

Manuela Motzko  
Melanie Weinert  
Ulrike Albrecht *Hrsg.*

# Kiefergelenk und Kaustörungen

Ein multidisziplinäres  
Praxisbuch

## Kiefergelenk und Kaustörungen

Manuela Motzko  
Melanie Weinert  
Ulrike Albrecht  
(Hrsg.)

# Kiefergelenk und Kaustörungen

Ein multidisziplinäres Praxisbuch

*Hrsg.*

**Manuela Motzko**  
Kölner Dysphagiezentrum  
Köln, Deutschland

**Melanie Weinert**  
Kölner Dysphagiezentrum  
Köln, Deutschland

**Ulrike Albrecht**  
Stuttgart, Deutschland

ISBN 978-3-662-59209-0      ISBN 978-3-662-59210-6 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-59210-6>

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

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2019

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Umschlaggestaltung: deblik Berlin

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

## Vorwort

---

Schon wieder ein Buch über CMD (= Craniomandibuläre Dysfunktion)?

Nein, das war nicht unsere Idee für dieses Buch. Die Idee zu diesem Fachbuch ist aus unserer täglichen Arbeit mit Betroffenen entstanden, die insbesondere dann von einer Behandlung ihrer Kiefer- und Kaufunktionsproblemen profitieren, wenn die Therapie multiprofessionell erfolgt und der gesamte Körper in seiner Haltung, Bewegungskompetenz und seinen muskulären Tonusverhältnissen mitbetrachtet und bei Bedarf mit behandelt wird.

Uns, als Herausgeberinnen und Autorinnen, sowie allen Mitautorinnen und Mitautoren dieses Buches ist es ein Anliegen, interessierten Ärzten (gleichwohl Zahn- sowie Humanmediziner unterschiedlicher Fachrichtungen) und Therapeuten (Logopäden, Schlucktherapeuten, Ergo- und Physiotherapeuten, Osteopathen) die Bedeutung des Kiefergelenks, der Kieferstellung zueinander und der Kieferfunktion sowie die Rolle der Zunge im Gefüge nahezubringen und in funktioneller Verbindung mit dem gesamten Körpersystem darzustellen. Ein spezifischer Blick wird auf die Konsequenzen geworfen, die sich aus den unterschiedlichen Pathologien für den Schluckablauf ergeben.

Eine Kieferöffnung sowie ein -schluss muss bereits im Übergang von der präoralen zu den oralen Schluckphasen funktionieren. In der oralen Vorbereitungsphase hat die Kiefer- und Kaufunktion, ebenso wie die Funktion der Zunge, maßgebliche Anteile am Gelingen der Bolusvorbereitung und damit Einfluss auf alle weiteren Schluckphasen. Welche Bedeutungen haben Zahnerhalt, Zahnstatus, kieferorthopädische Veränderungen, das Alter, Tumorbehandlungen im Bereich von

Mund und Kiefer sowie Mehrfachbehinderung und Veränderungen der Wahrnehmung und Kognition in Bezug auf Kiefer- und Kaufunktionsstörungen?

In den vergangenen Jahren unserer Berufstätigkeit hat sich immer deutlicher gezeigt, wie hilfreich es ist, bereits in der Analyse der individuellen Funktionsveränderung des Patienten sehr „breit“ zu schauen und dabei unterschiedliche „Fachbrillen“ aufzusetzen. Was hat die jeweilige Symptomatik aus zahnärztlicher, kieferorthopädischer oder funktionell therapeutischer Sicht für eine Bedeutung, wie ist sie für den Patienten zu verstehen?

Wenn wir besser verstehen und Zusammenhänge erkennen können, besteht die Chance, gezielte therapeutische Maßnahmen, als Arzt oder als Therapeut anzubieten.

Dieses praxisbezogene Fachbuch bietet somit auch einen breiten Blick in die unterschiedlichen therapeutischen Maßnahmen, die zur Verfügung stehen, um gezielte Hilfen in der Behandlung verschiedener Kiefer- und Kaufunktionsstörungen anzubieten.

Es wird weder der Anspruch auf Vollständigkeit erhoben, noch wird das Ziel verfolgt, dass sich der Leser über das Buch alle therapeutischen Maßnahmen selber aneignen kann, um alleine „optimal“ zu behandeln. Vielmehr besteht der Wunsch darin, Kollegen aus anderen Fachbereichen in den Behandlungsprozess mit dem Patienten hinzuzuziehen und gemeinsam/parallel zu behandeln. Eine weitere Erfahrung aus vielen Jahren Arbeit mit Patienten ist, dass multiprofessionelle Therapien im „Parallelprozess“ hochwirksam sein können, weil die Symptomatik zugleich

aus verschiedenen Blickwinkeln behandelt wird, aber das gleiche Ziel im Fokus steht.

Wir freuen uns, dass es uns gelungen ist, engagierte Mitautoren zu finden, die ähnlich denken und ebenso wie wir Verfechter der multiprofessionellen Therapie sind. Ein herzliches Dankeschön allen, die dazu beigetragen haben, dass dieses

Fachbuch entstehen konnte und die Hürden, die sich zwischendurch aufgetan haben, kreativ zu überwinden!

