

**Skriptum  
zum  
Erlernen der  
Anatomisch-prothetischen Grundlagen**

**(basierend auf dem Curriculum Prothetik der  
Abteilung Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik  
des Universitätsklinikums Freiburg i. Br.)**

**von D. Emmerich  
Freiburg i. Br.  
1996**

**Herausgeber: Fachschaft Zahnmedizin**

## **Inhaltsverzeichnis**

Vorwort

Inhaltsverzeichnis

1. Terminologie

1.1. Allgemeine Terminologie

1.2. Spezielle Terminologie

2. Quadranteneinteilung

3. Anzahl der Zähne

3.1. Milchgebiß

3.2. Bleibendes Gebiß

4. Zahnschemata

4.1. Gemeinsamkeiten

4.2. Zahnschema nach Zsigmondy und Palmer

4.3. Zahnschema nach Haderup

4.4. Amerikanisches Zahnschema

4.5. Internationales Zahnschema der FDI

5. Zahnmerkmale

5.1. Klassische Zahnmerkmale nach Mühlreiter

5.1. Weitere Zahnmerkmale

6. Phylognese der Zähne

6.1. Allgemeines

6.2. Fische

6.3. Amphibien

6.4. Reptilien

6.5. Säugetiere

6.6. Vögel

7. Odontogenese

7.1. Allgemeines

7.2. Zuwachszähne

7.3. Ersatzzähne

7.4. Bildung der Zahnwurzel

7.5. Induktionvorgänge der Zahnentwicklung

7.6. Zellen und Gewebe des Zahnkeims und ihre Produkte

8. Zahndurchbruch

8.1. Allgemeines

8.2. Schmelzoberhäutchen

8.3. Milchzähne

8.4. Bleibende Zähne

8.5. Charakteristika der Milchzähne

## 9. Aufbau der Zähne

### 9.1. Pulpa

#### 9.1.1 Entwicklung

#### 9.1.2. Allgemeines

#### 9.1.3. Gliederung

#### 9.1.4. Funktionen

### 9.2. Dentin

#### 9.2.1. Dentinogenese

#### 9.2.2. Allgemeines

#### 9.2.3. Gliederung

#### 9.2.4. Dentinarten

#### 9.2.5. hypomineralisierte Dentinbereiche

### 9.3. Schmelz

#### 9.3.1. Amelogenesis

#### 9.3.2. Allgemeines

#### 9.3.3. Hypomineralisierte Bereiche

#### 9.3.4. Weitere Strukturmerkmale

### 9.4. Zahnhalteapparat

#### 9.4.1. Allgemeines

#### 9.4.2. Wurzelzement

##### 9.4.2.1. Allgemeines

##### 9.4.2.2. Morphologie der Schmelz-Zement-Grenze

##### 9.4.2.3. Zementarten

#### 9.4.3. Desmodont

##### 9.4.3.1. Entstehung

##### 9.4.3.2. Allgemeines

##### 9.4.3.3. Bestandteile des Periodontalspaltes

#### 9.4.4. Gingivale Faserbündel

#### 9.4.5. Saumepithel

#### 9.4.6. Alveolarknochen

##### 9.4.6.1. Entstehung

##### 9.4.6.2. Aufbau

##### 9.4.6.3. Weiteres

## 10. Makroskopische Anatomie

### 10.1. Perioralregion

### 10.2. Mundhöhle

#### 10.2.1. Fakts

#### 10.2.2. Begrenzung

#### 10.2.3. Funktionen

#### 10.2.4. Intraorale Strukturen

##### 10.2.4.1. Mundvorhof

##### 10.2.4.2. Eigentliche Mundhöhle

## 11. Morphologie der bleibenden Zähne

### 11.1. Anzahl der Wurzeln, Wurzelkanäle und Höcker

### 11.2. Allgemeines zur Zahnmorphologie

#### 11.2.1. Zu den allgemeinen Zahnmerkmalen

#### 11.2.2. Allgemeines zu den OK-Zähnen

#### 11.2.3. Allgemeines zu den UK-Zähnen

### 11.3. Frontzähne

### 11.4. Seitenzähne

## 12. Gebiß als Ganzes

### 12.1. Zahnbogen und Bezugsebenen - Definitionen

- 12.2. Okklusion der Zahnreihen
- 12.3. Zahn-zu-Zahn-Beziehungen
- 12.4. Statische Okklusionskonzepte
- 12.5. Dynamische Okklusionskonzepte

### 13. Anatomie des Stomatognathen Systems

- 13.1. Allgemeines
- 13.2. Unterkiefer
  - 13.2.1. Fakts
  - 13.2.2. Folgende Strukturen sollten bekannt sein
- 13.3. Kaumuskulatur
- 13.4. Zungenbeinmuskulatur
- 13.5. Kiefergelenk
  - 13.5.1. Beteiligte Strukturen
  - 13.5.2. Skelettale Anteile
  - 13.5.3. Discus artikularis
  - 13.5.4. Bänder
  - 13.5.5. Gelenkkapsel und Gelenkschmiere
  - 13.5.6. Besonderheiten des Kiefergelenks

### 14. Kieferbewegungen

- 14.1. Hauptbewegungen
- 14.2. Hauptbewegungen und Kaumuskulatur
- 14.3. Darstellung von Grenzbewegungen
- 14.4. Wichtige Winkel im stomatognathen System

### 15. Artikulatoren

- 15.1. Definition
- 15.2. Einteilung der Artikulatoren

### Literaturverzeichnis

## Einleitung

Dieses Skript orientiert sich hauptsächlich an dem Standardwerk der prothetischen Freiburger Schule „**Curriculum Prothetik**“ von Prof. Dr. J. R. Strub et al.. Zum besseren Verständnis dieses stark strukturierten Skriptes empfiehlt es sich unbedingt das „Curriculum Prothetik“ vorher durchzulesen. Da dieses Skript ohne Bebilderung ist, werden mit freundlicher Genehmigung von Prof. J. R. Strub Bildhinweise auf das Curriculum Prothetik gegeben (**s. C. Abb. X = siehe Curriculum Prothetik Abbildung X**). Inhalte des Curriculums sind in normaler Schriftgröße geschrieben und stellen absolutes Basiswissen dar; **Kleingedrucktes** sind über das Curriculum hinausreichende Lerninhalte, die sich der geneigte Leser zu Gemüte führen kann.

Das Kleingedruckte beinhaltet bedeutsame Inhalte v.a. aus „Repititorium Phantomkurs der Zahnerhaltung“ (nach der Vorlesung von Prof. Dr. Schaller) von Ralf Brückner, „Die Prinzipien der Okklusion“ von Ulrich Lotzmann, „Einführung in die Zahnerhaltung“ (Hellwig, Klimek, Attin) und „Orale Strukturbiologie“ (Schroeder). Weitere Literaturangaben sind am Ende des Skripts aufgelistet. Das Kleingedruckte ist mit Hinweisen auf die entsprechenden Quellen/Bücher versehen (kleingedruckte hochgesetzte Ziffern). Steht die Ziffer hinter einer Überschrift, stammt der nachfolgende Abschnitt aus dem jeweiligen Buch; eine Ziffer hinter einer isolierten Aussage weist nur diese einzelne Aussage bzw. diesen einzelnen Stichpunkt der Literaturangabe zu. Dies soll ein gezieltes Nachlesen dieser Inhalte ermöglichen.

Zum Erlernen der **makroskopischen Anatomie** eignet sich die Zuhilfenahme eines Atlases, z.B. Sobotta Band I. Folgende Abbildungen aus diesem Band decken sich inhaltlich grob mit den Lerninhalten der zahnärztlichen Propädeutik: Unterkiefer, Kiefergelenk, Kaumuskulatur und mimische Muskulatur - Abb. 117-132, Mundhöhle, Zähne, N. trigeminus, Gaumen, Zunge, Speicheldrüsen und Zungenbeinmuskulatur Abb. 160-182, 184-187, 196, 197, 200, 203-206, 252 und 253.

# 1. Terminologie

## 1.1 Allgemeine Terminologie

### Hauptebenen des Körpers

Medianebene	teilt den Körper in eine linke und rechte Körperhälfte
Sagittalebene	parallel zur Medianebene
Frontalebene	parallel zur Stirn verlaufende Ebene
Transversalebene	auch Horizontalebene

### Hauptachsen des Körpers

Vertikalachse  
 Saggitalachse  
 Transversalachse  
 (verlaufen in den jeweiligen Ebenen)

### Richtungsbezeichnungen des Körpers

median	in der Mitte (gelegen)
medial	zur Mitte hin (gelegen)
lateral	zur Seite hin
ventral	zum Bauch hin
dorsal	zum Rücken hin
kranial	zum Kopf hin
kaudal	zum Schwanz/Steiß hin bzw. gehörig
anterior	vorderer
posterior	hinterer

## 1.2. Spezielle Terminologie

### Der Zahn (Dens)

Facies occlusalis	Kaufläche der Seitenzähne
Margo incisalis	Schneidekante der Frontzähne
Corona dentis	die Zahnkrone
Cervix dentis	der Zahnhals; entspricht der Schmelz-Zement-Grenze
Radix dentis	die Zahnwurzel
Apex radialis dentis	die Wurzelspitze des Zahnes

### Zahnbezogene Richtungsbezeichnungen

koronal	zur Zahnkrone hin
kervikal	zum Zahnhals hin
apikal	zur Wurzelspitze hin
okklusal	zur Kaufläche hin
inzisal	zur Schneidekante hin
approximal	zum Nachbarzahn hin
mesial	zur Zahnbogenmitte (= Kontaktpunkt der mittleren Schneidezähne) hin
distal	von der Zahnbogenmitte weg

### Richtungsbezeichnungen der Mundhöhle

oral	zur Mundhöhle gehörig; zur eigentlichen Mundhöhle hin
vestibulär	zum Mundvorhof hin
labial	zur Lippe hin
bukkal	zur Wange hin
lingual	zur Zunge hin (gilt für Unterkiefer (=UK) und Oberkiefer (=OK))
palatinal	zum Gaumen hin (gilt nur für Oberkiefer)

Eigene Notizen:

---



---



---



---



---



---

## 2. Quatranteneinteilung

OK	(I.Quatrant)		8 7 6 5 4 3 2 1		1 2 3 4 5 6 7 8		(II. Quadrant)
		R				L	
UK	(IV.Quadrant)		8 7 6 5 4 3 2 1		1 2 3 4 5 6 7 8		(III. Quadrant)

## 3. Anzahl der Zähne

### 3.1. Milchgebiß (Dentes decidui)

2 Dentes incisivi	Schneidezähne (Frontzähne)
1 Dens caninus	Eckzahn (Frontzahn)
2 Dentes molares	Backenzähne (Seitenzähne)

-----  
 5 Zähne pro Quadrant → 20 Zähne insgesamt

### 3.2. Bleibendes Gebiß

2 Dentes incisivi	Schneidezähne
1 Dens caninus	Eckzahn
2 Dentes prämolares	Vorderbackenzähne (Seitenzähne)
3 Dentes molares	Backenzähne

-----  
 8 Zähne pro Quadrant → 32 Zähne insgesamt

Eigene Notizen:

---



---



---



---



---



---

## 4. Zahnschemata

### 4.1. Gemeinsamkeiten

- Einteilung der Gebisses in vier Quadranten mittels eines Achsenkreuzes
- Die rechte Seite der Zahnschemata entspricht der linken Kieferhälfte des gegenüber dem Behandler-sitzenden Patienten.
- gleiche Reihenfolge der Quadranteneinteilung: beginnend im OK rechts, im Uhrzeigersinn verlaufend
- gesonderte Kennzeichnung der Milchzähne

### 4.2. Zahnschema nach Zsigmondy (1861) und Palmer (1870)

- Quadrantenkennzeichnung durch **Winkelzeichen**
- Zahnkennzeichnung von mesial nach distal
- **arabische** Ziffern für bleibende Zähne und **römische** für Milchzähne

Bsp.: bleibender rechter unterer erster Molar  $\boxed{6}$   
 linker oberer Milcheckzahn  $\boxed{III}$

### 4.3. Zahnschema nach Haderup

- Quadrantenkennzeichnung durch „+,- bzw. „-,-“ **Zeichen** für OK bzw. UK
- Zahnkennzeichnung von mesial nach distal
- Milchzähne zusätzliche durch „0“ gekennzeichnet

bleibendes Gebiß

8+ 7+ 6+ 5+ 4+ 3+ 2+ 1+    +1 +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8  
 R L

8-	7-	6-	5-	4-	3-	2-	1-	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Milchgebiß

R	08+	07+	06+	05+	04+	03+	02+	01+	+01+	+02+	+03+	+04+	+05+	+06	+07	+08	L
	08-	07-	06-	05-	04-	03-	02-	01-	-01	-02	-03	-04	-05	-06	-07	-08	

Bsp.: bleibender rechter unterer erster Molar: 6-  
linker oberer Milcheckzahn: +03

#### 4.4. Amerikanisches Zahnschema

- **fortlaufende Zahnkennzeichnung** im Uhrzeigersinn vom rechten oberen „8er“ zum rechten unteren „8er“ mit arabischen Ziffern
- keine besondere Quadrantenkennzeichnung
- analoge Kennzeichnung der Milchzähne mit **lateinischen** Buchstaben

Bleibendes Gebiß

R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	L
	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	

Milchgebiß

R	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L
	T	S	R	Q	P	O	N	M	L	K	

Bsp.: bleibender rechter erster unterer Molar: 30  
linker oberer Milcheckzahn: H

#### 4.5. Internationales Zahnschema der FDI

- Zähne in Quadranten des bleibenden Gebisses werden **zusätzlich mit 1 bis 4** gekennzeichnet; in Quadranten des Milchgebisses **zusätzlich mit 5 bis 8**
- Zahnkennzeichnung von mesial nach distal

Bleibendes Gebiß

R	18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28	L
	48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38	

## Milchgebiß

55 54 53 52 51	61 62 63 64 65
85 84 83 82 81	71 72 73 74 75

Bsp.: Bleibender rechter unterer erster Molar: 46  
 Linker oberer Eckzahn: 13

Eigene Notizen:

---

---

---

---

---

---

---

---

## 5. Zahnmerkmale

### 5.1. Klassische Zahnmerkmale nach Mühlreiter (1870)

#### 1. Winkelmerkmal

- Beurteilung von **vestibulär**
- entspricht dem Winkel zwischen Schneidekante und Seitenflächen des Zahnes
- mesial spitzer als distal (*Ausnahme: OK 4er*)<sup>4</sup>
- besonders deutlich bei OK-Schneidezähnen
- *bei OK 4er umgekehrt*<sup>4</sup>

#### 2. Wurzelmerkmal

- Beurteilung von **vestibulär**
- Wurzelachse in Bezug auf Kronenachse (senkrecht zur Incisalkante) nach distal gekrümmt
- bei allen Zähnen außer UK-1er

#### 3. Krümmungs- oder Massenmerkmal

- Beurteilung der vestibulären Kronenfläche von **inzisal/okklusal**
- mesiale Kronenhälfte stärker gekrümmt (massiger) als distale
- *Ausnahme: bei OK-4er umgekehrt*<sup>4</sup>
- *bei starker Ausprägung auch „mesiovestibuläre Randprominenz“ genannt*<sup>4</sup>

### 5.2. Weitere Zahnmerkmale

#### 1. Zahnhals- oder Bogenmerkmal

- Beurteilung von **vestibulär**
- apikalste Punkt des labialen Zahnhalses nach distal verschoben
- tritt bei Frontzähnen auf (besonders stark bei OK-1er)

## 2. Eindellungsmerkmal

- Beurteilung des Wurzelqueerschnittes von **approximal**
- distal Eindellung der Wurzel
- tritt bei UK-Frontzähnen auf

## 3. Kronenflucht<sup>8</sup>

- Beurteilung von **approximal**
- Kronenachse in Bezug auf Wurzelachse stärker nach lingual gekrümmt
- tritt nur im UK auf

## 4. Wurzelquerschnitt<sup>8</sup>

- Beurteilung von **apikal**
- jeder einzelne Zahnwurzelquerschnitt hat normalerweise eine typische Form
- mesio-distale Wurzel Durchmesser meist kleiner als vestibulo-oraler

## 5. Anatomischer Äquator<sup>8</sup>

- = Verbindungslinie der Punkte der größten Zahnausdehnung in transversaler Ebene
- verläuft approximal weiter inzisal/ okklusal
- teilt Zahn in Supra- und Infrawölbung
- Beachte: Unterschied zu **prothetischen Äquator<sup>6</sup>**:
  - = Verbindungslinie derjenigen Punkte der Zahnoberfläche, die am weitesten von der prothetischen Zahnachse entfernt sind
  - teilt die Zähne ebenfalls in einer Supra- und Infrawölbung
  - wichtig für die **gemeinsame Einschubrichtung** prothetischer Arbeiten auf mehr als einem Zahn

## Eigene Notizen:

---



---



---



---



---



---

## 6. Phylogenese der Zähne (s.C. Abb. 22)

### 6.1. Allgemeines

Der 300 Mio Jahre lange, noch nicht abgeschlossene Evolutionsprozess des modernen Säugergebisses ist sehr vielfältig und komplex. Er soll hier nur kurz umrissen werden. **Allgemeine Entwicklungstendenzen** waren und sind<sup>14</sup>:

1. Reduktion der Zahnzahl durch Nichtanlagen v.a. des distalsten Zahnes jeder Zahngruppe:
  - 8er: in 10 bis 35%
  - 5er (UK): 1-5%
  - 5er (OK): 1-2,5%
  - 2er (UK): 0,5%
  - 2er (OK): 0,5-3% der Fälle nicht angelegt
2. Auftreten von regressiven Mißbildungen, z. B. von minderwertigen Zapfenzähnen
3. Entstehung einer komplexen Hartgewebekonstruktion aus primitiven Hornschuppen
4. Entstehung einer dauerhaften, funktionell-dynamischen Zahnverankerung
5. Verkleinerungen (v.a. der 8er)

