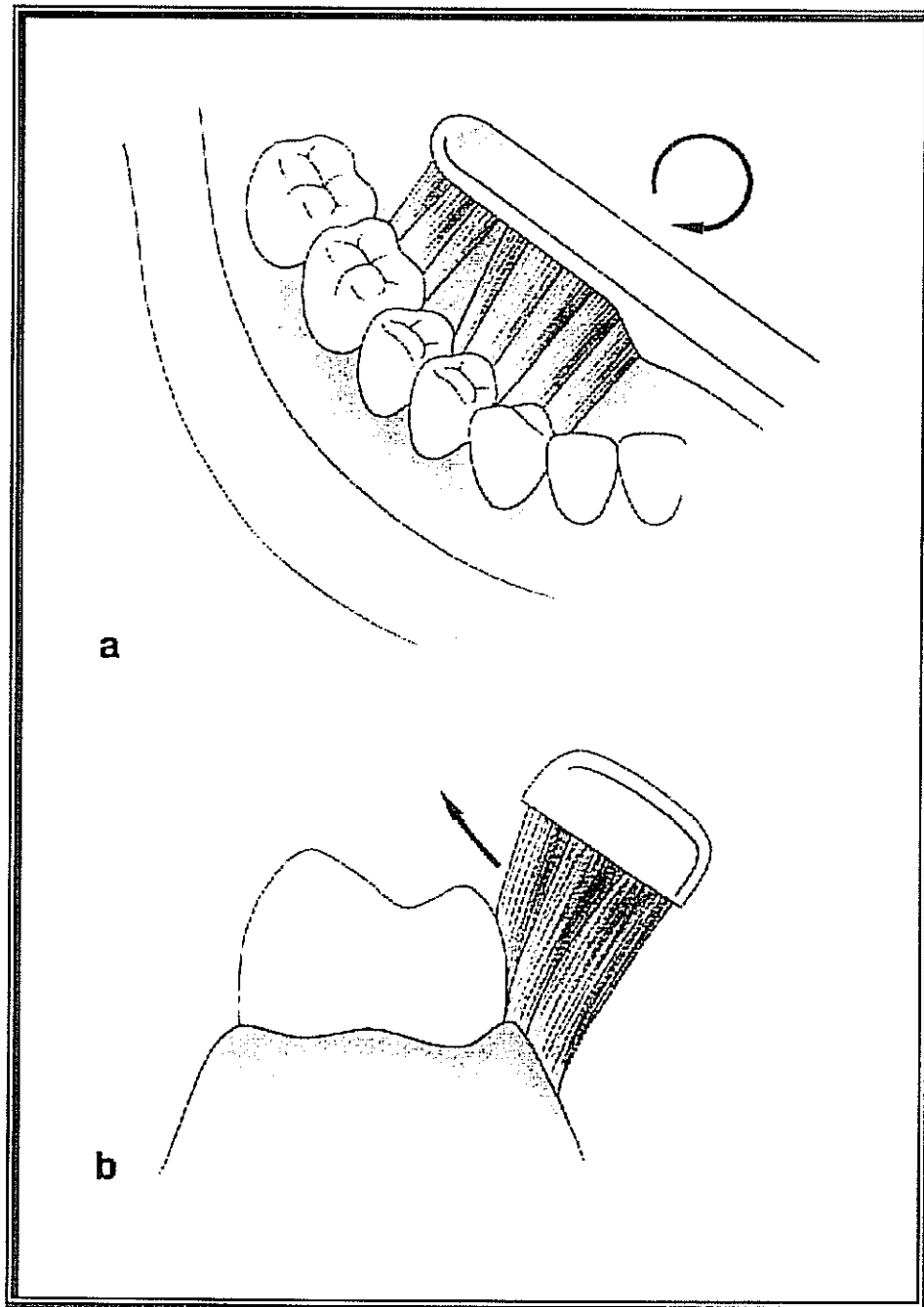


Einführung in die Zahnheilkunde



Dieses Skript soll Mitarbeit und Nacharbeit der Vorlesung
„EINFÜHRUNG IN DIE ZAHNHEILKUNDE“ erleichtern.

Vielen Dank an Herrn DR. WIDMAIER für die freundliche Unterstützung bei der
Korrektur.

Wir wünschen euch viel Spaß bei der Vorbereitung auf das Physikum!

Gregor Quade

Manuel-Alexander
Schmid

Inhaltsverzeichnis

<u>MIKRO-MAKRO-MORPHOLOGIE UND FUNKTION DES KAUORGANS</u>	<u>1</u>
Zahnschemata	3
Topographie der Zähne - Nomenklatur.....	5
Morphologie der bleibenden Zähne (dentes permanentes).....	8
Morphologie der Milchzähne(dentes decidui / lactales).....	16
<u>ZAHNENTWICKLUNG (ODONTOGENESE).....</u>	<u>19</u>
Mikromorphologie der Zähne.....	22
Makroskopischer Aufbau Zahnhalteapparat	30
Mikroskopischer Aufbau des Zahnhalteapparates.....	31
Zahndurchtritt.....	37
 <u>DIE OKKLUSION DER ZAHNREIHEN</u>	 <u>39</u>
Orientierung der Zahnreihen zum Schädel	45
 <u>ANATOMIE DES KAUORGANS.....</u>	 <u>47</u>
 <u>UNTERKIEFERBEWEGUNGEN</u>	 <u>53</u>
Darstellung der (Grenz-) Bewegungen	57
 <u>ARTIKULATOREN.....</u>	 <u>58</u>

Mikro-Makro-Morphologie und Funktion des Kauorgans

Aufgaben des Kauorgans:

- Nahrungsaufnahme,-zerkleinerung,Vorbereitung der Verdauung
- Psychosoziale Aspekte
- Skelettale Aufgaben
- Lautbildung = Phonation

Kauorgan:

- keine anatomisch-organische Einheit
- Zusammenfassung verschiedener Teilorgane zu einer funktionellen Einheit

Mundhöhle:

- begrenzt durch :

Lippen	=>	labiae,
Wangen	=>	buccae,
Schlund	=>	pharynx,
Mundboden	=>	v.a. M. mylohyoideus,
harter und weicher Gaumen	=>	palatinum durum / molle und velum palatinum
- enthält: - Zähne, Periodontien, Zunge, Schleimhäute

Kiefer:

- Ober (maxilla)- und Unterkiefer (mandibula) mit zahntragenden Alveolarfortsätzen, (alveolus => kleines Fach)

Kiefergelenke:

- articulatio temporomandibularis
- mit KG-Kapsel an Schädelbasis fixiert
- Pfanne: os temporale, Köpfchen: condylus mandibulae

Muskulatur:

- Kau-, Mimische- (v.a. periorale) Muskulatur, Schlund- und Mundboden Muskulatur, Zunge (lingua)

Drüsengewebe:

- Speichel und Schleimdrüsen: glandula parotis,
gl.sublingualis, gl.submandibularis
mukose Drüsen in Schleimhäuten in Wange und Gaumen

Nerven:

- N. facialis (VII Hirnnerv): mimische Muskulatur, Gaumen
(motorische Fasern, auch sekretorische)
- N. trigeminus (V/1, V/2, V/3): drei sensorische Äste, motorisch (im V/3)
==> Kaumuskulatur

Gefäße:

- arteriell: Äste der arteria carotis externa
- venös: Abfluß in vena jugularis interna

Zähne:

- 2 natürliche Zahnbestände:
 - Milchgebiß (dentes decidui, dentes lactales) ;20
 - bleibendes Gebiß (dentes permanentes) ; 28-32, zunehmend Nichtanlage von Weisheitszähnen aufgrund phylogenetischer Gebißreduktion

==> DIPHYDONTIE

Zahnschemata

- Einteilung der Zahnbögen des OK und UK in Quadranten
- Kennzeichnung der einzelnen Quadranten mit versch. Symbolen
- Aufzeichnung der Quadranten entsprechend der Frontalansicht des Patienten
- Lesen der Zahnschemata entsprechend den realen Seitenverhältnissen des Patienten

1. Zsigmondy

Einteilung in OK / UK Quadranten => Zahnkreuz

		8 7 6 5 4 3 2 1		1 2 3 4 5 6 7 8		
BZ	re	-----		-----	li	
		8 7 6 5 4 3 2 1		1 2 3 4 5 6 7 8		
		V IV III II I		I II III IV V		
MZ	re	-----		-----	li	
		V IV III II I		I II III IV V		

Beispiel: Einzelzahn: reduziertes Zahnkreuz: $\overline{4}$

2. Haderup

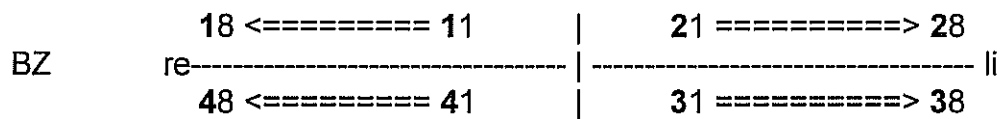
Einteilung durch mathematische Symbole OK (+) und UK (-).

		8+ 7+ 6+ 5+ 4+ 3+ 2+ 1+		+1 +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8		
BZ	re	-----		-----	li	
		8- 7- 6- 5- 4- 3- 2- 1-		-1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8		
		05+ <=== 01+		+01 ==> +05		
MZ	re	-----		-----	li	
		05- <=== 01-		-01 ==> -05		

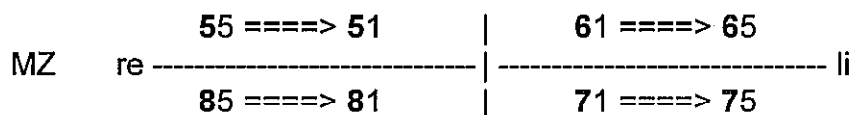
Kennzeichnung durch Stellung des betreffenden Symbols vor oder hinter der Ziffer.

3. FDI-Schema

Im Uhrzeigersinn durchnummeriert: 1- 4 und 1 - 8

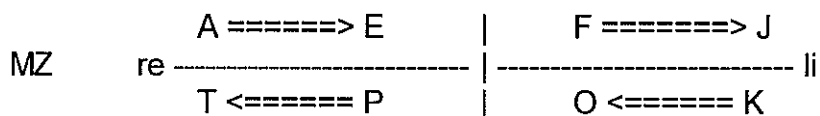
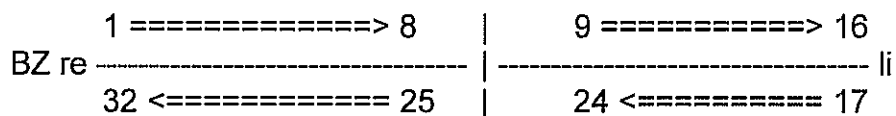


Hier: 5 - 8 und 1 - 5



4. Amerikanisches Zahnschema

=> keine Quadranteneinteilung, durchgehende Bezifferung

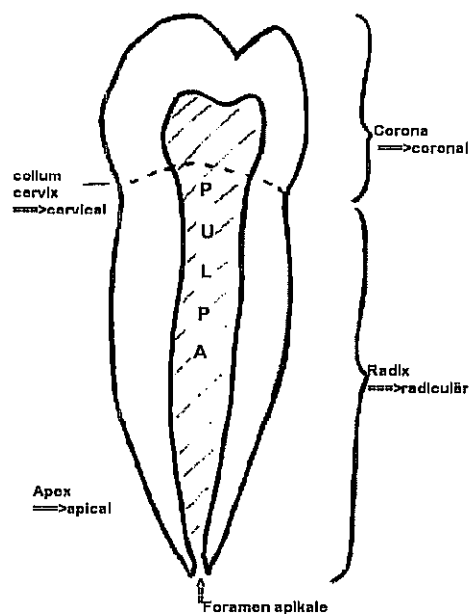


Topographie der Zähne - Nomenklatur

- Krone (corona dentis)
- Hals (collum / cervix dentis)
- Wurzel (radix dentis)
- Wurzelspitze (apex dentis)
- Kaufläche
- Inzisalkante

