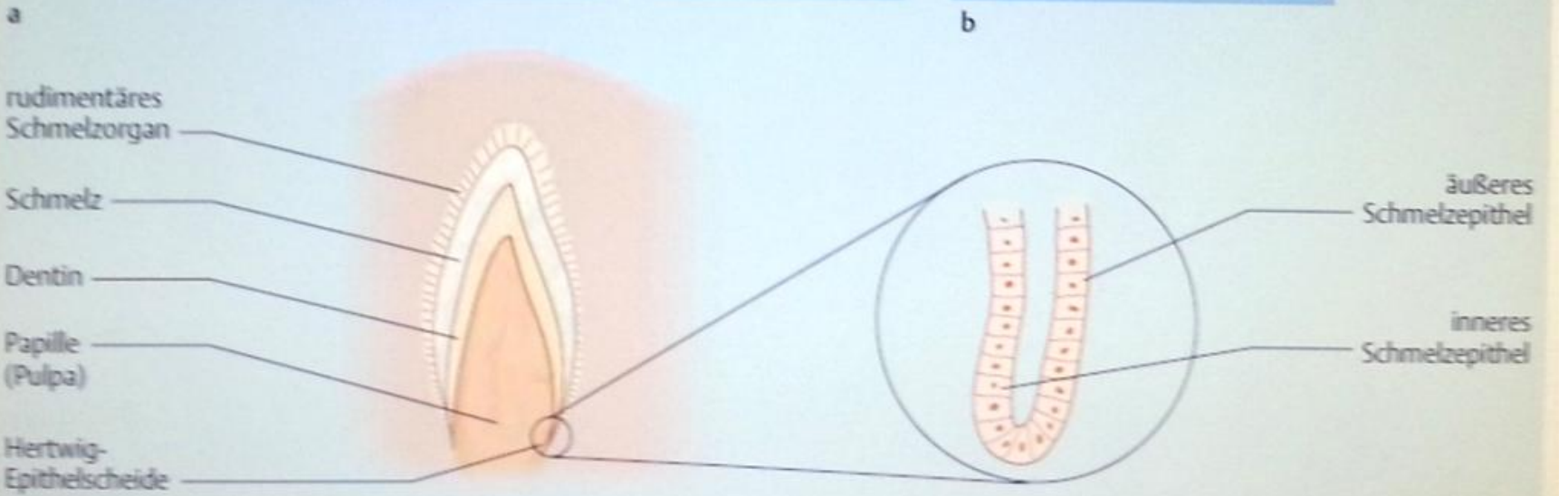
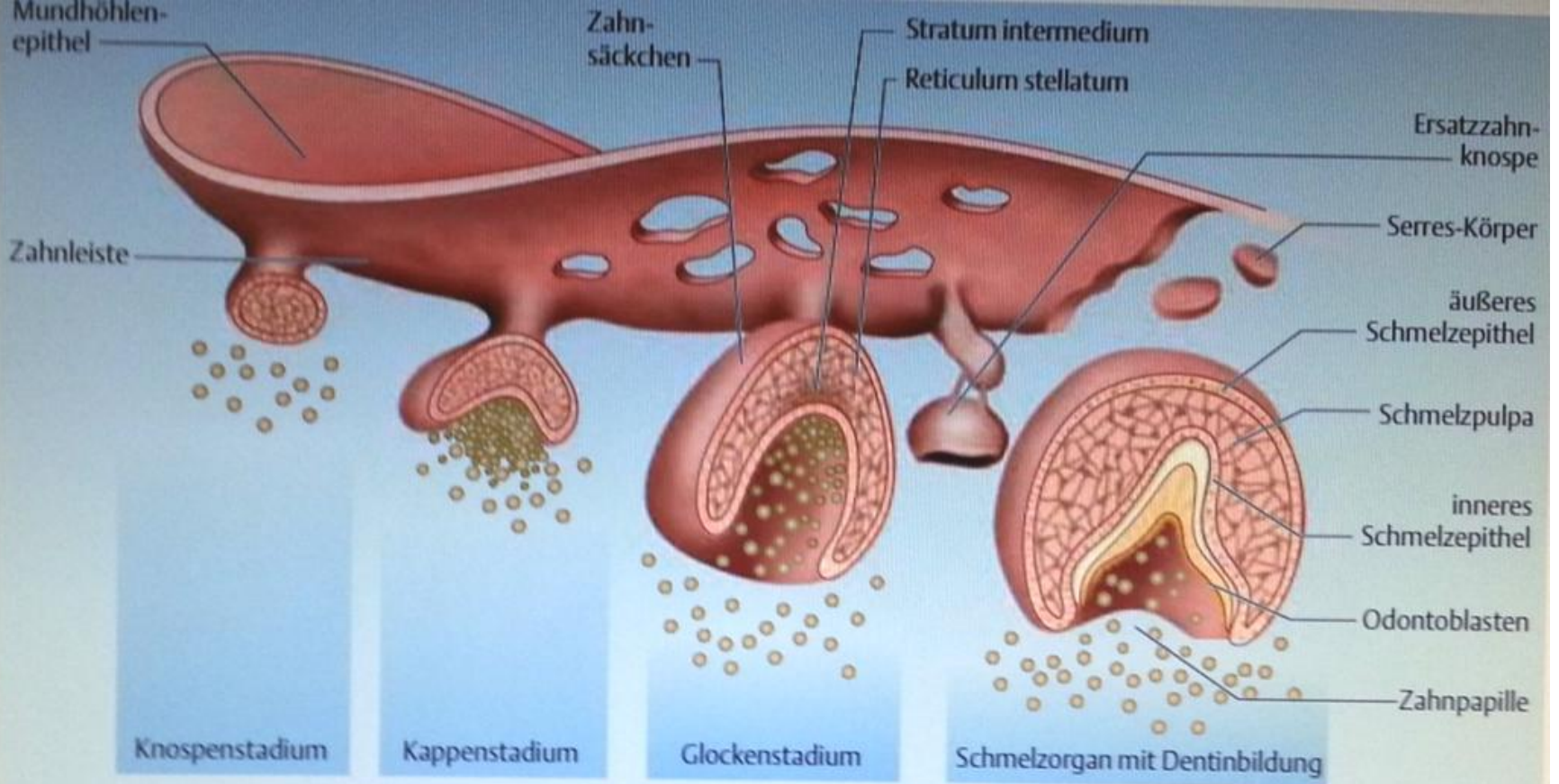