**Unechte Zähne:**

- zeigen noch nicht den typischen Aufbau echter Zähne
- nehmen zahntypische Aufgaben wahr
- z.B. - "Hornzähne" (epitheliale Hornbildungen)
  - im und um den Saugmund von Rundmäulern (= Zyklotomen), z.B. Neunauge *Petromyzon marinus* Agnatha (Kinnbacke; erste Wirbeltiere ohne Kiefer; 500 Mio Jahre)
  - am Lippenrand von Amphibienlarven
  - in Mundhöhle, Schlund und Speiseröhre der Lederschildkröte
- Knochenzacken
  - bei Panzerfischen (Plakodermen; erste echte Fische mit Kiefer und Flossen; 500 Mio Jahre)

**Echte Zähne:**

- bestehen aus Zahnpulpa, Dentin, Schmelz, Zement
- nach Waldeyer muß mindestens Dentin vorhanden sein → „Dentinzähne“
- erstmals bei Fischen vor 300 Mio Jahren

**6.2.Fische**

- einfache, spitze Fangzähne (**Homodontie** = Isodontie)
- große Anzahl („homodonte **Massenbezahnung**“)
- unbegrenzter Zahnwechsel (**Polyphyodontie**)
- primitive Befestigung:
  1. in Schleimhaut verankert
  2. **Akroodontie** (mit Bindegewebsfasern auf Kieferknochen auf sitzend befestigt)
 → leichter Zahnverlust → Ausgleich durch Polyphyodontie
- z.B. - *Urhai*: mit **Lepidomorien** (=Fortsätze der direkt aus der Haut gebildeten Hautknochen (= Deckknochen = Exoskelett im Gegensatz zum Endoskelett = Wirbelsäule)), die noch von der Haut bedeckt werden<sup>14</sup>
  - heutiger Hai: - mit **Plakoidschuppen**, die einen kleinen, aus der Haut herausstehenden Zahn tragen; dieser entspricht im Kieferkammbereich einem typischen Gebißzahn
  - **knöcherne Basalplatte** als Grundgerüst für Zähne (wird nicht resorbiert)
  - mit **Zahnpulpa** (= Bindegewebspapille mit Odontoblasten, Blutgefäßen, Nerven)
  - kegelförmige, sägeblattartige **Dentinkrone** aus Trabekular-, Vasodentin
  - **schmelzartiger Überzug** aus Duro- (lat. durus: hart), Vitro-(vitrum: das Glas)dentin, der durch Dentinverlust mit anschließender Verkalkung entsteht<sup>14</sup>
  - unendlicher von lingual nach vestibulär stattfindender Zahnwechsel („**Revol-vergebiß**“) mit Funktionszähnen und Ersatzzähnen
  - je nach Haifischart wechseln einzelne Zähne oder ganze Zahnreihen
 → nur Schnappen und unzerteiltes Verschlucken der Beute möglich

### 6.3. Amphibien

- **Homodontie**
- **Haplodontie** (einfache Kegelform der Zähne)
- **Polyphyodontie**
- erstmals echter Schmelz (noch ohne Prismen)
- Befestigung: 1. **Akroodontie**  
2. **Pleurodontie** (an der Innenfläche der Kiefer befestigt)
- z.B. Frösche (Zähne nur im OK)

### 6.4. Reptilien

- **Homodontie**
- **Haplodontie**
- **Polyphyodontie**
- Befestigung: 1. **Akroodontie** (Chamäleon)  
2. **Pleurodontie** (Leguan)  
3. **Thekodontie** (Krokodil; zementüberdeckte Wurzel über Zahnhalteapparat in einer Knochenvertiefung (Alveole) verankert)

### 6.5. Säugetiere

- **Heterodontie** (= Heteromorphie; verschiedenartig geformte Zähne)
- **Diphyodontie**: zwei Zahngenerationen, bestehend aus Milchzähnen und Ersatzzähnen
- **Semiphyodontie**: Bei sonst vorliegender Diphyodontie ist ein Teil der Zähne nur einfach angelegt (= Zuwachszähne → monophyodont); beim Menschen 6er, 7er und 8er.

- **Thekodontie**

- Schmelz mit Prismenstruktur
- Urzahnformel:

$$\frac{3 \quad 1 \quad 4 \quad 3}{\quad}$$

$$3 \quad 1 \quad 4 \quad 3$$

haben heute noch Schweine und Pferde

- spekulative Zahnformel des Menschen der Zukunft:

$$\frac{1 \quad 1 \quad 1 \quad 3}{\quad}$$

$$1 \quad 1 \quad 1 \quad 3$$

- Herbivoren (pflanzenfressende Säuger):
  - verbesserte Kauleistung durch:
    - breitere Kaufläche
    - **Schmelzrippen** („Schmelzfaltigkeit“ in antero-posteriorer Richtung)
    - dauerndes oder langanhaltendes Zahnwachstum durch andauerndes Wurzelwachstum
  - Besonderheiten:
    - **Selenodontie** (halbmondförmige Leisten von Prämolaren und Molaren); bei schweineartigen Nichtwiederkäuern
    - **Simplizidentaten** (nur der mittlere Incisivus im OK und UK vorhanden; permanentes Längenwachstum zum Verschleißausgleich); z.B. Ratte (Nagetier)
    - **Duplizidentaten** (zwei Schneidezähne im OK vorhanden - einer im UK) z.B. Kaninchen (Hasentier)

- Elefanten:
  - haben nur zwei Zähne pro Quadrant
  - nur 1er als Stoßzahn → Simplizidentaten und
  - einen Prämolaren, der hexaphyodont angelegt ist → **horizontaler Zahnwechsel**: der von distal durchbrechende Zahn bewegt sich mesialwärts und ersetzt den vorhergehenden abgenutzten Zahn

• Carnivoren

1. lange spitze Eckzähne zum Reißen der Beute
2. **Sekodontie** = Sekodontie (scharfkantige, spitze Prämolaren)
3. **Wale und Delphine** weisen als ins Wasser „zurückgekehrte“ Säugetiere eine Gebißstruktur auf, die derjenigen der „echten“ Fische ähnlich ist; z.B. Tendenz zur Homodontie (Merke: Die Funktion bestimmt die Form der Zähne!!)
  - Urwal besitzt Urzahnformel; männlicher Narwal besitzt einen Zahn; weiblicher Narwal zahnlos
  - Delphine bis über 200 haplodonte Zähne
  - Wale sind monophyodont

• Unterschiede zwischen Pongiden (Menschenaffen) und Hominiden (Menschen)

	Pongiden	Hominiden
Kiefer	lang	schmäler
Zahnbögen	U-förmig	verkürzt, parabelförmig
Zähne	breit sehr große Canini	schmäler in der Größe reduzierte Canini
Besonderheiten	„Affenlücken“ (= „Primatenlücken“) im bleibenden Gebiß OK: zwischen 2 und 3 UK: zwischen 3 und 4.	„Affenlücken“ (= „Primatenlücken“) im Milchgebiß OK: zwischen II und III UK: zwischen III und IV

(Für eine genauere Betrachtung der verschiedenen Säugetierzahnformeln siehe Curriculum Kap. 2.2.)

**6.6. Vögel:**

- Durch eine relativ frühe Abspaltung der Vogelevolution von den landlebigen Wirbeltieren bildeten sich eigene Entwicklungstendenzen heraus, u.a. auch im stomatognathen System.
- Bezahnung nur bei fossilen Vögeln (z.B. Archaeopteryx (im Jura) mit homodonten Kegelzähnen)
- Hornschnabel mit Kauleisten zur Nahrungszerkleinerung und Kaumagen mit Sand und Kieselsteinen zur Verdauung

Eigene Notizen:

---



---



---



---

**7. Odontogenese**

**7.1. Allgemeines** (s.C. Abb. 23-27)

Die Odontogenese beginnt etwa in der **5.Fetalwoche** in der sog. primären Mundbucht. Erstes Anzeichen ist eine Epithelverdickung (sog. **odontogenes Band** bzw. Platte), die sich in das darunterliegende Gewebe, das sog. **Ektomesenchym** (= spezielles, im Kopfbereich vorliegendes, embryonales Bindegewebe, das von sog. Neuralleistenzellen abstammt), einstülpt und somit<sup>12</sup> aus dem Epithel (Ektoderm) der Mundhöhle die **generelle Zahnleiste** bildet. Die sich bildenden Zähne durchlaufen jeweils die folgenden Entwicklungsstadien:

- 6-8 Wo: Die Anlagen für alle 10 Milchzähne sprossen aus der Zahnleiste und formen knospenartige Gebilde.
- 7-10 Wo: **Knospenstadium** (s.C. Abb.23): Der Zahnkeim ist noch ein ektodermaler Zellhaufen, der von einem dichten Zellschwamm aus Ektomesenchym umgeben ist<sup>12</sup>. Durch Zellvermehrung (= Proliferation) formt sich ein kappenartiges Gebilde.
- 8-12Wo: **Stadium der Zahnkappe**: Die Ränder der Zahnkappen proliferieren weiter und schließen einen Teil des ektomesenchymalen Schwammes in die Kappe ein (→ später differenzieren sich diese Zellen u.a. zu Odontoblasten und Pulpazellen). Der Ansatz der Zahnkappe an die generelle Zahnleiste schnürt sich ein. Die Einschnürung wird **laterale** (da zum Vestibulum hin gelegene) **Zahnleiste** genannt<sup>12</sup>.
- 12-21Wo: **Stadium der Zahnglocke** (= Zahnkeim im engeren Sinne): Der Zahnkeim besteht aus:

#### 1. Schmelzorgan mit:

- **innerem Schmelzepithel** (Zellen differenzieren sich zu Schmelzbildner = Adamantoblasten = Ameloblasten) und
- **äußerem Schmelzepithel** (Die Übergangszone zwischen innerem und äußerem Schmelzepithel wird **zervikale Schlinge** genannt und stellt eine Proliferationszone für das Größenwachstum der Krone v.a. in apikaler Richtung dar<sup>12</sup>.)
- **epitheliales Schmelzretikulum** (= Schmelzpulpa)
- **Stratum intermedium**: 2-3 dem inneren Schmelzepithel anliegende Schichten flacher Epithelzellen, die nach der Schmelzbildung die Basalzellen des Saumepithels bilden<sup>12</sup>
- **Membrana praeformativa**: = spezielle, verdickte Basalmembran (aus einer Basallamina und einer zum Dentin hin gelegenen, mikrofibrillenreiche, mukoproteinhaltige Bindegewebsschicht) des inneren Schmelzepithels im späten Glockenstadium kurz vor der Dentinbildung → spätere Schmelz-Dentin-Grenze<sup>12</sup>

#### 2. Zahnpapille, die:

- in der Konkavität der Zahnglocke lokalisiert ist,
- aus Mesenchym (= embryonales Bindegewebe) besteht,
- durch Einstülpung von ektomesenchymalem Gewebe in die Zahnkappe entsteht und<sup>12</sup>
- sich zu Dentin und Pulpa entwickelt

#### 3. Zahnsäckchen:

- entwickelt sich aus dem Teil des ektomesenchymalen Zellschwamms, der nicht in die Papille aufgenommen wird (Follikelanteil)<sup>12</sup>
- umgibt Zahnglocke und Zahnpapille
- besteht aus:

- a: **Lamina cementoblastica** (innerste Zellschichten)  
→ bildet während der Wurzelbildung Zement
- b: **Lamina periodontoblastica** (mittlere Zellschichten)  
→ bildet während der Wurzelbildung Desmodont
- c: **Lamina osteoblastica** (äußerste Zellschichten)  
→ bildet während der Wurzelbildung Alveolarknochen

- **Morphogenese der Zahnkrone**: Die Zahnpapille (als Informationsträger der Zahnmorphologie) veranlaßt das Schmelzorgan mit seinem proliferierendem Zentrum (= **zervikale Schlinge** = Übergang vom inneren zum äußeren Schmelzepithel) zur Ausbildung der jeweilig spezifischen Kronenform<sup>12</sup>.

- Im Stadium der Zahnglocke beginnt die **Schmelz- und Dentinbildung**. Dazu wandeln sich die Zellen des inneren Schmelzepithels zunächst in **Präameloblasten**, später (durch die Induktion des bereits gebildeten Dentins) in **Ameloblasten** (=Adamantoblasten) und die das innere Schmelzepithel angrenzenden Zellen der Zahnpapille in **Präodontoblasten** und schließlich in **Odontoblasten**. Bei der Sekretion der Hartsubstanzen wandern die Ameloblasten auf das äußere Schmelzepithel zu; die Odontoblasten wandern nach innen in Richtung entstehender Zahnpulpa.

Eigene Notizen:

## 7.2. Zuwachszähne (6er, 7er, 8er)

- **14. Woche:** die generelle Zahnleiste der Milchmolaren wird nach distal verlängert, wodurch die Zuwachszahnleiste (*ohne direkte Verbindung zur Mundhöhle*<sup>12</sup>) entsteht.
- Es gilt das Prinzip der **Monophyodontie**, da keine Vorläuferzähne vorhanden sind (Beachte: Die Nachfolger der Milchmolaren sind die Prämolaren des bleibenden Gebißes).
- *Die Zahnkeime entwickeln sich im Tuber maxillae und im aufsteigenden Ast des UK*<sup>12</sup>.
- *Da die Ersatzzahnleiste dieser Zähne verkümmert, sind diese Zähne der ersten Dentition zuzurechnen*<sup>12</sup>.
- *Die aufgelösten Zahnleisten können Serressche Epithelkörperchen bilden*<sup>12</sup>.

## 7.3. Ersatzzähne (bleibende 1er - 5er)

- **5. Monat:** Eine apikale Verlängerung der generellen Zahnleiste lingual bzw. palatinal der Milchzahnkeime bildet die Ersatzzahnleiste (**Diphyodontie**).
- gleichzeitig: Die laterale Zahnleiste der Milchzähne löst sich auf.
- Mit einsetzender Schmelz- und Dentinbildung der Milch-, Zuwachs- und *Ersatzzähne* (*dies geschieht jeweils im Glockenstadium*<sup>12</sup>) lösen sich die generelle und die Ersatzzahnleiste auf und verbleiben als **Serressche Epithelkörperchen** unter dem Mundhöhlenepithel, *werden z.T. als Serresche Perlen vor und nach der Geburt ausgestoßen oder können zu Zysten heranwachsen*<sup>12</sup>.
- *Im Alter von 2-3 Jahren beginnt die Hartschubstanzbildung*<sup>12</sup>.

## 7.4 Bildung der Zahnwurzel

- Bildung der **Hertwigschen Epithelscheide** (HES): Wenn das Schmelzorgan seine definitive Größe erreicht hat, wachsen inneres und äußeres Schmelzepithel über die Schmelz-Zement-Grenze hinaus und bilden die zwei Zellschichten dicke HES.
- Bildung des **Diaphragmas**: Durch anhaltendes Wachstum der HES über die künftige Schmelz-Zement-Grenze hinaus unter Abknicken nach zentral bildet sich das Diaphragma.
- Umwandlung von Mesenchymzellen der Zahnpapille zu Wurzelprädentin bildenden **Odontoblasten**
- Durch Kontakt des Wurzeldentins mit dem Zahnsäckchen werden:
  - die inneren Zellschichten (Lamina cementoblastica) zur **Zementogenesis** angeregt;
  - die äußeren Schichten (Lamina osteoblastica) differenzieren zu **Osteoblasten** und bilden den knöchernen Alveolarfortsatz und
  - die mittleren Schichten (Lamina periodontoblastica) produzieren die **kollagene Faserbündel des Parodonts**.
- **Malassezsche Epithelreste** entstehen durch Auflösung der HES *und bilden netzartige Epithelstränge im Desmodont, die v.a. im Alter stärker proliferieren und - durch akute und chronischen Entzündungen angeregt - zu Zysten heranreifen können*<sup>12</sup>.

## 7.5 Induktionsvorgänge der Zahnentwicklung<sup>12</sup>:

<b>EKTOMESENCHYM</b>	<i>Induktion</i>	<b>EKTODERM</b>
----------------------	------------------	-----------------



Eigene Notizen:


---



---



---



---



---



---

## 8. Zahndurchbruch

### 8.1. Allgemeines

- Beginn: nach Vollendung der Kronen mit einsetzender Wurzelbildung
- Ende: mit Erreichen der Okklusionsebene stoppt die Wurzelbildung und der Zahndurchbruch
- Der Zahn bricht in Form einer Axialverschiebung mit Kipp- und Torsionsbewegungen durch<sup>12</sup>.

Aufgrund der einsetzenden Wurzelbildung werden die Zahnkronen gegen das orale Epithel gedrückt, welches sie anschließend durchbrechen. Da das sekundäre und tertiäre Schmelzoberhäutchen (SOH) mit diesen Prozessen in Zusammenhang stehen, sollen sie hier zusammen mit dem primären SOH besprochen werden.