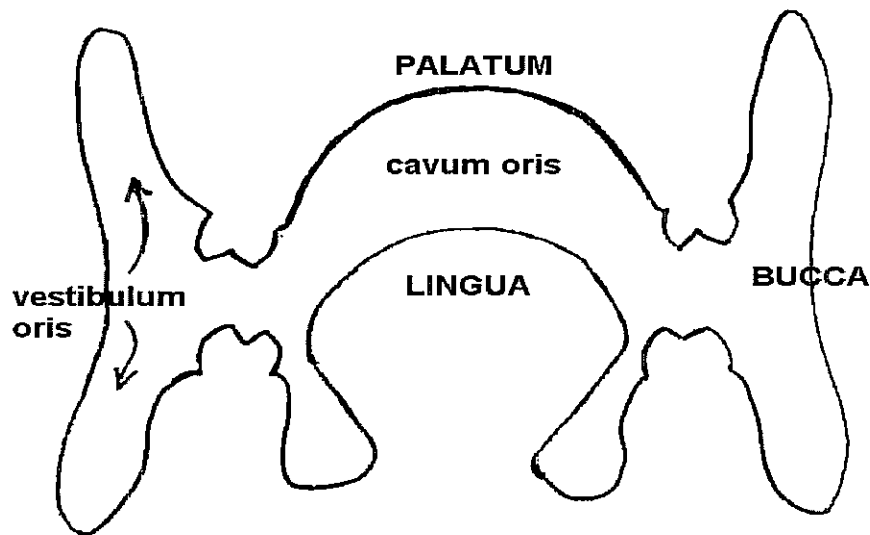
Flächenbezeichnung:

Nach der Topographie der Zähne:



- koronal
- zervikal
- radikulär
- apikal
- inzisal
- okklusal

Nach Topographie benachbarter anatomischer Substrate:



Oralflächen : (cavum oris)

- Gaumendach im OK : palatinal = Palatinalflächen
- Zunge im UK: lingual = Lingualflächen

Vestibulärflächen: (vestibulum oris)

- Gesicht im OK / UK: facial = Fazialflächen
- Wange im OK / UK: buccal = Bukkalflächen
- Lippen im OK / UK: labial = Labialflächen

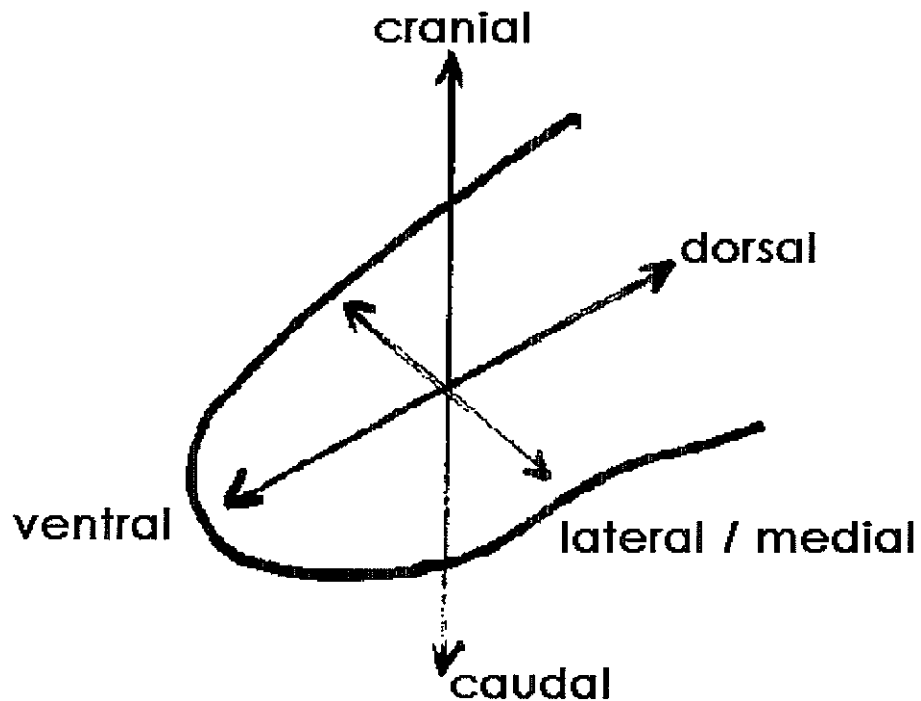
Seitenflächen = Approximalflächen:

- Mittellinie des Zahnbogen zugewandt: = Mesialflächen
- Mittellinie des Zahnbogen abgewandt: = Distalflächen

Bezeichnungen kann man beliebig kombinieren:

- mesio-inzisaler Defekt
- disto-zervikale Karies

Raumorientierung in der Mundhöhle (grundsätzlich):



- Vertikal: cranial - caudal
- Sagittal: ventral - dorsal
- Transversal: medial - lateral

Raumebenen:

- Sagittalebene
- Frontalebene
- Horizontalebene

Morphologie der bleibenden Zähne (dentes permanentes)

1. Allgemeine Zahnmerkmale:

Mit wenigen Ausnahmen für alle Zähne charakteristische Merkmale.
Wichtig für die Einordnung eines Zahnes in die einzelnen Quadranten des OK und UK bzw. für die Modellation.

- Krümmungs- / Massenmerkmal
- Wurzelmerkmal
- Winkelmerkmal

a) Krümmungs- / Massenmerkmal:

- mesialer Kronenquerschnitt massiger als distaler
- Krümmungsradius im Querschnitt mesial größer als distal
- Aber: Fazialfläche mesial stärker gekrümmt als distal
=> Möglichkeit der Zuordnung zu linker oder rechter Kieferhälfte
- Ausnahme (4₁ und 1₄)

b) Wurzelmerkmal:

- Zahnwurzeln entsprechen ca. 2/3 der gesamten Zahnlänge
- im apikalen Bereich nach distal gekrümmt
- Möglichkeit zur Zuordnung zur rechten oder linken Kieferhälfte

c) Winkelmerkmal:

- besonders ausgeprägt bei den oberen Frontzähnen
- mesio-inzisaler/-okklusaler Winkel spitzer als disto-inzisaler/-okklusaler
- Ausnahme (4₁ und 1₄)

d) Weitere Merkmale:

- Anatomischer Äquator

=> größter Umfang der Zahnkrone bezogen auf die Längsachse des Zahnes

=> teilt die Krone in Infra- und Subwölbung

Beachte: Entspricht nicht dem prothetischen Äquator !!

- linea girlandiformis

=> typischer Verlauf der Schmelz - Zement Grenze

=> im Approximalbereich immer weiter nach inzisal / okklusal

- Kronenflucht

=> im UK

=> Lingualneigung der Zahnkronen im Vergleich der Achsrichtung der Zahnwurzeln.

2. Spezielle Beschreibung der Zähne

Frontzähne -----	----- Schneidezähne	- dentes incisivi
	----- Eckzähne	- dentes canini
Seitenzähne -----	----- Backenzähne	- dentes praemolares
	----- Mahlzähne	- dentes molares

Milchzähne: Frontzähne + Molaren

Bleibende Zähne: Frontzähne + Seitenzähne (PM / M)

a) SCHNEIDEZÄHNE

- im OK und UK jeweils 4 Stück
- Schneidekante, labiale Wölbung
- Abbeißfunktion
- Führungsfunktion (Protrusion = Vorschub des UK)
- Lautbildungsfunktion

OK: - Profil schaufelförmig

- typabhängig (?): vestibulär - rechteckig / dreieckig / quadratisch
- palatinal: Randleisten, tuberculum, foramen caecum (blindes Loch)
- einwurzelig, runder bis ovaler Wurzelquerschnitt
- seitliche Schneidezähne ca. 1/4 bis 1/3 kleiner als mittlere Schneidezähne
- Länge: ca. 22-24mm

UK: - meißelförmiges Profil /Lingualfläche

- Vestibulärfläche dreieckig, rechteckig
- einwurzelig, ovaler Wurzelquerschnitt
- ca. _ so groß wie OK-Schneidezähne
- mittlere Schneidezähne kleiner als seitliche
- Länge ca. 22mm

b) ECKZÄHNE

- OK / UK je zwei Stück
- Abbeißfunktion
- Führungsfunktion (Laterotrusion = Seitschub)

OK: - gekrümmter Kantenverlauf

- mesiale Kante kürzer als distale
- mesiale Kante höher als distale
- mesiale Kante spitzer gewinkelt als distale
- einwurzelig, runder Wurzelquerschnitt
- Länge ca. 28 mm
- Facettierung der Fazialfläche

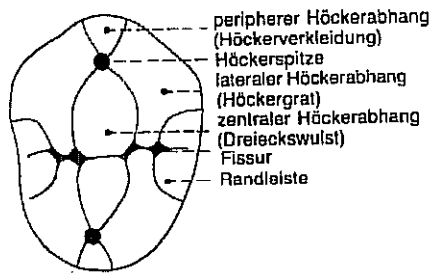
UK: - ca _ schmäler als im OK

- Spitze stärker ausgeprägt
- in der Regel einwurzelig, ovaler bis runder Wurzelquerschnitt
- Länge ca. 26 mm

c) PRÄMOLAREN

- im OK und UK je 4
- Kaufunktion
- Abbeißfunktion
- Stützfunktion

Elemente einer Kaufläche (Okklusalfäche):



- Höckerspitze
- peripherer Höckerabhang
- zentraler Höckerabhang
- lateraler Höckerabhang
- Randleisten
- Fissuren
- Haupt- / Neben- / Hilfs - Wulst
- Haupt- / Neben- / Hilfs - Fissur

OK: erster Prämolare 14 / 24

- 2 Höcker, buccal etwas größer als palatinal
- beide Höcker erreichen Okklusionsebene
- aufgrund mesialer Einziehung in Vestibulärfläche => umgekehrtes Massenmerkmal
- mesiale Kante länger als distale
- zu 60% zweiwurzellig sonst einwurzellig, i.d.Regel 2 Wurzelkanäle, ovaler Wurzelquerschnitt
- runde Palatinalfläche
- gegliederte Vestibulärfläche
- Länge ca.22mm

OK zweiter Prämolare 15 / 25

- beide Höcker gleich hoch
- beide erreichen Okklusalebene
- distale Kante länger als mesiale
- in der Regel einwurzelig, ovaler Wurzelquerschnitt
- palatinal rund, vestibulär gegliedert
- Länge ca. 22mm

UK: erster Prämolare 34 / 44

- 2 Höcker, buccal größer als lingual
- nur buccaler Höcker erreicht Okklusionsebene
- mesiale Kante kürzer als distale
- einwurzig, ovaler - runder Wurzelquerschnitt
- Lingualfläche rund, vestibulär gegliedert
- Länge ca. 22mm

UK zweiter Prämolare 35 / 45

- 3 Höcker, buccal größer als lingual
- distolingualer Höcker ist der kleinste
- zwischen den beiden lingualen Höckern befindet sich eine nach lingual auslaufende Fissur
- Länge ca. 23mm
- ansonsten wie oben

d) MOLAREN

- im OK und UK je 4 - 6 Stück
- Kaufunktion
- Stützfunktion
- Breite der Kaufläche Prämolare : Molar - 2:3

OK: erster Molar 16 / 26

- 4 Höcker, mesiopalatinaler Höcker größer als die beiden buccalen
- akzessorischer Höcker (tuberculum carabelli)
- H-Fissur mit Diagonalwulst
- crista transversa
- rhombische Grundform
- dreiwurzelig, Trifurkation
- palatinale Wurzel mit rundem Querschnitt
- vestibuläre Wurzel mit ovalem Querschnitt
- vestibulär gegliedert, palatinal rund
- Länge ca. 21mm

OK: zweiter Molar 17 / 27

- 4 Höcker, Größenverhältnisse wie 16 / 26, jedoch keine so großen Differenzen
- Kreuzfissur, nach buccal und palatinal auslaufend
- Länge ca. 21-22mm
- schwacher disto-palatinaler Höcker
- selten tuberculum carabelli

UK: erster Molar 36 / 46

- 5 Höcker, buccal größer als lingual (3 buccale und 2 linguale)
- distobuccaler Höcker ist der kleinste
- Kaufläche mit rechteckiger bis trapezförmiger Form
- Kreuzfissur, nach buccal und lingual auslaufend
- zweiwurzellig mit ovalem, in mesio distal Richtung abgeflachtem Wurzelquerschnitt
- mesiale Wurzel besitzt in der Regel 2 Wurzelkanäle
- distal meist einen Wurzelkanal
- Länge ca.22mm

UK: zweiter Molar 37 / 47

- 4 Höcker, buccale sind größer als linguale
- sonst wie erster Molar
- Länge ca.21mm

dritte Molaren im OK / UK:

- Weisheitszähne => dentes sapientiae
- Form entspricht zweitem Molar, aber kleiner
- Wurzeln auch wie bei zweitem Molar, jedoch Variationen möglich
- treten häufig nicht durch: Retention, Impaktion
- zunehmend nicht mehr angelegt

