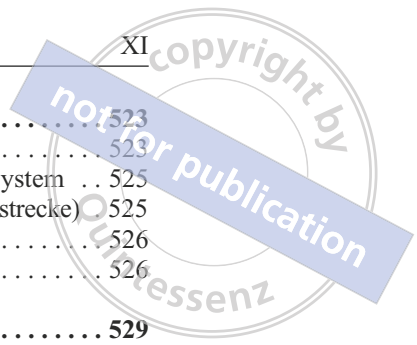
7	Aktiver Kauapparat	145
7.1	Kaumuskeln	145
7.2	Kaudruckverteilung	153
7.3	Mundbodenmuskeln	154
7.4	Zusammenfassendes über Kau- und Mundbodenmuskeln	158
7.5	Mechanik und Steuerung des Kauens	158
7.6	Stomatognathes System	160
8	Mundhöhle	163
8.1	Lippen	163
8.2	Schleimhaut der Mundhöhle	165
8.3	Nerven und Gefäßversorgung der Mundhöhle	167
8.4	Abwehrmechanismen der Mundhöhle	170
8.5	Leitungsanästhesie	171
8.7	Zunge	174
8.8	Speicheldrüsen (Glandulae salivariae)	186
9	Nase	195
9.1	Morphologie der Nase	195
9.2	Knorpelgerüst der Nase	195
9.3	Nasenhöhle (Cavitas nasi)	196
9.4	Nasennebenhöhlen	203
10	Gefäßversorgung des Kopfes und des Halses	209
10.1	Arterien	209
10.2	Venen	219
10.3	Lymphbahnen in Kopf und Hals	222
10.4	Regionäre Lymphknoten des Kopfes und des Halses	224
11	Nervöse Versorgung des Kopfes und des Halses	227
11.1	Hirnnerven (Nn. craniales)	227
11.2	Organisation der Kiemenbogensnerven	251
12	Hals	263
12.1	Halseingeweide (Viscera cervicalis)	264
12.2	Schlund (Pharynx)	264
12.3	Weicher Gaumen (Palatum molle)	270
12.4	Schluckvorgang	274
12.5	Kehlkopf (Larynx)	276
12.6	Schilddrüse (Glandula thyroidea)	295
12.7	Epithelkörperchen (Glandula parathyroidea) oder Nebenschilddrüse	297
12.8	Lymphatischer Rachenring	298
12.9	Parapharyngealraum (Spatium lateropharyngeum)	301
12.10	Halsmuskeln	303
12.11	Halsfaszie (Fascia cervicalis)	309
12.12	Topographie des Halses, Regionen und Dreiecke	311
12.13	Nacken	315

13	Entwicklung des kraniofazialen und kraniozervikalen Systems	319
13.1	Regionale Gliederung des Mesoderms nach der Gastrulation .	319
13.2	Die Gliederung des Kopfes nach den Beziehungen zur Chorda	321
13.3	Entwicklung des Kopfskeletts (Cranium, Schädel)	322
13.4	Gehirnschädel (Cranium cerebrale, Neurocranium)	323
13.5	Viscerocranium (Eingeweideschädel)	327
13.6	Woher stammt das Material?	331
13.7	Entoderm und Viszeralbögen	333
13.8	Segmentale Gliederungen im Kopfbereich	337
14	Rumpf	339
14.1	Brust (Pectus)	339
14.2	Bauch (Abdomen)	389
14.4	Verdauungsapparat	395
14.5	Drüsenorgane der Bauchhöhle	405
14.6	Beckeneingeweide	421
14.7	Rückenmuskeln (Mm. dorsi)	425
15	Kurze Übersicht über das Aufbauprinzip der Extremitäten .	429
15.1	Obere Extremität	429
15.2	Untere Extremität	435
16	Neurozytologie	439
16.1	Neurone (Nervenzellen)	439
16.2	Glia	444
16.3	Degeneration und Regeneration im NS	446
17	Entwicklung des Nervensystems	447
17.1	Neurulation	447
17.2	Entwicklung und Differenzierung von Nervenzellen	447
17.3	Entwicklung von Gliazellen	450
17.4	Entwicklung des Rückenmarks	451
17.5	Entwicklung des Hirnstamms	452
17.6	Entwicklung des Großhirns	452
18	Makroskopische Anatomie des Zentralen Nervensystems (ZNS)	457
18.1	Rückenmark	457
18.2	Gehirn	458
19	Peripheres Nervensystem (PNS)	463
19.1	Rückenmarksnerven	463
19.2	Hirnnerven (Nn. craniales)	467
19.3	Weiterleitung der Sinnesreize zum Rückenmark	467



20	Autonomes Nervensystem (ANS)	469
20.1	Organisation des ANS	469
20.2	Die sympathische Komponente des ANS (die thorakolumbale Komponente)	471
20.3	Die parasympathische Komponente des ANS (die kraniosakrale Komponente)	473
20.4	Enterisches NS	475
20.5	Unterschiede zwischen sympathischem und parasympathischem NS	475
20.6	Zusammenspiel von sympathischem und parasympathischem NS	476
20.7	Viszerale Reflexe	476
21	Rückenmark (Medulla spinalis)	477
21.1	Lage, Ausdehnung und äußere Form des Rückenmarks	477
21.2	Innere Organisation des Rückenmarks	477
21.3	Gliederung der grauen Substanz	479
21.4	Gliederung der weißen Substanz	480
21.5	Segmentale und vertikale Organisation	482
21.6	Der Eigenapparat	483
22	Hirnstamm (Truncus cerebri)	485
22.1	Organisation des Hirnstamms	485
22.2	Organisation der Hirnnerven	487
22.3	Organisation der Hirnnervenkerne	488
22.4	Funktionelle Komponente der einzelnen Hirnnerven	489
22.5	Zentraler Abschnitt des Trigeminus	490
22.6	Querschnitte durch den Hirnstamm	492
23	Formatio reticularis	497
23.1	Zelluläre Organisation der Formatio reticularis (FOR)	497
23.2	Physiologische Befunde	498
23.3	Afferenzen der FOR	498
23.4	Efferenzen	499
23.5	Funktion	500
24	Kleinhirn (Cerebellum)	501
24.1	Strukturelle Gliederung	501
24.2	Funktionelle Gliederung des Kleinhirns	502
24.3	Mikroskopische Anatomie	503
24.4	Schaltschema	506
24.5	Verbindungen des Kleinhirns	506
24.6	Funktion	508
25	Aufsteigende somatosensible Bahnen	511
25.1	Leitung somatosensibler Information im Rückenmark	511
25.2	Verbindung zum Cortex cerebri	511
25.3	Verbindung zum Cortex cerebelli	518

26	Motorische Systeme	523
26.1	Zielmotorik: Das Pyramidenbahnsystem	523
26.2	Stützmotorik: Das sog. extrapyramidal-motorische System ..	525
26.3	Das untere Motoneuron (gemeinsame motorische Endstrecke)	525
26.4	Muskelregulation	526
26.5	Kauvorgang	526
27	Zwischenhirn (Diencephalon)	529
27.1	Thalamus	529
27.2	Epithalamus	532
27.3	Subthalamus	532
27.4	Hypothalamus	533
27.5	Hypophyse (Hirnanhangdrüse)	539
28	Basalganglien	541
28.1	Topographie und Makroskopie	541
28.2	Innerer Aufbau	543
28.3	Verbindungen	543
28.4	Funktion der Basalganglien	546
28.5	Vergleich zwischen der Organisation der Basalganglien und des Kleinhirns	546
29	Limbisches System	549
29.1	Kortikale Bestandteile: die Hippocampusformation	549
29.2	Subkortikale Bestandteile	554
29.3	Funktion des limbischen Systems	558
30	Großhirnrinde (Cortex cerebri)	561
30.1	Gliederung	561
30.2	Zytoarchitektur des Cortex cerebri	562
30.3	Myeloarchitektur des Cortex	563
30.4	Verschaltung	563
30.5	Funktionelle Organisation des Cortex	564
31	Gustatorisches System (Geschmacksorgan)	565
31.1	Lage des Geschmacksorgans	565
31.2	Struktur der Geschmacksknospen	565
31.3	Mechanismen der Geschmackserkennung	567
31.4	Geschmacksbahn	567
31.5	Verarbeitung von Geschmack	569
32	Olfaktorisches System (Geruchssinn)	571
32.1	Lage und Struktur des Riechepithels	571
32.3	Olfaktorisches Rezeptorrepertoire, Transduktionsmechanismus und Kodierung der Geruchsqualität	571
32.3	Riechbahn	573



33	Auditives System (Hörorgan)	575
33.1	Lage und Organisation	575
33.2	Der periphere Leitungsapparat	576
33.3	Innenohr	576
33.4	Entwicklung des Innenohres	577
33.5	Hörorgan (Corti'sches Organ)	578
33.6	Die zentralen Verbindungen des Hörsystems	581
34	Vestibularsystem (Gleichgewichtsorgan)	583
34.1	Lage des Vestibularsystems	583
34.2	Bestandteile und Aufbau des Vestibularorgans	584
34.3	Struktur der Rezeptorzellen (Haarzellen)	585
34.4	Arbeitsweise	585
34.5	Verbindungen	587
35	Visuelles System (Sehorgan)	589
35.1	Aufbau des Sehorgans	589
35.2	Retina	591
35.3	Transduktionsmechanismus	593
35.4	Sehbahn	594
35.5	Reflexbahnen	596
35.6	Das unspezifische optische System	596
35.7	Innenräume und Medien des Augapfels	597
35.8	Adnexe	597
36	Anatomie zentraler Neurotransmitter- und Neuropeptid-Systeme	599
36.1	Charakterisierung eines Neurotransmitters	599
36.2	Die wichtigsten Neurotransmitter	600
36.3	Neuropeptide (NP)	604
37	Gefäßversorgung von Gehirn und Rückenmark	605
37.1	Arterien des Gehirns	605
37.2	Arterien des Rückenmarks	607
37.3	Venen	609
38	Hüllen von Gehirn und Rückenmark (Meningen)	611
38.1	Die Hüllen des Gehirns	611
38.2	Die Hüllen des Rückenmarks	612
38.3	Liquor cerebrospinalis / Plexus choroideus	613

Einleitung



Der menschliche Körper als Ganzes und seine funktionellen Zusammenhänge

Der Körper des Menschen besteht aus Strukturen höherer Ordnung, deren Gesamtheit wir Organismus nennen. Wesensmerkmale der einzelnen Gewebe und Organe, aus denen der Organismus aufgebaut ist, sind so komplex, dass diesen jeweils charakteristische Eigenschaften zukommen, die sie jedoch zum Nutzen des Gesamtorganismus einsetzen. Trotz ihrer Eigenart stehen die beteiligten Elemente in solch gegenseitiger Abhängigkeit, dass eine enge funktionelle Verknüpfung aller Teile zum Erhalt des Individuums entsteht. Der Verlust eines einzigen Teiles dieses zusammenhängenden Systems hat daher zwangsläufig eine erhebliche Einschränkung der Lebensqualität oder sogar den Untergang des ganzen Organismus zur Folge. Darüber hinaus ist es erwiesen, dass physische Funktionen von psychischen Vorgängen abhängen und somit ein Zusammenhang zwischen körperlichen Prozessen und seelischem Gleichgewicht besteht.

Die Konzeption für den Bau des Körpers und seiner Bestandteile liefern die komplexen Gengefüge, welche die Informationen für Strukturen und Funktionen als festgelegtes Programm an die Tochterzelle weitergeben. In jeder Zelle werden dann Teile des Gesamtprogrammes verwirklicht, woraus verschiedene Organe und Organsysteme entstehen. Der Charakter dieser Komplexität erklärt die Einmaligkeit solcher Gengefüge. Als Gebilde höchster Komplexität können sich die Organismen nicht wiederholen. Bereits während der Embryogenese treten aufgrund der Spezifität ihres Stoffwechsels unterschiedliche Genaktivitäten auf, die zu Modifikationen innerhalb der gesamten Reaktionsbreite führen, wodurch sich die persönlichen Merkmale herauskristallisieren. Die genetische Vorgabe entscheidet somit über die grundsätzlichen Merkmale, das individuelle Codesystem über die spezifischen Merkmale. Selbst eineiige Zwillinge weisen keine völlige Identität auf. Darüber hinaus wird bei jeder Fortpflanzung das Erbgut neu kombiniert, wodurch schädliche Mutationen oft verdrängt werden.

Da das Funktionieren einzelner Organe von der Intaktheit anderer Organe abhängt, entstehen Organsysteme, die als biologische Funktionskreise einen bestimmten Aufgabenbereich übernehmen. Die Tätigkeiten der verschiedenen Organsysteme sind jedoch so aufeinander abgestimmt, dass erst durch ihre Kooperation eine optimale Funktionsweise des ganzen Körpers in seiner Umwelt, auch unter veränderten Umständen, verwirklicht werden kann. Festzustellen ist eine ursächliche Beziehung der Teile untereinander

und zum Ganzen. Trotz der Mannigfaltigkeit der Gliederung, Struktur und Organisation seiner einzelnen Bestandteile bildet der menschliche Körper eine anatomisch-physiologische Einheit, welche durch die seelisch-psychischen Eigenschaften vervollständigt wird.

Morphologisch kann der Körper zunächst in Kopf, Hals, Rumpf und Extremitäten unterteilt werden. Die Funktionskreise des Körpers hingegen greifen oft von einem in das andere Gebiet über; wir können sie in folgende Hauptabschnitte gliedern:

a) Bewegungsapparat: Er umfasst Knochen, Knorpel, Bänder, Gelenke und Muskeln, welche einerseits als Stützelemente die Stabilität sichern, andererseits als kontraktile Elemente die Motilität bewirken. Es sind statische und kinetische Apparate für die Haltung und Bewegung des Körpers und seiner Teile. Durch zentralnervöse Steuerung werden die Tätigkeiten der Agonisten und Antagonisten und somit die Bewegungsabläufe aufeinander abgestimmt.

b) Eingeweide: Darunter werden Organe der Ernährung, der Verdauung, der Ausscheidung, der Atmung, der Sprachbildung, des Kreislaufes, der inneren Sekretion, der Fortpflanzung und der Abwehr zusammengefasst. Sie dienen der Erhaltung des Individuums und der Erhaltung der Art und können in ihrer Gesamtheit als *innere Organe* bezeichnet werden. Für ihre Tätigkeit ist typisch, dass sie mit Ausnahme der Sprachbildung willentlich nicht beeinflussbar sind und z.B. im Schlaf oder aber auch bei Bewusstlosigkeit weiterarbeiten. In ihrer Wirkungsweise ergänzen sich diese Organe derart, dass die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in Ruhe und bei Belastung gewährleistet bleibt. Für diese Vorgänge benötigt der Organismus Energie, die laufend produziert werden muss. Gewöhnlich geschieht dies durch Verbrennung von Nährstoffen durch biologische Oxydation, die mit Hilfe von Sauerstoffzufuhr zu Stande kommt. Die gewonnene Energie benutzt der Organismus für die Unterhaltung seiner Funktionen. Eine wesentliche Aufgabe vieler Organe besteht daher in Energiegewinnung durch Stoffaufnahme, Stoffumwandlung und Stoffabgabe. Diese Tätigkeiten nennen wir *Stoffwechsel*, in dessen Dienst ein Großteil der Eingeweide steht. Beim Übergang von Ruhe zu maximaler körperlicher Arbeit wird einigen dieser Stoffwechselorgane Höchstleistung abverlangt.

c) Nervensystem: Es besteht aus dem Gehirn und Rückenmark, welche als zentrale Kontroll- und Befehlsorgane fungieren, sowie aus den peripheren nervösen Leitungsbahnen, die die Verbindung zwischen dem Zentralorgan und den Körperteilen herstellen. Als übergeordnete Steuerung aller Gewebsaktivitäten und somit aller Lebensäußerungen kommt dem Nervensystem eine besondere Bedeutung zu. Daher steht das Nervensystem in ständiger Wechselbeziehung zu jedem Gewebe und jeder Zelle, um deren biologische Grundprozesse zu sichern. Es hat die Fähigkeit, Reize aufzunehmen, zu leiten, zu verarbeiten, zu speichern sowie seinerseits auch Impulse zu bilden und abzugeben.

Alle Handlungsabläufe werden durch das Nervensystem kontrolliert und bewertet. Von ihm sind Begriffsvermögen und Intelligenz, das Gedächtnis und die Lernfähigkeit abhängig. Diese überragende Stellung des Systems

mit einem Höchstmaß an Leistung lässt gleichzeitig seine Komplexität in Aufbau und Funktion erklären.

d) Haut und Sinnesorgane: Sie umfassen den äußeren Überzug zum Schutz des Körpers sowie die Einrichtungen, die der Wahrnehmung der Umwelt dienen. Letztere sind auf den Kopfbereich beschränkt und umfassen die Organe des Sehens, des Riechens, des Hörens, des Gleichgewichts und des Schmeckens. Die Rezeptoren der sensiblen Empfindungen für Schmerz, Druck, Temperatur, Tasten und Vibration sind über den ganzen Körper verstreut, vornehmlich jedoch in der Haut lokalisiert, weshalb diese als das größte sensible Organ bezeichnet wird. Somit stellen Sinnesorgane und Rezeptorfelder die Verbindung mit der Außenwelt her, deren Änderungen sie als Information aufnehmen (die Unterscheidung zwischen sensorischer und sensibler Empfindung wird zunehmend aufgegeben). Darüber hinaus sind der Haut weitere wichtige Aufgaben (z. B. Temperaturregulation) zuzuschreiben, worauf in den entsprechenden Kapiteln eingegangen wird.

Neben den erwähnten Einteilungen gibt es aus zahnärztlicher Sicht einen speziellen Funktionskreis, der als **orofaziales System** die Mund-, Rachen-, Kiefer- und Mimikregion umfasst. Hierin ist auch das **stomatognathische System** integriert, das den Mechanismus und die Steuerung des Gebisses wie des Kauaktes übernimmt.

Die Differenzierung in verschiedene Organsysteme spiegelt zunächst das Prinzip der Arbeitsteilung im menschlichen Körper wider, wobei bestmögliche Ausnutzung der unterschiedlichen Funktionen erzielt wird. Doch erst das übergreifende Zusammenwirken mehrerer dieser Einzelorgane kann zu einem harmonisch tätigen Ganzen beitragen. Für das Sprechen z. B. ist nicht nur eine normale Tätigkeit des Sprachorgans (= Larynx) nötig, sondern ebenso ein exaktes Zusammenspiel des Atmungsapparates, des Nervensystems, des Kreislaufs sowie bestimmter Teile der Sinnesorgane. Für die Wortwahl und den Umgang mit der Sprache sind geistige Fähigkeiten entscheidend. Diese befähigen das Individuum außerdem zu weiteren für den Menschen typischen Aktivitäten wie Lesen, Schreiben, Rechnen, Denken, Vorausplanen von Handlungen oder auch das Entwickeln schöpferischer Einfälle, die zur Aufdeckung von Zusammenhängen führen.

4 Zähne und Gebiss

Kapitel 4

Beim Menschen sind die Zähne (lat. dens = Zahn, Plur. dentes) nicht alle gleichförmig, sondern recht unterschiedlich gestaltet, heterodont (griech. heteros = verschieden). Diese Heterodontie beruht auf verschiedenartiger Ernährungsweise, die den Menschen als „Allesesser“ charakterisiert. Entsprechend den verschiedenen Aufgaben des Gebisses beim Zerschneiden, Zerkleinern, Zerreiben und Zermahlen der Nahrung bis zum schluckfähigen Brei werden verschieden geformte Zähne benötigt. Das heißt: Jeder Zahn besitzt eine seiner spezifischen Funktion entsprechende Form. Es werden 4 Zahngruppen unterschieden, die in Gestalt und Größe spezialisiert sind (Abb. 4-1):

Incisivus	Schneidezahn	} Frontzähne
Caninus	Eckzahn	
Prämolar	Backenzahn	} Seitenzähne
Molar	Mahlzahn	

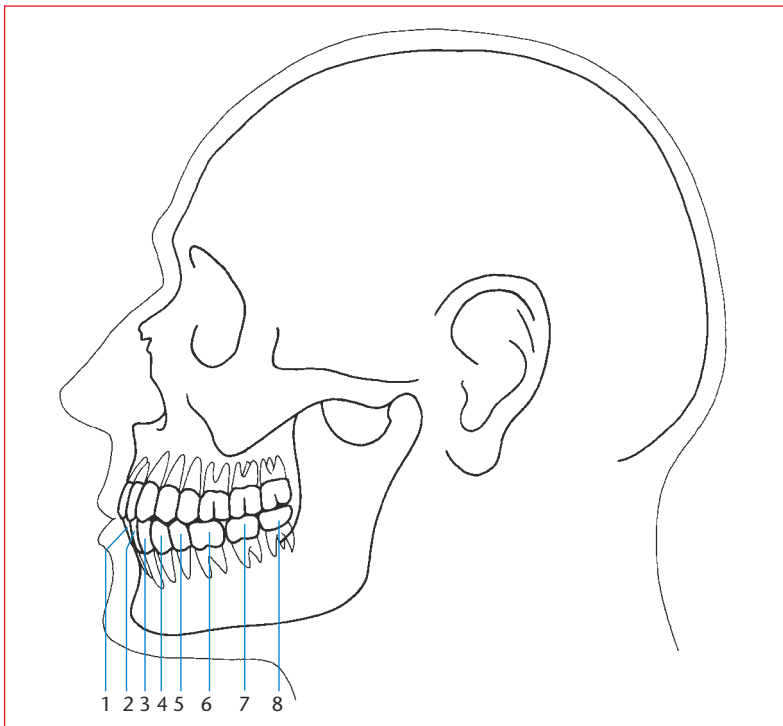


Abb. 4-1 Lage und Form der bleibenden Zähne in linker oberer und unterer Kieferhälfte.

Die Frontzähne halten die Nahrung, um sie anschließend durch Scherwirkung abzureißen. Gleichsam sichern sie als „vorderes Kiefergelenk“ die Führung des Unterkiefers beim Kauakt. Die eigentliche Kauleistung wird von den Seitenzähnen erbracht, indem sie die eingespeichelten Bissen zwischen ihren höckerigen Kauflächen zerquetschen und verfeinern.