### 8.2. Schmelzoberhäutchen:(SOH)(= *Cuticula dentis*)

- Primäres SOH:
  - = **Nasmythsche Membran**
  - entsteht aus der Verschmelzung von innerem und äußeren Schmelzepithel<sup>14</sup>
  - Dicke 0,2 - 1  $\mu\text{m}$ <sup>14</sup>
- Sekundäres SOH:
  - entsteht während des Zahndurchbruches<sup>14</sup>
  - besteht aus primären SOH und 2 - 10  $\mu\text{m}$  dickem oralem Epithel<sup>14</sup>
- Tertiäres SOH:
  - = exogenes Zahnoberhäutchen, da exogener Herkunft
  - 0,1-1  $\mu\text{m}$  Dicke<sup>12</sup>
  - entsteht posteruptiv durch unspezifische Bindung von (Speichel-)Proteinen, Bakterien, Epithelzellen, Speißeresten (positive/negative (Teil-) Ladungen von Proteinen binden direkt an positive/negative (Teil-) Ladungen der Schmelzoberfläche oder indirekt über  $\text{Ca}^{++}$ -Ionen als Vermittler für die Bindung negativ geladener Teilchen an die v.a. negativ geladene Schmelzoberfläche)<sup>3</sup>
  - ist omnipotent (auch auf Zahnersatz)
  - wird durch Bakterien und deren Enzyme aufgelöst<sup>3</sup>
  - entsteht sehr rasch (Minutenbereich)<sup>2</sup>
  - Funktion<sup>15</sup>:
    - Schutz gegen Abrasion
    - reguliert in gewissem Maß Austauschvorgänge zwischen Speichel und Zahn

### 8.3. Milchzähne (s.C. Abb. 28-37)

- Der Durchbruch ist auf allgemeine Kieferentwicklung abgestimmt <sup>12</sup>.
- Entwicklungszeit von der Zahnanlage bis zur Apexbildung der Wurzel: 2 - 4 Jahre <sup>12</sup>
- durchschnittliche Dentitionszeit: 22 - 23 Monate <sup>12</sup>
- Durchbruchszeiten:
 

1. 1er	6.-8. Monat
2. 2er	8.-12. Monat
3. 4er	12.-16. Monat
4. 3er	16.-20. Monat
5. 5er	20.- 30. Monat
- 1. **physiologische Bißerhöhung**: mit Durchbruch der 4er kommt es zu einer vertikale Verschiebung von OK und UK

### 8.4. Bleibende Zähne

- Entwicklungszeit von Zahnanlage bis Apexbildung: 12 a <sup>12</sup>
- Dentitionszeit <sup>12</sup>: Frauen: 3.6 a  
Männer: 4.6 a
- durchschnittliche Dauer des **zahnlosen Intervalls**: ein Monat → wenn länger als zwei ( OK 2er länger als vier) Monate sind Störungen im Zahnwechsel wahrscheinlich <sup>12</sup>
- Durchbruchszeiten (s.C. Abb. 38-40):
 

1. 6er	5.-8.	Lebensjahr
2. 1er	6.-9.	Lebensjahr
3. 2er	7.-10.	Lebensjahr
OK 4er / UK 3er	9.-12.	Lebensjahr
OK 5er / UK 4er	9.-12.	Lebensjahr
OK 3er / UK 5er	10.-12.	Lebensjahr
7. 7er	12.-14.	Lebensjahr
8. 8er	16.-40.	oder später / nie
- Reihenfolge des Durchbruchs:

	frühes Wechselgebiss (6.-9. Jahr)	Ruhephase (9.-10. Jahr)	spätes Wechselgebiss (11.-12- Jahr)
OK	6 - 1 - 2	---	4 - 5 - 3 - 7 - 8
UK	6 - 1 - 2	---	3 - 4 - 5 - 7 - 8

- 2. **physiologische Bißerhöhung** mit dem Durchbruch der 6er
- 3. **physiologische Bißerhöhung** mit dem Durchbruch der 7er

### 8.5. Charakteristika der Milchzähne

- kleiner, gedrungener, rundlicher
- bläulich-weiße Farbe
- geringerer Gehalt der Hartsubstanzen an Wasser und organische Bestandteilen
- anfälliger gegenüber Abrasion .
- relativ große Pulpakammer bei dünnerem Hartsubstanzmantel
- Schmelzwulst im Zahnhalsbereich (**Cingulum basale**)
- schwaches Wurzelmerkmal

- Wurzelanzahl:            Incisivi: 1  
                                 Canini: 1  
                                 Molaren (OK): 3  
                                 Molaren (UK): 2
- nach vestibulär gespreizte Wurzeln der Frontzähne und auseinandergespreizte Wurzeln der Molaren
- **Morphologie:**
  - 1er, 2er, 3er, und 5er ähneln den Bleibenden Zähnen
  - die Krone des 4er stellt eine Zwischenform der Prämolaren und Molaren krone dar
- spezielle **Funktionen der Milchzahnwurzeln:**
  - Verankerungsfunktion für die Milchzahnkronen
  - Schutzfunktion für den Ersatzzahnkeim
  - Platzhalterfunktion für den Ersatzzahn
  - Steuerungsfunktion für der Erstzahndurchbruch (Resorption der Milchzahnwurzel)

Eigene Notizen:

---



---



---



---



---



---

## 9. Aufbau der Zähne (s.C. Abb. 41)

### 9.1. Pulpa (Cavitas dentis)

#### 9.1.1. Entwicklung <sup>12</sup>

Die Umwandlung der Zahnpapille zur Zahnpulpa ist gekennzeichnet durch:

- Abnahme der Zelldichte
- Zunahme der präkollagenen und kollagenen Fibrillen
- Differenzierung eines Großteils der undifferenzierten Mesenchymzellen zu Fibroblasten
- Der Rest der **undifferenzierten Mesenchymzellen** bilden Ersatzzellen, die u.a. für nekrotische Odontoblasten einspringen und Abwehrfunktion (z.B. Reizdentinbildung) ausüben.

#### 9.1.2. Allgemeines <sup>12</sup>

- Einteilung:
  - Kronenkammer mit incisalen / occlusalen Pulpahörnern (pro Höcker ein Pulpahorn ; v.a. beim Jugendlichen → bei Präparation berücksichtigen)
  - Wurzelkanalpulpa mit apikalen Aufzweigungen (Ramifikationen) und akzessorischen Seitenkanälchen (v.a. zu Bifurkationen)
- durch Auflagerung von Sekundärdentin allmählich verkleinert → **Vorsicht bei der Präparation jugendlicher Zähne** (noch relativ großes Pulpenkavum)
- Zusammensetzung:
  - 25% organische Bestandteile
  - 75% Wasser
- Druck:
  - physiologisch: 8-15 mmHg
  - bis zu 35 mmHg bei entzündlichen Prozessen; sehr rasch irreversible Schäden

- **Altersveränderungen:**
  - Sekundär- und Tertiärbildung mit Pulpenverkleinerung
  - abnehmende regenerative Leistungsfähigkeit (z.B. Reduktion der Odontoblastenschicht)
  - abnehmende Zelldichte und Gefäßdichte
  - zunehmende Kollagenbildung (lebenslang)
  - arteriosklerotische Veränderungen von Gefäß- und Nervenendigungen
- **regressive Veränderungen:**
  - iatrogen, altersbedingt, traumatisch bedingt
  - diffuse Verkalkung (häufig zuerst um Gefäße)
  - **Dentikelbildung (Pulpasteine):**
    - asymptomatisch; jedoch potentieller Problemfall bei Wurzelbehandlung
    - echt:
      - selten; v.a. apikal
      - durch dislozierte Zellnester der HES gebildet
      - strukturelle Ähnlichkeit mit Primärdentin
    - falsch:
      - häufig; v.a. in Kronenpulpa
      - durch konzentrische Verkalkung degenerierten Pulpengewebes

### 9.1.3. Gliederung (s.C. Abb. 42)

- **innere Pulpakernzone**<sup>12</sup>:

- galertartige Matrix:-v.a. Glykosaminoglykane, Proteoglykane)
- Zellen:
  - Fibroblasten:
    - flach, spindelförmig
    - Produktion von Interzellulärsubstanz und Bindegewebsfasern
  - **Ersatzzellen:**
    - = undifferenzierte Mesenchymzellen
    - wahrscheinlich durch entsprechende Induktion Differenzierung zu jedem Zelltyp möglich (z.B. zu dentinbildenden Zellen)
  - freie Zellen:
    - Histiozyten, Lymphozyten, Makrophagen, Histiozyten
- Fasern:
  - v.a. in Wurzelpulpa
  - elastische Fasern ( nur um Blutgefäße), retikuläre Fasern, Kollagenfasern
- Lymphgefäße
- Blutgefäße:
  - funktionelles Endstromgebiet
  - Zugang über Foramen apikale und akzessorische Kanälchen
  - zentral **stammartig** lokalisierte Arteriolen und Venolen, die
  - peripher **Kapillarplexus** (z.B. subodontoblastischen Kapillarplexus) bilden
  - mit **arterio-venösen Anastomosen** zum Ausgleich von potentiell schädigenden Druckschwankungen
- Nerven:
  - sensibel:
    - ausschließlich Schmerzübertragung auf mechanische, thermische, chemische und elektrische Stimulation
    - A-Delta-Fasern:
      - myelinisiert
      - Übertragung des ersten, spitzen genau lokalisierbaren Schmerze (für Zahnschmerzen nur eingeschränkte Lokalisierbarkeit)
    - C-Fasern:
      - nicht myelinisiert
      - Übertragung des dumpfen, weniger genau lokalisierbaren Schmerzes
  - vegetativ:
    - Regulierung des **Blutflusses**
    - Beteiligung an Schmerzübertragung

- zellkernreiche Zone (= **bipolare Zone**) mit Fibroblasten, undifferenzierten Mesenchymzellen, Lymphgefäßen
- zellkernarme Zone (= **Weilsche Zone**) mit Zellfortsätzen, **Raschkowschem Nervenplexus** (von dem aus freie Nervenendigungen in die Dentinkanälchen bis zum Prädentin ziehen und dort den unmyelinisierten **Bradlaw-Plexus** bilden), subodontoblastischem Kapillarplexus
- Odontoblastenreihe (in Kronenpulpa säulenförmig; in Wurzelpulpa kubisch bis flach)<sup>12</sup>

### 9.1.4. Funktionen<sup>12</sup>

- Ernährungsfunktion
- Schmerz Wahrnehmung:
  - *Transmissionsmechanismus* oder **hydrodynamische Theorie nach Brännström (1980)**: Osmotisch, thermisch und anders bedingte Flüssigkeitsbewegungen in den Dentinkanälchen bewirken eine relative Lageveränderung des Odontoblasten zu seinem Dentinkanälchen. Daraufhin wird eine Schmerzempfindung ausgelöst. Viele Befunde sprechen für diese Theorie.
  - **Transduktionstheorie**: Der Odontoblastenfortsatz übernimmt die Reizleitung von der Dentinperipherie bis zur pulpenahen Nervenendigung. → wegen fehlender Axon-Odontoblasten-Kontakte (tight-junktions, gap junktions) **sehr unwahrscheinlich**
  - **direkte Konduktionstheorie**: Die pulpenahen Nervenendigungen werden direkt angesprochen. In neueren Untersuchungen wurden auch direkt unterhalb der Schmelz-Dentin -Grenze Nervenfasereendigungen nachgewiesen.
- Abwehrfunktion (Sekundärdentinbildung, Odontoblastenersatz durch Ersatzzellen)
- Beteiligung an nekrotischen, entzündlichen und immunpathologischen Vorgängen

### Eigene Notizen:

---



---



---



---



---



---

## 9.2. Dentin

### 9.2.1. Dentinogenese<sup>12</sup>

Im Wesentlichen werden bei der Dentinogenese zwei Phasen unterschieden:

1. Phase: Sekretion von **unverkalktem Prädentin** durch die Odontoblasten (Präkollagen → extrazelluläre Vernetzung zu Typ-I-Kollagen, Glykoproteine, Glykosaminoglykane)
2. Phase: **Mineralisation** über die ins Prädentin hineinreichenden Zellfortsätze (sog. Tomesscher Fasern) der pulpawärts wandernden Odontoblasten

Ablauf:

- **Differenzierung** von Zellen der Zahnpapille über Präodontoblasten zu Odontoblasten (unter dem Einfluß des inneren Schmelzepithels bzw. der von ihm gebildeten modifizierten Basalmembran = Membrana präformativa), die einen sekretorisch tätigen Zellfortsatz (Tomesscher Fortsatz) ausbilden
- Entstehung von **Manteldentin** (Prädentinbildung und Mineralisation des Manteldentins = initiale Phase der Dentinogenese) durch noch **nicht vollständig differenzierte Odontoblasten**, deren - für reguläre Dentinbildung notwendige - Fortsätze sich noch vollständig ausbilden müssen
- Entstehung von **zirkumpulpalen Dentin**:
  1. Entstehung von **unmineralisierbarem Prädentin**
  2. Umwandlung in **mineralisierbare Dentinmatrix** (Veränderung des Gehalts an Glykoproteinen und Glykosaminoglykanen, die die kollagenen Fibrillen umhüllen → kollagenfaserumhüllenden Glykoproteinen wird eine mineralisationskontrollierende Wirkung zugeschrieben; Spaltung von möglicherweise mineralisationshemmenden, anorganischen Pyrophosphaten; Zunahme der Dichte des organischen Materials, Zinkanreicherung an der Mineralisationsfront)
  3. **Mineralisation** über extrazelluläre Matrixvesikel der Odontoblasten

Die Hartschubstanzbildung von Dentin und Schmelz beginnt an den Höckerspitzen/Inzisalkanten und setzt sich nach apikal fort.

### 9.2.2. Allgemeines

- *koronale Dicke an bleibenden Molaren: ca. 2.5mm*<sup>12</sup>
- *Brinell-Härte (=HB): 650 HB*<sup>8</sup>
- **Zusammensetzung:**
  - 70% Mineralien (v.a. Phosphat und Kalzium in Hydroxylapatitkristallen)
  - 20% organische Matrix (v.a. Typ-I-Kollagen)
  - 10% Wasser (v.a. Kristallwasser, da Bestimmung des Wasseranteils nach 24 h Vakuum-trocknung bei 100°C)<sup>3</sup>
- **Dentinkanälchen:** - (= Dentintubuli) Wanderungspfad der Odontoblastenfortsätze, die aufgrund weiterer Mineralisierung pulpafern enger werden *bzw. verschließen*

	pulpanah (0,1-0,5 mm)	pulpafern (3,1-3,5mm)
- Kanaldichte	41.000 / mm <sup>2</sup>	19.000 / mm <sup>2</sup>
- Kanaldurchmesser	1,9 µm	0,8 µm
- enthalten Odontoblastenfortsätze (Tomessche Fasern), Nervenendigungen und Dentinliquor		

### 9.2.3. Gliederung (s.C. Abb. 43)

- **Odontoblastenreihe** der Pulpa (40-50µm)<sup>3</sup>
- unverkalkte (d.h. unmineralisierte) **Prädentinschicht** (10-30µm)<sup>3</sup>
- **Zwischendentin:** Zone der Mineralisation<sup>3</sup>
- **zirkumpulpaes Dentin** (Hauptmasse) (bis 5mm; mit ebenso langen Odontoblastenfortsätzen)<sup>3</sup>
- **Manteldentin** (schmelznah; mit vielen *bzw. dickeren* kollagenen Fasern (von Korffsche Fasern) und zahlreichen sich gabelnden Odontoblastenfortsätzen) (10-30µm)<sup>3</sup>

### 9.2.4. Dentinarten:

- **Primärdentin :**
  - regulär strukturiert
  - entsteht während der Zahnentwicklung
- **Sekundärdentin:**
  - regulär strukturiert (*Kronenkavum*) oder irregulär strukturiert/*atubuläres Fibrodentin* (z.T. am Boden des Kronenkavums und Wurzelbereich)
  - entsteht nach der Entwicklung der Wurzel und verkleinert das Pulpenkavum und die Dentinkanälchen
  - entspricht einer steten Anpassung auf häufig wiederkehrende, physiologische und pathologische Reize (*mechanisch, thermisch, chemisch, Karies, Abrasion, Attrition, Erosion*)
  - z.B. *postnatal gebildetes peritubuläres Dentin*
- **Tertiärdentin**
  - = Reizdentin = Reparaturdentin:
  - stets irregulär (= *Abwehrleistung der Pulpadentineinheit; reduzierte, unregelmäßige Kanaldichte; gewellter Kanalverlauf; Einschluß von Blutgefäßen → Vasodentin; atubuläres Fibrodentin; knochenähnliches Osteodentin*)
  - *lokales Auftreten v.a. an eröffneten oder infizierten Dentinkanälchen*
  - nach starker Irritation (*iatrogen, chemisch, thermisch, karies-, erosions-, abrasionsbedingte*), Läsion, Infektion z.T. durch Ersatzzellen, z.T. durch Odontoblasten gebildet
  - tritt nur in sehr lokalisierten Arealen der Dentin-Pulpa-Grenzfläche auf

### 9.2.5. Hypomineralisierte Dentinbereiche

- hypomineralisiertes, kollagenfaserreiches, **intertubuläres Dentin** (*wird nur einmal gebildet*)<sup>2</sup> im Gegensatz zum **normal mineralisierten** faserarmen, odontoblastenfortsatznahen **peritubulären Dentin** (*wird zeitlebens gebildet*)<sup>2</sup>
- **von Ebnersche Linien:** Wachstumslinien (*entsprechen den Retziusstreifen des Schmelzes*)<sup>12</sup>
- **Owensche Konturlinien:** deutliche Wachstumslinien (*durch metabolische Störungen z.B. bei Allgemeinerkrankungen bedingt*)<sup>12</sup>
- **Neonatalinie:** durch Stoffwechsellumstellung (*Abnabelung vom Mutterorganismus*)<sup>12</sup> bedingte, stärkste Wachstumslinie (*nur an bleibenden 6er und Milchzähnen*)<sup>12</sup>
- **Manteldentin**
- Interglobulardentin der sog. **Interglobularräume** (Czemark-Räume) im peripheren Bereich des zirkumpulpalen Dentins:
  - *entstehen aufgrund mangelhafter Mineralisation bzw. „Nichtverschmelzen“ von Mineralisationszentren*<sup>12</sup>
  - *werden im Alter durch Mineralisation kleiner*<sup>12</sup>
  - *fördern unterminierende Kariesausbreitung aufgrund verminderter Kariesresistenz*<sup>12</sup>
- **Tomessche Körnerschicht** im Manteldentin der Zahnwurzel (*als Strukturfehler („unverkalkte Partien der Grundsubstanz“) mit dem Interglobulardentin artverwandt bzw. „identisch“*)<sup>12</sup>  
(Prädentin ist unmineralisiert!!)