**Ulrike Albrecht**  
**Manuela Motzko**  
**Melanie Weinert**  
Köln  
im Frühjahr 2019

# Inhaltsverzeichnis

---

1	<b>Einführung ins Thema – Kauen und die Evolution des Menschen</b> .....	1
	<i>Manuela Motzko</i>	
2	<b>Anatomie der Zähne</b> .....	5
	<i>Markus Spalek</i>	
3	<b>Kiefer und Kauen aus funktionell therapeutischer Sicht</b> .....	13
	<i>Ulrike Albrecht und Klaus Albrecht</i>	
4	<b>Pathologien und Funktionseinschränkungen</b> .....	51
	<i>Markus Spalek, Ulrike Albrecht, Klaus Albrecht, Manuela Motzko, Tobias Klur, Anna Greta Barbe und Melanie Weinert</i>	
5	<b>Therapeutische Interventionen</b> .....	95
	<i>Ulrike Albrecht, Klaus Albrecht, Melanie Weinert, Peter Nydahl, Anna Littwin, Manuela Motzko, Wiebke Wasilewski, Birgit Kumbrink und Markus Spalek</i>	
	<b>Serviceteil</b>	
	<b>Sachverzeichnis</b> .....	189

# Herausgeber- und Autorenverzeichnis

---

## Über die Herausgeber

---



### Manuela Motzko

Frau Motzko ist seit 1996 Logopädin und arbeitete zunächst einige Jahre Vollzeit an der Uniklinik Köln Klinik für HNO-Heilkunde und Phoniatrie, mit angeschlossenen Konsiliardienst an weiteren Kliniken der Universität zu Köln (Kinderklinik, Intensivstationen, etc.). Im Rahmen dieser Tätigkeit lernte sie Frau Weinert kennen und gründete mit ihr 2002 außerhalb und parallel zur Tätigkeit an der Uniklinik das Kölner Dysphagiezentrum. Dies versteht sich gleichermaßen als Fachinstitut für Menschen mit Schluckstörungen sowie Fort- und Weiterbildungsinstitut. Schwerpunkt ihrer Arbeit ist die Behandlung von Menschen mit Kau-, Schluck-, Sprech- und Stimmstörungen nach Kopf-Hals-Tumoren sowie funktionellen Stimmstörungen. Sie ist stellvertretende Vereinsvorsitzende des 2012 gegründeten Vereins für Menschen mit Schluckstörungen e. V. und unterstützt fachlich eine 2018 ins Leben gerufene Selbsthilfegruppe für Menschen mit Schluck- und Sprechproblemen nach Kopf-Hals-Tumoren.



### Melanie Weinert

Frau Weinert studierte an der Universität zu Köln Sonderschullehramt (Staatsexamen 1996), dann absolvierte sie ein weiteres Studium „Sprachheilpädagogik“ (Diplom 1998). Sie arbeitete zunächst einige Jahre in der Universitätsklinik Köln in der Klinik für Neurologie (mit Akut- und Intensivstation) sowie in der allgemeinen Neurologie und konsiliarisch in der Psychiatrie. Im klinischen, fachübergreifenden Arbeiten lernte sie Frau Motzko kennen und gründete mit ihr 2002 das Kölner Dysphagiezentrum (zunächst in Teilzeit, später in Vollzeit). Dies versteht sich gleichermaßen als Fachinstitut für Menschen mit Schluckstörungen sowie Fort- und Weiterbildungsinstitut. Schwerpunkt ihrer Arbeit ist die Behandlung von Erwachsenen, Kindern und Jugendlichen mit Kau-, Schluck- und Sprechstörungen neurologischer Genese, psychischen/psychosomatischen Ursprungs, sowie Wahrnehmungs- und Entwicklungsbehinderungen. 2004 schloss sie eine berufsbegleitende Ausbildung als psychoanalytisch-systemische Einzel-, Paar- und Familienberaterin ab und beendete 2008 ihre Promotion. 2012 gründete sie mit Frau Motzko, Ärzten, Juristen und anderen Fachleuten den „Verein für Menschen mit Schluckstörungen e. V.“



### Ulrike Albrecht

Frau Albrecht ist seit 1986 Physiotherapeutin. Während ihrer physiotherapeutischen Tätigkeit hat sie verschiedene Zusatzqualifikationen, u. a. in der Funktionellen Bewegungslehre, Manuellen Therapie, Med. Trainingslehre, Bobath, PNF und Psychomotorik erworben. Ab 1995 hat sie eine osteopathische Ausbildung an der IFAO und an der Gottfried Gutmann Akademie sowie an der DAOM absolviert. In 2005 hat sie ihr Studium zur Dipl.-Physiotherapeutin (FH) beendet und mit ihrer Diplomarbeit den Innovationspreis der BKK Hessen 2005 gewonnen. Heute arbeitet Frau

Albrecht zusammen mit ihrem Mann in eigener osteopathischer Praxis in Stuttgart. Sie unterrichtet an der Reutlinger Gesundheitsakademie, der ISBA-Internationale Studien- und Berufsakademie der Kolping Berufsfachschulen für Physiotherapie in Stuttgart und ist, zusammen mit Frau Jana Sobo (Logopädin) und ihrem Mann Klaus Albrecht, Mitbegründerin von OsLo-Osteopathie und Logopädie, einem interdisziplinären Therapieansatz für Menschen mit Stimm-, Schluck- und myofunktionellen Problemen.