Mit ihren etwas gebogenen Wurzeln sind die Zähne so im Kieferknochen verankert, dass sie bei der Mazeration des Schädels gewöhnlich nicht aus den Alveolen fallen. Auf beiden Kiefern besitzt der erwachsene Mensch insgesamt 32 bleibende Zähne. Demgegenüber weist das Kind nur 20 Milchzähne auf. Am Milchgebiss unterscheidet man 2 Incisivi, 1 Caninus und 2 Molaren pro Kieferhälfte (Abb. 4-2). Im Dauergebiss hat man 2 Incisivi, 1 Caninus, 2 Prämolaren und 3 Molaren. Auf jeder Kieferhälfte befinden sich somit 5 Zähne am Milchgebiss und 8 Zähne am Dauergebiss.

Im praktischen Gebrauch des Zahnarztes werden – zwecks leichterer Verständigung – die Zähne auf jeder Kieferhälfte mit Nummern gekennzeichnet und so ein **Gebisschema** hergestellt. Es gilt heute das zweiziffrige Zahnschema der FDI (Fédération dentaire internationale). Hierbei teilt man das Gebiss in 4 Quadranten, die im Uhrzeigersinn, und zwar beginnend mit rechter oberer Seite, von 1 – 4 im bleibenden Gebiss und von 5 – 8 im Milchgebiss nummeriert werden. Die Bezifferung der Zähne selbst geschieht von der Mittellinie aus nach distal. Im FDI-Schema wird jeder Zahn mit zwei Ziffern gekennzeichnet. Die erste Ziffer bezeichnet den betreffenden Quadranten, die zweite Ziffer den Zahn innerhalb des Quadranten.

	oben rechts (1)								(2) oben links							
Schema des Dauergebisses	18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
	48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
	unten rechts (4)								(3) unten links							
Schema des Milchgebisses	55	54	53	52	51	61	62	63	64	65						
	85	84	83	82	81	71	72	73	74	75						
Beispiele:	13 (sprich eins drei) = oben rechts, Eckzahn															
	28 (zwei acht) = oben links, 3. Molar															
	35 (drei fünf) = unten links, 2. Prämolare															
	41 (vier eins) = unten rechts, 1. Schneidezahn															

Wie aus vergleichend-anatomischen Studien am Gebiss der vorgeschichtlichen Menschen hervorgeht, ist die heutige Zahnanzahl das Ergebnis einer Reduktion. Allem Anschein nach geht die weitere Entwicklung dahin, dass auch dem letzten Molaren eine Reduktion bevorsteht; denn das Fehlen der Anlage eines 3. Molaren ist heute unter neugeborenen Europäern keine Seltenheit mehr. Andererseits können gelegentlich mehr Zähne vorhanden sein als üblich. Es kommt z. B. nicht selten vor, dass einzelne Zähne doppelt angelegt sind, oder dass manche Milchzähne erst gar nicht ausfal-

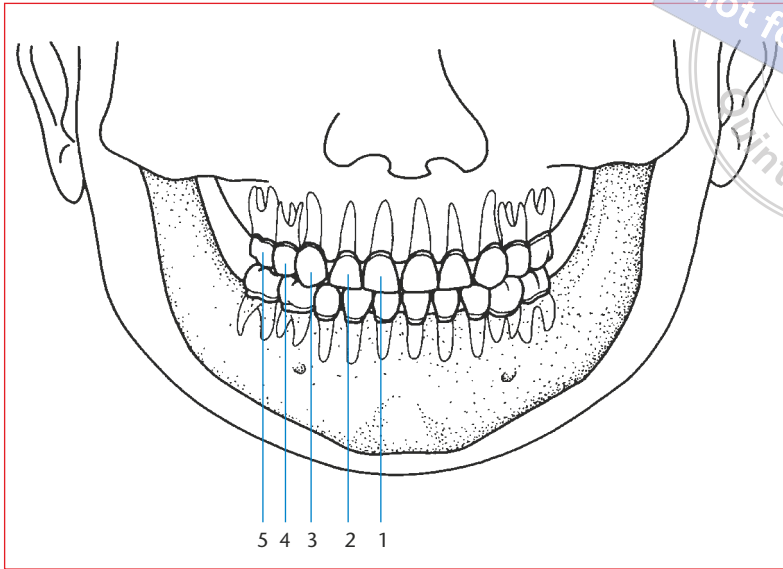


Abb. 4-2 Schema des Milchgebisses. Auf jeder Kieferhälfte sind 5 Milchzähne vorhanden.

len und sich dann zu bleibenden Zähnen entwickeln. Es kann sogar einen Ersatzzahn für den 3. Molaren geben, der erst jenseits des 35. Lebensjahres distal des bestehenden Weißheitszahns herausbricht. Schließlich sei erwähnt, dass zuweilen aus Platzmangel manche Zähne im Frontbereich in zwei Reihen hintereinander liegen und beim Laien Verdoppelung vortäuschen können.

Folgende Fachausdrücke erleichtern die Orientierung für Zahnarzt und Zahntechniker bei genauer Seitenbestimmung einzelner Zahnteile (Abb. 4-3):

- labial = den Lippen zugewandt
- bukkal = der Wange zugewandt
- lingual = der Zunge zugewandt
- palatinal = dem Gaumen zugewandt
- mesial = der Medianlinie des Zahnbogens zugewandt
- distal = dem hinteren freien Ende des Zahnbogens zugewandt
- apikal = zur Wurzelspitze hin zugewandt
- zervikal = zum Zahnhalss hin zugewandt
- okklusal = zur Kaufläche hin zugewandt
- inzisal = zur Kaukante hin zugewandt
- approximal = zum Nachbarzahn hin zugewandt
- interdental = zwischen den Zähnen
- vestibular = dem Mundvorhof zugewandt

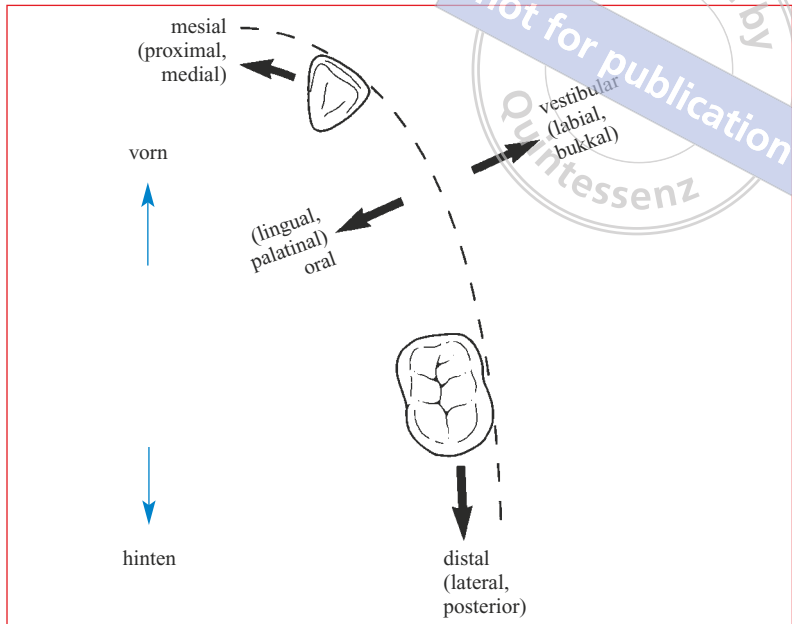


Abb. 4-3 Richtungs- und Seitenbezeichnung der Zähne.

Kapitel 4

4.1 Stellung des Gebisses

Unter Okklusion versteht man jeden Kontakt zwischen Zähnen des Ober- und Unterkiefers. Die statische Okklusion berücksichtigt Zahnkontakte ohne Bewegung des Unterkiefers. Da der obere Zahnbogen weiter und größer ist als der untere, stehen die antagonistischen Zähne bei statischer Okklusion nicht genau übereinander, sondern sind gegenseitig etwas verschoben. Die oberen Frontzähne überragen knapp die unteren Frontzähne (Abb. 4-4). In der Regel okkludiert ein Seitenzahn jeweils mit zwei gegenüberstehenden Zähnen, mit seinem Haupt- und Nebenantagonisten („Ein-Zahn-zu-zwei-Zahn-Beziehung“). Auf diese Weise arbeiten bei der Mahlbewegung jeweils 3 Zähne in der Transversalebene zusammen. Diese Arbeitsteilung entlastet den einzelnen Zahn während der Kaubeanspruchung, denn hierdurch werden die auftretenden Kaukräfte auf mehrere Zahnflächen verteilt.

Durch diese versetzte Anordnung der beiden Zahnreihen greifen die tragenden Höcker (*Cuspis dentalis*) der Seitenzähne in die Gruben ihrer Antagonisten. Man spricht von Höcker-Fossa- bzw. Höcker-Randleisten-Kontakten. Dabei zeigen diese Höcker zwar in die Gruben, die Kontaktpunkte liegen aber nicht auf den Höckerspitzen, sondern auf den Höckerabhängen. Dies ist durch konvex-geformte Höckerränder nahe den Gruben bedingt. Tragende Höcker sind kegelförmig abgerundet und liegen nahe dem Zentrum der Kaufläche. Bei den oberen Seitenzähnen sind es die palatinalen, bei den unteren die vestibulären Höcker. Nichttragende Höcker sind schneidekanalenförmig und spitz.

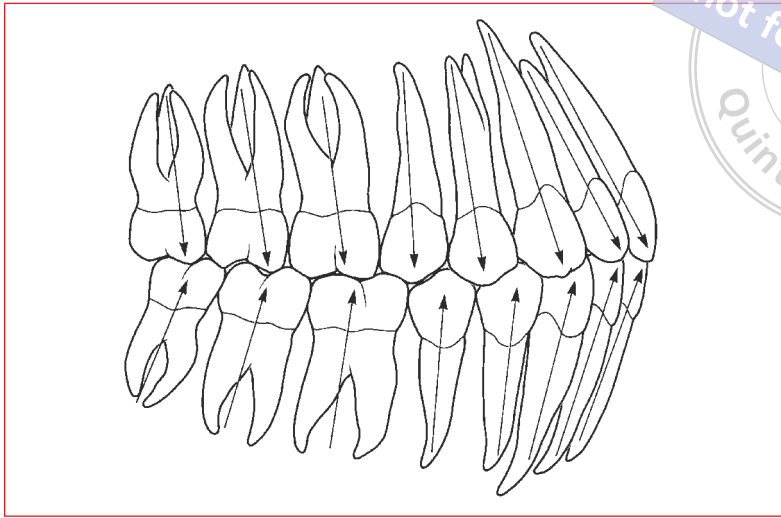


Abb. 4-4 Okklusionsstellung der Zähne, Seitenansicht. Die Pfeile zeigen die Stellung der Zahnachsen und die Hauptkontaktpunkte zu den antagonistischen Zähne an (modifiziert nach Schumacher, 1984).

In maximaler Interkuspidation treffen die tragenden Höcker auf die zentralen Höckerabhänge der Antagonisten, und zwar punktförmig in maximalem Vielpunktkontakt.

In der Ruhelage, d. h. bei unbewusster Haltung des Unterkiefers, berühren sich die Kauflächen oberer und unterer Zähne nicht. Es bleibt ein Abstand von etwa 1–2 mm zwischen den Okklusionsflächen bestehen, wodurch die Zähne, das Kiefergelenk und die Kaumuskeln entspannt und entlastet sind. Die Ruhelage wird nicht nur von genetischen Faktoren, sondern ebenso von der oralen, habituellen Tätigkeit der Bisslage, der Okklusionsform, dem Zustand des marginalen Parodontiums sowie von psychischen Affektionen beeinflusst.

Beim bewussten Kieferschluss überdecken die Kronen der oberen Frontzähne knapp die der unteren. Dabei kommen die einander zugekehrten labial-lingualen Kronenflächen leicht in Berührung, so dass beim Schneidvorgang eine Scherenwirkung erzielt wird. Diese normale Okklusionsstellung wird daher als *Scherenbiss* oder *Überbiss* bezeichnet. In dieser Stellung sind Höcker und Gruben der antagonistischen Seitenzähne miteinander verzahnt. Wird hingegen der Unterkiefer so weit vorgeschoben, dass die Schneidekanten der Frontzähne aufeinanderliegen, dann spricht man vom *Kopfbiss*. Bei **prognather** Frontzahnstellung stehen die Oberkiefer-Frontzähne weit vor den Unterkiefer-Frontzähnen, bei **progener** Verzahnung ist es umgekehrt.

Während beim Schneidevorgang gewöhnlich alle Frontzähne gemeinsam und gleichzeitig in Aktion treten, wird beim Kauvorgang der Nahrungsbrocken zwar abwechselnd, aber einseitig zerquetscht. Dabei wirkt die eine Seite als Arbeitsseite, die andere als Balanceseite. Arbeits- und Balanceseite wechseln sich in regelmäßigen Abständen reflektorisch ab und sorgen so für gleichmäßigen Gebrauch der Kauzähne und gleichartige Zerkleinerung

der Nahrung. Bei entzündlichen Prozessen eines Kauzahnes wird dann die Kautätigkeit überwiegend oder gänzlich auf die andere Seite verlagert. Das „Kauzentrum“ d. h. die Stelle der meisten Kaubelastung liegt auf der Kaufläche des 1. und 2. Molaren. Kurzfristig kann ein Mahlzahn harte Speisen mit einer Kraft von etwa 190 kg zerdrücken.

Da der Mensch in der Regel zwei geschlossene Zahnreihen ohne Lücken besitzt, greifen die Zahnflächen so ineinander, dass beim geschlossenen Kiefer die Mundhöhle fast vollständig nach außen abgeschlossen wird. Es bleibt lediglich ein kleiner Spalt hinter dem letzten Molaren offen, in den man bei Kieferklemme einen dünnen Schlauch für Flüssignahrung einführen kann. Bei geschlossener Zahnreihe kommen die benachbarten Zähne durch Kontaktpunkte miteinander in Berührung (Abb. 4-5). Diese Kontaktpunkte spielen eine wesentliche Rolle für die Kraftübertragung und Lastenverteilung beim Kauakt.

Da beim Menschen der Zahnwechsel nur einmal stattfindet, sind die Dauerzähne tief in die Alveolen eingesenkt und durch einen besonderen Halteapparat mit dem Knochen verbunden. Mithin ragt ein größerer Teil des Zahnes in den Knochen, als der sichtbare Teil aus dem Knochen. Diese feste Verankerung mit dem Kieferknochen ermöglicht erheblich bessere Belastungsfähigkeit des Zahnes, begünstigt die Verteilung der Drucklast auf die gesamte Kauseite und bewirkt die Übertragung des Kaudrucks auf das Schädeldach (vgl. Kap. 7.2).

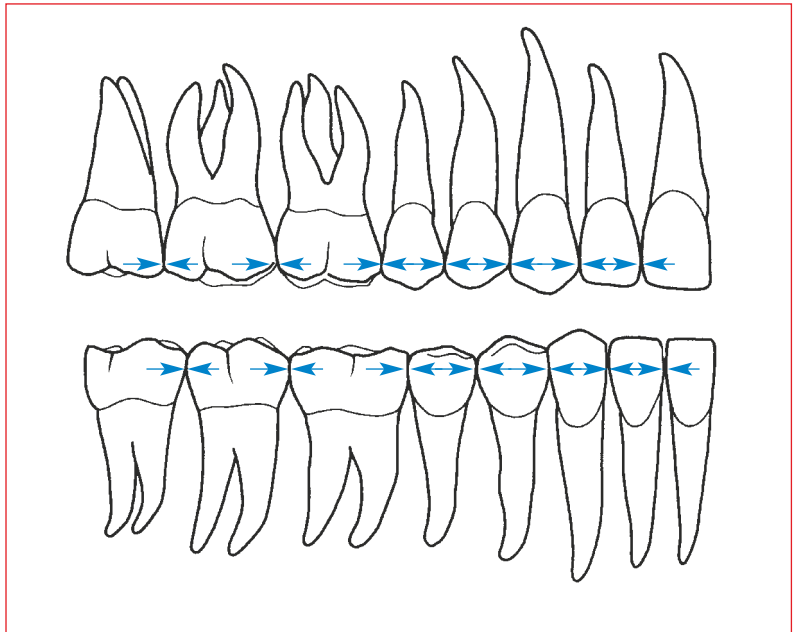


Abb. 4-5 Darstellung der Kontaktpunkte der benachbarten Zähne am bleibenden Gebiss. Die Pfeile deuten auf die Berührungsstellen hin.

Klinik:

Im Alter sind meist Parodontopathien (Erkrankungen des Zahnhalteapparats) anzutreffen, diese gehen mit Zahnlockerung und Knochenschwund einher. Nach Verlust der Zähne bilden sich die Alveolarfortsätze der Kiefer allmählich zurück. Von der Resorption besonders stark betroffen ist der knöcherne Unterkiefer. Er kann bis auf ein Drittel seiner ursprünglichen Höhe schrumpfen und dann die Auflagefläche für Prothesen einengen. Lediglich die Muskelursprünge verhindern einen weiteren Schwund des Kiefers. Bei Totalprothesen ist die Bestimmung der Ruhelage von Bedeutung für ein funktionierendes Gebiss. Da Lage und Abstand der beiden Kiefer zueinander neuromuskulär determiniert und gespeichert sind, ist die Abstandshaltung der Kiefer beim zahnlosen Menschen in der Ruhelage annähernd so, als ob er noch im Besitz seines Gebisses wäre. Zur Bestimmung dieser Ruhelage ist eine entspannte aufrechte Kopf- und Körperhaltung zwingend notwendig.

4.2 Makroskopischer Aufbau des Zahns

Jeder Zahn besteht aus einem schmalen inneren Hohlraum, der von drei unterschiedlichen Hartschichten (Zahnbein, Zement und Schmelz) umhüllt ist. Die Hauptmasse des Zahnes ist das *Zahnbein (Dentin)*. Es ist die einzige Hartsubstanz, die sich über den gesamten Zahn erstreckt und den inneren Hohlraum umschließt (Abb. 4-6). Der beim Lebenden sichtbare, freistehende Teil des Zahnes ist die *Zahnkrone (Corona dentis)*. Sie ist vom *Schmelz (Substantia adamantina)* überzogen. Der verdeckte, nicht sichtbare Teil des Zahnes ist die *Zahnwurzel (Radix dentis)*. Sie ist vom *Zement (Substantia ossea)* umgeben. Zement und Schmelz stoßen am *Zahnhals (Collum dentis)* aufeinander. Der Zahnhals ist gewöhnlich durch Zahnfleisch überdeckt. Dieses bildet sich jedoch mit steigendem Alter zurück und lässt dann den Zahnhals mehr oder weniger sichtbar werden. In jungen Jahren ragt nur die „anatomische Krone“ aus dem Zahnfleisch heraus, während später Teile des freigewordenen Zahnhalses hinzukommen und deswegen von einer „klinischen Krone“ gesprochen wird.

Der innere Hohlraum ist die *Pulpahöhle*. Sie ist vom Dentin umschlossen und im Bereich der Krone und des Zahnhalses erweitert zur *Cavitas dentis*. Im unteren Wurzelbereich ist sie enger und bildet den *Wurzelkanal (Canalis dentis)*. An der Wurzelspitze endet der Kanal mit einem Loch (*Foramen apicis dentis*), in welchem Nerven und Gefäße für den Zahn in die Pulpahöhle gelangen. Der Inhalt der Pulpahöhle ist die weiche Zahnpulpa.

Kapitel 4

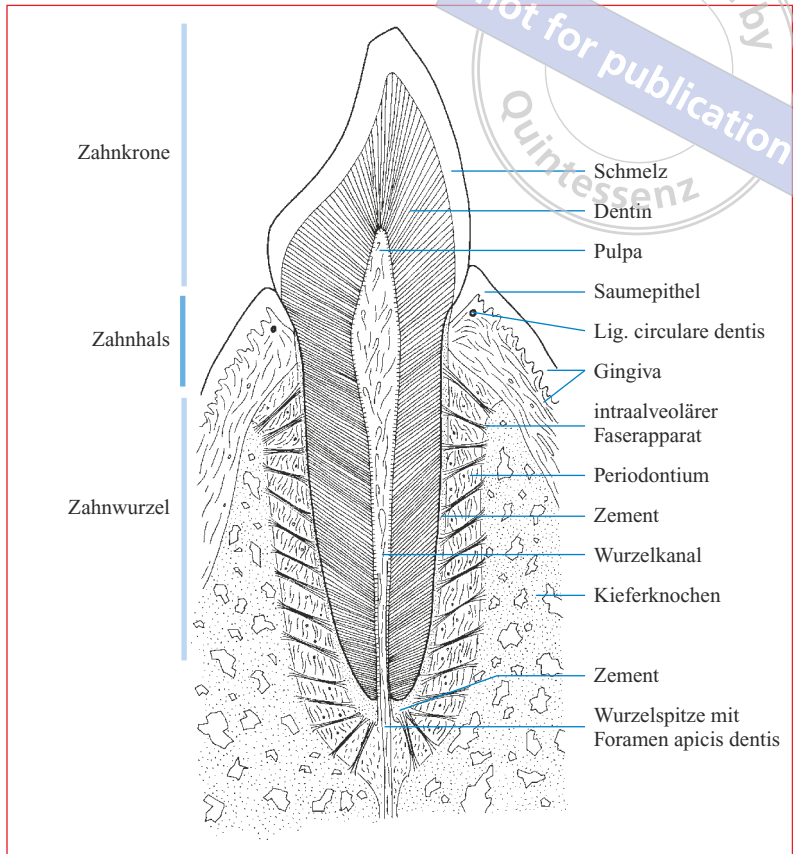


Abb. 4-6 Längsschnitt durch Zahn und Kieferknochen am Beispiel eines Frontzahns.