Morphologie der Milchzähne(dentes decidui / lactales)

- je Quadrant:
- 2 Incisivi
 - 1 Caninus
 - 2 Molares

Merkmale:

- sind nicht so typisch ausgeprägt wie am bleibenden Zahnbestand (dentes permanentes)
- 1/3 bis 1/2 kleiner als bleibende Zähne
- zervikale Schmelzwulst
- dünnerer Hartschmelzmantel
- im Vergleich größeres Pulpa-kavum
- Molaren mit stark gepreizten Wurzeln
- Wurzelresorption vor Ausfall und Ersatz durch bleibende Zähne
- Kauflächen zum Teil mit Höckerstrukturen, auch gerippt
- bläulich, weißliche Farbe, opak (d.h. geringere Transparenz)
- bezogen auf relativ kurze Funktionszeit ausgeprägte Abrasionen
- erster Milchmolar von Form und Größe zwischen Prämolaren und 2. Molar einzuordnen
- entwicklungsgeschichtliche Abstammung von primärer Zahnleiste
- bleibende 1-5 : sekundäre Zahnleiste (Ersatzzähne)
- bleibende 6-8 : primäre Zahnleiste (Zuwachszähne)

Zahndurchbruchzeiten:

Milchzähne:

I.	=>	6-8	Monat	
II.	=>	8-12	Monat	
IV.	=>	12-16	Monat	=> OK / UK erste physiologische Bißhebung
III.	=>	16-20	Monat	
V.	=>	20-30	Monat	

Bleibende Zähne:

6	=>	5-6	Lebensjahr	=> OK / UK zweite physiologische Bißhebung
1	=>	6-8	Lebensjahr	
2	=>	7-9	Lebensjahr	
4/3/5	=>	9-12	Lebensjahr	=> OK dritte physiologische Bißhebung
3/4/5	=>	9-12	Lebensjahr	=> UK dritte physiologische Bißhebung
7	=>	11-14	Lebensjahr	
8	=>	ab 16	Lebensjahr	

Aufbau der Zähne:

Drei unterschiedliche Hartschichten:

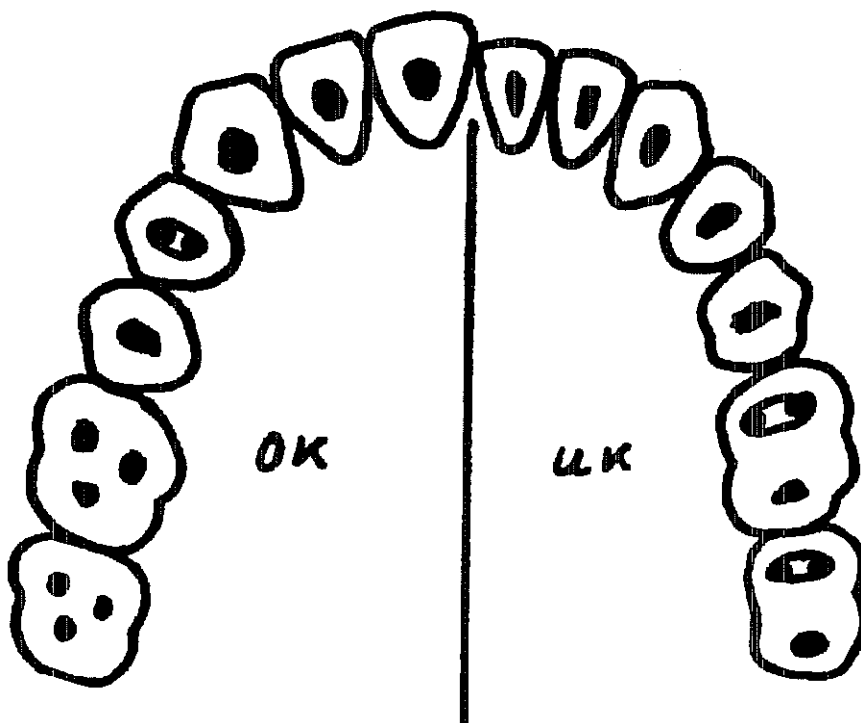
- Zahnkern: Zahnbein - Dentin - Substantia eburnea
- Kronenoberfläche: Schmelz - Enamelum - Substantia adamantina
- Wurzelfläche: Zement - Cementum - Substantia ossea

Dentin umschließt cavum dentis / cavum pulpae

- cavum coronalis und cavum radiculis endet im foramen apicis dentis / foramen apicale
- im apikalen Bereich verzweigte Pulpenkanäle (regio ramificationis)
- verkleinerte Oberflächenform des Zahnes
- Inhalt Zahnmark - Pulpa („Nerv“)

Form und Anordnung der Wurzelkanäle:

<u>Zahn</u>	<u>Kanäle</u>	<u>Querschnitt</u>
FZ	OK1	rund
FZ	UK1	oval
1.PM	OK1-2	oval
2.PM	OK1	oval
1/2.PM	UK 1	oval / rund
M	OK3	rund
M	UK3 (4)	oval / rund



ZAHNENTWICKLUNG (ODONTOGENESE)

- genetisch gesteuert (Induktionsmechanismen)
- Umwelteinflüsse können das Endresultat der Entwicklung mitbestimmen
- nach gemeinsamen Start verläuft die Entwicklung jedes einzelnen Zahnes unabhängig von den anderen ab.
- von den drei embryonalen Keimblättern (Ektoderm, Mesoderm, Entoderm) ist nur das Ektoderm an der Zahnentwicklung beteiligt.

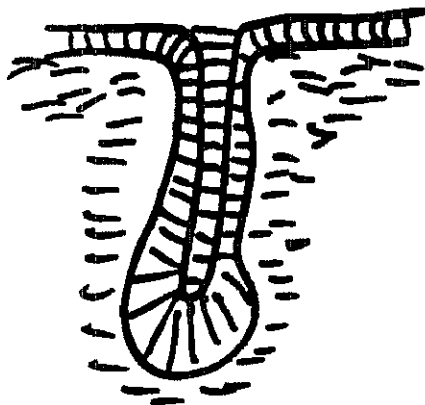
Neuralleiste	====>	Dentin, Wurzelzement, Pulpa, und Periodontium
Kopfektoderm	====>	Schmelz und Mundhöhlenepithel

Nach Bildung der primären Mundhöhle wächst Epithel im Bereich des OK- und UK-Gesichtsfortsatzes in die Tiefe.

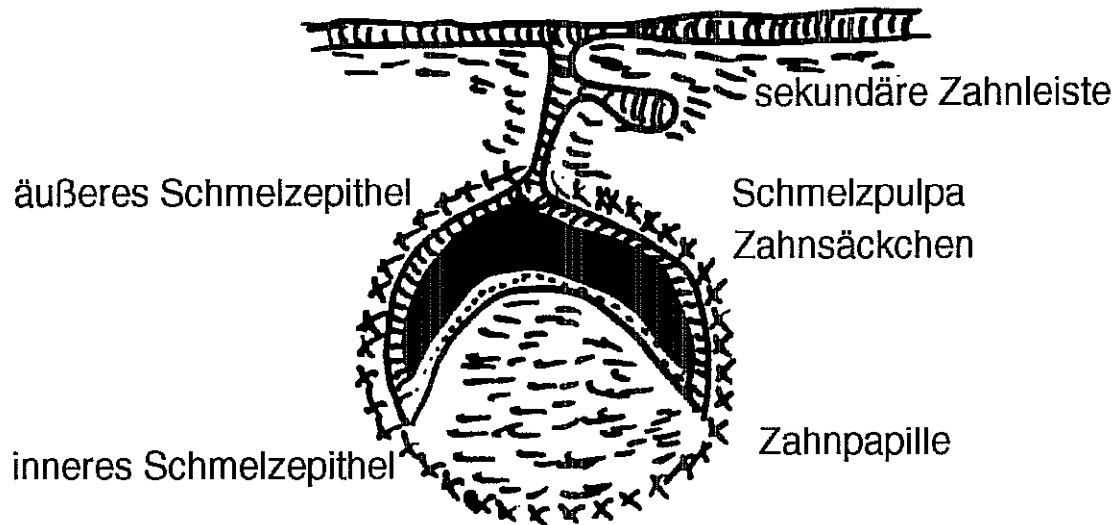
1. Embryonalmonat : primäre Zahnleiste senkt sich in Mesenchym (embryonales Bindegewebe) ab.



2. Embryonalmonat : Ausbildung von Schmelzknoten



3.Embryonalmonat : daraus entstehen Schmelzglocken bzw. Zahnpapillen.



4.Embryonalmonat : Differenzierung von Adamantoblasten (= Enameloblasten), aus innerem Schmelzepithel

Differenzierung von Odontoblasten aus Bindegewebe der Zahnpapille.

Beginn der Dentinbildung vor Schmelzbildung.

Bei Beginn der Hartschubstanzbildung Keimgröße
= spätere Kronengröße

5.Embryonalmonat : Bildung der Ersatzzahnleiste = sekundäre Zahnleiste (bleibende Frontzähne und Prämolaren)

Beachte: Bleibende Molaren und Milchzähne sind aus primärer Zahnleiste.

Anlagen der bleibenden Zähne sind bereits pränatal ausgebildet.

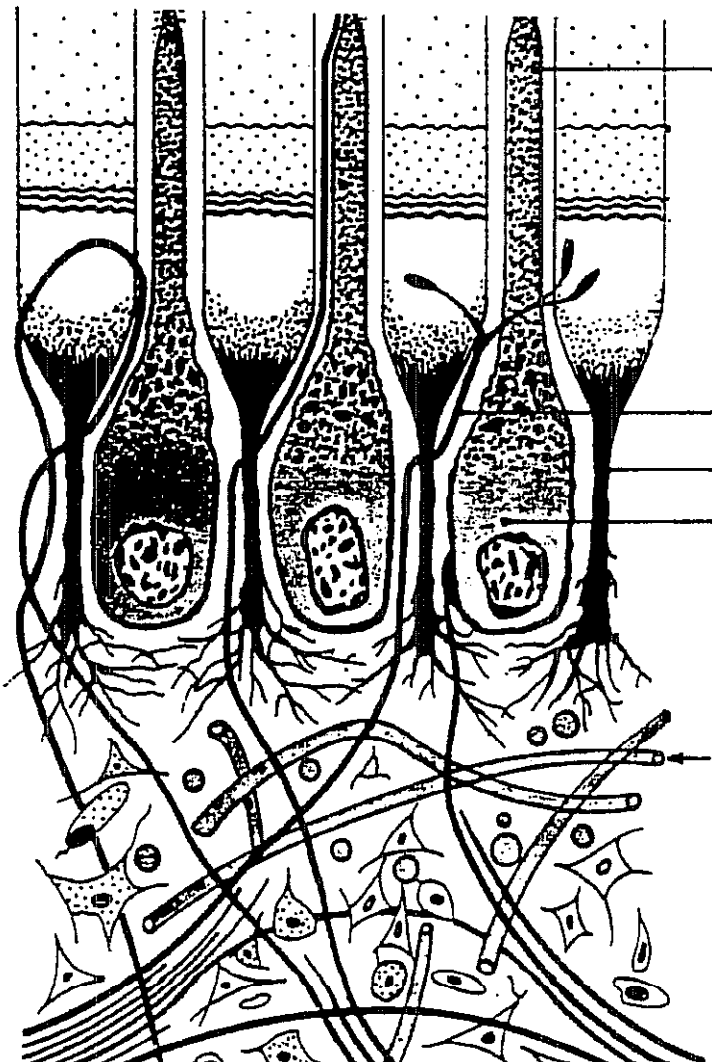
Wurzelbildung :

- inneres und äußeres Schmelzepithel wachsen gemeinsam in die Tiefe
==> HERTWIG - BRUHN'SCHE (EPITHEL -)SCHEIDE
- Zahndurchbruch (Eruption)kurz vor vollständiger Wurzelbildung.
- Milchzahndurchbruch beansprucht ca 2 Jahre.Vollständige Ausbildung ca 3 Jahre
- Vor Durchbruch bleibender Zähne Resorption der darüberliegenden Milchzähne.
- Im 6.Lebensjahr (kurz vor Elimination der Milchschnidezähne):
 - 20 Milchzähne
 - 20 Ersatzkeime
 - 4 Molaren
 - 8 Molaren im Kieferknochen