## Autorenverzeichnis

---

### **Klaus Albrecht**

Stuttgart, Deutschland

### **Ulrike Albrecht**

Stuttgart, Deutschland

### **Dr. Dr. Anna Greta Barbe**

Uniklinik Köln,  
Köln, Deutschland

### **Dr. med. dent. Tobias Klur**

Uniklinik Köln,  
Köln, Deutschland

### **Birgit Kumbrink**

Dortmund, Deutschland

### **Anna Littwin**

Quedlinburg, Deutschland

### **Manuela Motzko**

Kölner Dysphagiezentrum- Reha & Wissen,  
Köln, Deutschland

### **Dr. hum. biol. Peter Nydahl**

Pflegeforschung Universitätsklinikum  
Schleswig-Holstein Campus Kiel,  
Kiel, Deutschland

### **Dr. med. dent. Markus Spalek**

Reutlingen, Deutschland

### **Wiebke Wasilewski**

Witten, Deutschland

### **Dr. rer. medic. Melanie Weinert**

Kölner Dysphagiezentrum- Reha & Wissen,  
Köln, Deutschland



# Einführung ins Thema – Kauen und die Evolution des Menschen

*Manuela Motzko*

Literatur – 3

Kauen ist in der Natur nicht selbstverständlich. Nicht jedes Lebewesen kaut seine Nahrung. Einige schlängen ihre Beute im Ganzen herunter, wie zum Beispiel einige Schlangenarten, Reptilien oder Fische. Bei ihnen erledigt der Magen-Darm-Trakt alles weitere, um an die für den Körper lebenswichtigen Nährstoffe zu gelangen. Wiederum andere reißen mit ihren starken Zähnen oder Schnäbeln Teile ihrer Beute ab und schlucken sie gestückelt herunter. Wiederkäuer kauen sogar zweimal oder noch häufiger, da ihr Speiseplan besonders hartnäckige zellulosefaserige Bestandteile enthält, die durch das Kauen/Mahlen mit den Zähnen erst richtig aufgeweicht werden können.

Das Kauen – auch Mastikation genannt – dient dazu, die Nahrung so zu präparieren, dass im weiteren der Verdauungsapparat alle wichtigen Nährstoffe einfacher herausfiltern kann. Wir sprechen im sprichwörtlichen Sinne auch davon, dass „gut gekaut halb verdaut“ ist:

#### ➤ Die Verdauungsarbeit beginnt bereits im Mund!

Während des Kauvorganges, der ein wichtiger Bestandteil der oralen Vorbereitungsphase des Schluckvorganges ist, werden die festen Speisen zerkleinert/zermahlen und mit Speichel vermengt.

#### Exkurs: Speichel und Speicheldrüsen

Es gibt drei große Speicheldrüsen: (1. Glandula parotis, 2. Glandula submandibularis, 3. Glandula sublingualis), die anatomisch gesehen an strategisch wichtigen Bereichen angesiedelt sind: direkt neben den Kiefergelenken (1), nahe des Hyoids (2) und direkt unter der Zunge im Mundboden (3). Durch Kau- und Zungenbewegungen werden die Speicheldrüsen aktiviert und sondern ihr Sekret über kleine Ausführungsgänge in die Mundhöhle ab. In der Mundhöhle sind weitere kleine Speicheldrüsen verteilt, die die Arbeit der großen Drüsen unterstützen und unterschiedliche Mundbereiche befeuchten (Gühring und Barth 2014). Weitere Aspekte zum Speichel und dessen Funktion werden in ► Abschn. 4.6.2 erläutert.

Die menschenähnlichen affenartigen Vorfahren des heutigen Menschen haben immer schon gekaut. Die Analyse von Schädeln kann Aufschluss über den damals angesagten Speiseplan geben. So gibt die Anatomie des Schädeldachs (hier besonders das Vorhandensein eines knöchernen Scheitelkamms, an dem die extrem ausgeprägte seitliche Kaumuskelatur ansetzte) und des breit ausladenden Jochbeins ebenso Auskunft über die Kautätigkeit wie die Größe der Backenzähne und die Struktur des übrigen Gebisses (Schneide- und Eckzähne). Wahrscheinlich ernährten sich unsere Vorfahren zunächst von Pflanzen, Nüssen und Schalenfrüchten, was die ausgeprägten Mahlzähne beweisen. Einige Linien unserer Vorfahren zeigten einen weniger ausgeprägten frontalen Gesichtsschädel und das Fehlen eines Scheitelkamms, aber dafür größere Schneidezähne und kleinere Backenzähne. Hier liegt der Verdacht nahe, dass diese Spezies sich von weicherer Nahrung und auch Fleisch (Aas oder auch selbst gejagtes Fleisch) ernährten. Interessant ist die These, dass erst der Verzehr von Fleisch als tierischer Eiweißlieferant dazu geführt hat, dass sich „unser“ menschliches Gehirn zu dem hochleistungsfähigen „Computer“ entwickeln konnte, was es heutzutage ist (► [www.evolution-mensch.de](http://www.evolution-mensch.de)).

Somit könnte man sagen, dass Kauen, Speiseplan und Hirnentwicklung maßgeblich in unserer evolutionären Entwicklung zum Homo sapiens miteinander verquickt waren, gekoppelt mit der Entdeckung des Feuers und der damit verbundenen Möglichkeit, Speisen und vor allem Fleisch noch einfacher zuzubereiten, bekömmlicher und auch haltbarer zu machen.

Auch die Entwicklung des Sprechens bzw. der stimmhaften Kommunikation scheint mit der Kaufunktion verbunden. Rotatorische Bewegungen des Unterkiefers und der Zunge beim Kauen könnten zusammen mit der einsetzenden Stimmproduktionsmöglichkeit aufgrund eines tiefer gelegenen Hyoids und Kehlkopfes einer aufrecht laufenden Spezies dazu geführt haben, dass unsere Vorfahren auch komplexere Laute produzieren konnten. In Koppelung mit der Ausprägung eines immer leistungsfähigeren Großhirns konnten einfache Laute immer weiter ausdifferenziert

und reproduziert werden – Sprechen und Sprache entstand vielleicht nur „weil unsere Vorfahren zusammen am Feuer gesessen, das Mammut geteilt und dabei mit vollem Mund genussvoll und lautstark gekaut haben!“

Es kursieren verschiedenste Theorien zum Sprachursprung – keine wird man definitiv beweisen können, eines ist jedoch klar, ohne die Entwicklung von sozialen Gefügen sowie von anatomischen und kognitiven Voraussetzungen wäre der Mensch nicht so weit gekommen.