Eigene Notizen:

---



---



---



---



---

### 9.3. Schmelz (Substantia adamantina, Enamelum)

#### 9.3.1. Amelogenesis<sup>12</sup>

Die Schmelzentwicklung basiert auf drei am Einzelzahn parallel ablaufenden Prozessen:

1. Bildung der Schmelzmatrix mit initialer/primärer Mineralisation
2. Rückresorption dieser Matrix
3. sekundäre und tertiäre Mineralisation (=Schmelzreifung)

Wesentlicher Ablauf:

- **Vorraussetzung:** schablonenförmige peripher mineralisierte Dentinkappe (Zahnmorphologie wird von den ektomesenchymalen papillären Anteilen vorgegeben)
- Unter Kontakt der Präameloblasten mit Ektomesenchym der Papille und Prädentin **differenzieren** sie (unter Verlust ihrer Teilungsfähigkeit) zu sekretorischen Ameloblasten.
- Die **Sekretion** von Schmelzmatrix und Mineral bei gleichzeitiger **Resorption** (Wasser und Protein) erfolgt durch die sekretorische Ameloblastenoberfläche, die einen **hufeisenförmigen Fortsatz** ausbildet:
  - Bildung des Zwischenstabschmelzes (interprismatischer Schmelz) durch die dezentrale Oberfläche der hufeisenförmigen Fortsätze
  - Bildung des Prismenstabes (Prismenkopfes) durch die zentrale Fläche des hufeisenförmigen Fortsatzes
  - liegen die Ameloblasten bzw. ihre hufeisenförmigen **Fortsätze versetzt**, so entstehen **schlüssellochförmige Prismen** (Prismenbart durch zwischenprismatischen Schmelz angrenzender Ameloblasten gebildet)
  - durch Schwingen der Ameloblasten (→gewundener Prismenverlauf zur Schmelzoberfläche) kommen ihre **Fortsätze direkt übereinander** zu liegen, so daß **hufeisenförmige Prismen** entstehen
- als **Prismenscheide** wird eine zwischen diesen beiden Schmelzarten verbliebene, dünne Matrixschicht bezeichnet
- Rückbildung des Tomesschen Fortsatzes und dadurch bedingte Bildung der oberflächlichen, sehr dünnen Schicht **prismenlosen Schmelzes**

- drei Phasen der Schmelzmineralisation:
  1. Phase: - **initiale Mineralisation** der Matrix während der Schmelzbildung (s.o.) (75% Matrix (40-50% der Proteine sind Amelogenin), 25% Mineralien)
  2. und 3. Phase: - entsprechen zusammen der **präeruptiven Schmelzreifung**
    - Prinzip: Wachstum der Schmelzkristalle der mineralisierten Matrix, Erhöhung der Mineralisationsdichte der Schmelzkristalle, Reduktion des Matrix- und Wasseranteils, Fluoridanreicherung → eigentlich Entstehung des kristallinen Gefüges Schmelz (60% Mineral, 40% Matrix)
    - **sekundäre Mineralisation**: verläuft von der Oberfläche zur Schmelz-Dentin-Grenze
    - **tertiäre Mineralisation**: verläuft von der Schmelz-Dentin-Grenze zur Oberfläche (v.a. in dieser Phase werden im Zuge der allgemeinen Reduktion des Proteinanteils die Amelogenine durch Enameline ersetzt)
    - Kristalwachstum (unter Umwandlung (Hydrolyse) von primär sezerniertem Oktakalziumphosphat zu Hydroxylapatitkristallen beschleunigt durch Spuren von Fluorid)
- **posteruptive Schmelzreifung** durch :
  - v.a. in den äußeren 1-2 mm des Schmelzes durch den Speichel
  - Abnahme des Carbonatgehaltes (Carbonapatit ist abrasionsanfälliger als Hydroxylapatit)
  - Substitution der Hydroxylgruppen des Hydroxylapatits durch Fluorid- und andere Ionen → Fluorapatit
  - Vorteile:
    - Permeabilität ↓
    - Säurelöslichkeit ↓
    - markanter durch Phosphor- und Zitronensäure anätzbar
  - Nachteile:
    - Sprödigkeit ↑
    - Häufigkeit von Schmelzsprüngen ↑ (z.B. durch starke Temperaturwechsel - Vitalitätsprobe !!), die von Speichelproteinen und Bakterien aufgefüllt und verfärbt werden können

### 9.3.2. Allgemeines

- **Zusammensetzung:**
  - 95% Mineralien (v.a. Hydroxyl-, Fluor-, Carbonapatit, Na, Mg, über 40 Spurenelemente, u.v.a.)
  - 1% organische Matrix (
    - 58% Proteine; v.a. als Büschelprotein im inneren Schmelzdrüsel
    - 40% Lipide
    - Kohlenhydrate, Citrat, Lactat,...
  - 4% Wasser (z.T. kristallin gebunden; z.T. lose, v.a. an organische Matrix gebunden)
- **Dicke:** ca. 1,5 mm
- **Brinellhärte:** 3250 HB
- **Schmelzprismen:**
  - Grundbaustein des Schmelzes, der vom Dentin bis zur Zahnoberfläche reicht
  - zur Schmelzoberfläche hin gewundener Verlauf (im Tangentialschliff werden peripher die stärker tangential verlaufenden Prismen als immer breitere Schichten angeschnitten) zur Kompensation der unterschiedlich großen Dentin- und Schmelzoberfläche (Prismendichte nimmt oberflächlich nicht zu) und zur Festigkeitssteigerung (keine interprismatische Kittsubstanz)
  - v.a. aus Hydroxylapatitkristallen aufgebaut
  - Dichte: 20.000 - 30.000 / mm<sup>2</sup>
  - mittlerer Durchmesser: 5,5 µm
  - 70% der bleibenden Zähne besitzen oberflächlich prismenlosen Schmelz
  - etwa 100 Kristalle bilden den Querschnitt eines Schmelzprismas<sup>12</sup>
  - Prismen liegen in zwischenprismatischer Substanz (v.a. aus unstrukturierten Schmelzprismen)<sup>12</sup>
  - Prismenformen im Querschnitt<sup>12</sup>:
    - Schlüssellochtyp
    - Hufeisentyp

### 9.3.3. Hypomineralisierte Bereiche

- **Retziusstreifen** (Wachstumslinien); ähneln im Querschnitt den Jahresringen eines Baumes
- **Neonatallinie**
- **Schmelzbüschel**: von der Dentin-Schmelz-Grenze ins innere Schmelzdrittel und in koronozervikaler Richtung girlandenförmig verlaufend; entstehen bei der Schmelzbildung
- **Schmelzlamellen**: den gesamten Schmelz durchziehende Schmelzbüschel

### 9.3.4. weitere Strukturmerkmale

- **Hunter-Schregersche Streifen**: durch den geschwungenen Prismenverlauf bedingte Hell-Dunkelstreifung des Schmelzschliffbildes (*entsprechen etwa den Dia- und Parazonien*)<sup>12</sup>
- **Diazonien**: *in inneren 2/3 des Schmelzes vorkommende*<sup>12</sup> dunkle Streifen im Schliffbild bei *Auflicht* (*Merke: Diazonien sind bei Auflicht dunkel und bei Durchlicht hell.*)<sup>12</sup>, die quer getroffene Prismen darstellen
- **Parazonien**: *in inneren 2/3 des Schmelzes vorkommende*<sup>12</sup> helle Streifen im Schliffbild bei *Auflicht* (*Merke: Parazonien sind bei Auflicht hell und bei Durchlicht dunkel.*)<sup>12</sup>, die längs getroffene Prismen darstellen
- **Schmelzspindeln** (= Schmelzkolben): in den Schmelz übertretende Dentinkanälchen
- *zirkulär verlaufende*<sup>12</sup> **Perikymatien** (*dachziegelartige*<sup>12</sup> Erhebungen) und dazwischenliegende **Imbrikationslinien** (Einsenkungen) auf der Schmelzoberfläche mit wellenförmigen Verlauf, *die durch schubweise Schmelzbildung entstanden sind (und daher mit den Retziusstreifen übereinstimmen; Beachte: Retziusstreifen sind kein oberflächliches, sondern ein im Schliffbild zu beobachtendes Phänomen. Der Schnittpunkt eines Retziusstreife mit der Oberfläche entspricht einer Imbrikationslinie ) und mit zunehmendem Alter seltener anzutreffen sind*<sup>12</sup>
- 20-80 µm dicke, **prismenfreie**, abrasionsanfällige, oberflächliche **Schmelzschicht**: (v.a. bei Milchzähnen, bei 70% bleibenden Zähnen) *entsteht in Endphase der Schmelzbildung durch Rückbildung der Tomesschen Fortsätze, die für die Prismenbildung notwendig sind*<sup>12</sup>

Eigene Notizen:

---

---

---

---

---

---

---

## 9.4. Zahnhalteapparat (Parodontium, Periodontium)

### 9.4.1. Allgemeines (s.C. Abb. 44)

- Bestandteile: - Wurzelzement (cementum)
  - Wurzelhaut (=Desmodont, Desmodontalfasern, Sharpeysche Fasern, dentoalveolärer Faserapparat, Ligamentum periodontale, Fibrae dentoalveolares oder Fibrae cementoalveolares)
  - Alveolarknochen
  - Gingiva mit *gingivale Fasern und Saumepithel*<sup>12</sup>

- *Funktionen*<sup>12</sup>:
  - Zahnverankerung
  - Dämpfung der Kaukräfte
  - Abwehr äußerer Noxen
  - Trennung zwischen Mundhöhlenmilieu und Zahnwurzel
  - Umwandlung des **Kaudrucks** auf den Zahn in **Zugkräfte** am Alveolarknochen durch hängende Zahnbe-  
festigung (Alveolarknochen wird bei Druckeinwirkung resorbiert, bei Einwirkung von Zugkräften eher  
zu Knochenneubildung stimuliert)

## 9.4.2. Wurzelzement (Cementum dentis, Substantia ossea)

### 9.4.2.1. Allgemeines

- gehört anatomisch zum Zahn, funktionell zum Zahnhalteapparat
- Zusammensetzung:
  - 61% Mineralien
  - 27% organische Matrix
  - 12% Wasser
- **große Ähnlichkeit zum Knochen**
  - Gemeinsamkeiten:*
    - ähnliche Zusammensetzung (Knochen 45% Mineral, 30% organische Matrix, 25% Wasser)
    - Zemento- und Osteoblasten mauern sich ein
    - können beide durch Zemento- bzw. Osteozyten bei PTH-Stimulierung (Hormon des Kalzium-  
Phosphat-Stoffwechsels) lysiert werden
  - Unterschiede:*
    - Zement ist avaskularisiert
    - Zement liegt einer anderen Hartschicht auf
- *Beachte:*
  - **anatomische Wurzel:** von Zement bedeckt
  - **klinische Wurzel:** klinisch nicht sichtbarer Teil des Zahnes
  - **anatomische Krone:** von Schmelz bedeckt
  - **klinische Krone:** klinisch sichtbarer Teil des Zahnes
- Zementdicke:
  - koronal 50-150 µm (zellfrei)
  - apikal 200-600 µm (mit Zementozyten)
- Fasersysteme des Zement:
  1. **von Ebersnerische Fibrillen** („intrinsic fibers“): nur im zellhaltigen Zement, da von Zementozy-  
ten gebildet,
  2. **Sharpeysche Fasern** („extrinsic fibers“): Verbindungsfasern zwischen Zement und Alveo-  
larknochen, die in beiden Hartgeweben verankert sind (entspricht dem Desmodont)

### 9.4.2.2. Morphologie der Schmelz-Zement-Grenze (s.C. Abb. 45)

Seit etwa 1920 wurde behauptet, daß die an einer Stelle gefundene Grenzstruktur für die gesamte Zirkumferenz typisch sei und daß<sup>12</sup>:

1. in 30%: Schmelz und Zement scharf aufeinandertreffen,
2. in 60%: Zement den Schmelz überragt („supraalveolärer Zementkragen“) und
3. in 10%: zwischen Zement und Schmelz Dentin freiliegt.

Nach neueren rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen treten jedoch alle drei Formen an jedem Zahn auf engstem Raum auf<sup>12</sup>.

### 9.4.2.3. Zementarten (s.C. Abb. 46)

1. Azelluläres-afibrilläres Zement:
  - liegt in Form von Zementzungen (im Verbund mit Wurzelzement) und Zementinseln (isoliert) dem  
Schmelz auf
  - entsteht präeruptiv bei Loslösung des reduzierten Schmelzepithels vom Schmelz, der dann **mit dem Bindegewebe in  
Kontakt** kommt → Induktion von Zemento-  
blasten durch Kontakt mit der Schmelzoberfläche oder Präzipitation von  
Serumbestandteilen durch Kontakt mit der Schmelzoberfläche (der genaue Entstehungsmechanismus ist unbekannt)  
<sup>12</sup>
2. Azelluläres Fremdfaserzement:

- im zervikalen und mittleren Wurzelabschnitt
  - zellfrei, mit Sharpeyschen Fasern
  - Unter **Kontakt** der noch unmineralisierten Dentinmatrix **mit dem Bindegewebe** nach Auflösung der Hertwigschen Epithelscheide werden von speziellen Fibroblasten senkrecht zur Dentinoberfläche stehende kollagene Fibrillen gebildet, die mit den bereits vorhandenen Sharpeyschen Fasern verknüpft werden. Darauf hin schließen sich eine langsame, schichtweise Matrixbildung und -mineralisation durch Fibroblasten des Zahnsäckchens und des Desmodonts an<sup>12</sup>.
3. Zelluläres Gemischtfasorzement:
- im apikalen Wurzeldrittel und im Bereich von Bi- und Trifurkationen
  - Zementozyten und von diesen gebildete von Ebnersche Fibrillen, einstrahlende Sharpeysche Fasern
  - alternierende Bildung unterschiedlich dicker Schichten von zellulärem Eigenfasorzement und azellulärem Fremdfasorzement<sup>12</sup>
  - der Verankerungszement<sup>12</sup>
4. Zelluläres Eigenfasorzement:
- Zementozyten, von Ebnersche Fibrillen
  - bei Reparationsprozessen (Wurzelsorption, -frakturen, Zahntraumata) ausschließlich von Zementoblasten gebildet
  - keine Verankerungsfunktion<sup>12</sup>
5. „intermediate cementum“<sup>12</sup>:
- nach neueren Untersuchungen eine sehr irregulär mineralisierte Zementenschicht an der Grenzzone zwischen Dentin und Zement

#### Eigene Notizen:

---



---



---



---



---



---



---

### 9.4.3. Desmodont (bindegewebige Befestigungsstruktur) (s.C. Abb. 47)

#### 9.4.3.1. Entstehung<sup>12</sup>

- Nach Entstehung des Alveolarknochens wandelt sich das **Zahnsäckchen** (bei Milch- und Zuwachszähnen größtenteils präeruptiv/bei den Ersatzzähnen größtenteils während bzw. nach Abschluß des Zahndurchbruchs) zum Desmodont um. Gleichzeitig wird Wurzel und Wurzelzement gebildet.
- Zementoblasten (auf Wurzeloberfläche), Fibroblasten (im Desmodontalspalt) und Osteoblasten (auf Oberfläche des Alveolarknochens) synthetisieren im Zement, Desmodontalspalt bzw. Alveolarknochen **kollagene Fasern**. Die Fasern sind anfänglich kurz und in Zement und Knochen verankert. Sie wachsen aufeinander zu und bilden vorübergehend in der Mitte des desmodontalen Raumes den sog. **intermediären Plexus** (gitterartige Verflechtung der Fasern beider Seiten).
- Die Fasern entstehen **in koronoapikaler Richtung**. Die koronalsten desmodontalen Fasern werden später zu **dentogingivalen und transseptalen Faserbündeln**.
- Sobald der Zahn funktionell belastet wird, werden die kollagenen Faserbündel verstärkt.

### 9.4.3.2. Allgemeines

- Ernährung des Wurzelzementes durch Diffusion
- im Desmodontalspalt verlaufende, verflochtene Sharpeysche Fasern (krestal, horizontal, schräg, apikal, interrädikulär verlaufende Kollagenfasern), die im Zement (28.000 / mm<sup>2</sup>) und Alveolarknochen verankert sind
- Breite des Peridontalspalt: 150-200 µm
- *die Fasern sind nicht dehnbar, verlaufen aber gewellt und sind daher für die **initiale Zahnbeweglichkeit** verantwortlich; die bei hoher Belastung auftretende **sekundäre Zahnbeweglichkeit** ist auf Knochen- und Zahndeformationen zurückzuführen; (physiologische Zahnbewegungen können mit **Paradontogrammen** aufgezeichnet werden, mit denen sogar die herzsynchronen Pulsationen der Gefäße im Desmodontalspalt gemessen werden können)*<sup>8</sup>

### 9.4.3.3. Bestandteile des Parodontalspalt

- Desmodontalfasern (70-80 %)
- Zellen:
  - Fibroblasten
  - Osteoklasten, Osteoblasten, Zementoblasten
  - Leukozyten (*viele Lymphozyten, die ähnlich wie der sog. Waldeyer Rachenring immunologische Schutzfunktion wahrnehmen*)<sup>12</sup>
  - *strangförmig angeordnete Malassezsche Epithelreste der HES, die u.a. durch Entzündungsprozesse zur Proliferation und Zystenbildung angeregt werden können*<sup>12</sup>
- Gefäßnetze: - Wedlscher (Blut-)Gefäßknäul, dem *mechanische Pufferfunktion* zugeschrieben wird
  - Lymphgefäße
- Nervenendigungen für Schmerz und Druck
- Gewebsflüssigkeit

#### • 9.4.4. Gingivale Faserbündel (bindegewebige Befestigungsstruktur); (s.C. Abb. 48)

- *Entstehung (s. 9.4.3.1.)*
- kollagene Fasern zwischen Zement und Gingiva → supraalveolärer Faserapparat
- wichtigster Vertreter: *koronal, horizontal und apikal verlaufende Fibrae dentogingivales*
- *weitere Fasern: Fibrae alveogingivales, dentoperiostales, periostogingivales, circulares, semicirculares, intercirculares, transgingivales, intergingivales, interpapillares und transseptales*<sup>12</sup>
- Funktionen:
  - Stabilisierung der Zähne
  - Befestigung der Gingiva am Alveolarfortsatz
  - Tonus (Formfestigkeit) der Gingiva

#### 9.4.5. Saumepithel (epitheliale Haftstruktur)

##### 9.4.5.1. Entwicklung<sup>12</sup>

Das Saumepithel bildet sich aus den Zellen des inneren und äußeren Schmelzepithels, des Stratum intermediums und der Schmelzpulpa. **Entstehung** in drei Stadien:

- **Präeruptives Stadium:** - Nach Abschluß der Schmelzmatrixsekretion entsteht zwischen dem inneren Schmelzepithel und dem Schmelz ein Komplex aus Basallamina und Desmosomen (= **Primärer Epithelansatz**)
- **Eruptives Stadium:**
  - Die Differenzierung der **Ameloblasten** in Saumepithelzellen (Epithelhaftung während des Zahndurchbruchs gesichert) entspricht funktionell der Ausbildung des **sekundären Epithelansatzes**; später Exfoliation am Sulkusboden
  - Differenzierung der **Stratum-Intermedium-Zellen** zu Saumepithelzellen → künftige **Basalzellen** des Saumepithels
  - Einsetzen der mitotischen Aktivität dieser Basalzellen
- **posteruptives Stadium:** - Die **Differenzierung** der Saumepithelzellen ist 12-24 Monate nach Beginn des Zahndurchbruchs **abgeschlossen**. Die Saumepithelzellen erneuern sich selbst.