Mikromorphologie der Zähne

1. Pulpa, Zahnmark, Endodont :

- (nach vollständiger Mineralisation bzw. abgeschlossenem Wurzelwachstum)
gallertartiges Bindegewebe im Alter zunehmend kollagene Fasern
- Gefäße
- sensible Nervenendigungen
- Odontoblasten (langer Fortsatz ins Dentin, kurzer Fortsatz in Pulpengewebe einstrahlend)
- im apikalen Bereich Verbindung ins Periodontium



Grundgewebe:

- Herkunft von gefäßreichem embryonalem Mesenchym
- im Alter zunehmend präkollagene und kollagene Fibrillen bei allmählicher Volumenzunahme kollagener Fasern
(EBNER'SCHE Fibrillen ; in Dentin einstrahlend)
- Odontoblasten: dentinbildende Zellen, liegen an Pulpa-Dentin-Grenze
(Odontoblastenfortsätze ins Dentin: TOMESSCHE Fasern)
- anschließend zellarme, aber faserreiche WEILL'SCHE Zone
(Odontoblastenfortsätze, Fortsätze der übrigen Pulpazellen)
- sonstige zelluläre Bestandteile : Vorwiegend Fibroblasten
(morphologische und biochemische Umgestaltung möglich)
==> können unterschiedliche Zellen funktionell ersetzen / Aufgaben übernehmen
- sonst: Histiocyten, Megakaryocyten, Rundzellen, undifferenzierte Mesenchymzellen, Monocyten, Lymphocyten (==> Immunabwehr), Wasser, Salze, Proteine, Fettsäuren, Enzyme

NERVEN:

- markhaltige und marklose sensible Innervation (V/2 und V/3)
= 2. und 3. Trigeminusast
- RASCHKOW'SCHER Plexus: Subodontoblastisch gelegene Zone mit hohem Anteil von Nervenfasern.
- Nervenendigungen stahlen bis ins Dentin ein, nie in Schmelz
- BRÄNNSTRÖM'SCHE Transmissionstheorie:
Hydrodynamische Veränderungen an den Dentinkanalmündungen oder über Kanalinhalt bedingen Sensibilität des Dentins.

Blutgefäße:

- Arteriolen, Venolen, Kapillaren, von Lymphgefäßen begleitet
- Verbindung über foramen apicale mit Körperkreislauf
- keine Querverbindung durch Zahnhartsubstanz zum Desmodont

Funktion der Pulpa:

- formative, nutritive, sensorische, defensive Funktionen
- Bildung von Dentin ; primäres (Zahnentwicklung), sekundäres (Alterung) und tertiäres (bei Reiz : z.B.: Karies)
- Ernährung des Dentins (Mineralisation)
- sensible Nervenendigungen leiten thermische, mechanische, chemische und osmotische Reize weiter. (Schutzfunktion)

2.Zahnbein /Dentin:

- 72 Gewichts-% anorg. Substanzen:

Trikalziumphosphat	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
Hydroxylapatit	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$
- 16 Gewichts-% org. Substanzen: Eiweiß (Kollagene), Polysaccharide, Lipide
- 12 Gewichts-% Wasser
- sensible Nervenendigungen
- Tomessche Fasern (Odontoblastenfaser): echte Zellfortsätze, gewähren im vitalen Dentin Stoffwechsel und Sensibilität
- von Ebnersche Fibrillen (verlaufen senkrecht zu Dentinkanälchen, Darstellung polarisationsoptisch möglich)

Grundgewebe:

- ekto-mesenchymale Herkunft, Bildung über Vorform Prädentin durch Mineralisation
- Bildung durch Odontoblasten (Fortsätze bis $5000\text{ }\mu\text{m} = 5\text{ mm}$, Durchmesser ca. $4 - 5\text{ }\mu\text{m}$) zeitlebens ist Dentinbildung möglich (bei vitaler Pulpa !!!)
- Härte zwischen Schmelz und Knochen:
 - Brinell 650 N/mm^2 (Kugeldruck)
 - Mohs 5 - 6 (Ritzhärte: Talkum (1), Gips (2), Kalkspat (3), Flußspat (4), Apatit (5), Feldspat (6), Quarz (7), Topas (8), Korund (9), Diamant (10))
- Dentinkanälchen beinhalten Odontoblastenfortsätze, radiärer Verlauf, zweimalige S-förmige Krümmung, Durchmesser ca. $5\text{ }\mu\text{m}$, Abnahme Querschnitt zur Peripherie (Schmelz - Dentin - Grenze)hin. Kanälchenquerschnitt nimmt im Alter ab (durch Anlagerung von Mineralsalzen).

- erreichen nicht alle den Übergang Schmelz / Dentin
- zweigen sich zur Peripherie hin auf und anastomosieren

- Kanälchendichte : pulpenah ca. 65000 pro mm^2
 pulpenfern ca. 16000 pro mm^2

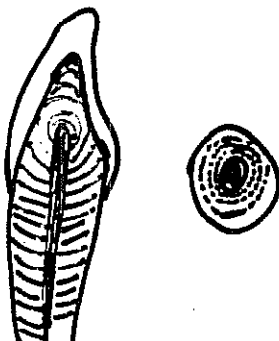
==> auf jedes 200. - 2000. Kanälchen entfällt eine Nervenfasern, Lumina
pulpennah > pulpenfern

Funktion:

Reizleitung, funktionelle Anpassung (Sklerosierung = Verdichtung im Röntgenbild, Bildung von Reizdentin)

Formen des Dentins:

- peritubuläres Dentin: Auskleidung der Kanälchenwände, feinere kristalline Struktur, daher dichter und homogener (Neumann'sche Scheide)
- intertubuläres Dentin: Grundsubstanzen: netzartiges Gefüge, weniger mineralisiert, mehr kollagene Fasern (Hauptmasse d. Dentins, zw. den Dentinkanälchen gelegen)
- Manteldentin : schmaler Dentinsaum an Dentinoberfläche (Schmelz - Dentin - Grenze bzw. Dentin - Zement - Grenze)
Kollagenfibrillen verlaufen radial (= von Korff'sches Dentin)
- Interglobulardentin: nicht mineralisierte Bezirke im äußeren Kronendrittel, die entlang der Wachstumslinie verlaufen
- Tomesche Körnerschicht: Interglobulardentin im Bereich des Wurzel Dentins
- Owensche Konturlinien: mindermineralisierte Streifen zw. den einzelnen Dentinschichten, Wachstumslinien entsprechend Tagesrhythmen, Verlauf schalenförmig, beginnend im inzisal / okklusalen Bereich



3. Zahnschmelz:

- 97 Gewichts-% anorg. Substanz:

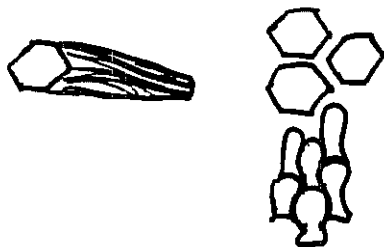
Hydroxylapatit	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$
Fluorapatit	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$
Chlorapatit	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$
- 1 Gewichts-% Wasser
- 2 Gewichts-% org. Substanzen: EiweiÙe (Keratin, Peptide, Kollagene), Polysaccharide, Lipide

Grundgewebe:

- Herkunft: Ektoderm / inneres Schmelzepithel
- Bildung durch Ameloblasten, 3 ablaufende Prozesse:
 - => Bildung der Schmelzmatrix (schubweise Sekretion aus Tomeschen Fortsatz, periodische Ameloblastentätigkeit)
 - => Mineralisation der Matrix (=> Hydroxylapatit)
 - => Reifung des kristallinen Gefüges (Mineralisation und Wachstum d. Kristalle)
- härteste Substanz des Organismus: Brinell ca. 3250 N/mm²
Mohs ca. 6 - 8

Struktur:

- Kristallite : abgeflachte, hexagonale Stäbe, auch verwunden, Größe ca.25x40x160nm, ggf. Schlüsselloch oder Hufeisenform



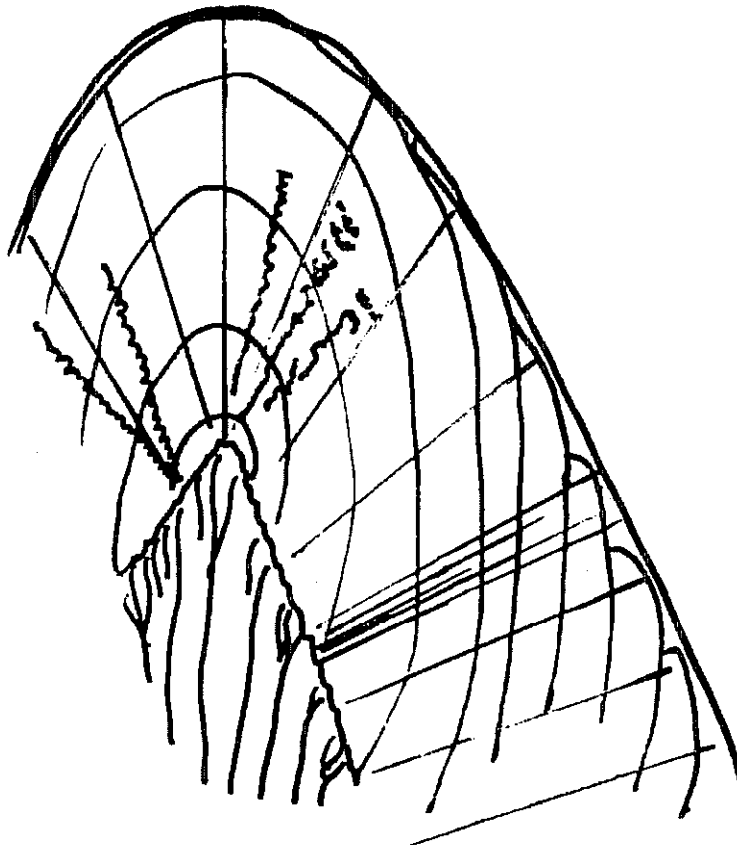
- Schmelzprismen :
 - Durchmesser ca 3-6 μm
 - reichen nur in 30% der Fälle vom Dentin bis an Zahnoberfläche
 - prismenfreier Schmelz (Oberfläche - Stärke ca. 30 μm) ist dichter mineralisiert, härter und weniger säurelöslich
- durch spiralförmig / gewellten Verlauf verminderte Sprunggefahr des Schmelzes, zusätzlich werden Kräfte über mehrere Prismen weitergeleitet, d.h. Entlastung durch Kräfteumverteilung
- konische Form, dazwischen „Kittsubstanz“
- im Schmelzschliff werden Prismen längs und quer getroffen :
 - ==> - dunkle Streifen = **Diazonien** (Prismenquerschnitt)
 - helle Streifen = **Parazonien** (Prismenlängsschnitte)
- Durch wechselnde Reflexionen der Parazonien (rechts - / linksdrehend) entstehen im Auflicht und Durchlicht sogenannte HUNTER-SCHREGER'sche Streifen.
- RETZIUS - Streifen :
 - Wachstumslinien,
 - erkennbar im Querschliff
 - entstehen durch schalenförmige Apposition
 - verlaufen senkrecht zu HUNTER-SCHREGER'sche Streifen.
- dadurch an Schmelzoberfläche dachziegelähnlich angeordnete Perikymatien, auch Imbrikationslinien oder PICKERILL-Linien.
- Schmelzbüschel : im Verlauf der Prismen, durchziehen Schmelz nicht vollständig : mindermineralisierte Strukturen
- primäres Schmelzoberhäutchen :
- Cuticula dentis
 - Stärke ca. 3 - 6 μm
 - am frisch durchgebrochenen Zahn
 - wird mechanisch zerstört

- sekundäres Schmelzoberhäutchen :

- Entstehung nach relativ kurzer Zeit (ca.2h) durch Speichel
==> im Speichel : Enzyme, Muzine und Eiweiße

- reibt sich beim Putzen der Zähne und beim Essen sofort wieder ab !!