4.3 Mikroskopischer Aufbau des Zahns

4.3.1 Zahnbein (Dentin)

Zahnbein ist dem kompakten Knochen nahestehendes Hartgewebe und besteht aus einer verkalkten Grundsubstanz und kollagenen Fibrillen. Seine Bildungszellen, die *Odontoblasten*, sind jedoch nicht wie beim Knochen in der Hartschicht eingeschlossen, sondern liegen frei an der inneren Oberfläche des Dentins in der Pulpahöhle. Sie bleiben aber mit dem Dentin in Verbindung, indem ihre langen Ausläufer, die so genannten *Tomes'schen Fasern*, in die radiär angeordneten *Dentinkanälchen* hineinragen (Abb. 4-7). Auf diese Weise werden die Odontoblasten ständig von den umliegenden Pulpagesäßen versorgt und behalten somit ihre Regenerationsfähigkeit zur Dentinbildung lebenslang bei. Daher ist der Erhaltungszustand des Zahnbeins von einer intakten Zahnpulpa abhängig. Bis zu 50.000 Dentinkanälchen pro Quadratmillimeter sind nachgewiesen, in welche Odontoblastenfortsätze und zum Teil auch feinste Nervenfasern hineinziehen.

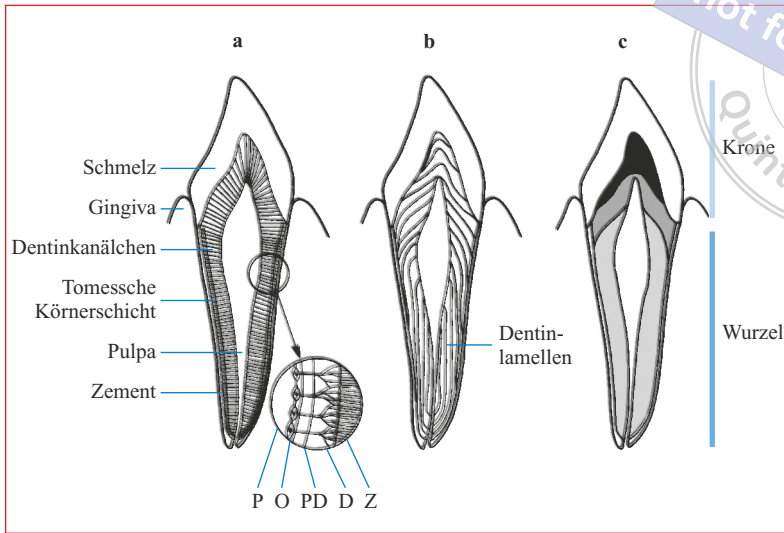


Abb. 4-7 a) u. b) Strukturverhältnisse im Dentinbereich eines Frontzahnes. c) Stärke der Verkalkung in den Dentinabschnitten (dunkel = stärker verkalkt). P = Pulpa; O = Odontoblasten; PD = Prädentin; D = Dentin; Z = Zement. (Modifiziert nach Rohen, 1988.)

Die Stärke der nervösen Versorgung im Dentin scheint indes altersabhängig zu sein. Während am jungen Zahn reichlich marklose Nervenfasern im gesamten Dentin vorkommen, sind sie am älteren Zahn vorwiegend auf die schmale Prädentinzone beschränkt. Dennoch bleibt das Dentin zeitlebens sehr empfindlich gegen Kälte, Schmerz und Vibration. Nach heutiger Auffassung wird das Schmerzerlebnis im Erwachsenenodent in nicht auf nervösem Wege, sondern durch hydrodynamische Druckschwankungen in den geschlossenen Dentinkanälchen und damit zusammenhängend durch Änderung des Membranpotentials in den Odontoblastenfortsätzen wahrgenommen. Der Reiz wird dann durch molekulare Kettenreaktion der Odontoblastenfortsätze zu den Schmerz- und Thermorezeptoren der Pulpa weitergeleitet.

Das Dentin besteht zu 70 % aus anorganischen Substanzen und ist somit wesentlich härter als der Knochen mit 46 %. Vor allem dem mineralischen Bestand an Hydroxylapatit verdankt es seine besondere Härte. Dennoch ist das Dentin wegen seiner Kanälchenstruktur auffällig elastisch und besitzt eine gewisse Verformbarkeit. Wie aus Abbildung 4-7 c ersichtlich, ist der Härtegrad des Dentins zu seinen benachbarten Hartsubstanzen etwas unterschiedlich, was seine Widerstandsfähigkeit beim Kauvorgang erhöht und die Ableitung des Kaudrucks (in Richtung Wurzelhaut) erleichtert.

4.3.2 Schmelz (Substantia adamantina)

Der Schmelz besteht aus eng aneinander gelagerten polygonalen Prismen, die zum Teil radiär verlaufen, zum Teil aber auch netzartig miteinander verflochten die Schmelzschicht durchziehen. Die dichte Anordnung der Pris-

Kapitel 4

men und ihre gegenseitige komplizierte Vernetzung wird mit größerer Festigkeit des Schmelzes bei Belastung begründet. Darüber hinaus werden die sehr engen Spalräume zwischen den Prismen mit einer Kittmasse so zusammengehalten, dass der Schmelz als „*nicht spaltbares*“ und wenig durchlässiges Hartgewebe bezeichnet werden kann. Die Schmelzprismen bestehen vorwiegend aus Apatitkristallen und zeigen kaum noch einen Stoffaustausch. Mit 96 % anorganischen Bestandteilen wird der Schmelz zur härtesten Substanz des Körpers und erreicht 60 % des Härtegrades von Quarz. An den Kauflächen erreicht er eine Dicke von über 2 mm. Gegen den Zahnhals verjüngt sich der Schmelz, bis er schließlich in den Zement übergeht (Abb. 4-6 u. 7). Mit der Zeit treten Abnutzungserscheinungen vor allem an den Kauflächen und Kaukanten ein. Da jedoch seine Bildungszellen, die Ameloblasten, bald nach der Schmelzproduktion verlorengehen, ist ein Ersatz der abgekauten oder abgesprungenen Stellen nicht mehr möglich. Im Gegensatz zum Dentin ist der Schmelz trotz seiner Materialhärte auffallend brüchig und kaum elastisch. Nerven und Gefäße sind in ihm bislang nicht nachgewiesen worden.

Die Schmelzoberfläche der noch nicht abgekauten Zähne wird ursprünglich von einer hauchdünnen Folie, dem *Schmelzoberhäutchen* (*Cuticula dentis*), allseitig überzogen. Dieses nur wenige Mikrometer dicke strukturelose Häutchen wird jedoch bald an den Kauflächen abgeschleudert und kann beim Erwachsenwerden nur noch in der Gegend des Zahnhalses erhalten bleiben. Es entsteht während und nach dem Zahndurchbruch und ist wie der Schmelz nicht mehr regenerierbar. Auch nach Verlust der Cuticula bleibt die Schmelzoberfläche meistens spiegelglatt und glänzend, wohingegen die Zementoberfläche etwas aufgeraut und matt erscheint.

4.3.3 Zement (*Substantia ossea*)

Als körpereigenes Ausscheidungsprodukt ist es ein Neutrum und wird daher als „das“ Zement bezeichnet, wohingegen das im Labor hergestellte Zementmaterial als Maskulinum „der“ Zement genannt wird. Es umhüllt das Wurzel dentin vom Zahnhals bis zur Wurzelspitze. Bei mehrwurzeligen Zähnen sind ebenso die Innenseiten zwischen den Wurzeln vom Zement beschichtet. Seine größte Dicke erreicht es an der Wurzelspitze, wo es das Wurzelloch manschettenartig umgibt und ein kleines Stück in den Wurzelkanal übergeht (Abb. 4-6). Mit etwa 60 % anorganischen Anteilen liegt der Härtegrad des Zements zwischen dem von Dentin und Knochen.

Morphologisch lässt sich zellfreies und zellhaltiges Zement unterscheiden. Das zellfreie Zement besteht aus verkalkter Grundsubstanz und von außen einstrahlenden Bündeln kollagener Fibrillen (Sharpey'sche Fasern). Es überkleidet fast ausschließlich das zervikale Drittel der Wurzeloberfläche der Milch- und bleibenden Zähne. Das zellhaltige Zement enthält außerdem noch die Zementzellen (*Zementozyten*). Seine stärker ausgebildeten Kollagenfibrillen gehen kontinuierlich in die Fasern des Zahnhalteapparates über. Die Zementozyten ähneln funktionell und morphologisch den Osteozyten des Geflechtknochens, jedoch fehlen dem Zement eigene Blutgefäße. Das zellhaltige Zement lässt sich vorwiegend bis ausschließlich im mittleren bis apikal gelegenen Wurzeloberflächenbereich finden.

Zement dient den Kollagenfasern des Zahnhalteapparates zur Verankerung. Es reagiert empfindlich auf Zug- und Druckbeanspruchung und unterliegt dauernden Umbauvorgängen. Da sich seine Bildungszellen aus mesenchyemalem Gewebe differenzieren, bleibt die Fähigkeit zur Zementogenese das ganze Leben erhalten. Jedoch ist der Anbau und Erhaltungszustand des Zements von einer intakten Wurzelhaut (Desmodont) abhängig. Bei Zerstörung des Desmodonts geht auch der Zementmantel zugrunde. Als Bestandteil des Zahnes und des Zahnhalteapparates (Parodont) spielt Zement für die Erhaltung und Funktion des Zahnes sowie für die Übertragung der Kaukraft eine wichtige Rolle. Die Funktionstüchtigkeit des Parodonts ist auch für wurzelgefüllte pulpatote Zähne wesentlich. Von den Zahnhartsubstanzen passt sich die Struktur des Zements am ehesten den veränderten Kauverhältnissen an. Zement selbst ist gefäßlos, wird aber aus dem Desmodont vermutlich durch Diffusion ernährt. Es zeichnet sich durch dauerhafte Umstrukturierung aus und darf daher als biologisch aktive, lebende Substanz betrachtet werden.

Schmelz-Zement-Grenze: In der Regel schmiegen sich beide Hartsubstanzen keilförmig dicht aneinander und kommen so breitflächig in Berührung (Abb. 4-7). Dieser Kontakt zwischen Schmelz und Zement scheint für den Schutz des empfindlichen Dentins sowie für die Kaukraftübertragung optimal zu sein. Welche Substanz dabei die andere überlappt, ist individuell verschieden. Manchmal können Zement und Schmelz ohne Keilbildung aneinanderstoßen oder noch seltener sich gar nicht berühren, wobei dann das Dentin freiliegt und kariesanfälliger wird. Ebenso können die Kontaktzonen am Zahnhals auf den vier Seiten des Zahnes unterschiedlich sein.

4.3.4 Pulpahöhle

Die Pulpahöhle ist der innere Hohlraum (Cavitas dentis), der von den Zahnhartsubstanzen umschlossen wird. Die Pulpahöhle ist im Bereich der Krone erweitert zur so genannten *Kronenkammer*, welche, der Kauflächenform entsprechend, Ausbuchtungen in die Zahnhöcker entsendet. Zur Wurzel hin wird der Raum enger (Wurzelkanal). Wurzelkanäle folgen im allgemeinen der Wurzelachse, können aber individuell hinsichtlich Verlauf und Anzahl vielfach variieren. Die Wurzelkanäle stehen über eine oder mehrere Öffnungen der Wurzelspitze sowie über seitliche akzessorische Kanäle mit dem Desmodont in Verbindung.

Die gesamte Pulpahöhle ist ausgefüllt mit weicher *Zahnpulpa*, die man noch in Kronenpulpa und Wurzelpulpa untergliedern kann. Ihr Inhalt besteht aus lockerem, gallertartigem Bindegewebe, das in seiner Strukturierung an das embryonale Bindegewebe der Nabelschnur erinnert. Eingewebt im zarten Pulpagewebe sind reichlich Blutkapillaren, Lymphkapillaren sowie markhaltige und marklose Nervenfasern vorhanden, die durch das Wurzelloch in die Pulpahöhle eintreten. Die Nerven besitzen sensible Qualität für Schmerzempfindung und sympathische Qualität für vasomotorische Gefäßversorgung. Sowohl Nervenfasern als auch Kapillaren bilden in der Pulpa dichte Netzwerke, von denen aus feine Äste zu den Dentinkanälchen abgehen. Im Bereich unterhalb der Odontoblastenreihe verzweigen sich Ner-

venfasern mehrfach und bilden den *Raschkowschen Nervenplexus*, bestehend aus Bündeln nicht myelinisierter Axone.

Von der Pulpa aus wird in jungen Jahren der gesamte Dentinmantel ernährt und innerviert. Später geht die Dentinversorgung teilweise zurück. Die am Pulparand befindlichen Odontoblasten werden mit Nährstoffen versorgt und bei eventuellem Verlust durch Pulpazellen ersetzt. Pulpagewebe wird im Rahmen der zellulären Abwehr bei entzündlichen und immunpathologischen Prozessen aktiviert.

Kapitel 4

4.4 Zahnhalteapparat (Parodont)

Beim Menschen sind die Zähne nicht fest mit dem Kieferknochen verwachsen, sondern federnd in ihm aufgehängt. Als Parodont werden alle Weich- und Hartteile zusammengefasst, die mit dieser Aufhängung des Zahnes in den Alveolen zusammenhängen. Hierzu gehören Wurzelhaut (Desmodont), Zement, Alveolarknochen und Zahnfleisch (Gingiva). Sie alle bilden funktionell und genetisch eine Einheit. Daher können krankhafte Veränderungen eines Teils zur Erkrankung des gesamten Systems führen und dann eine Parodontopathie hervorrufen. Bleibt diese unbehandelt, kann es zur Lockerung und schließlich zum Ausfall der Zähne kommen.

4.5 Wurzelhaut (Desmodont)

Die Wurzelhaut füllt einen schmalen Spalt zwischen Zementoberfläche und Alveolarwand aus (beim Erwachsenen 0,15 – 0,2 mm). Sie enthält straffe Fasern, in deren Maschen Gefäße, Nerven und zartes Bindegewebe eingeschoben sind. Die Fasern bestehen aus derben Kollagenfibrillen (*Sharpey'sche Fasern*), die den Zahn mit dem Alveolarknochen verbinden. Sie gehen fließend in die Kollagenfasern des Knochens und des Zements über und überbrücken so die unterschiedlichen Materialhärten der beiden Hartsubstanzen. Ihr Verlauf ist überwiegend schräg gegen die Wurzelspitze gerichtet, um dem Kaudruck entgegenzuwirken und das Einpressen des Zahnes in die Alveole zu verhindern. Nahe dem Zahnhals und der Wurzelspitze verlaufen die Fasern hingegen schräg kronenwärts, wodurch das Emporsteigen des Zahnes aus seiner Alveole vermieden wird (Abb. 4-6). Somit bewegt sich der Zahn bei jeder stärkeren Kaubelastung etwas, berührt aber den Alveolarknochen normalerweise nie. Aufgrund der Verlaufs-anordnung der Sharpey'schen Fasern wird der Kaudruck auf die Zähne in Zug für Knochen und Zement umgewandelt, wodurch deren Aufbau begünstigt wird. Auf Druck hingegen würde der Knochen mit Resorption und Abbau reagieren. Auch das Kollagen der Wurzelhaut wird dauernd erneuert, und zwar in der Regel bevor es voll ausgereift ist. Dadurch wird einem Ver-

tern und Sprödewerden des ständig beanspruchten Fasersystems vorgebeugt. Die Sharpey'schen Fasern erreichen die Wurzeloberfläche nicht genau radiär, sondern etwas tangential, und zwar sich überkreuzend links- und rechtsdrehend. Damit wird eine Rotation des aufgehängten Zahnes vermieden. Die Dichte der Sharpey'schen Fasern beträgt etwa 28 000 pro mm.

Zusätzlich zur Scherengitterstruktur der Sharpey'schen Fasern werden die benachbarten Zähne durch horizontale Fasern, die oberhalb des Alveolenrandes von Zement zu Zement verlaufen, miteinander verbunden. Auf diese Weise schützen sich die Zähne vor zu großer Bewegung und damit zusammenhängender Schädigung. Durch diesen Befestigungsmechanismus sind die Zähne nicht nur einzeln in ihrer Alveole verankert, sondern in gewissem Grade auch gegenseitig zusammengehalten. Bei Verlust eines Zahnes kippt häufig der distal der Lücke gelegene Zahn langsam nach mesial (Mesialwanderung). Zähne, die im Gegenkiefer keine Antagonisten haben, können über die Okklusionsebene hinaus wandern (okklusale Drift, vgl. Abb. 4-20). Der Zahnersatz sollte daher nicht über Jahre hinausgeschoben werden.

In den Maschen des kollagenen Flechtwerks sind Nerven sowie Blut- und Lymphgefäße eingelagert. Das desmodontale Gewebe ist sehr stark vaskularisiert, es kann somit den hohen Sauerstoffbedarf des zellreichen Desmodonts befriedigen und für eine Druck ausgleichende Flüssigkeitsverschiebung sorgen. Auf zellulärer Ebene lassen sich Fibroblasten, Epithelzellen und Leukozyten nachweisen.

Der Erhalt des Desmodonts und des Alveolarknochens ist von der ständigen Kaubeanspruchung des Gebisses abhängig. Die auf den Zahn wirkenden Vertikal- und Horizontalkräfte werden vom Bandapparat in Zugkräfte umgewandelt, dadurch wird der Reiz für An- und Umbau des Zahnhalteapparates ausgelöst. Bei teilweisem oder vollständigem Funktionsverlust einzelner Zähne oder Zahngruppen ist eine zunehmende Atrophie des gesamten Parodonts und eine Auflösung des desmodontalen Faserapparates im entsprechenden Bereich zu beobachten.

Klinik:

Bei Extraktion des einwurzeligen Zahnes ist eine kurze Drehbewegung mit dem Instrument geboten, um das derbe Fasersystem des Periodontiums zu brechen. Beim mehrwurzeligen Zahn, wo eine Rotation kaum möglich ist, wird durch ausgiebige Luxationsbewegung versucht, den Zahn von seiner straffen Aufhängung zu lösen. Gelingt dies unvollständig, dann kann eine Wurzel abbrechen und im Kiefer steckenbleiben. Das Desmodont besitzt eine große Plastizität und kann auf veränderte Form und Belastung des Zahns und der Alveole mit entsprechenden Umbauvorgängen reagieren. Erst diese Leistungen des Desmodonts ermöglichen eine Reihe von kieferorthopädischen Maßnahmen.

Nach Verlust einzelner Zähne schwindet das Desmodont, und die Alveole wird allmählich durch Spongiosamaterial aufgefüllt. Neu entwickelte Implantate aus Titan, Glaskeramiken oder speziellen Metall-Legierungen, die für die Befestigung von Zahnersatz in den Kiefer eingebracht werden, scheinen körperverschmelzbar zu sein und den Alveolarknochen zum Anbau und zum allmählichen Umwachsen des Implantats anzuregen.

4.6 Form und Größe der bleibenden Zähne

Jeder Zahn besitzt eine sichtbare, aus dem Kiefer herausragende Krone und mindestens eine im Kiefer versenkte Wurzel. Die morphologische Feinstruktur der Zahnkronen und die Stellung der Zähne sind individuellen Schwankungen ausgesetzt und ähnlich wie die Fingerabdrücke so charakteristisch für den Einzelnen, dass ein vorhandener Gebissabdruck zu Identifizierungszwecken verwendet werden kann. Die grobe Struktur und die typische Gestaltung einzelner Zähne weisen jedoch wegen ihrer funktionellen Notwendigkeiten keine größeren individuellen Differenzen vom allgemein gültigen Formmuster auf.

Wegen des größeren Zahnbogens am Oberkiefer sind gewöhnlich die oberen Zähne etwas größer als die unteren. Die entsprechenden Zähne auf beiden Seiten eines Kiefers sind in der Regel gleich groß und gleich geformt. Zusätzlich zu den auf S. 91 angeführten Fachausdrücken für punktuelle Richtungsorientierung am ganzen Zahn werden speziell an der Zahnkrone 5 Flächen unterschieden, deren Kenntnis von praktischem Interesse ist:

- Facies vestibularis = dem Vorhof zugewandte Fläche
- Facies lingualis = der Mundhöhle zugewandte Fläche
- Facies contactus mesialis = die zum nächstvorderen Zahn angrenzende Fläche
- Facies contactus distalis = die zum nächsthinteren Zahn angrenzende Fläche
- Facies oclusalis = die Kaufläche der Backen- und der Mahlzähne

Bei den Schneidezähnen finden wir anstelle einer Kaufläche die Schneidekante (*Margo incisalis*).

4.6.1 Schneidezähne (*Dentes incisivi*) (Abb. 4-8 u. 4-9)

Schneidezähne haben eine schaufelförmige Krone, die nach außen etwas gewölbt konvex, nach innen etwas eingedellt konkav ist. Beim Normalbiss gleitet die konkave Innenseite des oberen Zahnes an die konvexe Außenseite des unteren Zahns. Die scharfe Schneidekante weist noch beim Jugendlichen 3 schwach gezackte Erhebungen auf, die sich jedoch später abnutzen und zu glatten Schneideflächen entwickeln. Auf der konkaven Innenseite der Krone findet sich nahe dem Zahnhals ein kleines Höckerchen (*Tuberculum dentis*). Zwischen den Tubercula gibt es mehr oder weniger tiefe Furchen, gelegentlich auch blind endende Grübchen, die besonders kariesanfällig sein können.

Allerdings ist ein und derselbe Zahn nicht genau seitensymmetrisch gebaut. Vielmehr sind gewisse Unterschiede in *Krümmungsmerkmal* (mesiale Kronenhälfte ist stärker gewölbt als die distale) und *Winkelmerkmal* zu registrieren (Abb. 4-9). Diese Asymmetrien steigern die Wirkung des Greifmechanismus bei gemeinsamer Tätigkeit aller 8 Schneidezähne, da diese

Copyright by
not for publication
Quintessenz

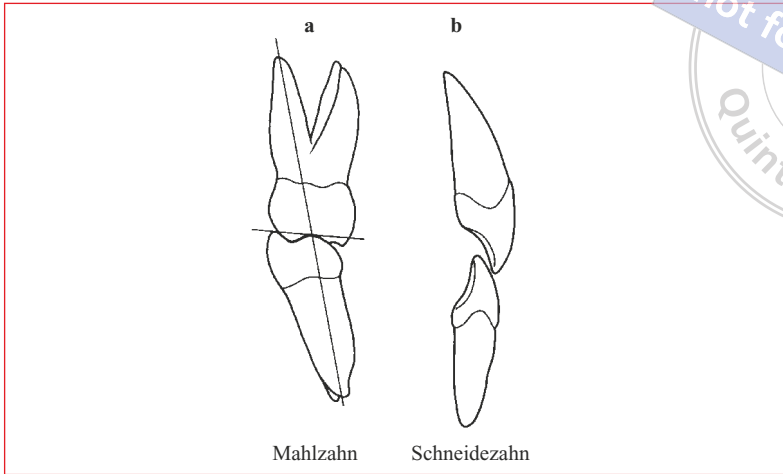


Abb. 4-8 Okklusionsstellung der bleibenden Zähne am Beispiel eines
a) antagonistischen Mahl- und
b) Schneidezahnes.