##### 9.4.5.2. Weiteres

- **Teil der marginalen Gingiva** (= Saumepithel + orales Sulcusepithel + orales Epithel mit subepitheliale Binde-gewebe), der diese zirkulär an der Zahnoberfläche (Schmelz, Zement oder Dentin) befestigt (sog. **epitheliale Verhaftung**)
- Höhe: 1mm
- der koronalste Anteil bildet den **Boden des Sulcus gingivae**
- Bestandteile:
  - **interne** (zum Zahn hin gelegene) und **externe** (zum Bindegewebe des Saumepithels hin gelegene) **Basallamina**: die basalen Zellen jedes Epithels (hier Saumepithel) sind über **Hemidesmosomen** (= spezielle in der Zellmembran fixierte Proteinkomplexe) mit einer Basallamina (hier als Sonderfall auch mit der Zahnoberfläche) verbunden, die wiederum über u-förmige, sog. Ankerfibrillen mit den Kollagenfasern des darunterliegenden Bindegewebes verbunden sind<sup>1</sup>
  - mitotisch aktive Basalzellen<sup>1</sup>
  - Suprabasalzellen, die über Desmosomen untereinander und mit den Basalzellen verbunden sind und in den Sulcus gingivae abgestoßen werden<sup>12</sup>
- am Sulkusboden geht das Saumepithel in das orale Sulcusepithel (= laterale Begrenzung des Sulcus gingivae) über
- **Sulkusflüssigkeit:**
  - Serumexsudat mit abgestoßenen Epithelzellen, Mikroorganismen, Speichelbestandteilen, ...
  - Bei klinisch gesunder Gingiva ist keine Sulkusflüssigkeit gewinnbar; bei steigendem Entzündungsgrad tritt die Sulkusflüssigkeit vermehrt auf<sup>12</sup>.

- **Biologische Breite:** - =Abstand des prospektiven Kronenrandes zum Alveolarknochen
  - *histologische Größe (wird z. B. an Schliffpräparaten bestimmt) - klinisch nicht meßbar*<sup>16</sup>
  - sollte 2,5-3 mm nicht unterschreiten
  - besteht aus: -1 mm für die Neubildung des bindegewebige Attachments,
    - 1 mm für die Neubildung des epitheliale Attachment und
    - ca. 1 mm für die Neubildung des gingivalen Sulkus zusammen (*gehört eigentlich nicht zur biologischen Breite*)<sup>16</sup>
  - ist Voraussetzung für eine entzündungsfreie Umgebung eines Pfeilerzahnes
  - muß bei subgingivalen Präparationen bzw. bei chirurgischen Kronenverlängerungen beachtet werden (*Wenn die Biologische Breite größer als 3mm ist, besteht post präparationem die Gefahr einer etwas stärkeren Gingivaretraktion → Präparationsgrenze 1 mm subgingival legen.*)<sup>16</sup>
- **Dentogingivaler Komplex**<sup>16</sup>: - *klinische Größe (wird durch sog. Sounding - messen des Abstandes vom Margo gingivae bis zum Limbus alveolaris mit einer Parodontalsonde unter Anästhesie - bestimmt)*<sup>16</sup>
  - besteht aus: - bindegewebigem Attachment (1 mm)
  - epitheliales Attachment (1-1,5 mm; größte Variationsbreite)
  - Sulkus (0,5 -1mm)

### Eigene Notizen:

---



---



---



---



---



---

## 9.4.6. Alveolarknochen

### 9.4.6.1. Entwicklung<sup>12</sup>

- Die **Knochenzentren**, der den Alveolarknochen tragenden **Kieferknochen**, entstehen als knöcherne Knochenwannen um den N. infraorbitalis für die Maxilla (im späteren Eckzahn-/Prämolarenbereich) und um den N. alveolaris inferior für die Mandibula (im Bereich der Abgabelung des N. mentalis).
- Bei Geburt existiert der eigentliche Alveolarknochen noch nicht, 10 Milchzahnkeime liegen in „primitiven Zahnhöhlen“ der Kieferknochen, die durch interdentale Knochensepten getrennt sind.
- Bei Milch- und Zuwachszähnen entsteht der eigentliche Alveolarknochen **vor** (bei Ersatzzähnen - nach Resorption von Milchzahnwurzeln und Milchzahnalveolen - **gleichzeitig** mit) der Wurzelbildung als Produkt der Osteoblasten der Lamina osteoplastica des Zahnsäckchens (s. 7.1.). Der Alveolarknochen wird der jeweiligen **Dentition** in Form und Größe **angepaßt**.
- Während des Zahndurchbruchs werden gleichzeitig mit dem Wachstum (bei den Ersatzzähnen mit Remodelation und Wachstum) des Alveolarknochen die Desmodontalfasern und das Wurzelzement gebildet; dabei bleibt das Proliferationszentrum (HES mit Diaphragma) annähernd in der gleichen Lage und die Zahnkrone mit der gebildeten Wurzel werden nach koronal verschoben.
- Das **Höhenwachstum** der Alveolarfortsätze hält mindestens bis zum 22.Lebensjahr, evtl. auch bis in mittlere Erwachsenenalter an.

### 9.4.6.2. Aufbau:

- äußere Kompakta (*Ansatz von gingivalen Fasern*)
- Spongiosa (schwammartiges Knochengestüt, das mit Fettmark - im Gegensatz zum blutbildenden roten Knochenmark, das beim Erwachsenen gelegentlich im Tuberbereich des OK und im Kieferwinkel des UK vorkommt<sup>12</sup> - gefüllt ist)
- innen gelegene Alveolenwand: - Dicke: 0,1-0,4 mm<sup>12</sup>
  - weist zahlreiche Perforationen auf, durch die Nerven, Blut- und Lymphgefäßen vom Knochen in den Desmodontalspalt gelangen
  - = Lamina cribriformis (anatomisches Bild) = **Lamina densa** (da sie sich als dichte Struktur im Röntgenbild darstellt (*lat. densus: dicht*))

### 9.4.6.3. Weiteres<sup>12</sup>

- **zahnabhängige Struktur**; d.h. die Bildung des Alveolarfortsatzes findet erst beim Zahndurchbruch statt; bei Zahnverlust folgt Atrophie
- Alveolarknochenkämme verlaufen **girlandenförmig** 1-2mm unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze
- An morphologischen Besonderheiten können auftreten:
  - **Jugae alveolariae** konvexe Vorwölbungen entsprechenden der Wurzelform und -größe
  - **Dehiszenzen** vestibuläre - durch die vestibuläre Achstellung der Zähne bedingte - Einziehungen des knöchernen Limbus alveolaris
  - **Fenestrationen** vestibuläre - durch die vestibuläre Achstellung der Zähne bedingte - Knochenfenster (apikal vom Limbus alveolaris gelegen)
- **Physiologische Erneuerung**: Knochenerneuerung, funktionelle Anpassung und Remodellation basieren auf der Aktivität von Osteoblasten, Osteozyten und Osteoklasten.
  - Knochenabbau wird durch **Parathormon (PTH)**, den **Osteoklastenstimulierungsfaktor (OAF)**, **Prostaglandine (PGF<sub>1,2</sub>)** u.a. Faktoren gesteuert.
  - Knochenanbau wird durch **Calcitonin (CT)**, **Östrogene** u.a. Faktoren gefördert.

### Eigene Notizen:

---



---



---



---



---



---

## 10. Makroskopische Anatomie

### 10.1. Perioralregion (s.C. Abb 49)

Dies ist die um den Mund gelegene, extraorale Region. Folgende Strukturen sollten bekannt sein:

- die mimischen Muskeln      M. buccinator und M. orbicularis oris, die die muskuläre Grundlage für Lippen und Wangen bilden
- Labium superius et inferius      Ober- und Unterlippe
- Philtrum      seichte Rinne zwischen Nasenseptum und Tuberculum labii superioris
- Limbus cutaneus oris      Übergang von Lippenrot zu Lippenweiß
- Angulus oris      Mundwinkel
- Commisura labiorum      Übergang zwischen Ober- und Unterlippe
- Rima oris      Mundspalte
- Sulcus nasolabialis      Nasolabialfalte vom Ansatz des äußeren Nasenflügels zum Mundwinkel
- Mentum      Kinn
- Fovea mentis      Kinngrübchen
- Sulcus mentolabialis      = Sulcus transversus menti = Supramentalfalte = Kinnlippenfurche
- Bucca      Wange

### 10.2. Mundhöhle

#### 10.2.1. Fakten

- 1/5 der gesamten Oberfläche wird von den Zähnen, 4/5 von der Schleimhaut ausgekleidet.
- Die gesamte Mundhöhle ist mit ca. fünfzig Billionen aeroben und anaeroben Mikroorganismen besiedelt.
- Bildung von 1 -1,5 l Speichel pro Tag durch die großen und kleinen Speicheldrüsen
- Alle Oberflächen sind von einem 1 µm dicken Speichelfilm überzogen, der v.a. aus den Glykkoproteinen des Speichels (Speichelmuzine) besteht.

#### 10.2.2. Begrenzung

- kaudal:      durch die Mundbodenmuskulatur (M. mylohyoideus), die Bestandteil der suprahyalen Muskulatur ist
- kranial:      harter und weicher Gaumen
- ventral:      Lippen und Rima oris
- dorsal:      Rachenenge (**Isthmus faucium**), die durch den vorderen Gaumenbogen (**Arcus palatoglossus**, der durch den M. palatoglossus geformt wird), den hinteren Gaumenbogen (**Arcus palatopharyngeus**, der ebenfalls den gleichnamigen Muskel als Grundlage hat) und die beiderseits dazwischenliegende Gaumenmandel (**Tonsilla pharyngea**) gebildet wird und die die Mundhöhle von der Rachenhöhle (= Mesopharynx = Oropharynx) trennt
- lateral:      Wangen

#### 10.2.3. Funktionen

- **Mastikatorische Funktionen**
  1. **mechanische Zerkleinerung der Nahrung** (*bei zahlreichen Säugetieren ist die Lebenserwartung direkt mit dem Verschleiß der Zähne korreliert; Zahnverlust hat bei Tieren häufig den Tod zur Folge*)
  2. **Vorverdauung der Kohlenhydrate** *durch das im Speichel enthaltene Ptyalin (=  $\alpha$ -Amylase)*
  3. **Schlucken der Nahrung**
- **Sensorische / sensitive Funktionen**
  1. **Geschmackbeurteilung** *mit Auslösen entsprechender Reaktionen; z.B. Lustempfindung bei wohlschmeckenden Speisen, Ausspucken als Schutzreflex bei verdorbenen Speisen*
  2. **Tastfunktion**
  3. **Warnfunktion** *z.B. bei verdorbenen und zu heißen Speisen*
- **phonetische Funktion: Lautbildung** *zusammen mit dem Kehlkopf*
- **respiratorische Funktion: Atmung** *bei gleichzeitiger Lufterwärmung*
- **ästhetisch-physiognomische Funktion** *z.B. Mimik als Kommunikationsmittel*
- **immunologische Funktion**
  1. *durch Speichelbestandteile wie Laktoferrin (bakteriostatisch), Ig-A-Antikörper, Lysozym (löst die Zellwand grampositiver Zellen auf)*
  2. *Tonsilla palatina (Mikroorganismen bzw. Antigene der Mundhöhle können in die Krypten der Mandeln gelangen und immunologische Reaktionen, die den gesamten Organismus betreffen, einleiten)*
  3. *immunkompetente Zellen, die z.B. über das Saumepithel und die Krypten in die Mundhöhle gelangen*

#### 10.2.4. Intraorale Strukturen

Die intraorale Schleimhaut läßt sich gliedern in :

- **mastikatorische Schleimhaut** (Harter Gaumen und Gingiva; färbt sich mit Schillerscher Jodlösung baun)
- **auskleidende Schleimhaut** (Alveolarmukosa, Wangenschleimhaut, Mundbodenschleimhaut)
- **spezialisierte Schleimhaut** (Zunge mit Papillae filiformes, fungiformes, foliatae, vallatae → Tast- und Geschmacksfunktion)

Verschiedene **Speicheldrüsen** sind von Bedeutung:

große Speicheldrüsen:

- Glandula parotis (serös; 25% der Gesamtspeichelmenge)
- Glandula submandibularis (mukoserös; 70% der Gesamtspeichelmenge)
- Glandula sublingualis (seromukös; 5% der Gesamtspeichelmenge)

kleine Speicheldrüsen:

- Glandulae labiales
- Glandulae buccales
- Glandulae palatinae
- Glandula apicis linguae (Glandula lingualis anterior, Nuhnsche Drüsen; paarig)
- Glandulae linguales (posteriores; liegen seitlich und hinten)
- Glandulae sublinguales minores  
(- Glandulae pharyngeales, retromalares (Camalt`Drüsen) und Weber`Drüsen (am oberen Tonsillenpol))<sup>6</sup>

Durch die Zahnreihen wird die Mundhöhle in das Vestibulum oris (Mundvorhof) und die Cavitas oris propria (= eigentliche Mundhöhle) geteilt.

##### 10.2.4.1. Vestibulum oris (Mundvorhof)

Von vestibulär nach oral sind folgende Strukturen zu finden (s.C. Abb.50 und 51)

- Lippen- und Wangenschleimhaut mit Drüsenausführungsgängen der Glandulae labiales, buccales, molares und der Glandula parotoidea (dieser Ausführungsgang (=Ductus parotoideus) mündet als **Papilla parotis** gegenüber der OK 7er)

- **Fornix vestibuli** (Umschlagfalte)
- Alveolarmukosa mit inserierenden Bändchen (**Frenulum labii superioris et inferioris, Frenula buccae superiores et inferiores**)
- mukogingivale Grenzlinie (**Linea girlandiformis**)
- **befestigte Gingiva** (attached Gingiva, unverschiebliche Gingiva, Gingiva propria)
- **gingivale Furche** (inkonstantes Vorkommen)
- **marginale Gingiva**
- **Limbus gingivae** (Margo gingivalis, Zahnfleischrand)
- **Sulcus gingivae** mit oralem Sulcusepithel: physiologische Tiefe: 0.5 bis 1 mm
- **Saumepithel**
- vestibulär und lingual von den Zähnen gelegene Interdentalpapillen (**Papillae interdentes, Papillae gingivales**) mit einer dazwischengelegenen sattelförmigen Einsenkung, der „**Col**“

#### 10.2.4.2. Cavum oris proprium = Cavitas oris propria (eigentliche Mundhöhle)

Am Gaumen sind folgende wichtige Strukturen vorzufinden (s.C. Abb 52):

- Ah-Linie *(beim Ah-Sagen hebt sich hier der weiche Gaumen Richtung Nasopharynx)*  
teilt den Gaumen in harten und weichen Gaumen
- Velum palatinae durch den weichen Gaumen gebildetes Gaumensegel
- Uvula palatina Gaumenzäpfchen; bildet das Ende des Gaumensegels
- Raphe palatina Gaumennaht; mediane Schleimhautleiste *(in deren Bereich die Kiefer in der Entwicklung zusammengewachsen sind)*
- Foramen incisivum Durchtrittsstelle von Nerven und Gefäßen für den Gaumen
- Papilla incisiva über dem Foramen incisivum gelegene Schleimhauterhebung am anterioren Ende der Raphe palatina
- Plicae palatinae transversae quer verlaufende Schleimhautfalten
- Torus palatinus gelegentlich vorkommende mediane, längsförmige Knochenverdickung im hinteren Abschnitt des Gaumens (seitlich davon liegen die Glandulae palatinae)

Wichtige Strukturen des Mundbodens sind:

- Plica sublingualis Schleimhautwulst seitlich des Zungenbändchens auf dem etwa vierzig Ausführungsgänge *(der Glandulae sublinguales minores)* münden
- Caruncula sublingualis ventral von der Plica sublingualis Schleimhauthöcker, auf dem die Ausführungsgänge der Glandula sublingualis und submandibularis münden

## Aufbau der Zunge (s.C. Abb.53 und 54):

- Corpus linguae Zungenkörper
- Apex linguae Zungenspitze mit den Glandulae linguales anteriores
- Radix linguae Zungenwurzel mit Glandulae linguales posteriores
- Dorsum linguae Zungenrücken mit spezialisierter Schleimhaut; d.h. mit Papillae filiformes (*Tastsinn*)<sup>12</sup>, Papillae fungiformes (*Tast-, Geschmacks- und Temperatursinn*)<sup>12</sup>, Papillae foliatae (*Geschmackssinn*)<sup>12</sup> und Papillae vallatae (*Geschmackssinn*)<sup>12</sup>
- Margo linguae Zungenrand, der seitlich mit den Zähnen in Kontakt steht
- Facies inferior linguae Zungenunterfläche
- Frenulum linguae medianes Zungenbändchen zwischen Zunge und Zungenboden