## Literatur

---

Gühring W, Barth J (2014) Anatomie – Grundwissen für Zahntechniker, 6. korrigierte Auflage. Verlag Neuer Merkur, Planegg, S 104–108.

### Weiterführende Literatur

► [www.evolution-mensch.de](http://www.evolution-mensch.de)



# Anatomie der Zähne

*Markus Spalek*

- 2.1 Zahnschemata – 6**
- 2.1.1 Funktionelle Zahngruppen – 6
- 2.1.2 Bezeichnung der Zahnanteile und -flächen – 8
- 2.1.3 Aufbau der Zähne – 9
- 2.1.4 Zahnschmelz – 9
- 2.1.5 Zahnbein (Dentin) – 10
- 2.1.6 Zahnmark (Pulpa) – 10
- 2.1.7 Pellikel – 10
- 2.1.8 Zahnhalteapparat (Parodont) – 11
- 2.1.9 Funktionelle Einheit Zahn – 11
  
- Literatur – 12**

Eine gemeinsame Sprache hilft, sich mit Fachkollegen auszutauschen. Die Kenntnis über spezifische Fachbegriffe ermöglicht es aber auch dem Fachfremden, sich in ein Fachsimplen und in Gespräche einzuschalten und zu verstehen. Das folgende Kapitel erläutert dem Leser die wichtigsten zahnmedizinischen Begriffe und hilft dabei, eine Basis für die Kommunikation mit der zahnmedizinischen Zunft aufzubauen oder zu erweitern.

## 2.1 Zahnschemata

Es gibt international unterschiedliche Zahnschemata. Im Folgenden wird das in Deutschland gebräuchliche Zahnschema der „Fédération Dentaire Internationale“ dargestellt.

- **Die Definition von links und rechts: Die Bezeichnung von Links und Rechts erfolgt immer aus Sicht des Patienten (Abb. 2.1). Betrachtet man den Patienten und die Zähne von vorne, ist daher ein Umdenken erforderlich!**

Der Mund wird von Zahnärzten zur Definition der Zähne in vier Quadranten (Viertel) eingeteilt (Abb. 2.2):

- **Die Zählung der bleibenden Zähne beginnt rechts oben mit dem 1. Quadranten. Die Bezeichnung der weiteren Quadranten erfolgt von vorne gesehen im Uhrzeigersinn, bei den bleibenden Zähnen bis zum 4. Quadranten.**

Die Bezeichnung von Milchzähnen (Abb. 2.3) erfolgt (im Gegensatz zu den adulten Zähnen, Abb. 2.4) durch ein Weiterzählen der Quadranten. Der obere rechte Quadrant im Milchgebiss



Abb. 2.1 Rechts und links werden immer aus der Sicht des Patienten benannt



Abb. 2.2 Die Bezeichnung der Quadranten im adulten Gebiss. Rechts oben der erste Quadrant und dann folgend im Uhrzeigersinn die Quadranten 2 bis 4

hat daher die Nummer 5, der untere rechte die Nummer 8.

Die einzelnen Zähne werden, beginnend mit dem mittleren Schneidezahn, von vorne bis hinten durchnummeriert. Der mittlere Schneidezahn wird mit der „Eins“ bezeichnet, der Weisheitszahn mit „Acht“.

### Beispiel

Der mittlere, obere Schneidezahn der rechten Seite des Patienten hat die Bezeichnung 11. Gesprochen wird die Bezeichnung in einzelnen Zahlen, in diesem Beispiel „eins-eins“. Der untere linke Milch-Eckzahn hat die Bezeichnung „73“, gesprochen „sieben drei“.