Kapitel 4

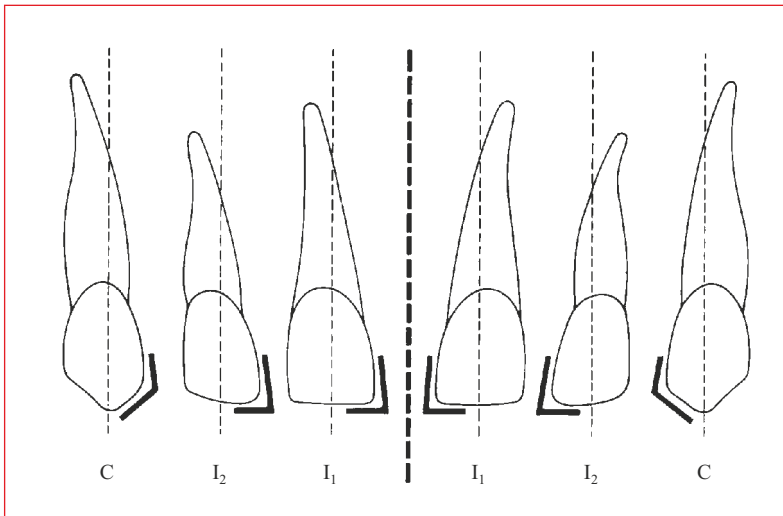


Abb. 4-9 Unterschiedliche Winkelmerkmale an oberen bleibenden Frontzähnen.
Die Wurzeln weichen nach distal ab (Wurzelmerkmal).

beim Abbeißen gewöhnlich zusammen in Aktion treten. Dadurch bleibt der Kraftaufwand für jeden einzelnen Zahn relativ klein, die Regulierbarkeit der Schneidwirkung aber groß. Durchschnittliche Kaukrafthöchstwerte wurden an Schneidezähnen mit ca. 200 N ermittelt. Je nach Bedarf können antagonistische Schneidezähne aus ihrer Normallage ineinander greifen und das Zerbeißen ermöglichen, oder aber durch das Verschieben des Unterkiefers ihre Schneidflächen aufeinanderlegen und so das Durchtrennen der festen Nahrung bewirken.

Die oberen Frontzähne sind etwas größer als die unteren. Der größte ist der 1. obere, der kleinste der 1. untere Schneidezahn. Dadurch wird erreicht, dass sich ein oberer Schneidezahn gegen zwei untere Antagonisten abstützt. Alle Schneidezähne sind ein-wurzelig, die oberen Wurzeln sind rund, die unteren etwas abgeplattet. Mit Ausnahme des 1. unteren Schneidezahnes sind die Wurzeln distalwärts geneigt. Verstärkt wird dieses Wurzelmerkmal dadurch, dass die apikalen Enden noch stärker in Richtung der versorgenden Gefäße und Nerven abgelenkt sind, wodurch eine scharfe Abknickung der Kapillaren beim Eintritt in den Zahn vermieden wird.

Kapitel 4

4.6.2 Eckzähne (*Dentes canini*) (Abb. 4-10 u. 4-11)

Die längsten aller Zähne erinnern in ihrer Form an Werkzeuge vorgeschichtlicher Menschen. Mit ihren Kauspitzen ragen die Eckzähne geringfügig über die Kauebene der übrigen Zähne hinaus. Ihre Kronen sind etwas gebogen und wie die Schneidezähne außen gewölbt und innen eingedellt. An der Kaukante enden sie mit einer winklig abgelenkten Höcker Spitze. Das auf der lingualen Fläche stets vorhandene unpaarige Tuberculum dentis ist kräftig gebaut und formstabiler als bei den Schneidezähnen. Vom Tuberculum laufen eine mittlere und meist auch zwei seitliche Schmelzleisten zur Kronenspitze aus und lassen auf der lingualen Fläche zwei Grübchen entstehen. Im Allgemeinen sind die unteren Eckzähne reliefschwächer als die oberen.

Die Wurzeln der Canini sind wie die der Incisivi ungeteilt und distalwärts geneigt. Sie sind besonders kräftig und lang. Mit fast 2 cm Wurzellänge sind die Eckzähne so fest im Knochen verankert, dass sie unter den Frontzähnen am widerstandsfähigsten sind und bei Gewalteinwirkung eher die Krone bricht. Ihre Wurzelstabilität ist in sagittaler Richtung noch dadurch erhöht, dass sie im Querschnitt nicht rund, sondern dreieckig sind, und zwar vorne breiter als hinten. In frontaler Richtung werden sie durch die Stütze der Nachbarwurzeln gestärkt. Beim Lebenden sind die Wurzeln der oberen Eckzähne unter den Nasenflügeln (an den Vorwölbungen der Alveolarknochen) besonders deutlich zu betasten.

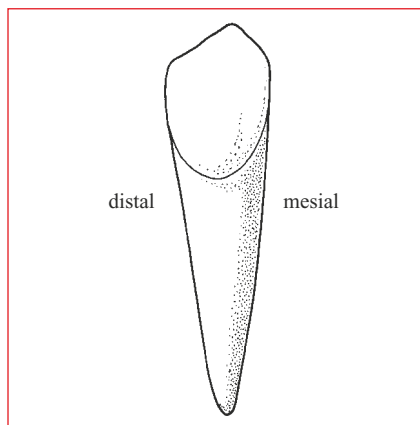


Abb. 4-10 Rechter unterer Eckzahn, Vestibularansicht.

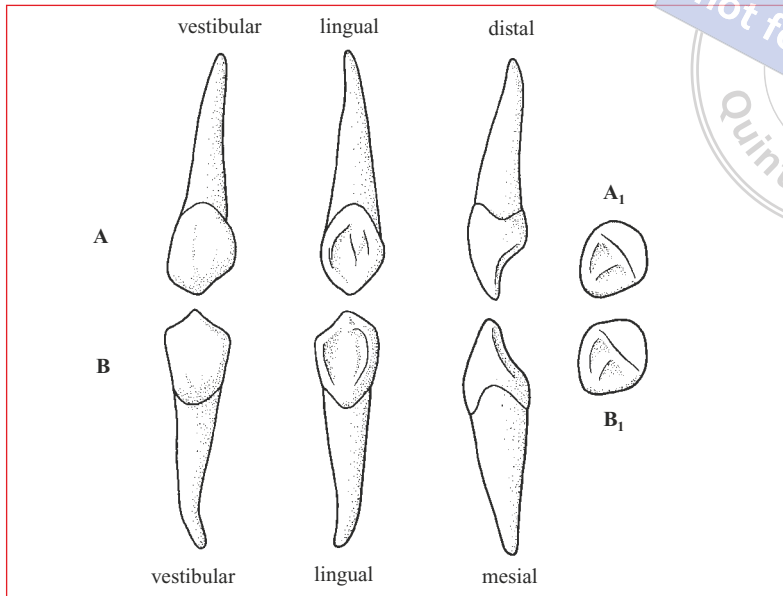


Abb. 4-11 Linker oberer (A) und unterer (B) Eckzahn. A₁ und B₁ = Ansicht von der Kronenspitze.

4.6.3 Vormahlzähne (Backenzähne, *Dentes praemolares*) (Abb. 4-12 u. 4-13)

Die Vormahlzähne besitzen eine Kaufläche für das Zerreiben der Nahrung. Es sind höckerig strukturierte Kauflächen mit einem größeren vestibulären und einem kleineren lingualen Höcker. Beim Mahlvorgang passen jeweils Nischen und Höcker der Antagonisten aufeinander und erhöhen damit die Kaeffizienz. Im übrigen sind die einander zugekehrten Okklusalfächen der Antagonisten so konstruiert, dass sowohl Schiebe- wie auch Seitenbewegungen möglich sind. Die Kronen der oberen Prämolaren sind meist zweihöckerig, die der unteren können zwei- oder dreihöckerig sein, wobei die dreihöckerige Form bevorzugt beim 2. unteren Prämolaren auftritt. In diesem Fall besitzt die Kaufläche neben einem vestibulären zwei linguale Höcker, die zwischen sich ein Y-förmiges Fissurmuster ergeben. Der 1. obere Prämolare weist ein umgekehrtes Krümmungsmerkmal auf (im Horizontalschnitt ist die distale Kronenhälfte stärker gekrümmt als die mesiale).

Die Wurzel des 1. oberen Prämolaren ist in der Regel gespalten und daher zwei wurzelig (eine vestibuläre, eine palatinale Wurzel). Bei den übrigen Prämolaren ist die einfache Wurzel bereits mit einer Längsfurche versehen, wodurch gelegentlich 2 Pulpakanäle entstehen können. Alle Prämolaren zeigen ein deutliches Wurzelmerkmal.

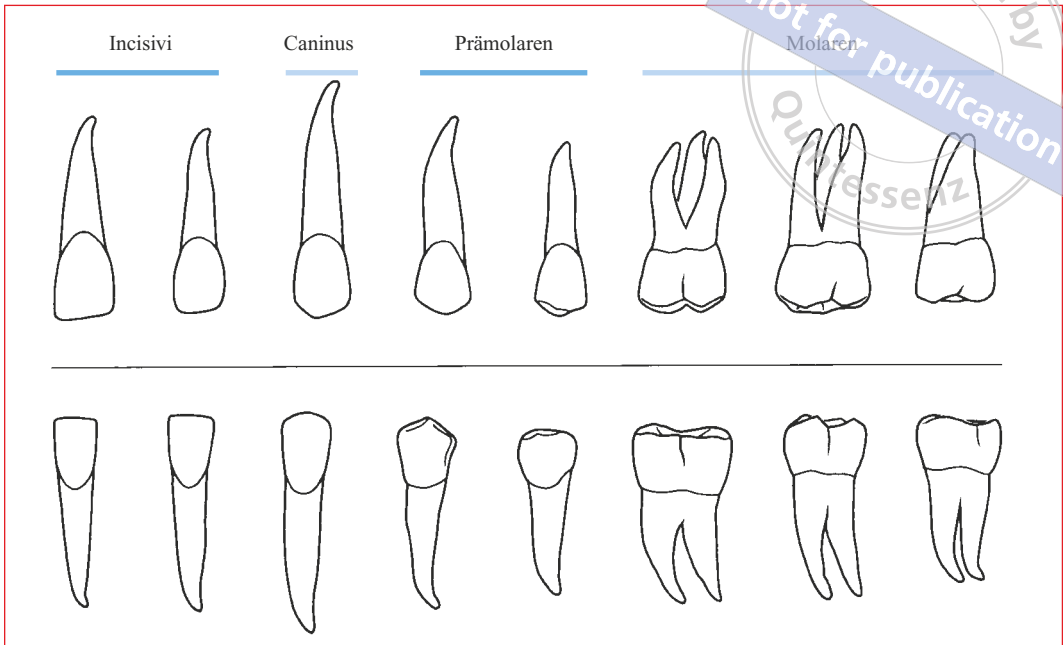


Abb. 4-12 Form der bleibenden Zähne einer linken oberen und unteren Kieferhälfte. Ansicht von bukkal. Die Wurzelspitzen sind in Richtung der versorgenden Blutgefäße geneigt.

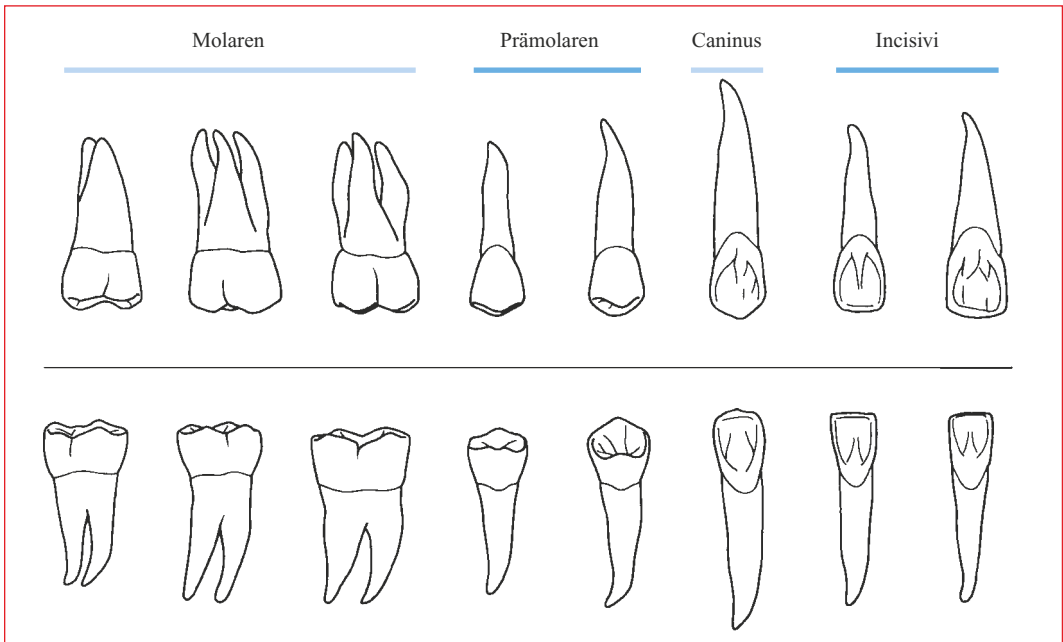


Abb. 4-13 Form der lingualen Seite der bleibenden Zähne an der linken oberen und unteren Kieferhälfte.

4.6.4 Mahlzähne (Dentes molares) (Abb. 4-12 – 4-14)

Die Mahlzähne besitzen die größten Kauflächen und entsprechend auch die größten Reibflächen mit den Antagonisten. Zudem können sie hohe Kaukräfte (durchschnittliche Kaukrafthöchstwerte bei ca. 550 N) bewältigen, daher eignen sich die Molaren am besten zum Zermahlen der Nahrung. Wegen der größeren Drucklast im hinteren Mundbereich sind die Mahlzähne durch 2 oder 3 Wurzeln fest im Kiefer verankert. Da sie über große Kau- und Kontaktflächen verfügen und beim Kauvorgang am meisten beansprucht werden, weisen sie noch größere Formvarianten auf als die übrigen Zähne. Indes ist die morphologische Vielfalt nicht nur als funktionelle Anpassung an die jeweilige Kaugewohnheit zu verstehen, sondern sie ist ebenso genetisch determiniert.

Die Grundform der Molaren zeigt eine vierhöckerige Krone mit 2 vestibulären und 2 lingualen Höckern. Der 1. untere Molar besitzt häufig einen zusätzlichen Höcker auf der distalen Kaufläche und ist somit fünfhöckerig (Abb. 4-15). An den oberen Molaren sind die vestibulären Höcker gegen die lingualen etwas nach vorn verschoben, wodurch ein H-förmiges Fissurensystem entsteht. In den vierhöckerigen unteren Molaren ist das Furchenmuster kreuzförmig, in den fünfhöckerigen zickzackförmig.

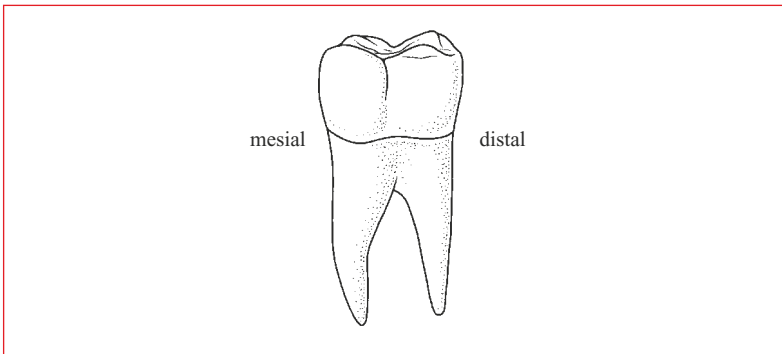


Abb. 4-14 Linker unterer 2. Molar, vestibuläre Ansicht.

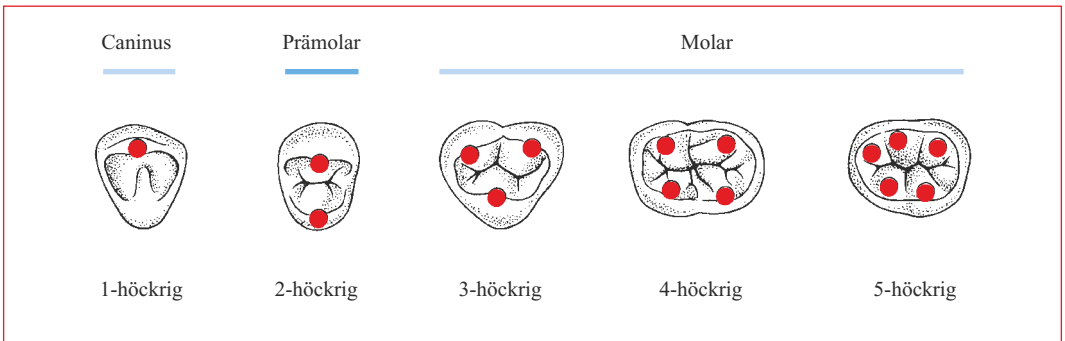


Abb. 4-15 Schema von Höckern und Furchen der Kauflächen am bleibenden Gebiß; die Höckerspitzen sind durch dunkle Kreise markiert.

Kapitel 4

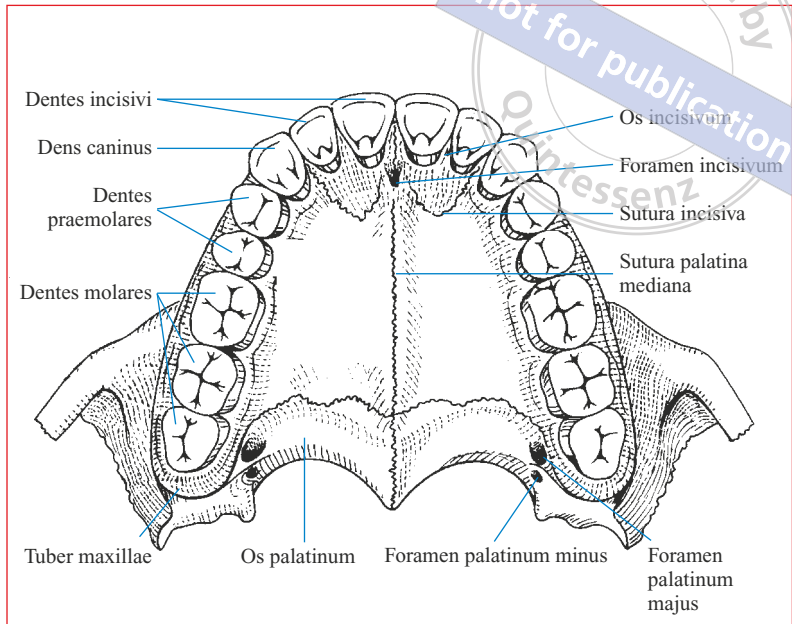


Abb. 4-16 Oberkiefer und Gaumenbein von unten betrachtet. Beachte die durchgehende Kaufläche vom 1. Prämolare bis zum letzten Molare.

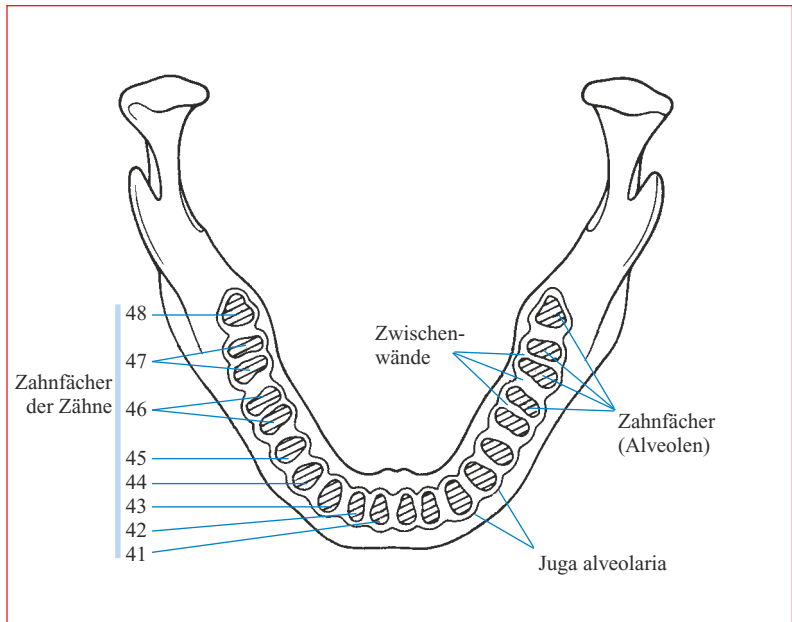


Abb. 4-17 Zahnfächer am Unterkiefer. Beachte, dass die Wurzelfächer zum Teil doppelt oder dreifach angelegt sind.

Die Prämolaren und Molaren liegen gewöhnlich so dicht nebeneinander, dass sie eine durchgehende Kaufläche bilden (Abb. 4-16). Ihre Längsfissuren setzen sich von Zahn zu Zahn in einer gebogenen Linie fort (Spe-Kurve). Auf diese Weise werden Nahrungsteile je nach Kaubedarf zwischen den Kauflächen hin und her geschoben, ohne die Kauhöcker erst überwinden zu müssen. Die Fissuren bilden dabei Abflussrillen für die zerkleinerten Nahrungsteile. Sie liefern eine Art „Einflugschneisen“, mit denen der schluckfähige Nahrungsbrei in Richtung Zunge gelenkt wird. Verbindet man die Höcker der Unterkieferseitenzähne in transversaler Richtung, dann wird erkennbar, dass im Unterkiefer die linguale Höcker tiefer liegen als die vestibulären Höcker (Wilson-Kurve). Dadurch wird das Herabgleiten der zerkauten Nahrung in Richtung Mundhöhle erleichtert, in Richtung Vestibulum hingegen erschwert.