Eigene Notizen:

---

---

---

---

---

---

---

## 11. Morphologie der bleibenden Zähne

### 11.1. Anzahl der Wurzeln, Wurzelkanäle und Höcker:

OK	Wurzeln	Wurzelkanäle	Höcker
11/21	1	1	-
12/22	1	1	-
13/23	1	1	-
14/24	2 (>60%) 1 (3)	1 (9%) 2 (85%) 3 (6%)	2
15/25	1 (>85%) 2	1 (75%) 2 (24%) 3 (1%)	2
16/26	3	3 (41,1%) 4 (56,5%) 5 (2,4%)	4  (ohne Tuberculum Carabelli)
17/27	3	3 4	4

UK	Wurzeln	Wurzelkanäle	Höcker
31/41	1	1 (69,9%) 2 (29,6%) 3 (0,5%)	
32/42	1	1 (56,9%) 2 (43,1%)	
33/43	1	1 (94%) 2 (6%)	
34/44	1 (74%) 2 (26%)	1 (73,5%) 2 (26%) 3 (0,5%)	2 (75%) 3 (25%)
35/45	1 (85%) 2 (15%)	1 (86,5%) 2 (13%) 3 (0,5%)	3
36/46	2	2 (6,7%) 3 (64,4%) 4 (28,9%)	5
37/47	2	2 3 4	4

## 11.2. Allgemeines zur Zahnmorphologie

	Form	Funktionen
Dentes incisivi	spatel-, meiselartig	- Schneidefunktion
Dentes canini	spitz zulaufend	- als Greif- und Reißzahn → Festhalten und Abbeißen von Nahrung/ Beute - als Waffe (Wildschwein, Gorilla) für innerartliches Drohen und Imponieren (Gorilla)
Dentes praemolares	zwei Höcker (bikuspid)	- Eckzahnfunktion, wenn der mesiale Prämolare wie bei vielen Primaten eckzahnähnliche Form aufweist ( <b>Caninisierung</b> ) - Molarenfunktion bei <b>Molarsierung</b> des distalen Prämolaren (z.B. Pferde)
Dentes molares	vier Höcker (Ausnahme UK 6er: fünf Höcker)	- Zerkleinern und Zermahlen von Nahrung

### 11.2.1. Zu den allgemeinen Zahnmerkmalen:

- Wurzelmerkmal: - bei UK 1er nicht vorhanden
- Massenmerkmal: - bei UK 1er nicht immer vorhanden  
- bei OK 4er umgekehrt
- Winkelmerkmal: - bei UK 1er nicht vorhanden  
- bei OK 4er umgekehrt<sup>4</sup>
- Zahnalsmerkmal: - nicht bei UK 1er
- weiteres: - jeder Zahn besitzt einen typischen Wurzelqueerschnitt  
- die Seitenzahnhauptfissur aller Seitenzähne weist ein Gefälle nach distal auf

### 11.2.2. Allgemeines zu den OK-Zähnen:

- Molaren mit Rautenform (Beurteilung von okklusal)
- Prämolaren mit Trapezform (bei 4er Nierenform möglich)
- bukkal scharfkantige Scheerhöcker
- Frontzahnmorphologie (individuell unterschiedlich stark ausgeprägt): Tuberculum dentis, palatinale Randleisten, Mittelleiste (beim 2er schwach; beim 3er stark → Eckzahnführungsleiste)

### 11.2.3. Allgemeines zu UK-Zähnen:

- Molaren mit Trapezform
- Prämolaren fast kreisförmig (Glockenform)
- Kronenflucht
- Eindellungsmerkmal in der Front
- linguale scharfkantige Scheerhöcker
- Frontzahnmorphologie (individuell ausgeprägt): Tuberculum dentis, Randleisten, Mittelleiste

**11.3. Frontzähne** (s.C. Abb. 55-66)

*Es wurde der Versuch unternommen, die Charakteristika der einzelnen Zähne schematisiert wiederzugeben. Auf allgemeine Zahnmerkmale, die individuell sehr unterschiedlich stark ausgeprägt sein können und somit kein eindeutiges Merkmal für die Zahnbestimmung darstellen, wurde hier aus didaktischen Gründen verzichtet.*

	OK	UK
1er	<ul style="list-style-type: none"> <li>- größten Incisivi</li> <li>- Wurzelquerschnitt (WQ) rundlich</li> <li>- <i>Längsfurchen auf Labialfläche<sup>4</sup></i></li> <li>- <i>Approximalkontaktpunkt distal bauchig, mesial flach<sup>4</sup></i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kleinsten Incisivi</li> <li>- WQ nierenförmig-oval</li> <li>- kein Winkel-, Wurzel-, Zahnhaltsmerkmal;</li> <li>- selten Massenmerkmal</li> <li>- <i>rechtwinkeliges Winkelmerkmal<sup>4</sup></i></li> </ul>
2er	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kleiner als 1er</li> <li>- V-förmige Fissur</li> <li>- häufig mit Foramen caecum</li> <li>- häufig Formvarianten</li> <li>- WQ eher oval</li> <li>- <i>deutliches Winkelmerkmal (mesial spitzer, distal flacher Winkel)<sup>4</sup></i></li> <li>- <i>schwache Längsfurchen auf Labialfläche<sup>4</sup></i></li> <li>- <i>Incisalkante nicht so geradelinig wie 1er<sup>4</sup></i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- breiter als 1er</li> <li>- schwaches Winkel-, Wurzel-, Krümmungs- und Zahnhaltsmerkmal</li> <li>- WQ nierenförmig-oval</li> </ul>
3er	<ul style="list-style-type: none"> <li>- längster Zahn → Augenzahn, da er kurz vor der Augenhöhle endet</li> <li>- mesiale Incisalkante kurz und flach</li> <li>- distale Incisalkante lang und steil</li> <li>- distale Approximalfläche bauchig („Ohr“)</li> <li>- WQ birnenförmig</li> <li>- <i>Echzahnführungsleiste<sup>4</sup></i></li> <li>- <i>Approximalkontaktpunkt mesial höher<sup>4</sup></i></li> <li>- <i>distale Facette breiter und fällt zu Seitenzähnen hin ab<sup>4</sup></i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kleiner als OK 3er</li> <li>- leichte Kronenflucht mit fast glatter Übergang zwischen Wurzel und Krone</li> <li>- <i>kein „Ohr“<sup>4</sup></i></li> <li>- <i>Approximalkontakt auf gleicher Höhe<sup>4</sup></i></li> <li>- <i>weniger starke, linguale Mittelleiste<sup>4</sup></i></li> </ul>

Eigene Notizen:

---



---



---



---



---



---

**11.4. Seitenzähne** (s.C. Abb. 67-84)

	OK	UK
4er	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundform trapezförmig; auch nierenförmig bei mesialer Einbuchtung der Krone</li> <li>- umgekehrtes Krümmungsmerkmal</li> <li>- palatinaler Höcker gegenüber dem bukkalen Höcker kleiner, niedriger, weniger spitz, nach mesial versetzt</li> <li>- Krone nach zervikal stark verjüngt</li> <li>- <i>ein zum Eckzahn umgekehrtes Winkelmerkmal<sup>4</sup></i></li> <li>- <i>WQ nierenförmig mit mesialer Einbuchtung<sup>4</sup></i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kleinster Prämolare</li> <li>- lingualer Höcker erreicht Kauebene nicht</li> <li>- WQ rundlich-oval</li> </ul>
5er	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kronenform ähnlich wie 4er</li> <li>- kleiner als 4er</li> <li>- beide Höcker gleich groß und gleich hoch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Y-förmige Hauptfissur</li> <li>- WQ dreieckig-rund</li> </ul>
6er	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mesiale Höcker größer und höher als die distalen</li> <li>- Höckergröße: mesiopalatinal &gt; mesio bukkal &gt; distobukkal &gt; distopalatinal</li> <li>- häufig mit Tuberculum Carabelli = Tuberculum anomale</li> <li>- WQ mesiobukkal: oval</li> <li style="padding-left: 20px;">distobukkal: rundlich-oval</li> <li style="padding-left: 20px;">palatinal: rundlich</li> <li>- <i>H-förmige Hauptfissur<sup>4</sup></i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bukkales Höckergefälle von mesial nach distal</li> <li>- linguale Höcker gleich hoch</li> <li>- <i>größter Seitenzahn<sup>4</sup></i></li> <li>- <i>Approximalfläche mesial konkav, distal konvex<sup>4</sup></i></li> <li>- <i>Höckergröße: mesiolingual &gt; mesiobukkal &gt; distolingual &gt; mediobukkal &gt; disobukkal<sup>4</sup></i></li> </ul>
7er	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundform ähnlich wie 6er</li> <li>- kleiner</li> <li>- größere Variationsbreite</li> <li>- <i>distopalatinaler Höcker oft verkümmert<sup>4</sup></i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kleiner als 6er</li> <li>- vier sehr regelmäßig gebaute Höcker</li> </ul>
8er	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sehr unregelmäßige Form</li> <li>- Wurzelspitzen häufig stark abgebogen und miteinander verschmolzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sehr unregelmäßige Form</li> <li>- Wurzelspitzen häufig stark abgebogen und miteinander verschmolzen</li> </ul>

Eigene Notizen:


---



---



---



---



---



---

## 12. Gebiß als Ganzes

### 12.1. Zahnbogen und Bezugsebenen - Definitionen

- Zahnbogen (s.C. Abb. 85 und 86)
    - = Verbindungslinie der Schneidekanten bzw. bukkalen Höckerspitzen
    - im OK Form einer halben **Ellipse**; im UK **parabelförmig**
  
  - Approximalkontakte (s.C. Abb. 87 und 88)
    - = Berührungspunkt von Nachbarzähnen
    - punkt- bzw. linienförmig im oberen Zahndrittel;
    - durch *die physiologische Beweglichkeit bedingte, (interstitielle) Abrasion* werden sie flächenförmig; *Ausgleich der Breitenreduktion durch Mesialwanderung der Zähne*<sup>9</sup>
  
  - Okklusionsebene (=Kauebene) (s.C. Abb. 89)
    - = gedachte Ebene durch den **Inzisalpunkt** (Approximalkontakt zwischen UK 1ern) und die distobukkalen Höcker von den UK 7ern
  - Campersche Ebene (s.C. Abb. 90)
    - = gedachte Ebene durch die Spina nasalis anterior und den linken und rechten Unterrand des Porus acusticus externus (Traguspunkt)
    - parallel zur Kauebene
  
  - Frankfurter Horizontale (s.C: Abb. 90)
    - = gedachte Ebene durch den unteren knöchernen Orbitarand und den Oberrand des Porus acusticus externus
    - Winkel zur Camperschen Ebene von 10-15°
  
  - Bipupillarlinie (s.C. Abb. 91)
    - = gedachte durch beide Pupillenmitten verlaufende Linie
  
  - Bonwill-Dreieck (s.C. Abb. 92)
    - = gleichschenkeliges Dreieck durch Inzisalpunkt und beide Kondylenmittelpunkte
    - Schenkellänge durchschnittlich 10 cm
    - **Balkwill-Winkel**: Winkel von 20-25° zwischen Bonwill-Dreieck und Kauebene
  
  - sagittale Kompensationskurve (= sagittale Okklusionskurve, sagittale Verwindungskurve, Speesche Kurve) (s.C. Abb. 93)
    - = in mesio-distaler Richtung verlaufende Verbindungslinie der Inzisalkanten und *bukkalen Höckerspitzen*
    - *sinkt von anterior bis zum mesialen Höcker des 6er ab und steigt anschließend an*<sup>9</sup>
    - *individuell sehr unterschiedlich ausgeprägt; kann fehlen*<sup>9</sup>
    - *von Puristen nur dann als Speesche Kurve bezeichnet, wenn ihre Verlängerung durch das Kiefergelenk verläuft (wie von Spee 1890 angegeben)*<sup>9</sup>
  
  - transversale Kompensationskurve (= Wilson-Kurve) (s.C. Abb 94)
    - Verbindungslinie zwischen den Höckerspitzen der UK-Seitenzähne, die aufgrund der Lingualneigung der Uk-Seitenzähne und der Bukkalneigung der OK-Seitenzähne zustande kommt
- *für die Stabilität des Zahnbogens bedeutungsvoll*<sup>9</sup>

## 12.2. Okklusion der Zahnreihen

- Okklusion
  - = jeglicher Kontakt zwischen OK- und UK-Zähnen
  - statische Okklusion: = Zahnkontakt ohne UK-Bewegungen
  - dynamische Okklusion (= Artikulation): = zahngeführte Unterkieferbewegungen
- Maximale Interkuspitation (MIK)
  - = statische Okklusion mit maximal erreichbarem Vielpunktkontakt zwischen OK- und UK-Zähnen
- Interkuspitationsposition (IKP, habituelle Interkuspitation, habituelle Okklusion, Schlußbiß)
  - = gewohnheitsmäßige eingenommene statische Okklusion
  - kann mit der maximalen Interkuspitation zusammenfallen
  - Kondylen liegen meist weiter anterior als bei zentrischer Kontaktposition
- Zentrische Kontaktposition (ZKP, zentrische Kondylenposition, (Gelenk-)Zentrik)
  - = nichtseitenverschobene, kranio-ventrale Lage der Kondylen in den Gelenkgruben unter physiologischer Gewebebelastung (*Definition heute*)<sup>9</sup>
  - Definition unabhängig von Zahnkontakten
  - auch als „retrale Kontaktposition“ (RKP) bezeichnet (*Definition früher*)<sup>9</sup>
  - stimmt in 90% der Fälle nicht mit der habituelle Interkuspitationposition überein (durchschnittlich bis zu 1mm weiter ventral)
  - *wird normalerweise beim Kauen und Schlucken eingenommen*<sup>9</sup>
- Retrale Kontaktposition (RKP)<sup>9</sup>
  - *kranio-dorsalste Lage der Kondylen in den Gelenkgruben*
  - *stimmt nur im Idealfall mit der Zentrik überein*
  - *wurde früher im angloamerikanischen Sprachraum als zentrische Kondylenposition definiert*
  - *Distanz zur Zentrik 0,1-4 mm; nur bei geringen Distanzen noch physiologisch*
- „RUM-Position“ (rearmost, upmost, midmost)
  - = unphysiologische Kondylenposition, bei der die Kondylen maximal nach retral geführt werden
  - nicht bei allen Patienten ist ein Führen in diese Position möglich
  - unphysiologisch, weil retrodiskales Gewebe komprimiert wird
- zentrische Okklusion
  - bei maximaler Interkuspitation befinden sich die Kondylen in der zentrischen Kondylenposition
  - bei ca. 10% der Patienten
  - Merke: in der amerikanischen Literatur entspricht die „centric Occlusion“ der maximalen Interkuspitation
- Ruhelage<sup>9</sup>
  - = *unbewußte Abstandhaltung des Uk zum Ok bei aufrechter Körper- und Kopfhaltung ohne Zahnkontakt*
  - *u.a. durch Muskeltonus bestimmt → meist Absacken des Unterkiefers im Schlaf*
  - *meist 3-5 mm kaudaler als in maximaler IKP (Messung im Prämolarenbereich); unter Streß verkleinert*
  - *UK meist in leicht protrudierter und abduzierter Position*

### 12.3. Zahn-zu-Zahn-Beziehung

- vertikaler Überbiß (= Overbite) (s.C. Abb. 95)
  - = Distanz der OK-Schneidezahnschneidekante zur UK-Schneidezahnschneidekante
  - Richtwert im eugnathen Gebiß: 2-3 mm
- sagitale Frontzahnstufe (= Overjet, Schneidezahnüberbiß) (s.C. Abb. 95)
  - = Distanz zwischen labialen Anteil der Schneidekante der OK 1er und der Labialfläche der UK 1er
  - Richtwert im eugnathen Gebiß: 2 mm
- Hauptantagonist (s.C. Abb 96)
  - = der jeweils entsprechende Zahn im Gegenkiefer z.B. Zahn 15 hat Zahn 45 als Hauptantagonisten
- Nebenantagonist (s.C: Abb 96)
  - = weiterer, neben dem Hauptantogonisten, in Beziehung stehender Zahn, z.B. Zahn 15 hat Zahn 46 als Nebenantagonisten
  - diese Zahn-zu-zwei-Zahn-Okklusion kommt aufgrund der größeren Breite der OK-Frontzähne zustande; dabei kommt es zu Höcker-Fossa- und Höcker-Randleisten-Kontakten
  - Ausnahme: - letzter Seitenzahn im OK hat nur einen Antagonisten (i.d.R. OK 8er)  
- erster Frontzahn im UK hat nur einen Antagonisten (i.d.R. UK 1er)
- tragende Höcker (= funktionelle Höcker, zentrische Höcker, Stampfhöcker, Arbeitshöcker) (s.C. Abb. 97 und 98)
  - im OK palatinal; im UK lingual
  - besitzt zwei Kontaktpunkte des sog. ABC- Kontaktes
- nichttragende Höcker (= nichtzentrische Höcker, Scherhöcker)
  - besitzt den dritten Kontaktpunkt des ABC-Kontaktes
- Okklusale Beziehung der Arbeitshöcker bei normalen Bißverhältnissen
 

- OK: Arbeitshöcker ( <b>palatinale Höcker</b> ) greifen in	→ <b>distale Randleiste</b> des Hauptantagonisten <b>und</b>
	→ <b>mesiale Randleiste</b> des Nebenantagonisten
Ausnahmen: <b>mesiopalatinale Höcker</b> der Molaren	→ <b>zentrale Gruben</b> der Hauptantagonisten
- UK: Arbeitshöcker ( <b>bukkale Höcker</b> ) haben Kontakt zu	→ <b>distale Randleiste</b> des Nebenantagonisten <b>und</b>
	→ <b>mesiale Randleiste</b> des Hauptantagonisten
Ausnahmen: <b>distobukkale</b> und <b>mediobukkale Höcker</b> der Molaren	→ <b>zentrale Gruben</b> der Hauptantagonisten
- „Neutralbiß“ (Angle-Klasse I) (s.C. Abb. 99)
  - = Regelverzahnung der Seitenzähne in sagittaler Richtung
  - OK 3er zwischen UK 3er und 4er
  - mesiale Höcker des OK 6er in die zwischen mesio- und mediobukkalen Höcker liegende erste Hauptquerfissur (= mesiobukkale Interlobularfurche) des UK 6er