Schmelzschliff :

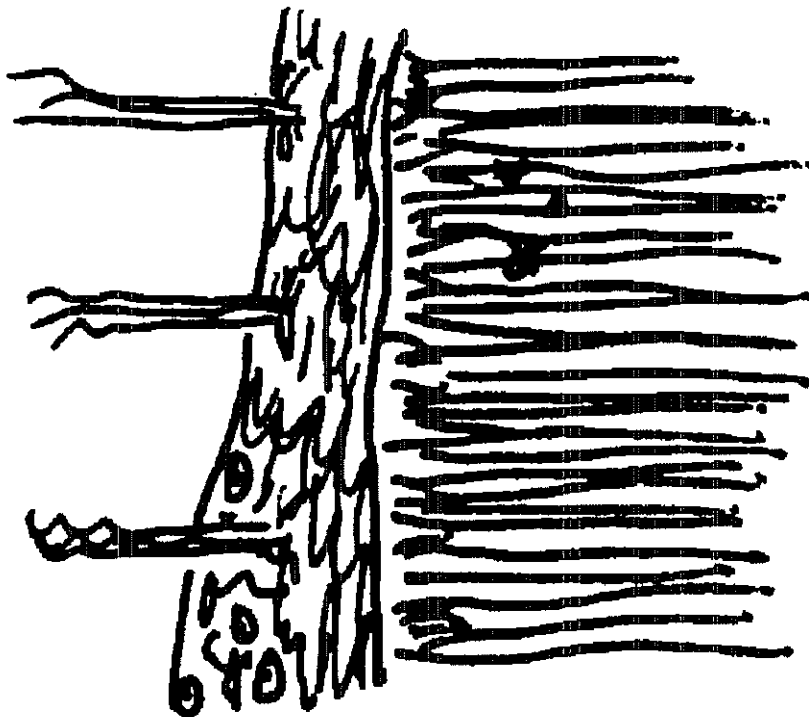


4. Das Zement

- 67 Gewichts - % anorg. Substanzen
- 16 Gewichts - % org. Substanzen
- 17 Gewichts - % Wasser
- das Zement ist Bindeglied zwischen Zahn und Knochen / Teil des Peridontiums

Grundgewebe:

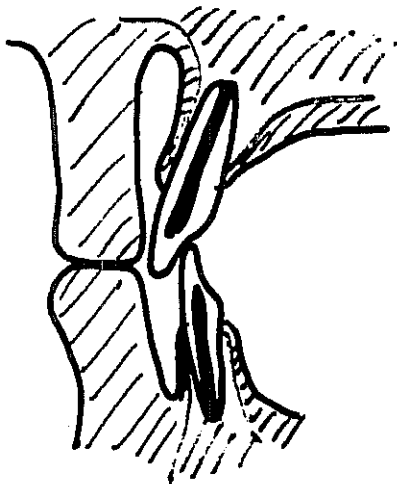
- umgibt Wurzeloberfläche mit ca. 0,1 (cerv.)bis 0,5 (apical)mm Stärke
- Struktur wie Faserknochen
- Fixierung der desmodontalen Faser: SHARPEYsche Fasern
- primäres Zement liegt Dentin direkt auf (Faserzement), zellfrei
- sekundäres Zement lagert sich lamellär dem Faserzement auf (Osteozement), zellhaltig (Zementoblasten)
- Zement ist wie Dentin regenerationsfähig



Zement Dentin

Makroskopischer Aufbau Zahnhalteapparat

- Zahnhalteapparat = Periodontium: Gesamtheit aller an der Verankerung eines Zahnes beteiligten Gewebe
- keine anatom. Einheit, funktionaler Begriff
- Bestandteile:
 - Wurzelhaut (Desmodont oder Periodontalligament)
 - knöchernes Zahnfach (Alveole: lamina alveolaris)
 - Wurzelzement
 - marginale Gingiva (Zahnfleischsaum)
- ferner: Alveolarfortsatz, Kieferkörper, Schleimhäute (Mucosa, Gingiva propria)



Marginales Periodontium:

- Zahnfleischsaum mit Interdentalspapillen
- Oberrand d. knöchernen Alveole (limbus alveolaris)
- Oberrand d. Zementmantels

Profundes Periodontium:

- Zementmantel
- Wurzelhaut (Desmodont)
- Alveolarfortsatz mit Alveoleninnenkortikalis

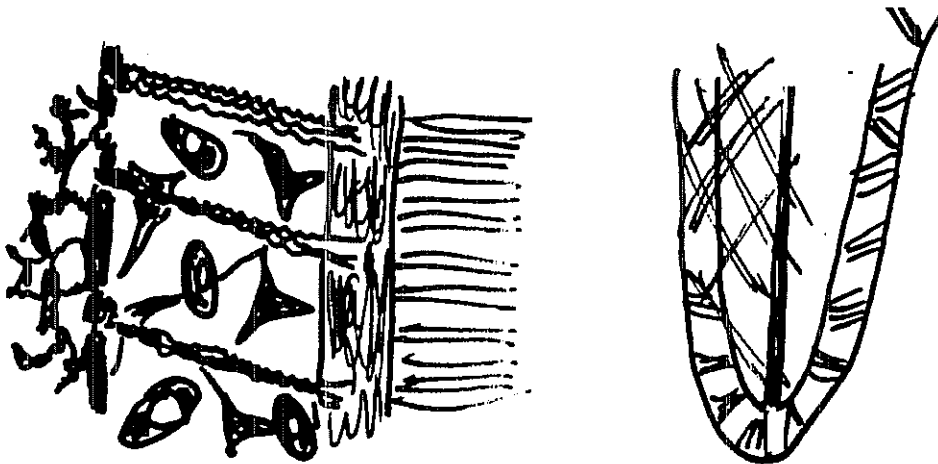
Mikroskopischer Aufbau des Zahnhalteapparates

Profundes Periodont

Zement: wie vorne

Knochen:

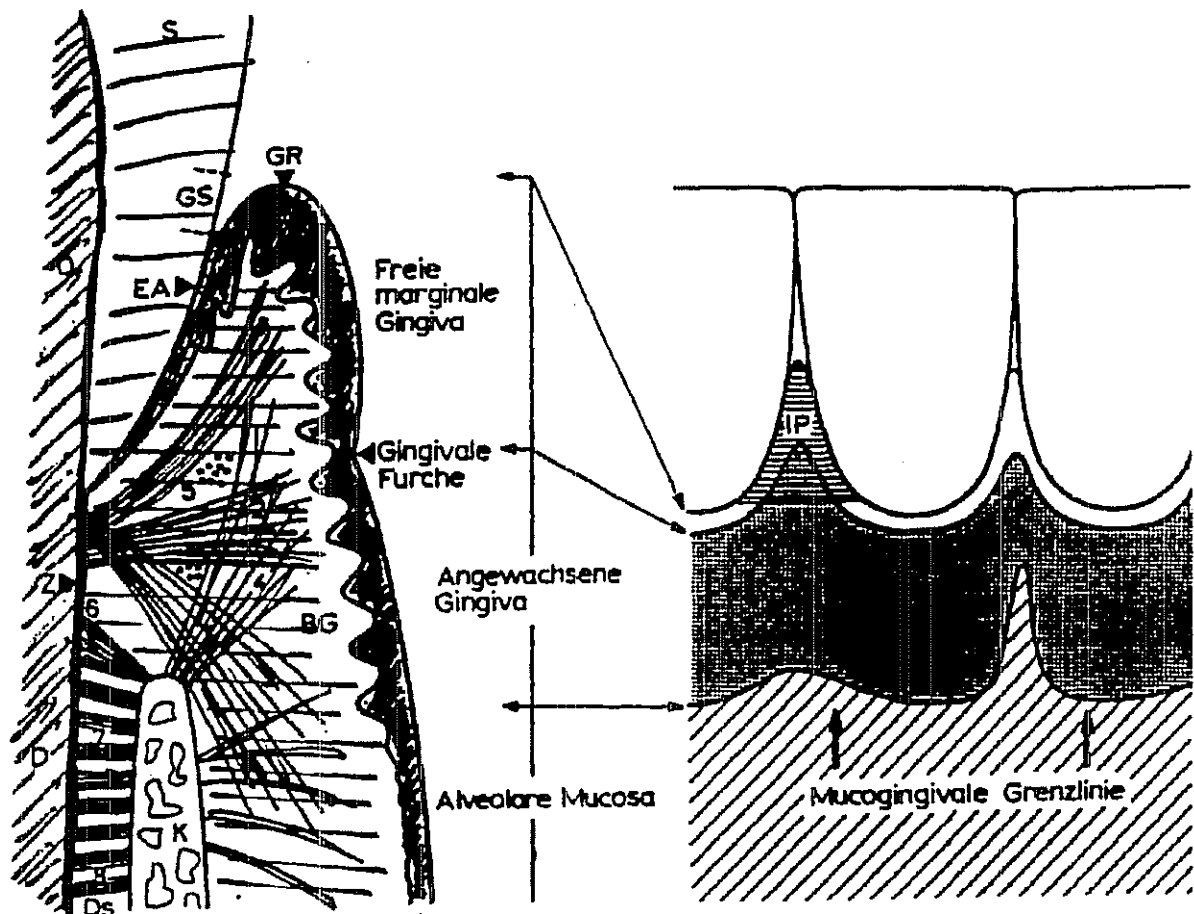
- mesodermale Herkunft, dem Binde- und Stützgewebe zugehörig
- COMPACTA: feste Rindensubstanz, faserhaltiges, zellarmes Grundgewebe mit hohem Tricalciumphosphatgehalt
- SPONGIOSA: schwammartiges Balkenwerk, zellreiches und faserhaltiges Bindegewebe mit funktionell orientierten Knochentrabekeln



Desmodont:

- ektodermale Herkunft, fibrilläres Bindegewebe
- undifferenzierte mesenchymale Zellen: Zementoblasten, Osteoblasten
- ausdifferenzierte Fibrozyten
- kollagene Faserbündel
==> FIBRAE DENTO-ALVEOLARES (Sharpeysche Fasern)
- rhombisches Gefäßgeflecht aus Arteriolen, Venolen u. Kapillaren
- Wedelsche Knäuel: Blut- und Lymphgefäße im Bereich des Alveolenrandes und -fundus
- sensible Nervenendigungen (auch aus Nervus trigeminus)

Marginales Periodont



Freie marginale Gingiva:

- äußeres Saumepithel
- inneres Saumepithel
- subepitheliales Bindegewebe

Äußeres Saumepithel:

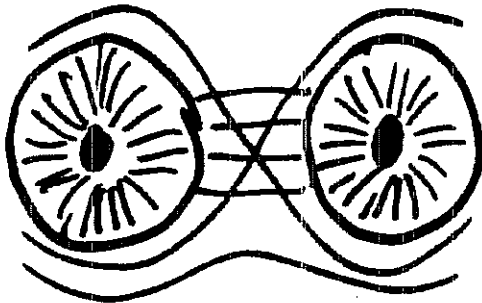
- nicht verhorntes, mehrschichtiges Plattenepithel mit parakeratinösen Auflagerungen
- über kollagene Fasern an Periost geheftet
- unverschieblich, Oberfläche getüpfelt (Stippelung, „Orangenhaut“), mit Unterlage verzapft (attached gingiva)

Inneres Saumepithel:

- unverhorntes, mehrschichtiges Plattenepithel
- keine Zapfenstruktur
- mit Zement verklebt, „Attachement“
- Tiefe d. Epithelansatz: Gradmesser für PA- Zustand (bis 2mm: Zahnfleischfurche (normal) über 2mm: Zahnfleischtasche (pathologisch))

Fasersysteme:

- Faserqualität: KOLLAGEN
- fibrae dentogingivales
 alveolingivales
 circulares
 interdentales decussatae
 interdentales mesio-distales



- mechanische Fixierung d. Saumes am Zahn im Sinne einer elastischen Manschette

Blutgefäße:

- kapillare Endstrombahnen
- glomerulöider Gefäßkranz
- hydraulische Fixierung des Saumes am Zahn durch Flüssigkeit / Gewebsturgor (turgor = Spannung)

Funktion des Periodonts

Marginales PA:

- Bewahrung der ektodermalen Integrität der Körperoberfläche
- Verschuß d. PA - Spalts gegenüber d. Mundhöhle
- Schutz der Interdentalräume der Zähne

Profundes PA:

- Aufnahme und Weiterleitung von Kaukräften
- sensible Schutzfunktion (Druck / Schmerz), Reflexbogen zur Kaumuskulatur
- Ernährungs- und Regenerationsfunktion für Wurzelhaut und Zement

Aufnahme / Weiterleitung von Kaukräften

- Druckbelastungen des Zahnes werden von Desmodontalfasern in Zugbelastungen transformiert
- Verhältnis Kaufläche (mm^2) zu Wurzeloberfläche (mm^2) ca. 1:5
==> Druck auf Zahn wird um Faktor 5 verkleinert auf Knochen übertragen
- in Ruhelage gewellte Fasern, bei Belastung des Zahnes werden Fasern gespannt
- Zahn führt abhängig von d. Belastungsrichtung eine Bewegung aus:

a) vertikal - intrusive Belastung:

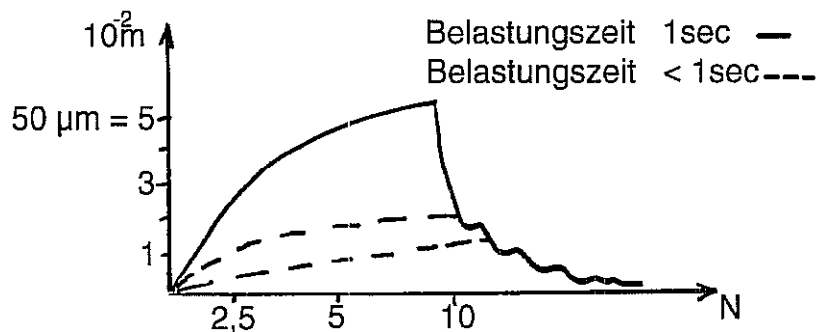
- Intrusionsbewegung
- physiologische Belastungsform
- ca 90% des Faserapparates werden aktiviert
- Bewegungsamplitude ca 20 -30 μm
- größte Belastungstoleranz

b) horizontale Belastung:

- Horizontalbewegung
- unphysiologische Belastungsform
- ca 25% des Faserapparates werden aktiviert
- Bewegungsamplitude ca 40 - 60 μm
- nur mäßige Belastungstoleranz
- Zug- und Druckzonen, Drehpunkt auf halber Wurzellänge: Erweiterung des Periodontalspalts ==> Lockerung des Zahns

c) vertikal - extrusive Belastung:

- Extrusionsbewegung
- unphysiologische Belastungsform
- ca 5% des Faserapparates werden aktiviert
- geringste Belastungstoleranz

Periodontogramm:

- initiale Phase (Streckung der Fasern)
- desmodontale Phase (Anspannung der Fasern)
- alveoläre Phase (Dehnung der Alveole)

Maximale periodische Dauerbelastung:

- vertikal extrusiv: ca. 5N
- vertikal intrusiv: ca. 50N
- horizontal : ca. ca. 10N

Maximale Einzelzahnbelastung:

- analog der Leistungsfähigkeit der Kaumuskulatur und reflektorisch – sensibler Hemmung der Pulparezeptoren: ca. 500N

Sensible Funktion:

- Steuerung der Zahnbelastung über Reflexkreise: HEMMREFLEXE
- Druckrezeptoren im Bereich der Zahnhartsubstanzen und des Desmodonts
- Druck- und Spannungsrezeptoren im Bereich der Gelenkkapseln
- Spannungsrezeptoren im Bereich der Kaumuskulatur
- Akute Überlastungsgrenze: Pulpa
- Chronische Überlastungsgrenze: Desmodont
- Taktile Sensibilität: Zähne und Desmodont (bedingt Kiefergelenke und Muskulatur)
- Schwellenwert entsprechend der physiologischen Zahnbeweglichkeit: ca. 20 -30 μm (bei überkronten Zähnen eine Zehnerpotenz höher)

Ernährungs- und Regenerationsfunktion

- Ernährung Desmodont durch eigene Blutgefäße
- Ernährung Zement durch Diffusion über Desmodont
- Desmodont, Alveoleninnenkortikalis und Zement können auf gesteigerte funktionelle Belastungen mit Verstärkung d. Gewebsstrukturen reagieren:
 - ==> Vermehrung / Verstärkung des Faserapparates
 - ==> Verdichtung / Verstärkung von Zement und Knochen

Abwehrfunktion:

- Immunsystem

Zahndurchtritt

Milchzähne:

- Verkalkung der Milchzahnkronen im 5.-7. Fetalmonat
- Durchbruch der Milchzähne nach Beginn der Wurzelbildung
- davor Kontakt der unbezahnten Alveolarfortsätze zueinander

I mittlerer Schneidezahn 6.-8.Monat

- Normalzahner: Durchbruch I zwischen 6. und 12. Lebensmonat
- Dentitio praecox: vor dem 6. Monat
- tarda : nach dem 1.Lebensjahr

II seitlicher Schneidezahn 8.-12.Monat

- Nach Seitenzahndurchtritt bleibt Kontakt der lateralen Alveolarfortsätze bestehen !

III 1. Milchmolar 12.-16. Monat

- Dadurch 1. physiologische Bißhebung (PBH)
- Overbite von ca. 4/5 der Kronenlänge der unteren Schneidezähne verringert sich dabei auf ca. 2mm oder weniger

IV Milcheckzahn 16.-20. Monat

V 2. Milchmolar 20.-30. Monat

- Der erste und zweite Milchmolar beteiligen sich durch ihre ausgeprägte Verhöckerung an der Festlegung der okklusalen Beziehung in sagittaler Richtung (d.h. okklusale Verschlüsselung) und dienen damit als Platzhalter für den bleibenden Zahnbestand. Nach ca. 3 _ Jahren Abschluß der Wurzelbildung. Mit ca. 5 1/2 Beginn der Milchzahnwurzelresorption

Bleibende Zähne:

- zuerst Durchtritt des Sechsjahrmolaren am distalen Ende des Milchzahnbogens (- posteriore Durchbruchzone -), dabei zweite physiologische Bißhebung.
- anschließend Wechsel der unteren und oberen Schneidezähne (- anteriore Durchbruchzone -)
- Einstellung von 6 sollte in Neutralokklusion erfolgen, d.h. der mesiobuccale Höcker des OK 6ers greift in die mesiobuccale Querrissur des UK 6ers, dabei umgreift der OK 6er seinen Antagonisten nach buccal.
- Stützzone Milch -3,-4,-5 soll sagittale Distanz 2 nach 6 abstützen und vertikal eine Bißsenkung vermeiden.

1. Etappe des Zahnwechsels (mittlere Eruptionszeiten):

6: 5.-7. Lebensjahr (Mädchen früher, Jungen etwas später)

1: 6.-8. Lebensjahr

2: 7.-9. Lebensjahr

2. Etappe des Zahnwechsels / mittlere Eruptionszeiten:

OK 4,3,5: 9.-12. Lebensjahr

UK 3,4,5: 9.-12. Lebensjahr (Ende des Wechselgebisses)

7: 11.-14. Lebensjahr

Mit dem Durchbruch der Prämolaren und der Einstellung des 2. Molaren kommt zur dritten physiologischen Bißhebung. Zwischen dem 12. und 18. Lebensjahr läuft die 3. Etappe der Gebißentwicklung ab:

Bildung des Molarenfeldes mit Durchbruch der sog. Weisheitszähne ca im 18.-22. Lebensjahr.

Die Okklusion der Zahnreihen

Okklusion:

- jeder Berührungskontakt zwischen antagonistischen Zähnen

maximale Interkuspitation:

- allseitige und gleichmäßige Zahnkontakte bei maximaler Höcker-Fissurenverzahnung.

Schlußbißlage:

- habituelle Relation des UK zum OK; wird beim zwanglosen Kieferschluß eingenommen.
- Im gesunden Kauorgan identisch mit der sog. habituellen Interkuspitation.

protrale Okklusion:

- Zahnkontakte bei Ventralverlagerung UK.
- Max. Interkusp. wird aufgehoben.

laterale Okklusion / Transversale Okklusion:

- Zahnkontakte bei Rechts- oder Linkslateralverschiebung.
- Laterotrusions- / Mediotrusionskontakte.
- Arbeitsseite = Laterotrusionsseite = Zahnreihenseite, in deren Richtung sich der UK bewegt.
- Mediotrusionsseite Leerlaufseite = gegenüberliegende Seite.

Retrale Okklusion:

- Zahnkontakte bei Dorsalbewegung UK. (bei 10% der Patienten nicht möglich)

Verzahnung der Frontzähne sagittal

Regelverzahnung

- OK-Schneidezähne übergreifen UK-Schneidezähne um ca. 2 mm
- Zahnachsen bilden stumpfe Winkel (ca. 135 Grad Interincisalwinkel)
- sog. Scherenbiß, größte Häufigkeit bei Neutralbißlage



tiefer Biß

- OK-Schneidezähne übergreifen UK-Schneidezähne um 4-8 mm
- primär: Überentwicklung OK (Deckbiß, i.d.R. mit Steilstand der Front)
- sekundär: Stützzonenverlust im Seitenzahnggebiet



offener Biß

- Schneidezähne OK/UK klaffen

Ursachen vertikal offener Biß

- primär: mandibuläre Fehlentwicklung mit Kontakten nur im distalen Molarenbereich
- sekundär: Habits: Zungen-, Lippenbeißen, Lutschgewohnheiten

Ursachen sagittal offener Biß

- primär: skelettale Überentwicklung OK oder skelettale Unterentwicklung UK (Mikrogenie)
- sekundär: Zungenbeißen; Lutschen



Kopfbiß

- Frontzähne in Kantenkontakt
- Ursachen:
 - primär: Überentwicklung UK/Unterentwicklung OK;
 - sekundär: alveoläre Verschiebungen: z.B. Nichtanlage OK 2er
= unechte Progenie oder Stützzonenverluste im SZG.



Umgekehrter Frontzahnüberbiß

- UK-Schneidezähne übergreifen OK-Schneidezähne
- Ursachen:
 - primär: Überentwicklung UK = echte Progenie
 - sekundär: alveoläre Verschiebungen, z.B. Nichtanlage OK 2er
= unechte Progenie.

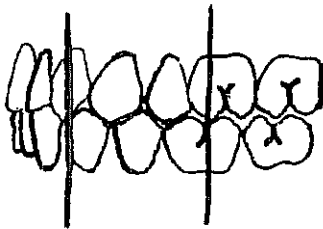


Verzahnung der Seitenzähne sagittal

Einteilung nach Angle, Edward (Orthodont, USA 1855-1930, mechanische Beseitigung von Stellungsanomalien mit festsitzenden Apparaturen).

Neutralbißlage: Angle-Klasse I

- Eckzahnspitze OK greift zwischen 3er und 4er im UK
- mesiobukkale Höckerspitze 6 greift in auslaufende Mesiobukkalfissur des UK6ers
- Zahn-zu-Zweizahnbeziehung (mit Ausnahme der unteren 1er und oberen 8er)



Davon abweichende Okklusionsformen:

Mesialbißlage: Angle-Klasse III

- Mesialverschiebung der UK-ZR gegen die OK-ZR
- verursacht entweder durch mandibuläre Verlagerung oder Überentwicklung bzw. durch rein dento-alveoläre Verschiebungen bzw. Verlagerungen.

Distalbißlage: Angle Klasse II

- Distalverschiebung der UK-ZR gegen OK-ZR
- verursacht entweder durch mandibuläre Verlagerung oder Unterentwicklung bzw. durch rein dento-alveoläre Verschiebungen bzw. Verlagerungen
- Ausmaß der Verschiebung wird in Prämolarenbreiten deklariert (eine PB = 8mm)

weitere Unterteilung der Klasse II-Patienten:

- a) mit protrudierter Front (z.B. bei Mundatmung)
- b) mit retrudierter Front

Verzahnung der Seitenzähne transversal

Regelverzahnung

- Bukkalhöcker OK-SZ umfassen Bukkalhöcker UK-SZ



Kopfbiß

- Höckerspitzenkontakt
- mögliche Ursachen: Mesialbißlage (mandibulär); transversale alveoläre Verschiebungen von Zähnen/Zahngruppen



Kreuzbiß

- Bukkalhöcker UK-SZ umfassen Bukkalhöcker OK-SZ
- Ursachen: Mesialbißlage (mandibulär) einseitig = Kreuzbiß, beidseitig = Progenie; transversale alveoläre Verschiebungen von Zähnen/Zahngruppen



Die ideale Okklusion

nachfolgend die wichtigsten Höcker-Fissuren-Kontakte einer idealen Okklusion (nach Payne = Zahn-2-Zahn)

(anderes Modell: nach Thomas = Zahn-Zahn).