Die unteren Molaren sind zweiwurzelig (eine mesiale, eine distale Wurzel). Die oberen Molaren sind drei wurzelig (2 vestibuläre und 1 linguale Wurzel). Ihre Wurzeln sind wie drei Stützpfeiler so angeordnet, dass die palatinale Wurzel im Winkel zwischen den beiden vestibulären Wurzeln angeordnet ist und somit eine feste Verankerung des Zahns mit dem Kiefer entsteht (Abb. 4-17 u. 4-18). Zudem ist die palatinale Wurzel meist die stärkere. Alle Molaren sind mit Wurzelmerkmalen versehen.

Individuelle Abweichungen von der Normalform können sowohl die Kronen als auch die Wurzeln betreffen. Vermehrung oder Verminderung der Wurzeln und Höcker sind keine seltenen Erscheinungen. Insbesondere können die Weisheitszähne recht vielfältige Formvarianten aufweisen. Da sie zudem schwer zugänglich sind und häufig eine ungünstige Durchbruchrichtung zur Mundhöhle hin aufweisen, wird ihre Behandlung weiter erschwert.

Merke:

Detailunterschiede in der Größe der Zähne, in der Beschaffenheit der Kauflächen, im Anteil der antagonistischen Stütze sowie in der präzisen Stellung der Zähne zueinander sind bei allen Menschen zu beobachten. Diese individuellen Varianten des Gebisses sind wie „Fingerabdrücke“, weshalb eine Person anhand eines vorhandenen Gebissabdrucks sicher identifiziert werden kann.

4.7 Form und Größe der Milchzähne

(Abb. 4-18)

Das Milchgebiss umfasst insgesamt 20 Zähne, die den Kaubedarf des Kindes bis zum 6. Lebensjahr decken. Wegen ihrer relativ kurzen Lebensdauer werden die Milchzähne *Dentes decidui* genannt (lat. deciduum = hinfällig). Ihr bläulich weißer Farbton mit transparentem Glanz ähnelt der Milch, wovon ihr Name abgeleitet ist. Die Form und Größe der Milchzähne ist den Bedürfnissen der ersten Lebensjahre mit beginnender Kautätigkeit angepasst. Entsprechend den kleinen Kieferbögen sind die Milchzähne in ihrer Dimen-

Kapitel 4

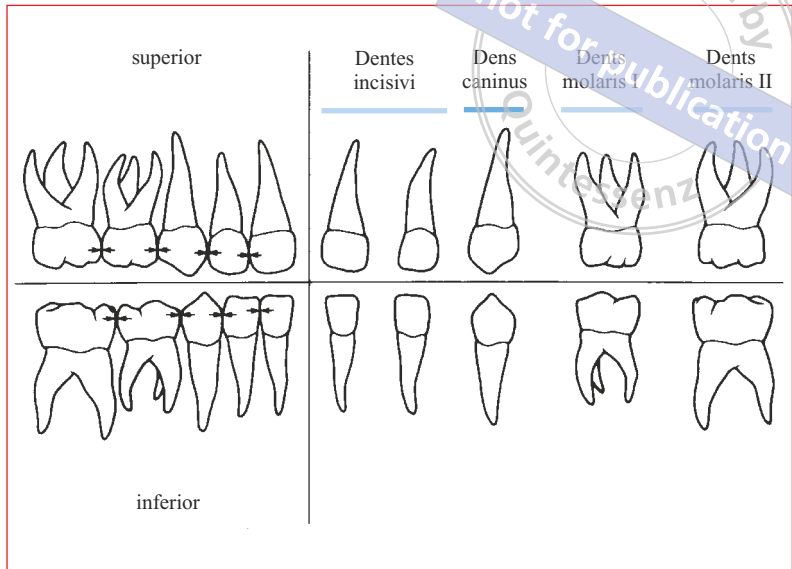


Abb. 4-18 Schema des Milchgebisses; links Kontaktpunkte, rechts Form der einzelnen Milchzähne.

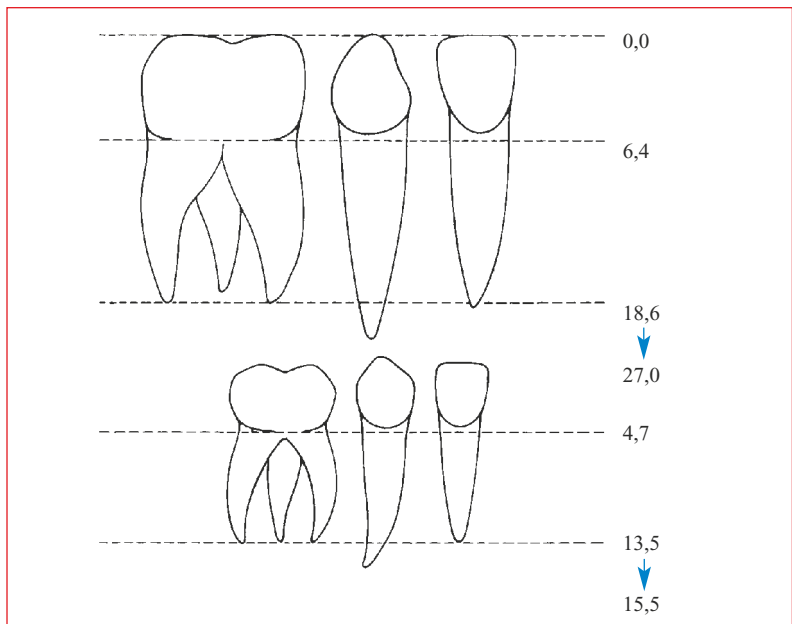


Abb. 4-19 Größen- und Längenverhältnisse der Milchzähne (unten) und bleibenden Zähne (oben) am Beispiel von Incisivus, Caninus und Molar in mm.

sion mehr als 1/3 kleiner als die bleibenden Zähne. In ihrer Form jedoch ähneln sie den permanenten Zähnen (Abb.4-19). Gegenüber dem Dauergebiss ist die Schmelzschicht weniger gut mineralisiert, woraus sich ihre raschere Abnutzung erklärt. Der zervikale Schmelzrand bildet aufgeworfene Wülste (lat. Cingulum = Gürtel), statt flach auszulaufen.

Auf jeder Kieferhälfte finden sich 2 Schneidezähne, 1 Eckzahn und 2 Mahlzähne. Die Schneide- und Eckzähne zeigen annähernd gleiche Kronen- und Wurzelcharakteristika wie beim Erwachsenenzahn. Sie sind unterschiedlich groß, haben einfache Wurzeln und zeigen deutlich ausgeprägte Winkel- und Wurzelmerkmale. Die Milchmolaren sind dort lokalisiert, wo später die Prämolaren hervorgehen. Ihrer Form und Funktion nach entsprechen sie eher den Dauermolaren mit großen Kauflächen und Kauhöckern. Sie werden deshalb als Mahlzähne definiert. Die unteren Milchmolaren besitzen in der Regel zwei gespreizte Wurzeln, die oberen sind dreiwurzelig, welche stark voneinander divergieren. Die Pulpakammer aller Milchzähne ist relativ groß. Abbildung 4-18 vermittelt weitere Formeigenschaften der Milchzähne, in Abbildung 4-19 sind durchschnittliche Größenverhältnisse von Milch- und Dauerzähnen gegenüber gestellt. Man beachte, dass beim Lebenden die sichtbare Kronenlänge je nach Zahnfleischzustand etwas geringer oder höher ausfallen kann.

Kapitel 4

Tab. 4-1 Durchschnittliche Größenverhältnisse der Milch- und der bleibenden Zähne in mm (unter Verwendung der Angaben von Inke u. Giesecke 1969 sowie Schumacher 1983).

	Dauerzähne			Milchzähne			
	Total-länge	Kronen-länge	Wurzel-länge	Total-länge	Kronen-länge	Wurzel-länge	
Oberkiefer	I ₁	23,1	9,1	14,0	15,0	5,5	9,5
	I ₂	22,0	8,9	13,1	14,0	4,7	9,3
	C	26,7	9,7	17,0	15,5	5,7	9,8
	P ₁	21,2	7,8	13,4	-	-	-
	P ₂	21,3	7,2	14,1	-	-	-
	M ₁	20,6	6,7	13,9	13,5	5,2	8,3
	M ₂	20,5	7,0	13,5	15,0	5,8	9,2
M ₃	18,6	6,4	12,2	-	-	-	
Unterkiefer	I ₁	21,0	8,1	12,9	14,6	5,1	9,5
	I ₂	22,5	8,9	13,6	14,0	4,3	9,7
	C	25,4	9,8	15,6	15,5	5,6	9,9
	P ₁	21,5	7,8	13,7	-	-	-
	P ₂	22,5	7,6	14,9	-	-	-
	M ₁	20,8	6,7	14,1	13,6	5,4	8,2
	M ₂	20,6	6,5	14,1	15,2	6,0	9,2
M ₃	18,7	6,4	12,3	-	-	-	

4.8 Durchbruchzeiten der Milchzähne, erste Dentition

Mittlere Schneidezähne	I_1	6. - 8. Monat
Seitliche Schneidezähne	I_2	8. - 12. Monat
Erste Milchmolaren	M_1	12. - 16. Monat
Eckzähne	C	16. - 20. Monat
Zweite Milchmolaren	M_2	20. - 30. Monat

Kapitel 4

Die ersten der 20 Milchzähne erscheinen ab dem 5. bis 8. Monat nach Geburt, die letzten mit 2,5 bis 3 Jahren; die meisten Zähne des Unterkiefers treten etwas früher auf als ihre oberen Antagonisten. Bis auf den 1. Molaren brechen die Milchzähne des Jungen in der Regel etwas früher durch als die des Mädchens.

Mit dem Durchtritt der Milchzähne sind die Wurzeln noch nicht voll ausgebildet. Ihre Entwicklung nimmt noch weitere 1 bis 2 Jahre in Anspruch. Die bevorstehende Dentition kündigt sich häufig mit einem Juckreiz am Zahnfleisch des Säuglings an. Unter der immer heller werdenden Kieferbogen-schleimhaut können dann die harten Kronen bereits betastet werden. Da das Epithel keine Kapillaren enthält, verläuft der Zahndurchbruch unblutig. Ab dem 4. Lebensjahr beginnen Resorptionen an den Milchzahnwurzeln, wobei die Schneidezähne zuerst betroffen sind. Bei diesem Resorptionsvorgang werden die in der Pulpa vorhandenen Nerven allmählich obliteriert, so dass der Ausfall der Milchzähne gewöhnlich schmerzfrei verläuft.

- Beachte:**
1. Bei Geburt sind die Kronen der Milchzähne voll entwickelt, die Höcker des 1. bleibenden Molaren verkalkt.
 2. Milchzähne haben Platzhalterfunktion. Frühzeitige Extraktion von Milchzähnen verursacht Änderung der Durchbruchgeschwindigkeit und Stellungsänderungen der bleibenden Zähne.

4.9 Durchbruchzeiten der bleibenden Zähne, zweite Dentition

Erste Molaren	M_1	Sechsjahrmolar	6. Jahr
Mittlere Schneidezähne	I_1		7. Jahr
Seitliche Schneidezähne	I_2		8. Jahr
Erste Prämolaren	P_1		9.–10. Jahr
Eckzähne	C		9.–10. Jahr
Zweite Prämolaren	P_2		11. Jahr
Zweite Molaren	M_2	Zwölf jahrmolar	12. Jahr
Dritte Molaren	M_3	Weisheitszahn	ab 14. Jahr

Die zweite Dentition beginnt im 6. Lebensjahr mit dem Erscheinen des 1. Molaren. Sie ist erst im 12. bis 13. Lebensjahr mit dem Durchbruch des 2. Molaren abgeschlossen. Der 3. Molar bricht Jahre später, häufig mit einer Fehlstellung, durch und hat dann für die Kaufunktion keine oder relativ geringe Bedeutung. Die oberen Weisheitszähne erscheinen meist gleichzeitig und in der Regel früher als die unteren. Ihr Durchbruch kann beschwerdefrei ablaufen. Die unteren erscheinen zeitversetzt zueinander im Abstand bis zu mehreren Jahren. Ihre Dentitionsphase ist besonders lang und meist beschwerlich. Da die bleibenden Molaren lagemäßig keinen Vorgänger haben, werden sie als **Zuwachszähne** bezeichnet. Alle übrigen bleibenden Zähne besitzen einen Milchzahn-Vorgänger; sie werden deshalb **Ersatzzähne** genannt. Wie aus Beobachtungen hervorgeht, scheint die Dentition des Dauergebisses infolge der Akzeleration sich gegenwärtig allgemein um etwa 1 Jahr vorzuverlegen.

Dass die Zähne nicht alle gleichzeitig, sondern in Schüben austreten, hängt mit ihren unterschiedlichen Entwicklungszeiten zusammen. Diese wiederum sind notwendig, weil sich der Kiefer ebenfalls in einer Wachstumsperiode befindet. Die Wachstumsergebnisse des Kiefers müssen immer erst abgewartet werden, um das jeweils entstehende Platzangebot für eine geschlossene Zahnreihe voll auszunutzen. Entwicklung und Durchbruchzeiten der Zähne in der ersten und zweiten Dentition sind nicht nur den Größenverhältnissen beider Kiefer angepasst, sondern ebenso den Wachstumsprozessen des Gesichtsschädels und des ganzen Körpers.

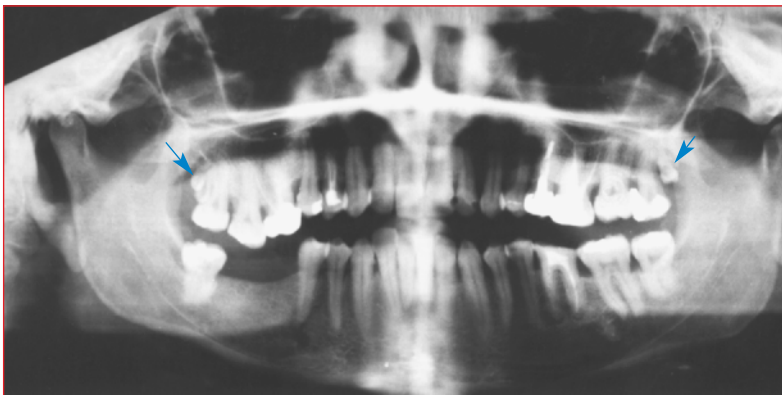


Abb. 4-20 Panoramaröntgenbild vom Gebiss einer 40jährigen Frau. Rechts oben (hier im Röntgenbild links) hat sie zwei zusätzliche, links oben einen zusätzlichen Zahn (Pfeile). Beachte die linke Bildseite oben: 1. und 2. Molar sind wegen fehlender Antagonisten etwas aus ihrer Alveole herausgetreten.

Klinik:

Zu den Lageanomalien der Zuwachszähne zählt vor allem der Durchbruch des unteren Weisheitszahn an falscher Stelle, weil seine Anlage aus Platzgründen zu einer Lageverschiebung gezwungen werden kann. Beispielsweise ist die Verlagerung des 3. Molaren in Richtung auf die Vorderkante des aufsteigenden Unterkieferastes, ja sogar in seltenen Fällen bis hinauf zum Proc. coronoideus möglich. Anomalien können auch hinsichtlich der Anzahl der Zähne (Abb. 4-20), der Zahnform und der Zahnhartgewebe bestehen. Neben der fehlenden Anlage von Weisheitszähnen (ca. 28 %) können gelegentlich die zweiten oberen Prämolaren (ca. 4 %) oder sogar obere seitliche Schneidezähne (ca. 3%) nicht angelegt sein.

Während Zahnlücken im Frontzahnbereich durch kieferorthopädische Maßnahmen behoben werden können, lassen sich solche im Seitenzahnbereich auch durch Autotransplantation von Zahnkeimen oder retinierten bzw. impaktierten (von Knochen bzw. Schleimhaut gänzlich überdeckten) Zähnen schließen. Eine Autotransplantation von Zahnkeimen sollte erst dann ausgeführt werden, wenn 2/3 bis 3/4 der normalen Wurzellänge entwickelt sind.

4.10 Entwicklung und Wachstum der Zähne (Abb. 4-21)

Für eine ausführliche Beschreibung der embryonalen Zahnentwicklung sei auf die speziellen Bücher der Histologie und Embryologie hingewiesen.

Die Zahnentwicklung findet ab der 5. Embryonalwoche (nach Ovulation) mit der Verdickung des schon vorhandenen Epithels der Mundhöhlenschleimhaut im Bereich der Kiefer statt. Diese strangartigen Epithelverdickungen sinken in das darunter liegende Kieferektomesenchym in Form der *Zahnleiste* ein. Lokale Zellvermehrungen führen zunächst zu 10 *Zahnknospen* pro Kiefer (7. bis 10. Woche). Weiteres Zellwachstum ermöglicht die Bildung von *Zahnkappen* (8. bis 12. Woche). In der 12. bis 16. Woche ist schließlich das Stadium der *Zahnglocke* mit glockenförmigem *Schmelzorgan* erreicht. Das in der Höhlung des Schmelzorgans eingeschlossene mesenchymale Bindegewebe verdichtet sich zur *Zahnpapille*. Schmelzorgan und Zahnpapille bilden nunmehr gemeinsam eine morphologische Einheit, die als *Zahnanlage* die Materialien für die Bildung des fertigen Zahnes liefert. Das angrenzende Bindegewebe verdichtet sich zu einer Kapsel, die als *Zahnsäckchen* die Zahnanlage umgibt und sich später an der Bildung des Zahnhalteapparates beteiligt. Durch eine schmale Epithelbrücke bleibt die Zahnanlage anfangs mit dem Oberflächenepithel in Verbindung. Aus diesem Epithelstreifen geht auch die *Ersatzzahnleiste* hervor, die gleich mit angelegt wird.

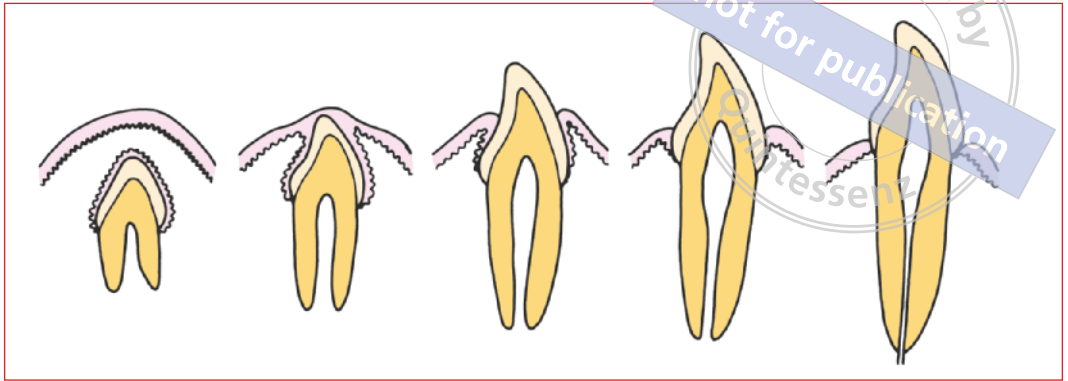


Abb. 4-21 Schema der Entwicklung der Zähne und der Art ihres Durchbruchs durch das Mundepithel.

Die kapfenförmige Außenwand des Schmelzorgans differenziert sich zum *äußeren Schmelzepithel*, die eingedellte Innenwand zum inneren *Schmelzepithel*. Beide Schichten sind durch ein oder zwei Lagen kubischer und zylindrischer Zellen gekennzeichnet. Zwischen äußerem und innerem Schmelzepithel, also in der Glockenmitte, wird das Epithel hingegen aufgelockert zur *Schmelzpulpa (Stratum reticulare)*. Da der Umschlagsrand des Schmelzorgans weiter in das Bindegewebe vorwächst, wird die Glocke allmählich zu einem Keil, in den die Zahnpapille spitz hineinragt. Aus dem inneren Schmelzepithel entwickeln sich dann die *Ameloblasten*, welche später den Schmelz bilden, während aus dem äußeren Schmelzepithel das Schmelzoberhäutchen hervorgeht. Äußeres Schmelzepithel und die Schmelzpulpa fungieren als Schutz für die Schmelzbildner und sind für die Kronenform verantwortlich. Sie werden später zum größten Teil abgebaut. Der Rest umhüllt die Krone bis zu ihrem Durchbruch. Nach der Schmelzbildung gehen auch die Ameloblasten zugrunde, daher ist ein späterer Schmelzdefekt dann irreparabel.

Die bindegewebige Zahnpapille wird immer weiter eingeeengt und entwickelt sich schließlich zur späteren *Zahnpulpa*, in die Gefäße und Nerven hineinwachsen. Die oberste mesenchymale Zellschicht, welche dem inneren Schmelzepithel anliegt, wird zu einer Lage hochprismatischer Zellen, den *Odontoblasten*, umgewandelt. Diese sondern nach außen zuerst das Prädentin ab, woraus dann nach Kalkeinlagerung das Zahnbein (Dentin) entsteht. Generell ist zu beobachten, dass die Hartschichtbildung schichtweise und zuerst inzisal bzw. okklusal erfolgt. Die Odontoblasten selbst werden nicht vom Dentin eingeschlossen, jedoch bleiben sie durch dünne Fortsätze, die sie in die Dentinkanälchen entsenden, mit ihm in Verbindung. Da sie nicht zugrunde gehen und über die Pulpa permanent mit Blut und Nerven versorgt werden, behalten sie lebenslang die Fähigkeit zur Dentinbildung bei.