### 2.1.1 Funktionelle Zahngruppen

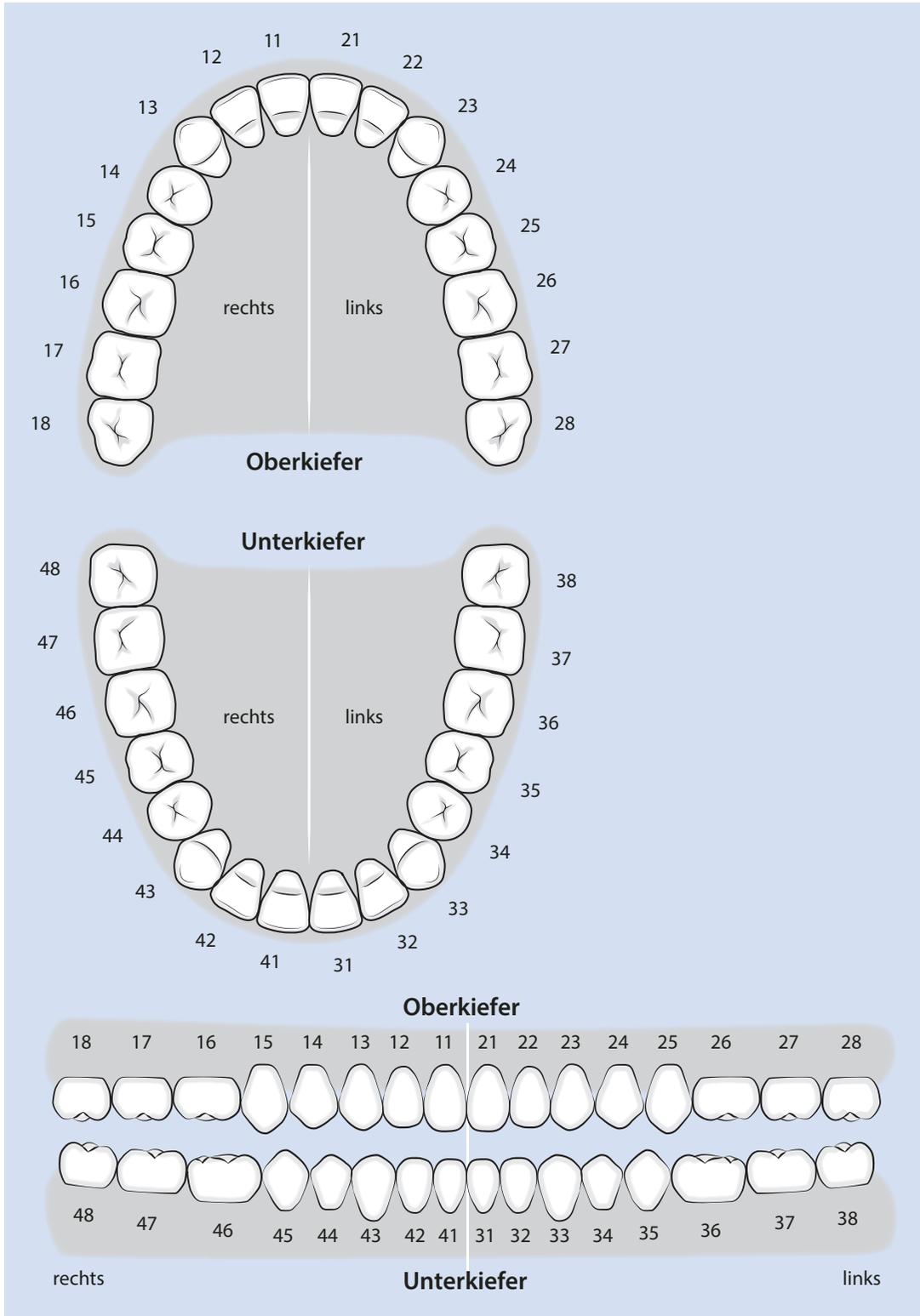
Das menschliche Gebiss ist in unterschiedliche funktionale Zahngruppen eingeteilt (Abb. 2.5).

Die **Schneidezähne** des Ober- und Unterkiefers dienen dem Abtrennen von Nahrung. Sie sind funktional im Kau- und Schluckvorgang für die Orientierung des Unterkiefers nach vorne verantwortlich.

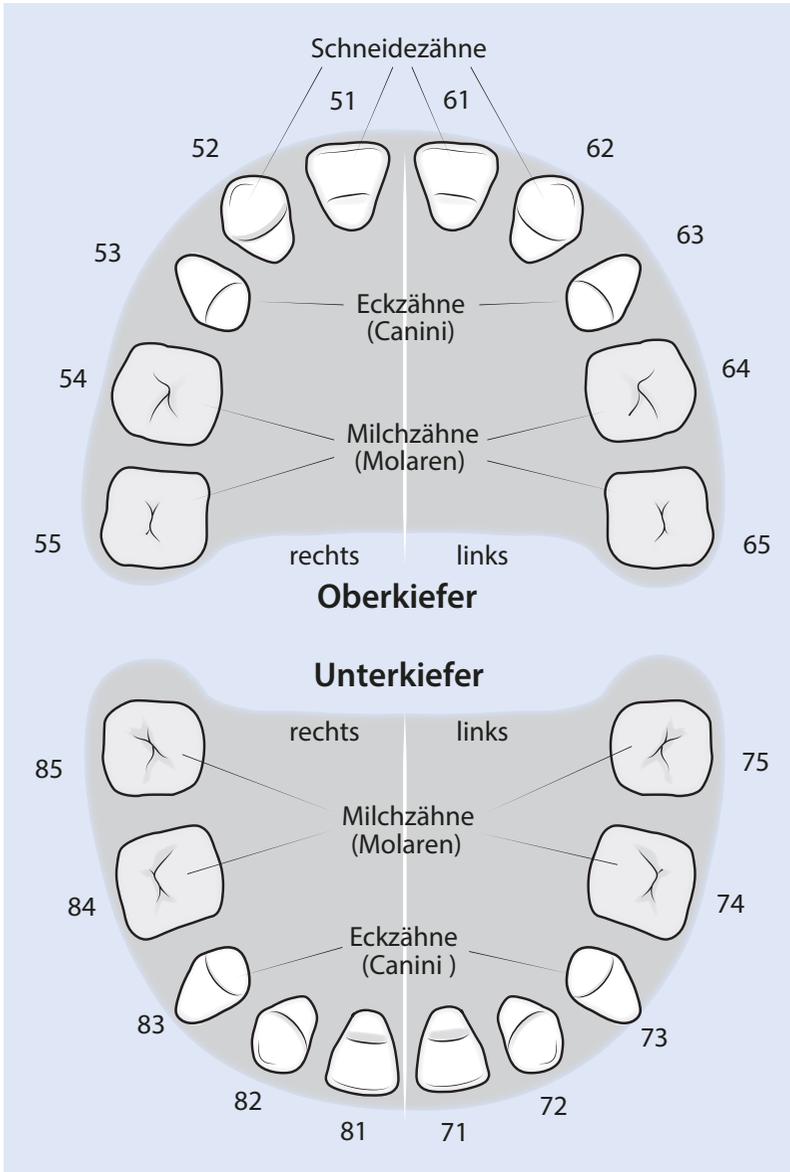
Die **Eckzähne** sind funktional für die seitliche Orientierung des Kauvorganges verantwortlich. Aufgrund der Länge im Verhältnis zu den Schneidezähnen sind sie keine „Reißzähne“.