Effekte:

1. sichere Lagefixierung UK/OK in definierter Schlußbißposition sagittal/transversal.
2. Sicherung der Stellung der Zähne in horizontaler und vertikaler Richtung.
3. axiale Belastung der Zähne (Seitenzähne!) bei Zahnreihenschluß.

wichtigste Kriterien einer harmonischen Okklusion: (nach Mutsch)

- Kauflächengestaltung so, daß Nahrung mit Minimum an Kaukraft zerkleinert werden kann (=> Vielpunktkontakt).
- Kaukräfte sollen in Richtung der Zahnachsen wirksam sein. = physiologische Belastungsform der Zähne.
- Physiologische Belastungsgröße der Zähne => keine zu großen Okkl.-kontakte, keine Frühkontakte (Gesamtfläche aller Okkl.-kontakte ca 4 mm²)
- Gleichmäßige und gleichzeitige Okklusion der Zahnreihen, d.h. die Schlußbißlage soll ohne Zwangsführung durch einzelne störende Zähne bzw. Höcker eingenommen werden.
- tragende Höcker sollen in den Fossae/Randleisten abgestützt sein.
- keine Frontzahnkontakte im Schlußbiß, da die Frontzähne wegen des frontalen Überbisses nicht physiologisch belastet werden können und daher zum Abstoppen der Schließbewegung nicht geeignet sind.
- beim Abbeißen durch die Frontzähne sollen die Seitenzähne keinen Kontakt aufweisen.
- die Seitenzähne sollen die Nahrung ohne Störung durch die Front zerkleinern können; die Zahnhöcker sollen bei Artikulationsbewegungen ohne Kontakt aneinander vorbeigleiten.
- Bei Pro- und Laterotrusion soll der Okkl.-kontakt der Seitenzähne aufgehoben sein (= Disklusion). Die Führung der Bewegung erfolgt durch Front-, bzw. Eckzähne Front-,Front-Eckzahnführung).
- Balancekontakte sind zu vermeiden, da sie traumatisierend auf das Parodontium wirken.

Die vier Stützzonen:

I./II. Antagonistische 1. und 2. Prämolaren rechts bzw. links

III./IV. Antagonistische 1. und 2. Molaren rechts bzw. Links

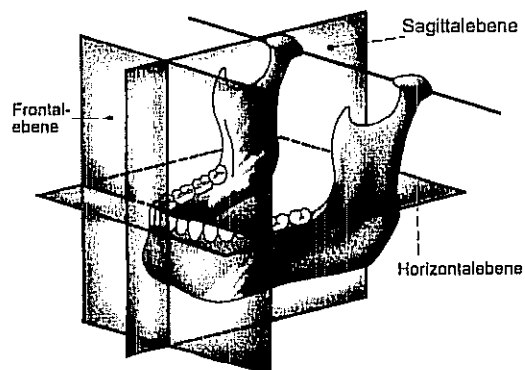
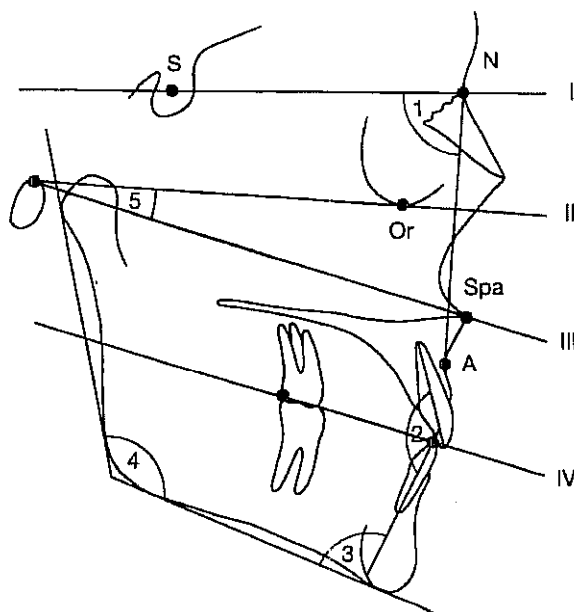
Bei Verlust von Stützzonen:

- Änderung der UK-Schlußbißlage sowohl in vertikaler/transversaler oder sagittaler Richtung möglich => Myoarthropathien

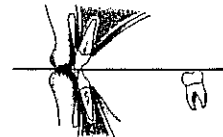
Orientierung der Zahnreihen zum Schädel

wichtig für rekonstruktive Therapiemaßnahmen

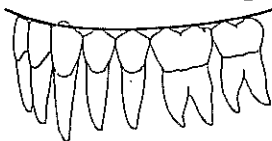
- räumlich Zuordnung der Zahnbögen zum Schädel / Kiefergelenk: definiert in vertikaler Richtung durch räumliche Lage der Kauebene zur Camperschen Ebene (Spina nasalis anterior / Subnasalpunkt - Unterrand porus accusticus externus / Tragusmittelpunkt) in der Regel parallel zur Kauebene (ca. 25-35 mm)
- räumliche Zuordnung der Zahnbögen zum Kiefergelenk: definiert in sagittaler Richtung durch Lage Kauebene zu Kiefergelenken über Bonwillsches Dreieck (Abstand Inzisalpunkt UK zu Kondylenzentren: 104 mm ; Winkel ca. 20-25°)



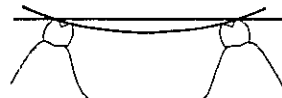
- Sagittalebene, Median - Sagittalebene
Sagitta = der Pfeil
- Frontalebene
Frons = die Stirn
- Horizontalebene
- Scharnierachs-Orbitalebene
Scharnierachs-Hauptpunkt - Orbitaunterrand
- Scharnierachs-Subnasalebene
Scharnierachs-Hauptpunkt - Subnasalpunkt
- Frankfurter Horizontale (II)
Oberrand des porus acusticus externus beidseits - tiefster Punkt des Orbitaunterrandes. Knochenpunkte ! (Anthropologenkongress Frankfurt 1884)
- Campersche Ebene (III)
Unterrand porus acusticus externus - Spina nasalis anterior
- Okklusionsebene (IV)
"Kontaktebene" Kauflächenkomplex
- Kauebene
Inzisalpunkt – $\overline{111}$ - disto-buccale Höckerspitzen 37 und 47



- Speesche Kurve
mesio-distale Höckerverbindungsline UK + Verlängerung durch das KG



- Wilsonkurve
bucco-linguale Höckerverbindungsline UK



- Bonwillsches Dreieck
Condylen-Mittelpunkte - Inzisalpunkt: ca. 10 cm gleichseitig

Anatomie des Kauorgans

Muskulatur:

zu unterscheiden:

1. Kaumuskulatur (innerviert von N. trigeminus)
2. Kauhilfsmuskulatur
3. Mimische Muskulatur

1. Kaumuskulatur

a) M. temporalis

Ursprung: - Facies temporalis / Fascia temporalis profunda / arcus zygomaticus

Ansatz: - Processus coronoideus mandibulae

Innervation: - N. mandibularis (V/3)

Funktion: - Kieferschluß
- UK- Rückschub

(gefiederter Muskel mit großem Querschnitt)

b) M. masseter

Ursprung: - Arcus zygomaticus

Ansatz: - Tuberositas masseterica

Innervation: - N. mandibularis

Funktion: - Kieferschluß
- Vorschub

(zweigeteilter Muskel (partes superficialis et profunda))

c) M. pterygoideus medialis

Ursprung: - Fossa pterygoidea

Ansatz: - Tuberositas pterygoidea

Innervation:- N. mandibularis

Funktion: - Kieferschluß
- Vorschub

d) M. pterygoideus lateralis

Ursprung: - Facies infratemp. / lamina lat. processus pterygoidei

Ansatz: - Gelenkkapsel / Diskus KG bzw. fovea pteryg. proc.
condylaris mand. ?

Innervation:- N. mandibularis

Funktion: - Mundöffnung
- Protrusion
- Laterotrusion
- Diskuspositionierung

(zweigeteilter Muskel)

- diagonal- vertikaler Verlauf der masseter pterygoideus med.- Temporalisschlinge bewirkt bei Kontraktion unterschiedliche Rotationsmomente des UK- Körpers (Kräfteverhältnis Temp. zu Mass. / pteryg.med = 3:2)
- führen bei Belastung der Seitenzahnregion zur Entlastung der Kiefergelenke
- führen bei Belastung der Frontzahnregion zur Belastung der Kiefergelenke
- Weg Kondylus bei sagittaler Kippung:

M	: +0.50 mm
Z	: +0.15 mm
D	: -0.12 mm
- Weg Kondylus bei transversaler Kippung

A	: -0.12 mm
B	: +0.50 mm

2. Kauhilfsmuskulatur (akzessorische Kaumuskulatur)

Zunge:

M. longitudinalis superior et inferior
M. transversus linguae
M. verticalis linguae
==> (innere Zungenmuskulatur)

M. genioglossus
M. hyoglossus
M. chondroglossus
M. styloglossus

Innervation N.hypoglossus (XII. Hirnnerv)
==> (äußere Zungenmuskulatur)

Suprahyale Muskulatur (über dem Zungenbein liegend):

a) M. mylohyoideus:

Ursprung: - Linea mylohyoidea

Ansatz: - Raphe mediana / Zungenbein

Funktion: - UK- Depression / Hub des Zungenbeins

b) M. digastricus:

Ursprung: - Zungenbein / Proc. mastoideus

Ansatz: - Fossa digastrica

Funktion: - Hub des Zungenbeins

Innervation: - N.mylohyoideus (venter ant.)
- N.fac. (venter post.)

c) M. geniohyoideus:

Ursprung: - Spina mentalis

Ansatz: - Hyoid

Funktion: - Hub des Zungenbeines

Innervation: - CI über N. mylohyoideus

d) M. stylohyoideus:

Ursprung: - Proc. styloh.

Ansatz: - cornu minus hyoidei

Funktion: - Hub Zungenbein (Schluckakt)

Innervation: - N. facialis

Die Mundöffnung wird v.a. durch die suprahyale Muskulatur unterstützt. Sie ist in der Lage den UK gegen das Hyoid zu bewegen, wenn dieses durch die infrahyale Muskulatur fixiert ist.

Hyoid = Zungenbein

Infrahyale Muskulatur: (Innervation: ansa cervicalis)

M. sternohyoideus

M. omohyoideus (venteres superior et inferior)

M. sternohyoideus

M. thyrohyoideus

3. Mimische Muskulatur (nur perioral)

Innervation: N. facialis

M. orbicularis oris (partes marginalis et labialis)

M. depressor anguli oris

M. levator anguli oris

M. depressor labii inferioris

M. levator labii superioris

M. levator labii superioris alaeque nasi

M. transversus menti

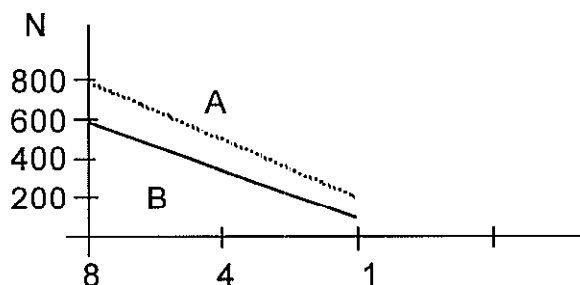
M. mentalis

M. buccinator

M. risorius

Mm. zygomatici maior et minor

Kieferschlußkräfte bei unilateraler Belastung der Zahnreihen



- Kraftentfaltung nimmt von mesial nach distal zu
- Pulpa ist Steuermechanismus für akute Belastung eines Zahnes, nicht das Periodontium (Druckrezeptoren in Hartsubstanz)

Kiefergelenk: (articulatio temporo - mandibularis)

- akzessorisches Gelenk :
 - Führung von Leerbewegungen, weitgehend außer Funktion bei Kaubewegungen (Lastfunktion)
- 3 anatomische Strukturen:
 - a) Gelenkgrube (Os Temporale):
 - Tuberculum articulare
 - Facies articularis
 - Fossa articularis
 - b) Processus articularis mandibulae
 - c) Discus articularis (verlängerte Sehne des M. pterygoideus lateralis)
- Das Kiefergelenk besitzt 6 Freiheitsgrade:
 - 3 rotatorische
 - 3 translatorische
- 2 Funktionen:
 - Scharnier - / Gleitfunktion
- 2 Anteile:
 - oberer / unterer Gelenkanteil (discotemporaler A. discomandibul. A. ,durch discus geteilt / Auskleidung mit membrana synovialis)
 - umschlossen von der Capsula articularis (Gelenkkapsel) mit verstärkenden Bändern (ligamenta laterale et mediale)
- Führungsbänder:
 - lig. sphenomandibulare
 - lig. stylomandibulare
 - lig. pterygospinale
 - lig. stylohyoideum
- Neigung der facie articularis zur Camperschen Ebene: ca. 33°
- transversale Achsen der Gelenkwalzen bilden einen stumpfen Winkel (ca. 150° mit Schnittpunkt vor dem Foramen occipitale magnum)

Unterkieferbewegungen

Freie UK- Bewegungen:

- Öffnungs- und Schließbewegung (vertikal)
- Latero- und Mediotrusionsbewegung (transversal)
- Pro- und Retrusionsbewegung (sagittal)

Artikulationsbewegungen

- Laterotrusion (transversal)
- Pro- und Retrusionsbewegungen (sagittal)

Unterkieferbewegungen werden in allen räuml. Richtungen durch die Kaumuskulatur, insbesondere aber durch den Bandapparat des Kieergelenks und des Unterkiefers eingeschränkt.