Die verdichtete Bindegewebskapsel um die Zahnpapille, das *Zahnsäckchen*, differenziert sich zu Wurzelzement, Desmodont und Alveolarknochen. Von den drei Hartschichten wird das Zahnbein zuerst gebildet, weswegen es bei noch jungen Feten allein nachzuweisen ist. Wenig später, im 3. bis 4.

Fetalmonat, wird dann die Schmelzproduktion eingeleitet. Als letzte der Hart-schichten vollzieht sich schließlich die Zementbildung (Zementbildner = Ze-mentoblasten), erst nach der Geburt, weil das Wachstum der Wurzel post-natal noch weiter geht und ein frühzeitiger Zementmantel dieses Wachstum behindern würde.

Merke:

Somit sind Schmelz und Schmelzoberhäutchen epithelialer Herkunft aus der Anlage des Schmelzorgans; Zahnbein und Pulpa sind bindege-webiger Herkunft aus der Anlage der Zahnpapille; Zement und Wurzel-haut sind bindegewebiger Herkunft aus der Anlage des Zahnsäckchens.

Kapitel 4

Die verbleibenden Epithelzellen des Schmelzorgans, welche die Krone be-decken, verbinden sich kurz vor dem Durchbruch mit dem Oberflächenepi-thel, so dass der Zahn beim Vorrücken nur durch das Epithel (gefäßlos) wan-dert. Beim Durchbruch wird somit kein Bindegewebe freigelegt, es entsteht keine offene Wunde. Der Durchbruch verläuft daher unblutig.

Die Entstehung der bleibenden Zähne gliedert sich in zwei Gruppen, ab-hängig davon, ob die bleibenden Zähne Zuwachs- oder Ersatzzähne sind. Als Ersatzzähne werden diejenigen Zähne des bleibenden Gebisses bezeich-net, die in 2. Dentition Milchzähne ersetzen müssen (Schneidezähne, Eck-zähne, Prämolaren). Sie gehen also aus der Ersatzzahnleiste hervor und ihre Entwicklung beginnt im 5. Monat nach der Ovulation. Als Zuwachszähne werden dagegen die distal des Milchgebisses entstehenden drei Molaren des bleibenden Gebisses bezeichnet. Ihre Anlagen bilden sich am distalen Ende der Zahnleiste der Milchmolaren. Die Anlage des 1. bleibenden Molaren ent-steht im 3. bis 4. Monat nach Ovulation. Zuwachszähne besitzen keine Zahnvorgänger und müssen der 1. Dentition zugerechnet werden.

Der bevorstehende Zahnwechsel wird mit Resorptionserscheinungen an den Wurzeln der Mittelzähne eingeleitet. Dabei wird die Wurzel erweicht und durch Osteoklasten weitgehend abgebaut, so dass nur noch die Krone am Zahnfleisch hängenbleibt. Dem nachrückenden Zahn wird dadurch kein Widerstand entgegengesetzt. Indes ist die Wurzel mit dem Durchtritt der Kro-ne noch nicht voll ausgebildet. Sie wächst in der Alveole noch weiter, bis sie ihre endgültige Länge erreicht hat.

Der geschilderte Entwicklungsprozess der Zahnhartsubstanzen (und die nicht wiederkehrbare Außenbekleidung mit Schmelz) macht deutlich, dass diese – im Gegensatz zu Knochen – weder interstitiell, noch apposi-tioneil wachsen können. Was gebildet wird, hat annähernd die endgültige Größe. Deshalb dürfen die Zähne nur schrittweise und erst relativ spät durch-brechen, um das Kieferwachstum nicht zu stören. Ist die Durchbruchzeit frü-her als die Kiefergröße es erlaubt, dann behindern sich die Zähne gegen-seitig und verursachen die Schiefelage der Zähne.

4.11 Zahnfleisch (Gingiva) (Abb. 4-21)

Das Zahnfleisch ist ein wichtiger Bestandteil des Zahnhalteapparates, weil es nicht nur die Krone festhält, sondern ebenso die Wurzelhaut von außen abdichtet und so deren Kommunikation mit der Mundhöhle verhindert. Bei einer Gingivitis ist daher die Wurzelhaut in hohem Maße gefährdet. Häufig beruhen Zahnerkrankungen primär auf entzündlichen Vorgängen des Zahnhalteapparates, so genannten *Parodontopathien*.

Wie die übrige Mundschleimhaut besteht die Gingiva aus einem oberflächlichen epithelialen Überzug und einer tiefen bindegewebigen Propria. Weil sich das Epithel am Zahnhals umschlägt und diesen bedeckt, wird es dort als *Saumepithel* bezeichnet. Somit kommt der Zahn an keiner Stelle mit der Propria in Berührung. Neben dem Saumepithel besitzt die Gingiva besondere Bänderrichtungen, die das Zahnfleisch an der Zahnkrone befestigen und diese gewöhnlich dicht umschließen. Es sind straffe Faserzüge der Lamina propria, die als *Fibrae gingivales* zirkulär um die Krone verlaufen, um sich dann in das Fasersystem der benachbarten Gingiva fortzusetzen. Der straffe Bandapparat erlaubt zwar keine größere Verschiebbarkeit des Zahnfleisches gegenüber der Zahnkrone, schränkt die Eigenbewegung des Zahnes jedoch nicht ein.

Klinik:

Die physiologisch geringe Bewegung jedes einzelnen Zahnes kann mit dem Finger betastet werden. Vergrößert sich das Bewegungsausmaß erheblich, dann kann als häufige Ursache eine Entzündung des Zahnfleisches und der Wurzelhaut in Betracht gezogen werden. Bleibt der Zahnhals vom schützenden Zahnfleisch unbedeckt, kann der Zahn gegenüber Kälte und säurehaltigen Substanzen empfindlich reagieren.

Sachregister



Kursiv gesetzte Seitenzahlen verweisen auf Abbildungen

A		Androstendion	420	Appendix fibrosa	406
α -Amylase	190	Angina pectoris	374	– vermiformis	404
Abdomen	71, 389	Angulus costae	84	approximal	91
abdominale Atmung	363	– infrasternalis	340	Arachnoidea	611
aberrierende Schilddrüsen	336	– mandibulae	68	Arcus aortae	209
Acetabulum	435	– oris	163	– costalis	362
Acinus	352	– venosus	219	– vertebrae	76
Acromion	431	Anlagerungsgelenk	335	– vertebralis	74
– scapulae	340	Ansa cervicalis	185,302	– zygomaticus	48
Adamsapfel	277	– – profunda	155, 185, 250, 302, 305	Area hypothalamica	533
Addison-Krankheit	420	– – superficialis	242	– mammillaris	533
A-delta-Fasern	169	– Galeni	247	– nuda	406
Aderhaut	589	Antagonisten	21	– praetecti	596
Aditus laryngis	264, 271	Antebrachium	429, 430	– septi	534, 537, 556
– orbitae	54	anterolaterales System (ALS)	512, 517	– striata	596
Adnexa	597	Antihelix	331	– supraoptica	533
Adrenalin	420, 601	Antikörperbildung	222	– tegmenti ventralis	541
– Locus coeruleus	601, 601	Antiperistaltik	404	– tuberalis	533
Adventitia	354	Antrakose	223	– vestibularis	587
afferent	227, 487	Anticus	283	A. alveolaris inferior	217
Agger nasi	197	Antrum	66	– – superior	218
Ala major	49	Anulus fibrosus	78, 366	– angularis	189
– – ossis sphenoidalis	49	– tendineus	232	– auricularis posterior	190
Ala minor	44	– tympanicus	52, 60	– – profunda	217
– – ossis sphenoidalis	44	Anus	422	– axillaris	209
Ala nasi	195	Aorta	369	– basilaris	210
Aldosteron	420	– abdominalis	381	– brachialis	433
Allokortex	455, 462	– descendens	381	– buccalis	216
– Entwicklung	455	– thoracica	381	– canalis pterygoidei	218
Alpha-Motoneuron	525	Aortenbogen	381	– carotis communis	210
ALS = Anterolaterales System	512	Aortenklappe	368	– – externa	212
Alveolen	359	Apertura piriformis	56	– – interna	211
Alveoli dentales	66, 69	– lateralis	459	– cerebri anterior, media, posterior	605
Alveolus	359	– mediana	459	– cervicalis ascendens	210
amakrine Zellen	592	Apex cordis	364	– circumflexa	608
Amalgam	182	– dentis	76	– communicans anterior	605
Ameloblasten	115	– linguae	174	– – posterior	606
Amnionhöhle	334	– pulmonis	356	– coronaria dextra	373
Amphiarthrose	435	apikal	91	– – sinistra	373
Ampulla recti	422	apokrin, ekkrin, merokrin	22	– dorsalis linguae	213
Ampulle	584	Aponeurosis	19	– – nasi	211
anaphylaktischer Schock	174	– linguae	175	– ethmoidalis anterior	211
Anästhetikum	174	Apoplexie	212	– – posterior	211
anatomische Krone	95	Apoptose	450	– facialis	213
Androgene	420	Appendices epiploicae	403	– femoralis	438

A. hepatica	405	– zygomaticoorbitalis	216	äußeres Schmelzepithel	115
– iliaca communis	381	Aa. ciliares posteriores breves	211, 598	Ausströmungsbahn	369
– – externa	438	– – longae	211, 598	autochthone Rückenmuskeln	426
– infraorbitalis	218	Ae. nasales laterales	218	Autonomes Nervensystem (ANS)	469
– labialis inferior	214	– – posteriores	218	– intermediolaterale Zellsäule	471
– – superior	213	– – septi	218	– parasympathische Ganglien	473
– lacrimalis	211	– temporales profundae	217	– parasympathische Komponente	473
– laryngea inferior	209	arterielles Wundernetz	417	– Paravertebralganglion	471
– – superior	212	Arthritis	17	– Prävertebralganglion	471
– lienalis	413	Arthrologie	11	– sakrale Komponente	475
– lingualis	213	Arthropathia deformans	143	– sympathische Komponente	471
– masseterica	218	Arthrose	17	– sympathisches Nervensystem	472, 474
– maxillaris	216	Articulatio	15	AV-Knoten	375
– meningeae media	217	– atlanto-axialis	76	Axis	76
– – posterior	215	– – occipitalis	76	Axon	440
– mentalis	216	– coxae	436	Azetylcholin	600
– nasalis posterior lateralis	202	– cricoarytenoidea	281	– Ncl. basalis	600
– – – septi	202	– cricothyroidea	281	Azinus	22
– nasopalatina	164	– cubiti	432	B	
– occipitalis	215	– genus	437	Bänder, straffe	16
– ophthalmica	202, 598	– humeri	431	Bandscheiben	78
– palatina ascendens	213	– plana	17	Bandscheibenvorfall	79
– – descendens	218	– sphaeroidea	17	Basalganglien	541
– – major	164	– sternoclavicularis	88	– GABA	543
– – minor	164	– temporomandibularis	135	– Globus pallidus	541
– pharyngea ascendens	213	Aryknorpel	278	– Hauptsystem	543, 544
– phrenica inferior	346	Aschoff-Tawara-Knoten	376	– Nebensysteme	543, 545
– – superior	346	Aszites	410	– Ncl. accumbens	541, 541
– poplitea	438	Atemhilfsmuskeln	347	– Ncl. caudatus	541, 541
– profunda linguae	166	Atemtypen	363	– Ncl. subthalamicus	545
– pulmonalis	61	Atemzentrum	361	– Putamen	541, 541
– radialis	433	Atherom	127	– Topographie und Makroskopie	541
– radicularis ant., post.	608	Atlas	75	– Verbindungen	543
– sphenopalatina	218	Atrioventrikularknoten	376	Basilarmembran	576, 579
– spinalis	606, 608	Atrium	365	Basis cordis	364
– stylomastoidea	215	Auditives System	575	– cranii	41
– subclavia	209, 433	aufsteigende somatosensible Bahnen	511	– pulmonis	356
– sublingualis	213	Augapfel	597	Bauch	389
– submental	213	Augengefäße	598	Bauchatmung	363
– supraorbitalis	211	– A. ophthalmica	598	Bauchfell	393
– suprascapularis	210	– A. centralis retinae	598	Bauchfellduplikatur	394
– supratrochlearis	211	– Aa. ciliares post. breves	598	Bauchhöhle	394
– temporalis media	216	– Aa. ciliares ant.	598	Bauchrednerstimme	293
– – profunda	216	– Aa. ciliares post. longae	598	Bauchspeicheldrüse	411
– – superficialis	215	– Vv. vorticosae	598	Bauchwand	389
– thoracica interna	210	Augenhöhle	54	Bauchwandmuskeln	389
– thyroidea ima	297	Augenmuskel	597	Bauchwassersucht	410
– – inferior	297	Auricula cordis	365	Becken	85
– – superior	297	– dextra	373	Beckeneingeweide	421
– transversa colli (cervicis)	210	– sinistra	373	Beckengürtel	435
– – faciei	216	Ausflußbahn	369	Bellsche Lähmung	131
– tympanica anterior	217	Auskultation	378	Bifurcatio tracheae	355
– – inferior	215	Auskultationsstellen	378	bilaminäre Zone	135
– – posterior	215	äußere Augenhaut	589	Bilirubin	409
– ulnaris	433	äußeres Fazialisknie	239	Bindegewebe	6
– vertebralis	209, 605				

Bipolarzellen	592	Caninus	89	Columna analis	422
Blätterpapillen	182	Cannon-Böhm-Punkt	248	– renalis	416
Blutgefäßsystem	31	Capsula articularis	16	– vertebralis	72
B-Lymphozyten	383	– interna	524, 591, 594	Concha nasalis inferior	57, 64
Bogengänge	587	Caput costae	84	– media	57
Bogengangsystem (Canales semicirculares)	577, 584	– mandibulae	135	– superior	57
Bowmansche Kapseln	416	Cardia	397	Condylus occipitalis	50
Branchiomerie	327	Carpus	423	Conjugata vera	87
Bradlaw-Plexus	168	Cartilagine tracheales	353	Conus elasticus	281
Broca-Areal	159	Cartilago	15	Corium	24
Bronchi lobares	359	Cartilago alaris major	195	Cornea	589
– principales	359	– articularis	16	Corpus	397
– segmentales	359	– arytenoidea	278	– adiposum buccae	120
Bronchialbaum	359	– corniculata	278	– prae-epiglotticum	274
Bronchien	355	– cricoidea	278	– amygdaloideum s. Mandelkern	
Bronchioli respiratorii	359	– epiglottica	278	– callosum	460
– terminales	359	– nasi lateralis	195	– ciliare	589
Bronchitis	363	– septi nasi	195	– costae	82, 84
Bronchus lobaris	355	– thyroidea	277	– geniculatum laterale	594
– principalis	355	– vomeronasalis	195	– geniculatum mediale	581, 582
Brunnersche Drüsen	400	Caruncula sublingualis	179	– mamillare	533
Brust	339	Cavitas articularis	16	– mandibulae	68
Brustbein	82	– dentis	95	– pineale	535
Brustdrüse	387	– glenoidalis	87	– striatum	541
Brusteingeweide	353	– laryngis	287	– vertebrae	74
Brustkorb	82, 339	– nasi	195	– vitreum	597
Brustmuskeln	349	– oris	163	Cortex cerebelli	503
Bruststimme	293	– thoracis	339	– cerebri	561
Brustwirbelsäule	75	Cellulae ethmoidales	204	– entorhinalis	551, 553
Bucca	163	Centrum tendineum	344	– orbitofrontalis	555, 574
bukkal	91	Cerebellum (s. a. Kleinhirn)	501	– piriformis	574
Bulbus olfactorius	558, 571	Cervix	263	– praefrontalis	546
– Cortex piriformis	574	Chiasma opticum	594	– renalis	416
– Funktion	558	Choana	49	Cortison	419
– – Tuberculum olfactorium	559, 574	Chondros	15	Cranium	37
– Stria olfactoria	554	Chondrozyten	15	– cerebrale	39, 323
– Tractus olfactorius	574	Chorda dorsalis	319	– viscerale	54
Bulla ethmoidalis	205	– tympani	240	Crista ampullaris	584
Bursa synovialis	16	Choroidea	589	– frontalis	43
Bürstensaum	401	Chymus	398	– galli	43
		Circulus arteriosus cerebri	606	– occipitalis externa	51
		Clavicula	88	– – interna	47
C		Clivus	46	Cupula	584
Calcaneus	437	CN s. Hirnnerven		Curvatura major	396
Calvaria	39	Cochlea (Schnecke)	576, 577	– minor	396
Canaliculi lacrimales	598	Colliculus inferior	582	Cushing-Syndrom	420
Canaliculus mastoideus	50	– nervi facialis	495	Cuspis dentalis	92
Canalis analis	422	– superior	596	Cutis	23
– caroticus	54	Collum	263		
– condylaris	53	– costae	84	D	
– dentis	95	– mandibulae	70	Darm	399
– hypoglossi	47, 54	Colon	403	Darmbauch	394
– mandibulae	70	– ascendens	403	Darmbein	86
– nasolacrimalis	55	– descendens	403	Darmkrypten	401
– opticus	44, 55, 594, 605	– sigmoideum	403	Darmsaft	402
– vertebralis	74	– transversum	403	Degeneration	446

Dendriten	439	E	fetaler Kreislauf	382
Dentes canini	104	Eckzähne	Fibrae gingivales	117
– incisivi	102	Eigenreflexe	Fibrinogen	409
– molares	107	Einflußbahn	Fibula	436
– praemolares	105	Einströmungsbahn	Fingerknochen	432
Dentin	95, 96	ekkrin	Fissura collateralis	550
Dentinkanälchen	96	Ellenbogengelenk	– horizontalis	358
Derma	23	Eminentia arcuata	– longitudinalis cerebri	460
Dermatocranium	326	– mediana	– mediana ant.	477
Dermatom	319	Emissarien	– obliqua	358
Dermis	24	Endokard	– orbitalis inferior	55
Desmodont	100	Endokarditis	– – superior	54
Desmologie	11	Endolymph	– petrotympanica	62
Diaphragma	344	Endomysium	– posterolateralis	502
– oris	154	Endorphine	– prima	501, 502
Diaphyse	12	Enterisches NS	Flügelfortsatzpfeiler	153
Diastole	371	– intramurale Ganglien	Flügelgaumengrube	58
Dickdarm	403	Enterohormone	Folliculi lymphatici aggregati	401
Diploë	41	Entoderm	– – solitarii	401
Disci intervertebrales	78	Epikard	Fontanelle	40
Discus	16	Epidermis	Fonticulus anterior	39
– articularis	91	Epididymis	– posterior	39
distal	91	Epiduralraum	Foramen caecum	43
Dopamin	543, 556–557, 601	epigastrischer Winkel	– – linguae	179
– Substantia nigra	602	Epigastrium	– ethmoidale anterius	55
– Area tegmenti ventralis	602	Epiglottis	– – posterius	55
Dorsum linguae	174	Epimysium	– frontale	56
– sellae	44	Epipharynx	– incisivum	48
Drüsen	22	Epiphysenfuge	– jugulare	46
– alveoläre	22	Epithalamus	– lacerum	45
– endokrine	23	– Epiphyse	– magnum	54, 457, 477, 612
– ekkrine	22	– Ncl. habenulae	– mandibulae	70, 102
– tubo-alveoläre	22	– Stria medullaris	– mastoideum	54
– tubulöse	22	– Commissura posterior	– mentale	68
Drüsenbauch	394	Epithelgewebe	– ovale	45, 54
Drüsenendstück	22	Epithelkörperchen	– palatinum majus	49
Ductus cochlearis	576, 577, 579	Erbrechen	– rotundum	45
– choledochus	400	Erbscher Punkt	– sphenopalatinum	57
– cysticus	407	Erregungsleitungssystem	– spinosum	46
– endolymphaticus	577	Ersatzzahnleiste	– stylomastoideum	50
– hepaticus	405	Exophthalmus	– supraorbitale	56
– nasolacrimalis	206, 598	Exoskelett	– venae cavae	346
– pancreaticus	400	Extremitäten	– nutricia	14
– – accessorius	411	F	Foramina palatina minora	49
– reuniens	577	Facies diaphragmatica	Formatio reticularis (FOR)	497
– sacculi	577	– inferior linguae	– Organisation	497
– sublingualis	189	Falx cerebri	– Physiologische Befunde	498
– submandibularis	189	Fascia cervicalis	– Funktion	500
– thoracicus	223	– endothoracica	Fornix vestibuli inferior	166
– utriculi	577	– parotideomasseterica	– – superior	166
Duftdrüsen	27	– throracica interna	Fossa condylaris	50
Dünndarm	400	– transversalis	– cranii anterior	43
Duodenum	399	Fc. arcuatus	– – media	44
Duplikatur	394	Fc. opticus	– – posterior	46
Dura mater	611–612	Femur	– digastica	69
Dyskranie	41		– glandulae lacrimalis	55