- Veränderungen des Bißes in saggitaler Richtung (s.C. Abb. 100-102)
  - **Mesialbiß** (= **Angle-Klasse III**): UK-Seitenzähne weiter mesial
  - **Distalbiß**: - = **Angle-Klasse II/1**: UK-Seitenzähne weiter distal bei protrudierter OK-Front
  - = **Angle-Klasse II/2**: UK-Seitenzähne weiter distal bei reduzierter OK-Front
  - Angabe der Veränderung in Prämolarenbreiten
- Veränderungen des Bißes in transversaler Richtung
  - **Normalbiß**: OK-Zähne weiter vestibulär als UK-Zähne → palatinale OK-Höcker in UK-Fossae
  - **Kreuzbiß**: bukkalen OK-Höcker greifen in die UK-Fossae
  - **Kopfbiß**: OK- und UK-Antagonisten beißen mit den Höckern aufeinander

#### 12.4. Statische Okklusionskonzepte

- Punkt-Zentrik (= „point centric“): - RKP = IKP
- „freedom in centric“ - Abgleiten des Unterkiefers von den in ZKP auftretenden Zahnkontakten Richtung habituelle Okklusion ohne größere vertikale Veränderungen

Zusätzliche Begriffe aus der 1. Auflage des Curriculum Prothetik:

- „long centric“: - Gleitmöglichkeit (0,2-0,5 mm) des UK von RKP nach IKP in saggitaler Richtung
- „wide centric“: - zur saggitalen Gleitmöglichkeit kommt eine transversale Komponente
- wird mit dem Begriff „long centric“ auch als „freedom in centric“ zusammengefaßt
- „perverted centric“: - zur saggitalen und transversalen kommt eine vertikale Komponente

#### 12.5. Dynamische Okklusionskonzepte

- **Frontzahngeschützte Okklusion** (= Frontzahnführung, Front-Eckzahn-Führung); (s.C. Abb. 103a)
  - = bei UK-Bewegungen **sofortige Disklusion aller Seitenzähne** unter **Gleitkontakten der Frontzähne** → Schutz der Seitenzähne vor extraxialen Kräften
  - **Indikation**: festsitzender Zahnersatz, falls möglich
  - *physiologisches Okklusionskonzept (Hinweis: Frontzähne besitzen über Parodontalrezeptoren eine größere Druckempfindlichkeit und einen ausgeprägteren räumlichen Orientierungssinn)<sup>9</sup>*
  - *Laterotrusion: reine Eckzahnführung<sup>9</sup>*
  - *Lateroprotrusion: Eckzähne und seitlichen Schneidezähne führen<sup>9</sup>*
  - *Protrusion: mindestens die OK 1er und die UK 1er und 2er führen<sup>9</sup>*
- **Eckzahngeschützte Okklusion** (= Eckzahn-Führung); (s.C. Abb. 103b)
  - = Eckzähne führen bei allen Exkursionsbewegungen des UK unter **sofortiger Disklusion aller anderen Zähne**
- **Unilateral balancierte Okklusion** (= Gruppenführung); (s.C. Abb. 104)
  - dynamisch **Okklusionskontakte** (=Gruppenkontakte) nur **auf der Arbeitsseite** von Eckzahn, Prämolaren und Molaren
  - **Indikation**: Teilprothesen, wenn Frontzahnführung nicht möglich
  - *Kontaktintensität nimmt nach distal hin ab<sup>9</sup>*

- **Bilateral balancierte Okklusion** (s.C. Abb. 105)

- dynamische **Okklusionskontakte** auf der **Arbeits- und Nichtarbeitsseite** → zusätzliche okklusale Stabilisierung
- **Indikation:** Hybrid- und Totalprothesen → *Vielpunktkontakt in der Exkursion zur Lagesicherung der Prothese*<sup>9</sup>
- *Okklusionstyp unserer Vorfahren; heute z.B. noch bei den Aborigines*<sup>9</sup>
- *unmöglich in natürlichen Gebiß einzuschleifen, da Hyperbalancen (= Vorkontakte auf der Nichtarbeitsseite) nicht restlos entfernbar sind*<sup>9</sup>
- *in der Totalprothetik leichter zu realisieren als im natürlichen Gebiß, aufgrund 1. der **Schleimhautresilienz** (schwache okklusale Vorkontakte werden durch Einsinken der Prothese ausgeglichen) und 2. des **Fehlens von Parodontalrezeptoren** (okklusale Interferenzen von < 1/100 mm werden registriert und könne zu Parafunktionen, etc führen)*<sup>9</sup>

Eigene Notizen:

---



---



---



---



---



---

## 13. Anatomie des Stomatognathen Systems

### 13.1. Allgemeines

Das stomatognathe System (=Kauorgan, Kausystem, mastikatorisches System, orofaziales System, kraniozervikales System) **besteht** im wesentlichen **aus**

- den Kiefern mit dem Kiefergelenk
- den Zähnen mit Parodontien
- verschiedenen Muskelgruppen (Kaumuskulatur, supra- und infrahyale Zungenbeinmuskulatur, mimische Muskulatur, Hals- und Nackenmuskulatur)
- Blut- und Lymphgefäßen
- Zentralem und peripheren Nervensystem
- Weichteilen (Haut, Schleimhaut, Lippen, Wangen, Speicheldrüsen, ) und
- Kehlkopf.

### 13.2. Unterkiefer (s.C. Abb 106-108)

#### 13.2.1. Fakten

- einziger beweglicher Knochen des Schädels
- Alveolarfortsatz ist zahnabhängig; d.h. Atrophie des Alveolarkammes bei Zahnverlust → flacher, zahnloser Greisenkiefer

**13.2.2. Folgende Strukturen sollten bekannt sein:**

## • von vestibulär:

Corpus mandibulae (1)	Körper des UK
Ramus mandibulae (2)	aufsteigender Unterkieferast
Basis mandibulae (3)	Unterkieferbasis
Pars alveolaris (4)	Alveolarfortsatz des UK
Angulus mandibulae (5)	Kieferwinkel am Übergang von (1) in (2)
Processus coronoideus (6)	Ansatz des M. temporalis
Processus condylaris (7)	besteht aus (8) und (9)
Collum mandibulae (8)	Halsteil von (7)
Caput mandibulae (9)	Kopfteil von (7); Gelenkköpfchen des Kiefergelenks
Fovea pterygoidea (10)	ventral am Processus condylaris und kaudal von dessen Köpfchen gelegen; Ansatzstelle beider Bäuche des M. pterygoideus lateralis
Incisura mandibulae (11)	nach kaudal gewölbte Knochenkante zwischen (6) und (7)
Juga alveolaria (12)	durch Platzmangel bedingte, vestibuläre Vorwölbungen der Alveolen
Protuberantia mentalis (13)	Kinnvorsprung (vestibulär)
Foramen mentale (14)	Austritt des N. alveolaris inferior (wichtiger Ast des N. mandibularis) als N. mentalis
Linea obliqua (15)	im Molarenbereich; erstreckt sich nach dorsokranial in Richtung auf (2)
Tuberositas masseterica (16)	Rauhigkeit im äußeren Bereich des Kieferwinkels; Ansatz des M. masseter

## • von oben:

Alveoli dentales (1)	Knochenfächer (=Alveolen)
Arcus alveolaris (2)	wird von den Alveoli dentales gebildet
Septa interalveolaria (3)	Knochensepten, die die Alveoli dentales trennen
Septa interradicularia (4)	Knochensepten, die die einzelnen Wurzeln mehrwurzeliger Zähne trennen

## • von lingual:

Spina mentalis (1)	Ursprung des M. geniohyoideus und M. genioglossus
Fossa digastrica (2)	Ansatz des vorderen Bauches des M. digastricus
Linea mylohyoidea (3)	Ursprung des M. mylohyoideus
Tuberositas pterygoidea (4)	Rauhigkeit im inneren Bereich des Kieferwinkels; Ansatz des M. pterygoideus medialis
Foramen mandibulae (5)	Eintrittsöffnung für den N. alveolaris inferior in den Canalis mandibulae
Lingula mandibulae (6)	knöcherner Platte, die (5) überdeckt

Eigene Notizen:


---



---



---



---



---

**13.3. Kaumuskulatur** (s.C. Abb 109-113)

- vier paarige Muskeln
- Innervation durch gleichnamige Äste des Nervus mandibularis (einer von drei Hauptästen des Nervus trigeminus; dem fünften Hirnnerven): - Nn. temporales profundi
  - N. massetericus
  - N. pterygoideus medialis
  - N. pterygoideus lateralis
- Ableitung der Funktion meist aus dem Verlauf möglich

<b>M. temporalis</b>	Ursprung	Ansatz	Verlauf	Funktion
hintere Fasern	zwischen Linea temporalis und Jochbogen (Arcus zygomaticus)	Processus coronoideus bis zur tiefsten Stelle der Incisura mandibulae	horizontal	- Adduktion - Stabilisierung der Kiefergelenke bei Leer- und Mastikationsbewegungen - Retrusion
mittlere Fasern	s.o.	Processus coronoideus	schräg	- Adduktion - Retrusion
vordere Fasern (Hauptmasse)	s.o.	Processus coronoideus (bis zum Ramus mandibulae)	oberflächliche Fasern: - vertiko-medialwärts; tiefe Fasern: - vertiko-lateralwärts	oberflächliche Fasern: - Adduktion - leichte Laterotrusion tiefe Fasern: - Adduktion - leichte Mediotrusion (bei unilateraler Kontraktion)
<i>Besonderheiten: 1. Doppeltgefiederter Muskel mit großem physiologischem Querschnitt → stärkster Kaumuskel<sup>1</sup>                      2. Fascia temporalis spaltet sich zum Jochbogen hin auf; dazwischenliegendes Baufett wird im Alter/bei Kachexie abgebaut → Einfallen der Schläfen<sup>1</sup></i>				

<b>M. masseter</b>	Ursprung	Ansatz	Verlauf	Funktion
Pars profunda	hintere 2/3 des Jochbogens	Tuberositas masseterica oberhalb des oberflächlichen Anteils	fast senkrecht nach kaudal, ventral, medial	1. Adduktion 2. Retrusion <sup>1</sup> 3. Laterotrusion (bei unilateraler Kontraktion)
Pars superficialis (größerer Anteil)	vordere 2/3 des Jochbogens	Tuberositas masseterica (am Angulus mandibulae)	schräg nach dorsal, kaudal, medial	1. Adduktion 2. Laterotrusion (bei einseitiger Kontraktion) 3. Protrusion
<i>Besonderheiten: 1. tiefe Portion individuell unterschiedlich stark ausgeprägt                      2. Winkel zwischen beiden Anteilen: 30-40°</i>				

<b>M. pterygoideus medialis</b>	Ursprung	Ansatz	Verlauf	Funktion
	Fossa pterygoidea des Os sphenoidale	Tuberositas pterygoidea des Angulus mandibulae	nach kaudal, dorsal, lateral	1. Adduktion 2. Protrusion 3. Mediotrusion (bei unilateraler Kontraktion)
<i>Besonderheit: Bildet mit dem M.masseter eine funktionelle Muskelschlinge</i>				

<b>M. pterygoideus lateralis</b>	Ursprung	Ansatz	Verlauf	Funktion
oberer Kopf	Unterfläche der Ala major ossis sphenoidalis	- Fovea pterygoidea - Oft zusätzlich am Discus articularis	fast horizontal nach dorsal, lateral	- Protrusion - bei Kieferschluß aktiv → Stabilisierung des Diskuskomplexes gegen die Eminentia articularis → Verhinderung einer zu weit posterioren Lage des Discus
unterer Kopf (ca. drei mal größer)	Lamina lateralis des Processus pterygoideus	Fovea pterygoidea	nach dorsal, lateral, kranial	- Einleitung der Kieferöffnung durch Zug nach kaudoventral - Protrusion - Mediotrusion (bei unilateraler Kontraktion)
Besonderheit: Verschmelzung beider Köpfe möglich → funktionelle Trennung nicht sinnvoll (nach neueren EMG-gestützten Untersuchungen ist dies doch möglich)				

### 13.6. Zungenbeinmuskulatur

durch das Zungenbein (Os hyoideum) in zwei Gruppen geteilt:

- suprahylale Zungenbeinmuskulatur:
  1. M. mylohyoideus
  2. M. geniohyoideus
  3. M. digastricus
  4. M. stylohyoideus
  - wichtige Rolle bei Unterkieferbewegungen (v.a. bei der Abduktion bei festgestellter Nackenmuskulatur)
- infrahyale Zungenbeinmuskulatur:
  1. M. omohyoideus
  2. M. thyrohyoideus
  3. M. sternothyroideus
  4. M. sternohyoideus
  - können das Zungenbein nach kaudal ziehen und stabilisieren
  - limitieren den Zug der suprahyalen Muskulatur nach kranial

<b>M. mylohyoideus</b>	Ursprung	Ansatz	Verlauf	Funktion
	Linea mylohyoidea	- Raphe mylohyoidea (= Bindegewebsstreifen von der Spina mentalis zum Zungenbein) - Zungenbeinkörper	fällt in dorsaler Richtung leicht nach kaudal ab	- UK fixiert: zieht Zungenbein, Zunge und Mundboden nach ventrokranial - Os hyoideum durch infrahyale Muskulatur fixiert: zieht UK nach dorsokaudal → Kieferöffnung
Innervation: N. mylohyoideus (Ast des N. mandibularis)				
Besonderheiten: 1. bildet den Hauptteil des Mundbodens (Diaphragma oris)				

<b>M. geniohyoideus</b>	Ursprung	Ansatz	Verlauf	Funktion
	Spina mentalis	Zungenbeinkörper	liegt über dem M. mylohyoideus	ähnlich wie M. mylohyoideus
Innervation: N. hypoglossus (XII. Hirnnerv)				
Besonderheit: An der Bildung des Mundbodens beteiligt <sup>10</sup>				

<b>M. digastricus</b>	Ursprung	Ansatz	Verlauf	Funktion
	Incisura mastoidea (Rinne medial vom Warzenfortsatz; hinterer Bauch)	Fossa digastrica (vorderer Bauch)	-vorderer Bauch: nach dorsal und leicht nach kaudal zum Zungenbein -hinterer Bauch: nach kranial und leicht nach dorsal zur Incisura mastoidea	- bei fixiertem Zungenbein: Kieferöffnung (v.a. Venter anterior) bei fixiertem UK: - hebt Mundboden (v.a. Venter posterior)
Innervation: Venter anterior: N. mylohyoideus Venter posterior: Ramus digastricus des N. facialis (7. Hirnnerv)				
Besonderheit: Zweibäuchiger Muskel mit Zwischensehne, die mit einer FaszienSchlinge am Cornu minus des Zungenbeins befestigt ist				

<b>M. stylohyoideus</b>	Ursprung	Ansatz	Verlauf	Funktion
	Processus styloideus (Griffelfortsatz) des Os temporale	Cornu majus des Zungenbeins	wie Venter posterior des M. digastricus	- hebt Mundboden (v.a. beim Schluckakt) - Stabilisierung der Position des Os hyoideums
Innervation: N. facialis (R. stylohyoideus)				

Eigene Notizen:

---



---



---



---



---



---

## 13.5. Kiefergelenk (=Articulatio temporomandibularis)

### 13.5.1. Beteiligte Strukturen im Überblick

- Skelettale Anteile
- Discus articularis
- Bänder
- Gelenkkapsel und Gelenkschmiere
- Besonderheiten

### 13.5.2. Skelletale Anteile (s.C. Abb. 115)

- Gelenkkopf: **Caput mandibulae** des Processus condylaris mandibulae (eigentliche Artikulationsfläche im Scheitelbereich und vorderen Anteil)
- Gelenkpfanne: **Os temporale** mit (von ventral nach dorsal):
  1. **Planum praeglenoidale** (Artikulationsfläche bei sehr weiter Kieferöffnung, die mit einer Translationskomponente einhergeht)
  2. **Eminentia articularis** (mit dem lateral gelegenen **Tuberculum articulare**)
  3. **Fossa mandibularis** (= Fossa articularis, Fossa glenoidalis)
  4. **Processus postglenoidalis** (= Tuberculum postglenoidalis) als Verbreiterung eines hinter der Gelenkgrube liegenden Knochengrates (keine Artikulationsfläche)

zu 2. und 3.: zeigen zusammen einen S-förmiger Verlauf in sagittaler Richtung  
 zu 3. wird durch drei Fissuren (s.C. Abb. 114):

  - **Fissura tympanosquamosa**,
  - **Fissura petrosquamosa** und
  - **Fissura petrotympanica** (= *Glaserspalte*, Durchtrittsstelle der *Chorda tympani* (Geschmacksfasern für die vorderen 2/3 der Zunge)<sup>1</sup>)

in einen anterioren Bereich:

  - reicht bis zu Tuberculum articulare/Eminentia articularis)
  - = Gelenkfläche

und einen posterioren Bereich:  
 geteilt

  - Anlagefläche für retroartikuläres Polster

### 13.5.2. Discus articularis (s.C. Abb. 116)

- teilt Gelenk in **zwei** getrennte **Gelenkkammern**:
  - diskotemporale Kammer → **Translationsbewegung**
  - diskomandibuläre Kammer → **Rotationsbewegung**
  - aufgrund dieser kombinierten Bewegung als **Doppelgelenk** bezeichnet
- Aufbau:
  - anteriorer Teil (kollagenfaserreich, avaskulär)
    - **anteriore Bande** (2 mm dick)
    - **intermediäre Zone** (1 mm dick)
    - **posteriore Bande** (3 mm dick)
  - posteriore Teil (= **bilaminäre Zone**; vaskularisiert, innerviert)
    - Lamina/Stratum superior (elastische Fasern) → inseriert in der Fissura petrosquamosa und tympanosquamosa
    - Lamina/Stratum inferior (kollagenfaserreich) → inseriert am Collum mandibulae
    - retroartikuläres Polster (zwischen Lamina superior und inferior; aus lockerem Bindegewebe, Fett, Venen (mit Sperrvorrichtung (dickwandig) zur Regulierung der Blutzufuhr)<sup>1</sup> und Nerven
  - Allgemeines: -

- **bikonkave** Form
- **Anheftung:**
  - anterior: Kiefergelenkskapsel/evtl. M. pterygoideus lateralis
  - medial/lateral: Kollateralbänder (s.u.)
  - posterior: an skelettalen Strukturen (siehe posteriorer Teil des Discus)
- **Discus/Kondyluslage** in physiologischer IKP:
  - intermediäre Bande in 1-Uhr-Position zu Kondylus
  - posteriores Band in 12-Uhr-Position zu Kondylus
- Beim Öffnen des Mundes bewegen sich Kondylus und Diskus gemeinsam nach anterior; der Kondylus geht dabei weiter nach vorne.