- **Die Eckzähne und die Schneidezähne sind das Navigationssystem des Unterkiefers und steuern maßgeblich das Bewegungsmuster der Kaumuskelatur.**

Die kleinen Backenzähne (**Prämolaren**) dienen der „Vor-Zerkleinerung“ der Nahrung. Sie übernehmen zusammen etwa 10 % der Kauleistung.



■ **Abb. 2.3** Bezeichnung der Milchzähne nach dem Zahnschema der „Fédération Dentaire Internationale“



■ **Abb. 2.4** Bezeichnung der bleibenden Zähne nach dem Zahnschema der „Fédération Dentaire Internationale“

Die großen Backenzähne (**Molaren**) verrichten die Hauptarbeit beim Kauen, bevor die zerkleinerte Nahrung geschluckt wird. Der erste Molar (Zahn Nr. 6) übernimmt etwa 80 % der Kauleistung und bildet daher das Hauptzentrum des Kauens. Der zweite Molar (Zahn Nr. 7) ist mit etwa 10 % an der Kauleistung beteiligt.

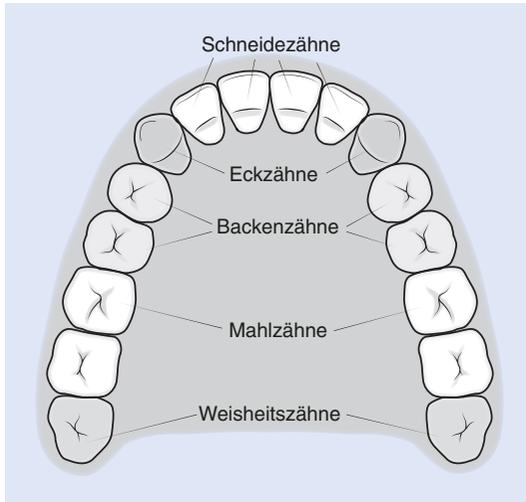
Die **Weisheitszähne** sind entwicklungs- geschichtlich in der Rückbildung begriffen. Sie sind die am häufigsten nicht angelegten Zähne mit der größten Variabilität in ihrer Lage und Form. Sie sind für die Kauleistung nicht relevant.

### 2.1.2 Bezeichnung der Zahnanteile und -flächen

Die in der Zahnmedizin gebräuchlichen Richtungs- bezeichnungen (■ **Abb. 2.6**) unterscheiden sich teil- weise von den in der Medizin verwendeten.

So sprechen Zahnärzte von „**mesial**“, wenn eine Zahnfläche in Richtung der Mitte des Zahn- bogens zeigt, was auch die nach vorne zeigenden Flächen der Backenzähne betrifft.

„**Distal**“ bezeichnet die Zahnflächen, die von der Mitte des Zahnbogens weg zeigt.



■ Abb. 2.5 Die funktionellen Zahngruppen

Die einander zugewandten Flächen zweier Zähne werden „**Approximalfächen**“ genannt, der zwischen zwei Zähnen liegende Raum „**Approximalraum**“.

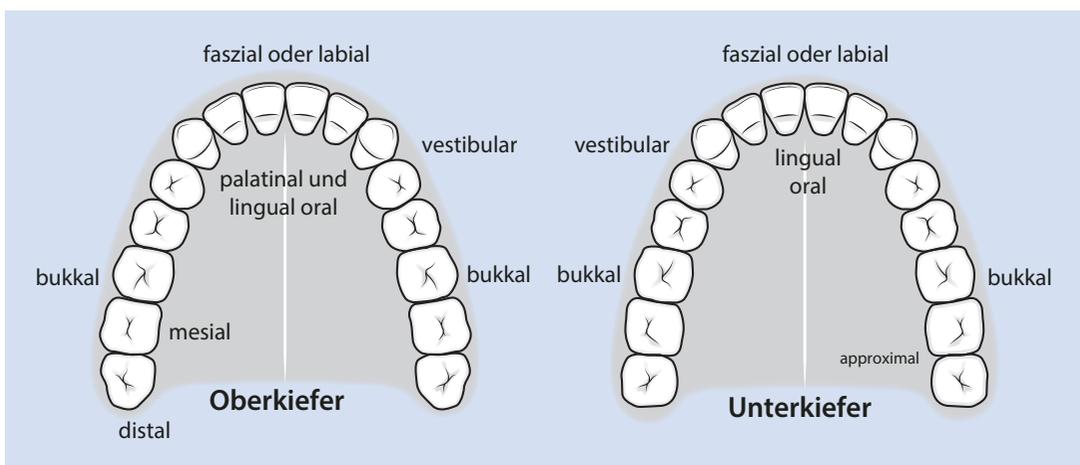
Die Kauebene wird als „**Okklusionsebene**“ bezeichnet, die Berührung der Zähne von Ober- und Unterkiefer beim Zubeißen als „statische Okklusion“, die Bewegung der Kiefer gegeneinander wird (neuer) als „dynamische Okklusion“ oder (älter) als „Artikulation“ bezeichnet.