– hypophysialis	44	Gelenkkapsel	16	Seitenhorn	480
– infraspinata	87	Gelenkknorpel	16	– Ncl. intermedio-lateralis	480
– infratemporalis	53	Gelenkkopf	16	– Vorderhorn	480
– jugularis	50	Gelenkklippe	16	Gliederung weiße Substanz	480
– mandibularis	50, 135	Gelenkpfanne	16	– Tr. spinothalamicus	480
– pterygoidea	49	Gelenkschmiere	16, 136	– Tr. spinoreticularis	480
– pterygopalatina	58	Gelenkspalt	16	– Tr. spinotectalis	480
– sacci lacrimalis	55	Gerber-Wulst	198	– Fc. interfascicularis u.	
– scaphoidea	49	Geruchssinn	571	septomarginalis	481
– supraspinata	87	Geschlechtsorgane	423	– Tr. corticospinalis lat.	481
Fremdrefflexe	526	Geschmackskern (s.auch		– Tr. rubrospinalis	481
Frenulum	166	Ncl. tractus solitarii)	183	– Tr. olivospinalis	481
– linguae	179	Geschmacksknospen	182	– Tr. corticospinalis ant.	481
Frontzähne	89	Geschmacksleitung	183	– Tr. vestibulospinalis	481
Fundus	397	Geschmacksorgan	182, 565	– Tr. tectospinalis	481
Fußgewölbe	438	Gesichtshaut	127	– Tr. reticulospinalis lat./med.	481
Fußmuskeln	438	Gesichtsmuskeln	119	– Fc. longitudinalis med.	481
Fußwurzelknochen	437	Gingiva	117	Globus pallidus	531, 541, 554
G		Gingivitis	117	Glomeruli	574
Galea aponeurotica	125	Ginglymus	17	Glomerulonephritis	418
Galle	408	Glandula buccalis	187	Glomerulum	416, 573
Gallenblase	410	– lacrimalis	598	Glomus aorticum	248
Gallenkolik	411	– lingualis anterior	187	– caroticum	210
Gallenstein	411	– parathyroidea	297	Glossa	174
Gamma-Aminobuttersäure	603	– parotidea	188	Glotzauge	296
Gamma-Motoneuron	525	– sublingualis	189	Glucocorticoide	420
Ganglienzellen	592	– submandibularis	188	Glukagon	412
Ganglion cervicale inferius	302	– suprarenalis	418	Glutamat	604
– – medium	302, 470	– thyroidea	295	Glyzin	604
– – superius	302, 489	Glandulae buccales	187	– Renshaw-Zellen	604
– cervico-thoracicum	302, 470	– duodenales	400	Golgi-Apparat	6
– ciliare	228	– labiales	187	GPi-SNR-Komplex	542-547
– geniculi	239	– laryngeae	290	Granulationes arachnoidales	613
– oticum	243	– linguales	183	graue Substanz	479
– pterygopalatinum	200	– – anteriores	183	– Cornu anterius et posterius	479
– spirale cochleae	578, 581	– – posteriores	183	Grenzstrang	471
– submandibulare	240	– molares	187	Großhirn	452
– trigeminale	490, 516	– nasales	197	– Entwicklung	452
– vestibulare	587	– palatinae	187	Großhirnrinde (Cortex cerebri)	561
Gastrin	396	– parathyroideae	297	Gustatorisches System	565
Gastrointestinaltrakt	395	– salivariae	186	– Geschmacksknospen	565
Gastrulation	319	– tracheales	355	– Papillen	565
Gaumenaponeurose	165	Glasersche Spalte	62	– N. facialis	567
Gaumenmandel	298	Gleichgewichtsorgan	583	– Chorda tympani	567
Gaumenspalten	165	Glia	439, 444, 445	– N. petrosus major	567
Gebiß	89	– Neuroglia	445	– N. glossopharyngeus	567
Gefäßhaut	589	– Astrozyten	445	– N. vagus	567
Gefäßversorgung	605–610	– Oligodendrozyten	445	– Ncl. tractus solitarii	568
– Gehirn	605–607	– periphere Glia	445	– Tr. tegmentalis centralis	568
Gehirn	458	– Mikroglia	445	– Ncl. ventralis posteromedialis	
Gehirnschädel	323	Gliederung graue Substanz	479	thalami	568
Gelbsucht	410	– Hinterhorn	480	– Operculum	568
Gelenk, ebene	15	– – Zona marginalis	480	– Ncl. ambiguus	568
–, straffes	17	– – Substantia gelatinosa	480	Gyrus	461
Gelenkformen	17	– – Ncl. propius	480	– cinguli	514, 529, 559
		– – Ncl. thoracicus	480	– dentatus	549–552, 550

Gyrus frontalis	561	– Hirnnervenkerne	488	– Ncl. arcuatus	536
– limbicus	561	– Zellsäulen	489–490	– Ncl. intermedius hypothalami	536
– parahippocampalis	549	– – GSA	490	– Ncl. tuberomammillaris	536
– postcentralis	513	– – GSE	489	– Neurosekretion	535
– praecentralis	524	– – GVE	489	– Oxytozin	535
– temporalis superior	582	– – SSA	490	– periventriculäre Zone	534, 537
		– – SVE	489	– Sulcus hypothalamicus	533
		– – VA	490	– Tr. telencephalicus medialis	536
H		Hirnstamm (Truncus cerebri)	452, 458,	– Tr. tuberoinfundibularis	536
Haar	28		459, 485	– Vasopressin	535
Haarmuskel	29			– Verbindungen	537
Haarpapille	28	– 4. Ventrikel	459	– – Fornix	537
Haarschaft	28	– Entwicklung	452	– – Tr. mammillothalamicus	537
Haarwurzel	28	– Kleinhirn	459	– – Tr. mammillotegmentalis	537
Haarzellen	579	– Medulla oblongata	458	– – Pedunculus mammillaris	537
Haarzwiebel	28	– Mesencephalon (Mittelhirn)	459, 485	– zirkadiane Rhythmik	535
Hals	263	– Metencephalon	485	Hypothenar	433
Halseingeweide	264	– Myelencephalon	485		
Halsfaszien	309	– Pons	458		
Halsmuskeln	303	– Querschnitte	492–496	I	
Halswirbelsäule	75	– Rautengrube	458	Ikterus	410
Hämorrhoiden	423	His-Bündel	375	Ileozäkalklappe	404
Hamulus pterygoideus	49	Horizontalzellen	592	Ileum	400
Handmuskeln	433	Hornerscher Symptomenkomplex	131	Immunglobulin-A	170
Handwurzelknochen	432	Hornhaut	589	Immunkzellen	383
Harnblase	421	Hörorgan	575	Impressiones digitatae	41
Harnleiter	418	Hüftbein	85	Incisivi	89
Harnröhre	421	Hüftgelenk	436	Incisura frontalis	56
Hassal-Körperchen	383	Hüftmuskeln	438	– mastoidea	50
Haustra coli	403	Hüllen des Gehirns	611	Infiltrationsanästhesie	171
Hautanhangsgebilde	26	Hüllen des Rückenmarks	612	infrahyale Muskelgruppe	303
Hauttyp	127	Hülsenarterie	414	Infundibulum ethmoidale	206
Headache Zonen	129	Hülsenkapillaren	414	Injektionen	171
Heliobacter pylori	399	Humerus	431	Inkontinenz	422
Helix	331	Hunt'sche Zone	241	Innenohr	577
Hepar	405	Hydrozephalus	41	innere Augenhaut	590
Heparin	409	Hypomochlion	271	inneres Schmelzepithel	115
Hepatitis	410	Hypopharynx	264	– Fazialisknie	239
Herz	364	Hypophyse	539	Innervation	464, 465
Herzbeutel	374	– Adeno-	536	– Dermatome	464
Herzinfarkt	371	– Neuro-	535	– Myotome	464
Herzinnenhaut	366	Hypothalamus	533	– periphere	465
Herzinsuffizienz	371	– Area mammillaris	533	– radikuläre	464
Herzklappen	367	– Area supraoptica	533	Insulin	412
Herzkranzgefäße	373	– Area tuberalis	533	interdental	91
Herzkreislauf	373	– Chiasma opticum	533	Interkostalmuskeln	342
Herzskelett	366	– Corpus mammillare	533	Interleukin	30
Hiatus aorticus	346	– großzelliges hypothalamisches System	535	intermediäres Mesoderm	321
– canalis n. petrosi majoris	344	– Hypophyse	533	Interzellularräume	8
– oesophageus	344	– Kerngebiete	535	Interzellulärsubstanz	7
– semilunaris	206	– kleinzelliges hypothalamohypophysäres System	536	Intestinum	399
Hiatushernien	347	– Lamina terminalis	533	intrinsische Muskeln	261
Hilum pulmonis	356	– laterale Zone	534, 534	Involution	383
– renalis	416	– mediale Zone	534, 534	inzisal	91
Hirnnerven (CN)	227, 463, 467, 487	– mediales Vorderhirnbündel	536	Iris	589
– Komponenten	487			Isocortex	562
– Organisation	487			Isthmus faucium	264

J		– Körnerzellen	503	Leberpforte	405
Jacobson'sche Anastomose	192	– Moosfasersystem	504-506	Lederhaut	589
Jejunum	400	– Parallelfaser	503	Leerdarm	400
Jochbein	65	– Purkinje-Zellen	503	Leitung im Rückenmark	511
Jodelstimme	293	Kniegelenk	437	Leitungsanästhesie	171
J-Rezeptoren	361	Kniescheibe	437	Leitungsbahnen	466
Jugum sphenoidale	44	Knochenmark, gelbes	14	Lemniscus lateralis	581, 582
juxtaglomerulärer Apparat	418	–, rotes	14	– medialis	169
		Knorpel	15	– trigeminalis	516
K		– elastischer	16	Lemniscus-medialis-System	515, 516
Kalotte	39	– hyaliner	16	– epikritische Sensibilität	515
Kammerwasser	597	Kohlrausch-Falte	422	– Fc. gracilis	515
Karotiskreislauf	605	Kolibakterien	403	– Fc. cuneatus	515
– A. cerebri ant.	605, 606	Kollagenfasern	8	– Hinterstrangsystem	516, 517
– A. cerebri med.	605, 606	Kollateralbänder	437	– Ncl. gracilis	515
– A. choroidea anterior	605	Kollateralkreislauf	218	– Ncl. cuneatus	515
– A. communicans ant.	606	Kolostrum	387	– Ncl. mesencephalicus nervi	
– A. ophthalmica	605	Kompakta	13	trigemini	515, 516
– Rr. perforantes	605	kompensatorische Hypertrophie	418	– Ncl. ventralis posterolateralis	
Karotissiphon	211	Koniotomie	282	thalami (VPL)	515
Kathepsin	398	Kopfbiß	93	– propriozeptive Faser	515
Kauapparat	135	Kopfhaut	126	Lendenwirbelsäule	77
Kaudruckverteilung	153	Kopfschwarte	125	Leptomeninx	611
Kaumuskeln	145	Kopfwender	306	Liberine	604
Kauvorgang	526	Kornealreflex	256	Lien	413
– Ncl. mesencephalicus nervi		Körnerzellen	503	Ligamentum anulare	354
trigemini	527	– Gyrus dentatus	551	– circulare dentis	96
– Ncl. motorius nervi trigemini	526	– Kleinhirn	503	– cricoarytenoideum posterius	281
– Ncl. supratrigeminalis	527	Körperkreislauf	380	– cricothyroideum	281
Kehldeckel	278	Kranznaht	39	– cricotracheale	281
Kehlkopf	276	Kreislauf	31	– laterale	137
Kehlkopfmuskeln	282	Kreuzbein	77	– nuchae	314
Keilbein	60	Kropf	296	– palpebrale laterale	121
Kerckring'sche Falten	401	Krummdarm	400	– – mediale	121
Ketosteroide	420	Krümmungsmerkmal	102	– sphenomandibulare	137
Kieferhöhle	203	Kryptorchismus	425	– stylomandibulare	137
Kiefersperre	143	Kugelgelenk	17	– teres hepatis	405
Kiemenbogen	319	Kupfferzellen	408	– thyroepiglotticum	278
Klangfarbe	293	Kyphose	73	– thyrohyoideum	280
Kleinhirn (Cerebellum)	501	L		– – laterale	280
– Arbor vitae	502	Labferment	398	– vocale	281
– Funktion	508	labial	91	Limbisches System	546, 549
– Hemispherium cerebelli	501	Labrum	16	– Entwicklung	550
– Lobulus cerebelli	502	Labyrinthsystem	576, 577	– Allocortex	550
– Lobus cerebelli	502	Lamina cribrosa	44	– – Tr. perforans	551
– Pedunculus cerebelli	501	– perpendicularis	67	– – Commissura hippocampi	552
– Vermis cerebelli	501	Langerhans Zellen	30	– – Gyrus cinguli	552
– Verbindungen	506	Langerhans'sche Inseln	412	– – Gyrus parahippocampalis	552
Kleinhirnbrückenwinkel	587	Lanugo	28	– Funktion	546
Kleinhirnkerne	506	Lappenbronchien	359	– kortikale Bestandteile	549
– Ncl. dentatus	506	Larynx	276	– – Cortex entorhinalis	550, 551
– Ncl. fastigii	506	Lateralis	283	– – Gyrus dentatus	550, 551, 553
– Ncl. interpositus	506	Leber	405	– – Hippocampus	550, 551
Kleinhirnrinde (Cortex cerebelli)	503	Leberkapillaren	407	– – Mesocortex	550
– Golgi-Zellen	503	Leberläppchen	407	– – Neocortex	550
– Kletterfaser	504-506			– – Subiculum	550, 552

Limbisches System		Malpighi'sche Körperchen	416	Motoneurone	525
– Ncl. habenulae	558	Mamma	387	Motorische Systeme	523
– Ncl. interpeduncularis	557	Mandelkern	558–559, 569, 574	– Stütz-oder Haltemotorik	523
– Schaltschema	552	Mandeln	298	– Zielmotorik	523
– – CA1	553	Mandibula	67	motorischer Kortex	562
– – CA3	553	Mastdarm	422	Müller'scher Muskel	598
– – Fornix	553	Mastikation	160	Mundbodenmuskeln	154
– – Hippocampusformation	553	Maxilla	65	Mundhöhle	163
– – Moosfasersystem	552	Meatus acusticus externus	50	Musculi dorsi	425
– Septalregion (Area septi)	557, 559	– – internus	47	– intercostales	342
– Stria medullaris thalami	557	mediales Vorderhirnbündel	557	– – externi	342
– subkortikale Bestandteile	554	Mediastinum	353	– – interni	342
– – Bettkern der Stria terminalis	555	Medulla renalis	416	– laryngis	282
– – Mandelkern (Amygdala)	554, 558–559, 569, 574	– spinalis	477	– levatores costarum	342
– Tr. habenulointerpeduncularis	558	Meissner Tastkörperchen	27	– pectinati	366
– Vergleich	546	Melanin	543	– scaleni	308
Limen	218	Membrana atlanto-occipitalis	606	M. arrector pili	29
– nasi	198	– fibro elastica laryngis	290	– aryepiglotticus	287
Linea		– fibrosa	16	– arytenoideus	283
– mylohyoidea	69	– interossea thyrohyoidea	280	– – obliquus	283
– nuchalis suprema	51	– tectoria	578	– – transversus	283
– – inferior	51	– tympani	237	– auricularis anterior	123
– – superior	51	Meningen	611	– – posterior	123
Lingua	174	Meniscus	16	– – superior	123
lingual	91	merokrin	22	– biceps	21
Lingula mandibulae	70	Mesencephalon	458, 485, 613	– biventer	21
Linse	591, 597	Mesenterium	383	– buccinator	122
Lipase	398	mesial	91	– chondroglossus	176
Lippen	163	Mesialwanderung	101	– ciliaris	596
Liquor cerebrospinalis	612–613	Meso	393	– constrictor pharyngis inferior	266
Lobuli pulmonales	358	Mesocolon	393	– – – medius	266
Lobulus flocculonodularis	587	meso-limbisches		– – – superior	265
Locus Kieselbachii	198	dopaminerges System	602	– corrugator supercillii	121
Locus coeruleus	601	Mesopharynx	264	– cricoarytenoideus lateralis	283
Lordose	73	Migration	449	– – posterior	283
Lufttröhre	353	Mikrovilli	401	– cricothyroideus	283
Lunge	356	Mikrozephalie	41	– depressor anguli oris	122
Lungen-Kreislauf	379	Milchgebiß	109	– – labii inferioris	122
Lungenbläschen	358	Milz	413	– – septi	123
Lungenlappchen	358	Milzfollikel	413	– – supercillii	121
lymphatischer Rachenring	298	Milzkreislauf	413	– digastricus	155
Lymphpe	222	Milzparenchym	413	– – venter post.	159
Lymphgefäßsystem	34	Milzsinus	414	– epicranius	121
Lymphknoten	35	Milzstrang	413	– genioglossus	176
Lysozym	191	mimische Muskeln	119	– geniohyoideus	155
M		Mineralcorticoide	420	– hyoglossus	176
Macula	597	Mitralzellen	573	– iliocostalis	426
– sacculi	585, 577	Mittelfußknochen	437	– latissimus dorsi	426
– utriculi	577, 585	Mittelhandknochen	432	– levator anguli oris	122
Magen	396	Mittelhirn s. Mesencephalon		– – ani	422
Magensaft	398	mittlere Augenhaut	589	– – labii superioris	122
Magnozellen	594	Modiolus	576, 579	– – – superioris alaeque nasi	123
Mahlzähne	107	Molaren	89	– – scapulae	426
Malleolengabel	437	Moosfasersystem	504–506, 552	– – veli palatini	272
		– Hippocampusformation	552	– levator palpebrae sup.	598
		– Kleinhirn	552	– longissimus	426

– longitudinalis inferior	175	– thyroepiglotticus	285	– hypoglossi	495, 496
– – superior	175	– thyrohyoideus	304	– trigemini	493–496
– longus capitis	309	– transversus abdominis	391	– trochlearis	493
– – colli	309	– – linguae	175	– vagi	245
– masseter	146	– – thoracis	342	– motorius nervi trigemini	526
– mentalis	122	– trapezius	315	– posterior thalami	
– mylohyoideus	154	– uvulae	272	(= Pulvinar)	530, 532
– obliquus inf., sup.	597	– verticalis linguae	175	– principalis nervi trigemini	490
– obliquus externus abdominis	389	– vocalis	285, 286	– proprius	480
– – capitis inferior	317	– zygomaticus major	122	– pulposus	78
– – – superior	317	– – minor	122	– reticularis thalami	532, 530
– – internus	391	Muskeln, gefiederte	20	– salivatorius	489
– occipitofrontalis	121	–, mehrköpfige	21	– – inf., sup.	257
– omohyoideus	304	–, parallelfaserige	20	– solitarius	260, 687, 817
– orbicularis oculi	121, 598	–, segmentierte	21	– spinalis nervi trigemini	490
– – –, pars orbitalis	121	–, zweibäuchige	21	– subthalamicus	532, 545
– – –, pars palpebralis	121	Muskelregulation	526	– suprachiasmaticus	596
– – oris	122	Muskulatur, glatte	18	– supratrigeminalis	527
– palatoglossus	176, 266	–, quergestreifte	18	– tegmenti dorsalis	557
– palatopharyngeus	266	Myofibrillen	17	– thoracicus	480
– pectoralis major	349	Myokard	366	– tractus mesencephali n.	
– – minor	349	Myologie	11	– trigemini	289
– procerus	121	Myotom	319	– tractus solitarii	490, 495, 536, 568
– pterygoideus lateralis	147			– tuberomammillaris	536
– – medialis	147	N		– ventralis anterior	
– quadratus lumborum	389	Nacken	315	– thalami (VA)	530, 547
– rectus abdominis	389	Nägel	29	– ventralis lateralis thalami (VL)	531
– – capitis	317	Nares	195	– ventralis medialis	
– – – posterior major	317	Nase	195	– thalami (VM)	530
– – – posterior minor	317	Nasenflügel	196	– ventralis posterior	
– rectus inf., lat.	597	Nasenhöhle	196	– thalami (VP)	530
– – med.	596	Nasennebenhöhle	203	– ventralis posterolateralis	
– – sup.	597	Ncl. accumbens	541, 541, 602	– thalami (VPL)	515
– rhomboideus	426	– ambiguus	495, 496, 568	– ventralis posteromedialis	
– risorius	122	– anterior thalami	530, 530, 559	– thalami (VPM)	568
– salpingopharyngeus	266	– arcuatus	536	– ventralis thalami	530
– scalenus anterior	308	– basalis (Meynert)	555, 600	– ventromedialis hypothalami	536
– – medius	308	– caudatus	541, 541	– ventromedialis thalami	547
– – posterior	308	– cochlearis	495, 582	– vestibularis	495
– semispinalis	316	– cuneatus	515		
– serratus anterior	349	– dentatus	506	Nebenniere	418
– sphincter pupillae	596	– diagonalis	551, 600	– Mark	418
– splanchnicus	470, 472	– dorsalis nervi vagi	496, 536	– Rinde	418
– splenius	316	– Edinger-Westphal	474, 489	Nebenschilddrüse	297
– stapedius	120	– fastigii	506	Neokortex	454, 550
– sternocleidomastoideus	306	– gracilis	515	– Aufbau	550
– sternohyoideus	303	– habenuleae	532, 558–559	– Entwicklung	454
– sternothyroideus	304	– intermedio lateralis	480	Nephron	416
– styloglossus	176	– intermedius hypothalami	536	Nervenfaser (Axon)	469, 472
– stylohyoideus	156	– interpeduncularis	557, 558, 559	– motorisches Axon	443
– stylopharyngeus	266	– interpositus	506	– postganglionäres Axon	469
– temporalis	145	– lateralis thalami	530, 530	– präganglionäres Axon	469, 474
– temporoparietalis	121	– mediodorsalis thalami	530, 530	– Rami internodales	472
– tensor tympani	238	– mesencephalicus nervi		– sensibles Axon	443
– – veli palatini	270	– trigemini	490, 515, 527	– somatische Nervenfasern	472
– thyroarytenoideus	285	– nervi oculomotorii	493	– viszerale Nervenfasern	472