### 13.5.3. Bänder

Die Bänder wirken limitierend auf die Kiefergelenksbewegungen, können das Gelenk jedoch nicht führen. Die intrinsischen Bänder **verstärken** die Kapselwand, während die extrinsischen Bänder keine direkte Beziehung zur Kapselwand haben.

<b>Intrinsische Bänder</b> (Kollateralbänder)	Verlauf	Funktion	Besonderheiten
Ligamentum laterale (=Lig.temporo- mandibulare)	zieht vom seitlichen Bereich des Tuberculum articulare nach kaudal und leicht dorsal zum Collum mandibulae	- wird in der initialen Rotationsphase der Mundöffnung gespannt; bei der Translationskomponente entspannt - 2. hemmt die Retrusion in Richtung Gehörgang <sup>1</sup>	nicht in allen Fällen vorhanden
Lig. mediale	im medialen Kapselwandbereich	s.o.	schwächer ausgebildet als das Lig. Laterale

<b>extrinsische Bänder</b>	Verlauf	Funktion	Besonderheiten
Ligamentum stylo- mandibulare	zieht vom Processus styloideus nach kaudodorsal zum Hinterrand des Ramus mandibulae	- wird bei Protrusion gespannt	
Ligamentum sphenomandibulare	zieht von der Spina der Ala major ossis sphenoidalis kaudodorsal zur Lingula mandibulae	- wird bei weiter Mundöffnung gespannt - soll die in den Canalis mandibulae ziehenden Gefäße vor Kompression schützen	
Raphe pterygomandibulare	Sehnenstreifen zwischen dem Hamulus pterygoideus des Keilbeins und der UK-innenseite		trennt M.buccinator vom M.constrictor pharyngis

### 13.5.4. Gelenkkapsel und Gelenkschmiere

- Kapsel:
  - Ansatz:
    - am Os temporale und
    - an der Caput-Collum-Grenze des Processus condylaris
    - reichliche Innervation (*N. mandibularis mit N. auriculotemporalis, N. massetericus, N. pterygoideus lateralis, Nn. temporales profundi*) → hohe Schmerzempfindlichkeit, z. B. bei Entzündungen
- Gelenkschmiere (= Synovialflüssigkeit)
  - Zusammensetzung: *organische Verbindungen und Elektrolyte entsprechend dem Blut, Proteine (z.B. Serumalbumin), Proteoglykan (v.a. Hyaluronsäure), Zellen (abgeschilferte Epithelzellen, Leukozyten)*<sup>1</sup>
  - Funktion:
    - Reinigungsfunktion,
    - Schmierfunktion und
    - Ernährungsfunktion für Knorpel

### 13.5.5. Besonderheiten des Kiefergelenks

- Zähne haben Einfluß auf räumliche Lage des Gelenks und Bewegungsmöglichkeiten
- Gelenkflächencharakteristik: zusätzlich zur Knorpelschicht:
  1. dünne zellreiche Proliferationsschicht
  2. avaskuläre kollagenreiche Bindegewebsschicht
- Doppelgelenk (s. 13.5.2.)
- großes Anpassungspotential (*z.B. funktionelle Anpassung nach Operationen oder Schienungstherapie*)
- Diskus:
  - nur in Kiefer-, Sternoklavikular- und proximalem Handgelenk und der Wirbelsäule
  - *nur in sog. Anlagerungsgelenken (entstehen dadurch, daß zwei Gelenkteile aufeinander zuwachsen; die meisten Gelenke sind Abgliederungsgelenke: entstehen durch Spaltbildung einer zunächst einheitlichen Skeletanlage)*<sup>1</sup>
- Gelenkflächen mit Faserknorpel überzogen

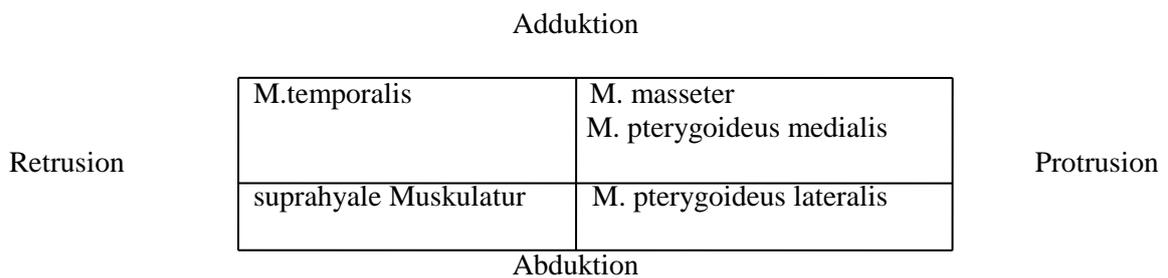
## 14. Kieferbewegungen

### 14.1. Hauptbewegungen

- Abduktion (Öffnungsbewegung)/Adduktion (Schließungsbewegung) (symmetrische Bewegungen); (s.C. Abb. 117)
- 1. initiale Öffnung:
  - bis ca. 15-20 mm
  - vorwiegend Dreh- bzw. Schanierbewegung des Kondylus in der diskomandibulären Kammer um eine transversale Achse (Schanierachse)
- 2. weitere Öffnung:
  - >20 mm; max 40-60 mm
  - vorwiegend Translations-/Gleit-/Schlittenbewegung des Kondylus mit dem Diskus in der diskotemporalen Gelenkkammer
- Protrusion (symmetrische Bewegung)
  - 7-11 mm
- Retrusion (symmetrische Bewegung)
  - wenn möglich: 0,5-1,5 mm

- Seitwärtsbewegungen (asymmetrische Bewegung); (s.C. Abb. 118)
  - Mediotrusionsseite (=Nichtarbeitsseite, Balanceseite, Leerlaufseite) bewegt sich zur Medianebene hin
  - Laterotrusionsseite (=Arbeitsseite, Kauseite) bewegt sich von der Medianebene weg
  - max. 10-12 mm
- kombinierte Bewegungen (asymmetrische Bewegungen)
  - typischerweise beim Kauen
  - bei Parafunktionen (z.B. Knirschen, Zungen/Lippenpressen)

**14.2. Hauptbewegungen und Kaumuskulatur**



**14.3. Darstellung von Grenzbewegungen** (s.C. Abb. 119-122)

- UK-Bewegungen werden durch
  - knöcherner und knorpelige Begrenzungen,
  - Gelenkkapsel und
  - Bänder
 limitiert.
- Darstellung in allen drei Ebenen möglich
- Bewegungen des UK-Incispunktes werden registriert

	dargestellte Ebene (Bewegungen)	wichtige Diagrammpunkte (und deren Kürzel)	Besonderheiten
<b>Posselt-Diagramm</b>	sagittal (Pro-/Retrusion, Ab-/Adduktion)	- MIK (max. Interkuspitation) - RU (maximal retrudierter UK; Anmerkung: RU bezieht sich auf den Inzisalpunkt; RUM bezieht sich auf die Kondylen) - A (max. Öffnung bei Rotation) - B (max. Öffnung bei Translationsbewegung) - KK (Kante-Kante-Kontakt der Frontzähne) - PR (max. Protrusion)	
<b>Gotischer Bogen</b>	transversal (Pro-/Retrusion, Laterotrusion)	- MIK - RU - PR - RL und LL (max. Laterotrusion nach links und rechts)	- wird mit der intraoralen Stützstiftregistrierung aufgezeichnet (Schreibspitze im OK und Schreibplatte im UK)
---	frontal (Laterotrusion, Ab-/Adduktion)	- MIK - RKP - B - EE (Eckzahnspitze-Eckzahnspitze-Kontakt) - RL und LL	

#### 14.4. Wichtige Winkel im stomatognathen System

- Gelenkbahnneigung (=Kondylenbahnneigung)
  - = Winkel zwischen sagittaler Gelenkbahn (= Kondylenbahn = die vom Kondylus in der Saggitalebene beschriebene Gelenkbahn) und Camperscher Ebene
  - durchschnittlich 33° (30-35°)
  - kann auf andere Ebenen bezogen werden, z.B. Frankfurter Horizontale (z.B. beim SAM 2-Artikulator) 40-45°
  - **Christensensches Phänomen<sup>14</sup>**:- = Klaffen der Zähne im Seitenzahnbereich bei Protrusion des UK, bedingt durch 1. „posteriore Führung“ bei Protrusion (aufgrund der Gelenkbahnneigung) und 2. gleichzeitigem Fehlen der anterioren Führung (Schneidezahn- bzw. Eckzahnführung)
    - umso stärker, je steiler die Gelenkbahnneigung
    - kann durch Aufstellen der Zähne in einer Kompensationskurve ausgeglichen werden
- Fischer-Winkel (s.C. Abb. 123)
  - = Winkel zwischen sagittaler Gelenkbahn bei Protrusion und der steileren Mediotrusionsbahn (ebenfalls auf die Saggitalebene projiziert)
  - durchschnittlich 10-15°
- Bennett-Winkel (= lateraler Kondylenbahnwinkel) (s.C. Abb. 124)
  - = der in der Horizontalebene gemessene Winkel zwischen: 1. Saggitalebene und 2. Verbindungslinie zwischen Anfangs- und Endpunkt der Mediotrusionsbahn des Balancekondylus
  - durchschnittlich 15-20°

- Bennett-Bewegung
  - = seitliches Versetzen des UK bei Lateralbewegungen, z.B. Kauen
  - dabei beschreiben die Konylen unterschiedliche Bewegungsbahnen
  - Kondylus der Balanceseite:
    - größere Bewegungsbahn
    - häufig zuerst kleine initiale Medialverschiebung („**immediate side shift**“); dann
    - kontinuierliche Bewegung nach anterior, medial, kaudal („**progressive side shift**“)
  - Kondylus der Arbeitsseite:
    - neben einer Rotation v.a. eine geringe Lateralbewegung („**Bennett shift**“)
    - entspricht dem „immediate side shift“ der Balanceseite
    - *seltener<sup>9</sup>: reine Rotation um eine 1. vertikale Achse oder 2. saggitale Achse; oder Bennett shift mit anteriorer, posteriorer, kranialer oder kaudaler Komponente → 3. Lateroprotrusion 4. Lateroretrusion 5. Laterosurtrusion 6. Laterodetrusion (nach Lotzmann)*
  
- Interalveolarwinkel (= Kammstellungswinkel)
  - = Winkel zwischen der Interalveolarlinie (= Verbindungslinie vom oberen zum unteren Alveolar-kamm) und der Kauebene
  - Interalveolarwinkel  $\leq 80^\circ$  → Aufstellung der Prothese im Kreuzbiß

### Eigene Notizen:

---



---



---



---



---



---

## 15. Artikulatoren

### 15.1. Definition

Artikulatoren sind Geräte, die zusammen mit den darin montierten Modellen die Lagebeziehung der Kiefer zueinander angeben und zur Simulation der Unterkiefer-Bewegungen dienen.

### 15.2. Einteilung der Artikulatoren

#### 15.2.1 Einteilung nach der Art der Gelenksimulation:

- Artikulatoren vom Arcon-Typ:
  - **Artikulator-Condylen-gerecht** („Fossa“ am oberen, „Kondylus“ am unteren Geräteteil)
  - Ober- und Unterteil trennbar
  - Beispiele: SAM I und II, Whip-Mix (8300, 8500, 8800) Artex (AS, AT, AV), Denar Mark II und V, Dentatus ARA, Hanau 158, Panadent, Protar I und II
- Artikulatoren vom Non-Arcon-Typ
  - Gelenksimulation umgekehrt
  - Ober- und Unterteil sind nicht trennbar
  - Beispiele: Dentatus (ARD, ARH, ARL), Artex (S, T, TS), Hanau H2PR

**15.2.2. Einteilung nach Einstellmöglichkeiten:**

Artikulatortyp	Bewegungen	Eigenschaften	Indikationen	Beispiele
<b>Okkludator (Okkludor, Okklusor)</b>	- nur Rotation um eine horizontale Achse (Schanierbewegungen)		- keine(vollkommen veraltet)	
<b>Biokop</b>	zusätzlich: - nicht limitierte zahngeführte Exkursionen nach allen Seiten		- keine (evtl. Einzelkronen in IKP)	
<b>nicht einstellbare Mittelwertartikulatoren</b>	zusätzlich: -geführte Exkursionsbewegungen (Gleitbewegungen) über im Artikulator fest eingebaute Bahnen (Protrusion und Laterotrusion)	- ein anteriores (Inzisaltift) und zwei posteriore (Kondylen) Führungselemente - Gesichtsbogenübertragung empfohlen - Gelenkbahnneigung: 33° - Schneidezahnführung: 10-15° - Bennettwinkel: 15-20° - Bonwill-Dreieck 10 cm (Lage der Arbeitsmodelle wird durch Kauebene, Bonwilldreieck und Mittellinie bestimmt.)	- Diagnostik - Einschleifübungen - Schienenherstellung - Zahnersatz mit Frontzahn-Eckzahn-Führung	- Heilborn - Atomic - Condylator „Simplex“ - Protar I
<b>teiljustierbare Artikulatoren</b>	zusätzlich: - Retralbewegungen	- Gesichtsbogenübertragung notwendig - Gelenkbahnneigung einstellbar - Bennettwinkel (bzw. „immediate side shift und „progressiv side shift“) einstellbar - Frontzahnführung einstellbar	zusätzlich: - Zahnersatz mit Gruppieführung - Zahnersatz mit bilateral balancierter Okklusion	- SAM I und II - Whipmix - Denar-Mark II - Dentatus - Protar II - TMJ - Panadent
<b>volljustierbare Artikulatoren</b>	zusätzlich: - nach dreidimensionaler Aufzeichnung am Patienten annähernd individuelle Wiedergabe von Unterkiefer-Grenzbewegungen (Protrusion, Laterotrusion)	zusätzlich: - Interkondylarabstand einstellbar - Anwendung verschiedener Registriermethoden	- im Rahmen einer anspruchsvollen Zahnmedizin: Zahnersatz mit Gruppenführung oder bilateral balancierter Okklusion	- de Pietro - Stellard - Stuart - Denar

Merke: Kein Artikulator ist in der Lage, Unterkieferbewegungen in allen funktionellen Phasen vollständig zu imitieren. *Geweberesilienz, Zahnbeweglichkeit und elastische Knochenformationen des UK (z.B. beim Öffnen des Kiefers) sind nicht simulierbar*<sup>9</sup>.

**Literaturverzeichnis**

1. Benninghoff  
Anatomie (Band I)  
Urban & Schwarzenberg - München; 1994; 15. Aufl.
2. Brückner Ralf  
Phantomkurs der Zahnerhaltungskunde (nach der Vorlesung von OA Schaller)  
Herausgeber: Fachschaft Zahnmedizin, Freiburg i. Br.; 1989
3. Budecke E.  
Biochemische Grundlagen der Zahnmedizi  
de Gruyter - Berlin, New York; 1981
4. Gründler, H.  
Methodischers Vorgehen zum Erlernen der Zahnformen  
Quintessenz Verlag - Berlin; 1982; 2. Aufl.
5. Hellwig, E.; Klimek, J.; Attin, T.  
Einführung in die Zahnheilkunde  
Urban & Schwarzenberg - München; 1995
6. Lautenbach, E.  
Wörterbuch der Zahnmedizin  
Verlag für Zahnmedizin - Hanau; 1992
8. Lehmann, K. M.; Hellwig E.  
Einführung in die resaurative Zahnheilkunde  
Urban & Schwarzenberg - München; 1993; 7. Aufl.
9. Lotzmann, U.  
Prinzipien der Okklusion  
Verlag Neuer Merkur GmbH - München; 1992; 4. Aufl.
10. Moll, K. J.; Moll M.  
Anatomie  
Jungjohann Verlag - Lübeck; 1995, 14. Aufl.
11. Psyhyrembel  
Klinisches Wörterbuch  
de Gruyter - Berlin; 1994; 257. Aufl.
12. Schroeder, H. E.  
Orale Strukturbiologie  
Thieme-Verlag - Stuttgart; 1992; 4. Aufl.
13. Strub, J.R.; Türp, J.C.; Witowski, S.; Hürzeler, M.B.; Kern, M.  
Curriculum Prothetik (Band I; v.a. Kapitel 2)  
Quintessenz Verlags-GmbH - Berlin; 1994

14. Türp, J.C.

Skript „Vorlesung zum Technisch-Propädeutischen Kurs“  
Herausgeber: Fachschaft Zahnmedizin, Freiburg i. Br.; 1992

15. Weber, T.

Memorix Zahnmedizin  
Chapman & Hall GmbH - Weinheim; 1997.

16. frei nach der Prothetikvorlesung von OA Kohal im SS 1999