1. Grenzbewegung des UK in Frontalebene

Öffnungsbewegung:

- Inzisalpunkt ca. 40 - 50 mm nach caudal (max. Mundöffnung)
- bei Leerbewegung: geradlinig
- bei Kaubewegung: Schleife zur Kauseite
- Kondylen treten aus Zenit der Gelenkgrube nach caudal

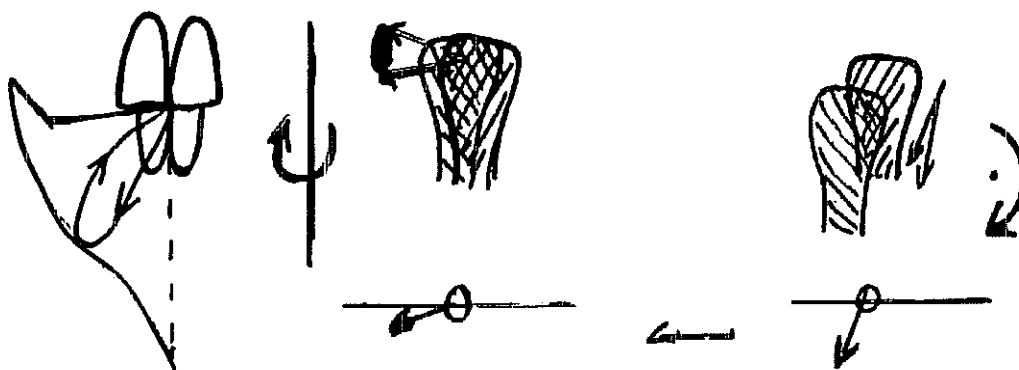


Protrusionsbewegung:

- Inzisalpunkt und Kondylen treten nach kaudal
- Inzisalpunkt entsprechend Überbiß Schneidezähne, Kiefergelenke entsprechend Gelenkhub bei Protrusion (vgl. Christensensches Phänomen)

Transversalbewegung unter Zahnkontakt:

- Inzisalpunkt gleitet nach lateral - caudal
- ab Kantenkontakt Umschlag nach lateral - cranial
- max. Laterotusion 5 - 8 mm
- Führung Laterotrusion über Frontzähne, insbes. Eckzähne, eventuell Prämolaren
- dabei Disklusion im Seitenzahngebiet
- Kondylus der Arbeitsseite wird seidl. versetzt: Bennettbewegung
- Kondylus der Balanceseite gleitet nach medio - kaudal
- transversales Grenzbewegungsdiagramm



2. Grenzbewegung des UK in Sagittalebene

Vorschubbewegung:

- Inzisalpunkt bewegt sich nach ventro-caudal
- ab Kantenkontakt Umschlag nach ventro-cranial
- max. Protrusion 8 - 12 mm
- Kondylen gleiten nach ventro - kaudal bis kurz vor tuberculum articulare (Winkel ca. 33°)
- bei Laterotrusion evtl. steilere Kondylenbahn: Differenz sagittale Gelenkbahnneigung - laterale Gelenkbahnneigung ca. 5° (Fischerwinkel)
- aus max. Vorschubstellung in Öffnungsbewegung: radiäre Inzisalpunktbahn in max. Schneidekantendistanz, dabei Rotationsbewegung des Kondylus

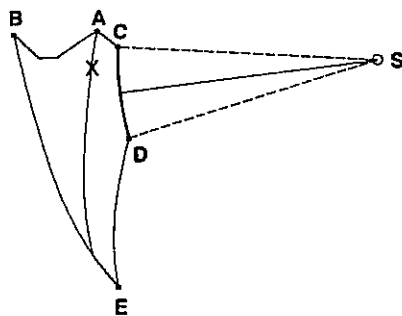
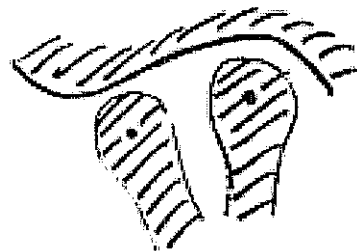
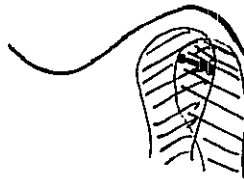


Abbildung 4-6. Bewegungen des Inzisalpunktes in der Sagittalebene (modifiziert nach Posselt). A = habituelle Interkuspitation, B = maximaler Vorschub in Zahnkontakt, C = retrudiertere Kontaktposition, C-D = kreisförmige Öffnungsbewegungen aus der retrudierten Kontaktposition heraus, E = maximale Mundöffnung, S = Scharnierachspunkt, X = Ruheschwebelage des Unterkiefers. B, C und E sind Grenzpositionen. B-C, B-E und C-E sind Grenzbewegungen.

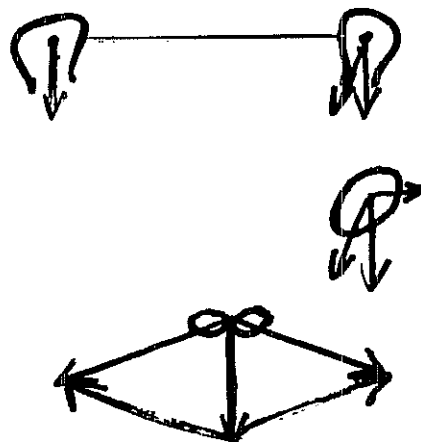


Rückschubbewegung:

- Inzispunkt gleitet 0,5 - 1 mm nach disto-caudal
- Retrudierte Kontaktposition = Terminale Schanierachsposition = centric relation
- Kondylen bewegen sich im Zenit oder rückwärtigem Abhang der Gelenkgruben
- bei ca. 10% fallen habituelle und zentrale Okklusion zusammen
- aus max. Rückschubstellung in Öffnungsbewegung: radiäre Inzispunktbahn über ca. 10 - 15 mm (Scharnierbewegung), dann Dreh- Gleitbewegung analog Kondylenbahn
- sagittales Grenzbewegungsdiagramm

**3. Grenzbewegung des UK in Horizontalebene****Vor- und Rückschubbewegung:**

- Inzispunkt gleitet 8 - 12 mm nach ventral bzw. 0.5 - 1 mm nach dorsal
- Kondylen gleiten um den selben Betrag nach ventral bzw. dorsal



Transversalbewegung:

- Inzisalpunkt beschreibt aus Vor- und Rückschubbewegung eine bogenförmige Lateralbewegung ca. 5 - 8 mm
- Pfeilwinkel / Symphysenbahnwinkel / Gotischer Bogen ca. 120°
 ==> abhängig von: - Interkondylarabstand
 - Abstand : Inzisalpunkt - Kondylen
- Kondylus Arbeitsseite: Rotation um vertikale Achse
- Kondylus Balanceseite: radiäre Mediotrusionsbahn
- ist die Lateralbewegung mit körperlichem Seitversatz des gesamten UK verbunden, also von der Benettbewegung überlagert > Vergrößerung des horizontalen Kondylenbahnwinkels um Benettwinkel ca. 15 -20°

Darstellung der (Grenz-) Bewegungen

Im Bereich des Zahnbogens: Stützstiftsystem

- Gysi, Jahn, Gerber, Hofmann, Mc Grain
- Aufzeichnung der UK- Bewegungen in der Horizontalebene
- Verwendung: zum Auffinden der Habituellen / Zentralen UK- Schlußbißposition ("Bißnahme", Relationsbestimmung) zur Analyse gestörter Kondylenbewegungen

Im Bereich der Kiefergelenke: Gesichtsbogen + Fahne

- Gysi, Almore, Hofmann, Stuart, Hanau, Dentatus, Gerber, TMJ
- Aufzeichnung der sagittalen Kondylenbahn in der Horizontal- und Sagittalebene
 ===> Bestimmung der terminalen Scharnierachseposition
- Bestimmung einer Bezugsebene zur Modellmontage
- Schädel - Gelenk - bezügliche OK- Modellmontage im Artikulator

Artikulatoren

- räuml. Fixierung von OK- und UK-Modellen in Schlußbißposition
- Nachahmung patientenanaloger Artikulationsbewegungen

Anwendung:

- als Arbeitsgerät zur Erstellung jeder Art von Zahnersatz: funktionelle Kauflächengestaltung
- zur Analyse gestörter okklusaler Beziehungen: Funktionsanalyse

Aufbau

- winklig abgesetzter UK- Modellträger
- gerader OK- Modellträger
- gelenkige Verbindung beider Modellträger über ein Dreh - Gleitlager zur Nachahmung der Kiefergelenkführung (Arcon – Artikulator => z.B.: SAM
Nonarcon – Artikulator => z.B.: Dentatus)
- Inzisaltift und Inzisalteller: Abstandssicherung der Modellträger bzw. Nachahmung der Frontzahnführung

Drei Ausführungen

a) Mittelwertartikulator

- Gelenkbahnneigung, Interkondylarabstand und Inzisaltellerneigung nach Mittelwerten fixiert: sagittale Gelenkbahnneigung 33°, Stützstiftführungsteller 0°- 60°
- Modellmontage sagittal: nach Maßgabe **Bonwill – Dreieck**
Abstand: Kondylen - Inzisalpunkt 10 - 11 cm
- Modellmontage vertikal:
Abstand Inzisalpunkt - Camperebene - Gelenkebene: 25 - 35 mm

Geräte: Heilborn / Gysi simplex / Gerber condylator

b) Halbindividuelle Artikulatoren

Mindestanforderung: justierbare sagittale Gelenkbahnneigung, ggf. Bennettwinkel
Interkondylarabstand

- Anwendung nur sinnvoll mit halbindividueller Modellmontage und Justierung der Sagittalen Gelenkbahnneigung
- Modellmontage sagittal/ vertikal: mit Bißgabel und Gesichtsbogen, arbiträr justiert
- sagittale Kondylenbahnneigung: mit Gesichtsbogen arbiträr aufgezeichnet, gemessen gegen gewählte Bezugsebene (Camper-/ Frankfurter Horizontale)
- mit Wachscheckbiß bei UK- Protrusion 5 mm kein Ebenenbezug notwendig
- (- alternativ wenn möglich: Eckzahn - Molaren - Diagonale)
- wenn nötig: Frontzahn - Führungsteller zur korrekten Rekonstruktion der FZ - Führung

Geräte: Gerber Individual/ Dentatus/ Hanau/ Whip Mix/ Sam/ Hanau Arcon 158/
Panadent

c) Individuelle Artikulatoren

- sämtliche artikulationsrelevanten Führungsparameter sind einstellbar (außer Gelenkresilienz):
 - sagittale GBN mit Krümmung
 - Interkondylarabstand
 - Benettwinkel
 - Stützstiftführungsteller (==> Frontzahnführung)
- Anwendung nur sinnvoll mit individueller Modellmontage und Justierung aller artikulationsrelevanten Führungselemente nach individueller Ermittlung am Patienten
- Modellmontage sagittal/ vertikal: mit Bißgabel und Gesichtsbogen nach vorheriger Ermittlung der individuellen Scharnierachseposition
- sagittale Kondylenbahnneigung: mit Gesichtsbogen aufgezeichnet und gegen Bezugsebene vermessen (Camperebene / Frankf. Horizontale)
==> mit Protrusions- Checkbiß 5 mm
- horizontale Kondylenbahn (Benettwinkel): mit Gesichtsbogen aufgezeichnet und gegen Medianebene vermessen
==> mit Laterotrusions - Checkbiß 5 mm
- Frontzahnführung: Übertragung der natürl. Frontzahnführung aus Artikulationsbewegung der Modelle bei Vor - und Seitschubbewegung
==> Justierung Inzisalteller oder mit Kaltpolymerisat

Geräte: Stuart/ Denar/ TMJ