### 2.1.3 Aufbau der Zähne

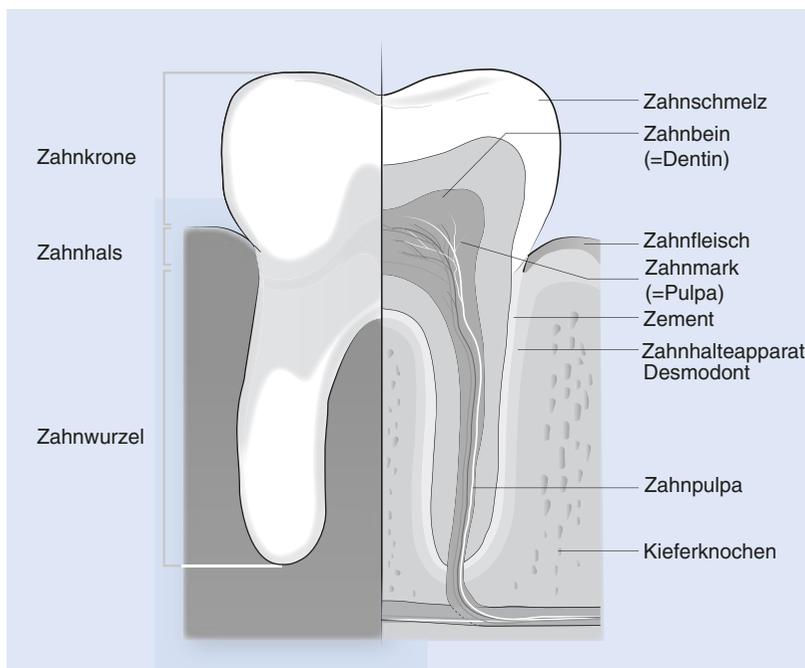
Die Zähne bestehen aus dem in die Mundhöhle ragenden Teil, der Zahnkrone, und dem unteren, im gesunden Gebiss mit dem Knochen verbundenen Teil, der Zahnwurzel. Der Übergang von Krone zu Wurzel wird als Zahnhals bezeichnet (■ Abb. 2.7). Das Dentin bildet den größten Volumenanteil der Zähne. Es ist der Kern der Zahnkronen und der Zahnwurzeln. Während die Zahnkronen mit Schmelz überzogen in den Mund ragen und den sichtbaren Teil der Zähne ausmachen, reichen die Zahnwurzeln in die Knochenfächer (Alveolen) der Kiefer und sind über das Parodont mit dem Knochen verbunden.

### 2.1.4 Zahnschmelz

Der Zahnschmelz ist die härteste von lebenden Organismen gebildete Substanz. Er besteht aus einzelnen Schmelzprismen, die durch eine Matrix aus organischer Substanz miteinander verbunden sind. Die Ausrichtung der Schmelzprismen läuft von der Zahnoberfläche gerade in Richtung Dentin. Durch den kombinierten Aufbau von organischer Matrix und anorganischen Kristallen wird eine außergewöhnliche Kombination von Härte und Elastizität erreicht. Die



■ Abb. 2.6 Bezeichnung der Zahnflächen



■ **Abb. 2.7** Der Aufbau eines Zahnes

einzelnen Prismen sind wie Stempel gegeneinander leicht beweglich.

Die Backenzähne, Molare wie Prämolare, besitzen auf der Kaufläche fein zulaufende Vertiefungen. Diese werden als Fissuren bezeichnet.

### 2.1.5 Zahnbein (Dentin)

Das Dentin bildet die innere, harte Zahnschicht. Es besitzt weit größere, organische Anteile als der Zahnschmelz und ist dadurch deutlich elastischer als dieser. Das Dentin bildet den stabilisierenden Unterbau des Zahnschmelzes. Es ist mit feinen Kanälchen, den Dentintubuli, durchzogen. Diese sind mit feinsten Ausläufern des Zahnnerven, der Pulpa, gefüllt. Die Schmelzprismen stoßen direkt an die hoch sensiblen Dentintubuli. Damit ist es dem inneren Sensoriksystem der Zähne möglich, eine extrem genaue Tastempfindung zu entwickeln. Druck auf die einzelnen Schmelzprismen wird direkt an durch die Dentintubuli von der Pulpa wahrgenommen. Die Dentintubuli ermöglichen es der Pulpa (s. u.),

Druck und Spannungen in der Zahnschicht genau zu messen.

### 2.1.6 Zahnmark (Pulpa)

Der außen sehr starr wirkende Zahn besitzt ein äußerst lebendiges Innenleben. In den Wurzelkanälen befindet sich der Zahnnerv, aufgrund der unterschiedlichen Gewebeanteile richtiger als Zahnmark bezeichnet. Das Zahnmark ist der innerste Teil des Zahnes. Der Fachbegriff dafür lautet "Pulpa" (von lat. Fleisch). Die Pulpa besteht aus Bindegewebe, Blutgefäßen, Nervenzellen und Lymphgefäßen. Neben der Versorgung des Zahninneren mit Blut und damit mit Nährstoffen, ist die Pulpa das innere Tastorgan der Zähne.