Nervi ciliares breves	230	– zygomaticus	234	– olfactus	571
– – longi	232	Neurogenese	447, 449	– coccygis	78
– craniales	227	Neurokranium	37, 323	– coxae	85
– olfactorii	200, 227	Neurone	439	– ethmoidale	85
– temporales profundi	238	Neuropeptide	604	– frontale	60
N. abducens	239, 495, 597	Neurotransmitter	599-604	– hyoideum	155
– accessorius	249, 348, 349	– Locus coeruleus	601	– ilii	435
– alveolaris inferior	236	– Ncl. diagonalis	600	– ischii	86
– auricularis magnus	250	– Ncl. basalis	600	– lacrimale	64
– – posterior	241	– Raphekerne	603	– nasale	64
– auriculotemporalis	235	Neurozytologie	439	– naviculare	437
– buccalis	238	Neurulation	447	– occipitale	62
– caroticus	470	Niere	415	– palatinum	66
– canalis pterygoidei	240	Nierenkanälchen	417	– parietale	59
– cochlearis	579, 581	Nierenkörperchen	417	– pubis	86
– ethmoidalis anterior	200	Nodi lymphatici buccales	224	– scarum	77
– – posterior	232	– – cervicales profundi	200	– sphenoidale	60
– facialis	239, 255, 495, 598	– – – superficiales	200	Os temporale	60
– frontalis	231	– – occipitales	224	– zygomaticum	65
– glossopharyngeus	243, 259, 496	– – parotidei	224	Ossa carpi	432
– hypoglossus	250	– – retroauriculares	224	– metacarpalia	432
– infraorbitalis	234	– – retropharyngeales	224	– metatarsalia	437
– infratrochlearis	232	– – submandibulares	202	Ossifikation	12
– intermedius	256	– – submentales	224	–, chondrale	12
– lacrimalis	231	Noradrenalin	420, 601	–, desmale	12
– laryngeus inferior	247	Nozizeption	169	Osteozyten	14
– – recurrens	247	Nucleus s. Ncl.		Östrogen	423
– – superior	247	O		Otolithenorgane	584–585, 577
– lingualis	236	Oberarmmuskeln	433	– Utriculus	584
– mandibularis	235	Oberhaut	24	– Sacculus	584
– massetericus	238	Oberkiefer	65	Ovar	423
– masticatorius	237	Oberschenkel	436	P	
– maxillaris	232	Oberschenkelmuskeln	438	Pachymeninix	611
– mylohyoideus	236	Oddi-Sphinkter	411	palatinal	91
– nasociliaris	232	Odontoblasten	96	Palatoschisis	165
– nasopalatinus	200, 233	Odontoblastenfortsatz	97	Palatum durum	48
– oculomotorius	228, 493, 597	Oesophagus	334	– molle	270
– ophthalmicus	228, 230	– -divertikel	387	Palpation	169
– opticus	228	– -enge	385	Pancreas	411
– palatinus major	233	– -mund	384	Pankreassaft	412
– palatinus minor	233	– -sphinkter	38	Panzerherz	375
– petrosus major	240	– -varizen	387	Papilla duodeni major	400
– – minor	244	Ohrspeicheldrüse	188	– – minor	400
– pterygoideus lateralis	238	Ohrtrumpete	49	– incisiva	165
– – medialis	238	okklusal	91	Papilla nervi optici	594
– stapedius	240	okklusale Drift	101	Parapharyngealraum	301
– supratrochlearis	231	Okklusion	92	Parasympathikus	469, 470, 473
– trigeminus	230, 490, 491, 494, 513, 515, 516, 520, 527	Oliva superior	582	Parathormon	297
– trochlearis	230, 493, 596, 613	– inferior	531, 547	paraxiales Mesoderm	320
– tympanicus	244	Omentum majus	394	Parodont	100
– vagus	245, 261, 496	– minus	397	Parodontopathien	117
– vestibularis	587	optokinetischer Reflex	588	Parotis	188
– vestibulocochlearis	243, 576, 579	Orbita	54	Parotitis	189
– zygomaticofacialis	234	orbitofrontaler Kortex	574	Pars affixa	405
– zygomaticotemporalis	234	Organum gustus	182	– basilaris	49

– intercartilaginea	285	– oesophageus	248	prognathe Verzahnung	93
– intermembranacea	285	– parotideus	242	Prolaps	79
Parvozellen	594	– pharyngeus	221	Prominentia laryngea	280
Passavantscher Wulst	272	– pterygoideus	221	Pronation	437
Patella	437	– pulmonalis	361	Propriorezeptoren	588
Pectus	339	– sacralis	438	Prostata	423
Pedunculus mammillaris	537	– submucosus (Meissner)	245	Protrusio	79
Pelvis	85	– tympanicus	244	– occipitalis externa	51
– major	86	Plexusanästhesie	308	Ptyalin	191
– minor	421	Plica aryepiglottica	287	Pulmonalisklappe	368
– renalis	418	– circularis	401	Pulmones	356
Penis	423	– glossoepiglottica	180	Pulpa-Höhle	95
Pepsin	398	– mediana	180	Pulpa	96
Perichondrium	15	– semilunaris	403	Purkinje-Fasern	375
Pericranium	126	– vestibularis	289	Pylorus	397
Perikard	374	– vocalis	289	Pyramidenbahn	547
Perikardhöhle	375	Plicae aryepiglotticae	287		
Perikarditis	375	– palatinae transversae	165	R	
Perilymphe	576	– semilunares	403	Rachenmandel	299
Perimysium	21	Pneumothorax	363	Radius	431
Perineum	424	Porta hepatis	405	Radix dentis	95
Periodontium	96	portale Trias	405	– linguae	174
periorale Region	164	portocavale Anastomose	410	– longa	232
Peripheres Nervensystem (PNP)	463	Porus acusticus externus	50	– mesenterii	394
Petiolus	278	– – internus	46	– motoria (ventralis)	230, 457
– epiglottidis	287	positives Kinn	67	– motoria nervi trigemini	527
Pflugscharbein	65	Posticus, s. M. cricoarytenoideus		– nasi	195
Pfortadersystem	381	post.	283	– oculomotoria	228
Pharynx	264	Prädentin	97	Radix pulmonis	356
Philtrum	164	Prämolaren	89	– sensoria (dorsalis)	230, 457
Phonation	292	präsynaptische Endigung	439, 441	Rami	
Photorezeptoren	592	prävertebrale Halsmuskeln	308	– bronchiales	248
Pia mater	611	primäre Geschmacksrinde	569	– buccales	242
Pilzpapillen	181	primäre Hörrinde	581	– internodales	472
Pit-Zellen	408	primäre Riechrinde	579	– linguales	245
Planus nuchale	50	primäres Kiefergelenk	335	– oesophagei	248
Plastizität	450	– lymphatisches Organ	383	– pharyngei	248
Platysma	123	– Reizleitungssystem	375	– temporales	242
Pleura costalis	351	Primärharn	417	– tonsillares	244
–, diaphragmatica	351	Processus pterygoideus, lamina		– tracheales	248
–, mediastinalis	351	lateralis	49	– ventrales (n. spinales)	465
–, parietalis	351	– – – medialis	49	– zygomatici	242
–, pulmonalis	352	– clinoideus anterior	44	Ramus	
–, visceralis	352	– – medius	44	– colli	242
Pleurahöhle	351	– – posterior	44	– mandibulae	69
Pleurakuppel	351	– coracoideus	87	– marginalis mandibulae	242
Pleurasack	351	– coronoideus	69	– sinus carotici	244
Pleuritis	353	– mastoideus	50	Raphe pharyngis	264
Plexus choroideus	613	– orbitalis	67	Raphekerne	498, 603
Plexus		– pyramidalis ossis palatinae	49	Raschkow-Plexus	168
– brachialis	425	– spinosus	74	Recessus piriformis	287
– cardiacus	377	– styloideus	50	– sphenoethmoidalis	206
– dentalis inferior	168	– transversus	74	Rectum	422
– – superior	168	– vocalis	278	Reflexbahnen	596
– lumbalis	438	– xiphoideus	82	Reflexe	526
– myentericus (Auerbach)	245	progene Verzahnung	93	Reflux	386

Regenbogenhaut	589	posterolateralis	477	Seborrhoiker	127
Regeneration	446	– Tr. nucleocerebellaris	520	Sebostatiker	127
Regio cervicalis	311	– Vorderseitenstrang	478	Segmentbronchien	359
– – anterior	311	Rückenmarksnerven	463	Sehbahn	594
– – lateralis	311	– Nervenwurzel	463	Sehnervenkreuzung	594
– – posterior	312	– peripherer Nerv	464	Sehorgan	589
– cutanea	198	Rückenmuskeln	425	Sehrinde	594
– nuchalis	311	Rumpf	339	Sehstrahlung	594
– olfactoria	196			Seitenstrang	481
– respiratoria	197	S		Seitenzähne	89
– sternocleidomastoidea	313	Saccus endolymphaticus	577	sekundäres Kiefergelenk	335
regionäre Lymphknoten	224	Saccus lacrimalis	124, 598	sekundäres lymphatisches Organ	383
Reissner'sche Membran	576, 579	Saliva	190	Sella turcica	44
Rektusscheide	391	Salzsäure	398	sensorischer Kortex	562
Ren	415	Samenblase	423	Septum atrioventriculare	365
Renin	418	Sattelgelenk	432	– interatriale	365
Residualluft	363	Saumepithel	117	– interventriculare	365
Resonanzräume	207	Säuremantel	30	– linguae	175
Retina	591-593	Säureschutzmantel	27	– nasi	56
retrobulbärer Abszess	56	Scala media (Ductus cochlearis)	576, 579	Serotonin	603
retromolar	163	Scala tympani	576, 579	– Raphekerne	603
Retropharyngealraum	311	Scala vestibuli	576, 579	Sharpeysche Fasern	98
Riechepithel	571	Scalenusgruppe	308	Silikose	223
Riechkortex	574	Scapula	87	Sinnesreize	467
Riechtrakt	574	Schädel	37	Sinus	
Riechwahrnehmung	199	Schädelbasis	41	– cavernosus	605
Rima glottidis	288	Schädelbein)fuge	86	– coronarius	374
– vestibuli	289	Schambein	86	– durae matris	609
Ringknorpel	278	Schambein	86	– ethmoidalis	204
Rippen	82	Scharniergelenk	17	– frontalis	204
Rippenfell	352	Scherenbiß	93	– maxillaris	66, 203
Rückenmark-Organisation	482	Schilddrüse	295	– paranasales	203
Rückenmark (Medulla spinalis)	451, 457, 477, 514, 518	Schildknorpel	281	– sphenoidalis	203
– Cauda equina	477	Schlottergelenk	142	Sinusitis	206
– Entwicklung	451	Schluckreflex	262	Sinusknoten	315
– Fissura mediana anterior	477	Schluckvorgang	274	Sitzbein	86
– Funktion	520	Schlund	264	Skalenusmuskeln	308
– – Tiefensensibilität (Propriozeption)	520	Schlundmuskeln	264	Skalp	125
– – epikritische Sensibilität	520	Schlundtasche	329	Sklera	589
– – protopathische Sensibilität	468, 491, 512, 517	Schlüsselbein	88	Sklerotom	319
– Hinterhorn	514	Schmelz	97	Skoliose	73
– Hinterstrang	478	Schmelzoberhäutchen	115	Soma	439
– Intumescentia cervicalis u. lumbalis	477	Schmelzorgan	115	Somatostatatin	412
– Kleinhirn	520	Schmelzpulpa	115	Spatium lateropharyngeum	301
– – Seitenstrang	518, 519	Schmerzleitung	169, 468, 480, 491, 511, 514	Spee Kurve	109
– – Tr. spino-olivo-cerebellaris	520	Schneidezähne	102	Speichel	190
– – Tr. spino-reticulo-cerebellaris	520	Schulterblatt	87	Speicheldrüsen	186
– Lage, Ausdehnung, Form	477	Schultergürtel	87	Speiseröhre	384
– N. trigeminus	520	Schultermuskeln	433	Spina	
– Rückenmarksegment	457	Schutzorgane des Auges	598	– ischiadica	86
– Sulcus medianus posterior	477	– Tränenapparat	598	– mentalis	69
– Sulcus antero- u. posterolateralis		– Augenlider	598	– nasalis anterior	57
		Schweißdrüse	26	– – posterior	57
		Schwellkörper	198	Splen	413
		Scrotum	423	Spongiosa	13
				Stäbchen	592

Stamm	339	– lambdoidea	39	Thymus	383
Statine	604	– sagittalis	39	Thyroxin	296
Steißbein	78	Sympathikus	469, 470	Tibia	436
Stellknorpel	278, 281	Symphysis pubica	86	T-Lymphozyten	383
Stenose	368	Synapse	441, 443	Tomes'sche Fasern	96
Sternalpunktion	82	– neuromuskuläre	442	Tonhöhe	292
Sternum	82	– neurohämale	442	Tonsilla lingualis	299
Stimmband	281	– neuroglanduläre	442	– palatina	298
Stimmbildung	292	Synapsentypen	441	– pharyngealis	299
Stimmklang	292	– chemische	441	– tubaria	300
Stirnbein	54	– elektrische	441	Tonsillen	298
Stirnhöhle	204	Synaptogenese	449	Tonsillitis	298
Stirnnasenpfeiler	153	Synergisten	21	Tonstärke	293
Stomatitis	167	Synovia	16	Torus levatorius	197
stomatognathes System	160	Systole	370	– tubarius	197
Strahlenkörper	589	T		Totalkapazität	363
Stratum fibrosum	136	Taenia coli	403	Trabeculae	366
– reticulare	115	Talgdrüsen	26	Trabekel	414
– synoviale	136	Talus	437	Trabekelarterien	414
Striae	389	Tegmen tympani	46	Trachea	353
Striatum, innerer Aufbau	543	Tektorialmembran	579	Tracheotomia inferior	356
– ventrales Pallidum	542	Tendo	19	– superior	356
– ventrales Striatum	542	Tentorium cerebelli	611	Tracheotomie	282
Struma	296	Terminalhaare	28	Tractus	
Subarachnoidalraum	611, 613	Testis	423	– cerebellospinalis	481
Subcutis	25	Testosteron	423	– cerebellothalamicus	547
Subdermis	25	Tetrajodthyronin	296	– cerebelloreticularis	499
Substantia compacta	13	Thalamus		– corticobulbaris (-nuclearis)	523
– nigra	530, 541, 602	– Corpus geniculatum laterale	530	– corticopontinus	547
– ossea	95	– Corpus geniculatum mediale	530	– cortico-rubro-olivaris	547
– spongiosa	13	– Form und Lage	529	– corticospinalis	481, 523
Substanz P	169	– intralaminäre Kerne	530	– corticothalamicus	532
Subthalamus	532	– Metathalamus	529	– cuneatus	516
– Globus pallidus	532	– Mittellinienkerne des Thalamus	530	– cuneocerebellaris	518
– Ncl. subthalamicus	532	– Ncl. anterior thalami	530	– dentatothalamicus	547
Sulcus		– Ncl. mediodorsalis thalami	530	– gracilis	516
– caroticus	45	– Ncl. lateralis thalami	530	– habenolointerpeduncularis	556
– coronarius	365	– Ncl. posterior thalami	530	– hypothalamohypophysealis	535
– infraorbitalis	55	(= Pulvinar)	530	– mammillotegmentalis	537
– interventricularis anterior	365	– Ncl. reticularis thalami	530, 532	– mammillothalamicus	530, 537
– – posterior	365	– Ncl. ventralis anterior thalami (VA)	530	– nucleocerebellaris	507, 520
– medianus linguae	179	– Ncl. ventralis lateralis thalami (VL)	531	– olfactorius	574
– nasolabialis	164	– Ncl. ventralis medialis thalami (VM)	530	– olivospinalis	481, 520
– olfactorius	196	– Ncl. ventralis posterior thalami (VP)	530	– opticus	594
– sinus petrosi inferioris	46	– Ncl. ventralis thalami	530	– perforans	551
– – superioris	46	– Organisation	530	– pyramidalis	
– – sagittalis superior	41	Thenar	433	(Pyramidenbahn)	523, 524
– – sigmoidei	47	Thorax	82, 339	– raphebulbaris	499
– – transversi	47	Thoraxapertur	339	– reticulospinalis	481, 499, 508, 523, 525
– terminalis	179	Thoraxform	340	– retinohypothalamicus	596
Supination	437	Thyminosin	383	– rubrospinalis	523, 525
suprahyale Muskeln	154			– solitarius	568
Surfactant	362			– spinalis nervi trigemini	491, 513
Sutura	37			– spinobulbaris	481
– coronalis	39			– spinocerebellaris	481, 518
– frontalis	39				

Tractus spinoolivaris	481	U	
– spinoreticularis	480, 499, 512, 514	Überbiß	93
– spinotectalis	480, 481	Ulcerata	399
– spinothalamicus	480, 512	Ulna	432
– tectospinalis	525	Umami	182
– tegmentalis centralis	568	unilaterale Mastikation	161
– telencephalicus medialis	536	Unterarmmuskeln	433
– trigeminothalamicus	491, 512, 513	untere Extremität	435
– tuberoinfundibularis	536	Unterkiefer	67
– vestibulospinalis	481, 508, 523, 587	Unterschenkelmuskeln	436
Trajektorien	14	Unterzungendrüse	189
Tränenbein	64	Ureter	418
Tränenrüse	598	Urethra	421
Tränenkanälchen	598	– masculina	423
Tränennasengang	206, 598	Uterus	423
Tränensack	598	Uvea	589
Transversus	283	Uvula	270
Trapezkörper	582		
Trigeminusdruckpunkte	129	V	
Trigeminusneuralgie	129	Vagina	423
Trigonum caroticum	313	– carotica	310
– musculare	313	Vagotomie	399
– occipitale	313	Vallecula epiglottica	180
– omoclaviculare	313	Valva aortae	368
– retromolare	70	– atrioventricularis dextra	368
– submandibulare	312	– – sinistra	368
– submentale	313	– bicuspidalis	368
Trijodthyronin	296	– mitralis	368
Trikuspidalklappe	378	– tricuspidalis	368
Truncus	339	– trunci pulmonalis	368
– brachiocephalicus	209	Valvae cordis	367
– cerebri	458	Vasa privata	361
– jugularis	223	– publica	361
– pulmonalis	369	Velum palatinum	270
– subclavius	223	V. alveolaris inf.	219
– sympathicus	302	– angularis	219
– thyrocervicalis	209	– cava inferior	380
– vagalis anterior	248	– – superior	380
– – posterior	248	– cerebri magna	609
Tuba uterina	423	– cordis magna	374
Tubenmandel	300	– – media	374
Tubenöffnung	300	– – parva	374
Tubera frontalia	40	– facialis	221
– parietalia	40	– jugularis anterior	219
Tuberculum alveolare mandibulae	163	– – externa	219
– articulare	50, 135	– – interna	220, 609
– corniculatum	287	– occipitalis	220
– cuneiforme	287	– ophthalmica	220
– dentis	102	– portae	405
Tuberositas masseterica	70	– pulmonalis	379
Tunica externa	589	– retromandibularis	221
– fibrocartilaginea	355	– sternocleidomastoidea	221
– interna	589	– subclavia	220
– media	589	– thyroidea superior	221
– mucosa	355	Vv. diploicae	220
– – laryngis	290	– emissariae	220
		– ophthalmicae	221
		– pharyngeae	221
		– vorticosae	807
		Venen des Gehirns	609
		– Sinus durae matris	609
		– V. cerebri magna	609
		– Sinus transversus	609
		– Sinus rectus	609
		– Sinus sagittalis superior	609
		– Confluens sinuum	609
		– Sinus sigmoideus	609
		– V. jugularis interna	609
		Venenplexus	198
		Venenwinkel	220
		venöses Wundernetz	407
		Ventilebene	367
		ventrale amygdalofugale	
		Verbindung	559
		Ventriculus	365
		– dexter	396
		– laryngis	284
		Ventrikel (Hirn-)	613
		Verdauungsapparat	395
		Vergleich ALS und LMS	517
		Vertebra prominens	75
		Vertebro-Basilaris-Kreislauf	606
		– A. basilaris	606
		– A. cerebri posterior	606, 606
		– A. inferior anterior	
		cerebelli (AICA)	606
		– A. inferior posterior	
		cerebelli (PICA)	606
		– A. superior cerebelli (SCA)	606
		– A. vertebralis	606
		Vesica biliaris	410
		– fellea	410
		– urinaria	421
		Vesicula seminalis	423
		vestibular	91
		Vestibulariskerne	587
		Vestibularsystem	583
		vestibulo-oculomotorischer	
		Reflex	588
		vestibulospinaler Reflex	588
		Vestibulum nasi	198
		– oris	163
		Vibrissae	198
		Villi	401
		Virilismus	420
		Viscera cervicalis	264
		visueller Kortex	596
		visuelles System	589
		viszerale Afferenzen	469
		viszerale Efferenzen	469
		viszerale Reflexe	476
		Viszerokranium	37, 327

Vomer	65	Zahnkappe	114	Capsula interna	524
Vorderhirn	460	Zahnknospe	114	– Crus cerebri	524
– Endhirn	460	Zahnkrone	95	– Pyramiden	524
– Zwischenhirn	460	Zahnleiste	114	Ziliarkörper	597
Vorderstrang	481	Zahnpapille	114	Zisternen	611
Vorhof	365	Zahnpulpa	99	– Cisterna basalis	613
Vorsteherdrüse	423	Zahnsäckchen	114	– Cisterna ambiens	613
		Zahnstein	189	– Cisterna cerebellomedullaris	613
W		Zahnwurzel	95	– Cisterna interpeduncularis	613
Wackelgelenk	142	Zapfen	592	Zona fasciculata	419
Wallpapillen	181	Zehenknochen	437	– glomerulosa	419
Warzenfortsatz	50	Zelle	6	– reticularis	419
weicher Gaumen	270	Zellgruppierungen	442	Zotten	401
Weichteilmantel	131	– Reflexbogen	442	Zunge	174
weiße Substanz	479	– Interneurone	442	Zungenbein	155
– Vorderstrang	479	– graue Substanz (Griseum)	442	Zungendrüsen	183
– Seitenstrang	479	– weiße Substanz (Album)	444	Zungenmandel	299
– Hinterstrang	479	– Mischformationen	444	Zungenschleimhaut	179
Winkelmerkmal	102	– – Substantia reticularis	444	Zuwachszähne	116
Wirbelsäule	72	Zellsäulen	489	Zwerchfell	344
Wolfsrachen	165	Zement	95	Zwerchfellöffnungen	346
Wurzelhaut	100	Zementbildner (Zementoblasten)	116	Zwischenhirn (Diencephalon)	460, 529
Wurzelkanal	99	Zementozyten	98	– Thalamus	529
Wuzelpulpa	99	Zentrales Nervensystem (ZNS)	457	– Epithalamus	532
		Zentralkanal	613	– Subthalamus	532
Z		zervikal	91	– Hypothalamus	533
Zahnanlage	114	Zielmotorik:		– Hypophyse	539
Zahnbein	95	Pyramidenbahnsystem	523	Zwischenrippenmuskeln	342
Zähne	89	– oberes Motoneuron	523	Zwischenscheibe	16
Zahnfleisch	117	– unteres Motoneuron	523	Zwischenwirbelscheiben	78
Zahnglocke	114	– Tr. corticospinalis	523	Zwölfingerdarm	399
Zahnhal	95	– Tr. corticobulbaris	523		
Zahnhalteapparat	100	– Gyrus praecentralis	524		