### 2.1.7 Pellikel

Diese äußerste, sehr dünne Schicht des Zahnes ist die wohl unbekannteste. Die primäre und sekundäre Pellikel, die die sich während der

Zahnentwicklung bildende Zahnkrone überziehen, werden nach dem Zahndurchbruch durch die tertiäre Pellikel ersetzt. Diese besteht aus organischem, nicht mineralisiertem Material (Proteine aus dem Speichel, die sich auflagern). Sie ist farblos, hat eine Dicke von etwa 0,5 bis 1  $\mu\text{m}$ , haftet stark an der Oberfläche des Zahnschmelzes und hat eine wichtige Schutzfunktion. An den mechanisch stark belasteten Stellen (z. B. Kauflächen) reibt sich die Pellikel ab. Durch Zähneputzen wird die Pellikel nicht entfernt. Nach einer Verletzung bildet sich diese Schicht schnell wieder neu.

### 2.1.8 Zahnhalteapparat (Parodont)

Die Zahnwurzel ist mit Zahnzement, auch Wurzelzement genannt, überzogen. Dieser stellt die Verbindung zwischen Dentin und den Sharpeyschen Fasern her. Die Sharpeyschen Fasern bilden in ihrer Gesamtheit die Wurzelhaut, die sichtbar wird, wenn ein Zahn gezogen wird. 1  $\text{mm}^2$  des Parodonts enthält ca. 28.000 Faserbündel (Rateitschak, Parodontologie). Ein gesund im Knochen verankerter Zahn wird durch diese Fasern, die kurzen Sehnen vergleichbar sind, im Alveolarknochen verankert.

Die Zähne stecken nicht verkeilt im Knochen. Knochen ist auf Druck nicht belastbar und baut sich unter Druck ab. Durch die über das Parodont wirkende Verankerungsart wird der Knochen trotz des hohen, beim Kauen auftretenden Druckes auf die Zähne, auf Zug belastet. Die Zähne sind vergleichbar mit einer Hängematte im Alveolarknochen aufgehängt. Beim Kauen lässt diese Art der Verankerung eine Beweglichkeit der Zähne im Kieferknochen von etwa 20  $\mu\text{m}$  zu.

### 2.1.9 Funktionelle Einheit Zahn

Die Betrachtung des funktionellen Zusammenspiels der Bestandteile eines Zahnes ist äußerst interessant. Wie alles in der Natur, hat jedes Detail seinen Sinn. Der Zahnschmelz gibt der Oberfläche die extreme Härte, die im physiologischen Kauen eine über Jahrzehnte nahezu verschleißfreie Funktion ermöglicht. Unterstützt wird der Zahnschmelz vom Dentin, das dem

System trotz der oberflächlichen Härte ein hohes Maß an Elastizität verleiht.

These des Autors: Die Druckempfindung (Propriozeption) der Zähne beginnt mit der minimalen Verschieblichkeit der Schmelzprismen in axialer Richtung. Diese minimalen Bewegungen werden von den in den Dentintubuli laufenden Ausläufern der Pulpa registriert und als Reiz weitergeleitet. Schematisch lässt sich die Drucksensorik des Zahnschmelzes mit den in den 1990er Jahren häufig zu findenden Nagelbrettern vergleichen: Ein Druck auf die Nägel wird von der darunter liegenden Hand sehr gut wahrgenommen.

Dieser Aufbau ermöglicht eine unglaublich feine Sensorik. Die Zähne haben, nach Erfahrung des Autors, ein Tastempfinden von unter 8  $\mu\text{m}$ . Patienten, die eine funktionierende Sensorik besitzen, können Unterschiede auf der Kaufläche wahrnehmen, die mit einer 8  $\mu\text{m}$  dünnen Folie nicht mehr unterschieden werden können. Auch ist es der Sensorik der Zähne möglich, flächige von punktförmigen Zahnkontakten zu unterscheiden. Voraussetzung dafür ist eine geringe Anzahl von Kontakten auf den Zähnen. Zu viele Kontakte können nur als flächiger Kontakt wahrgenommen werden. Selbst der Auftreffwinkel des Gegenzahnes wird registriert. Diese Feinheit der Sensibilität ist nicht rein mit der aus dem Parodont stammenden Sensorik zu erklären. Erst die These der Druckempfindung über einzelne Schmelzprismen lässt diese sensorische Leistung möglich erscheinen.

Nachdem die Zähne bereits kurz vor einer direkten Berührung schon „ahnen“, dass gleich ein Kontakt zum Gegenzahn entsteht, wird diskutiert, welche sensorischen Fähigkeiten dieses ermöglichen. Denkbar ist eine leichte Druckerhöhung in der den Zahn benetzenden Speichelschicht, die den Druck über das Pellikel und die darunter liegenden Schmelzprismen zu den Ausläufern der Pulpa im Dentin weiterleitet und dort registriert werden.

Die Summe der extrem sensiblen Nervenfasern, die erst die exakte Steuerung der Muskulatur ermöglichen, führt dem Gehirn ihre Informationen aus den Zähnen durch die Pulpa und das Parodont zu. Aus der Anzahl der Zähne, den großen Oberflächen der Alveolen und der Pulpa, der Propriozeptivität der Kaumuskulatur

und der Kiefergelenke werden gewaltige Datenmengen zum Gehirn weitergeleitet. Die Verrechnung der Summe aus all diesen afferenten Informationen bestimmt das Bewegungsmuster des Unterkiefers, das wiederum unmittelbar mit der Kopfhaltung verknüpft ist.

## Weiterführende Literatur

---

- Barth J (1992) Anatomie: spezielle Biologie des Kausystems. Verlag Neuer Merkur, Planegg, ISBN 3-921280-84-2, S 314
- Fanghänel J, Pera F, Anderhuber F (2009) Waldeyer – Anatomie des Menschen. D Gruyter, Berlin, ISBN 978-3-11-091119-0, S 289