DIE ENTWICKLUNG DER ZÄHNE



Dr. Andrea D. Székely



EMBRYOLOGISCHE HERKUNFT

ECTODERM

Schmelzorgan

ECTOMESENCHYM

(Neuralleiste)

Zahnpapille

Zahnsäckchen

ENAMEL

DENTIN

ZEMENTUM

PULPE

LIG. PERIODONTALE

ALVEOLUS



ZAHNENTWICKLUNG

Entwicklung beginnt in der späten Embryonalperiode mit der Ausbildung einer **Epithellamelle** + **eine Furche** parallel zum Lippenrand.

Lamina labiogingivalis + **Sulcus labiogingivalis** (*Vestibulum oris*)



Lamina dentalis *leistenförmige Verdickung, U-förmiges Band*

10 Zahnknospen (*Anlage der Milchzähne*) wachsen auf der **labialen** Seite im Unter- und Oberkiefer

In der 16. Woche bilden sich die Anlagen der **bleibenden** Zähne auf der **oralen** Seite.

FRÜHE ZAHNENTWICKLUNG

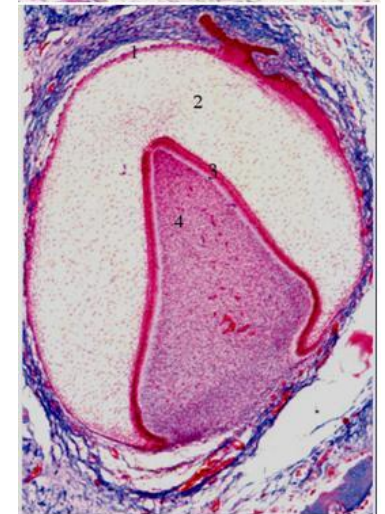
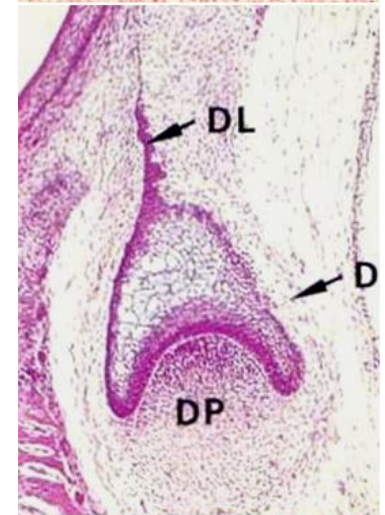
- Inizielles Stadium 6 – 7. Wochen
- Knospenstadium 8. Woche
- Kappenstadium 10. Wochen
- Glockenstadium 11- 12. Wochen

MORPHOLOGICAL

1. Dental lamina
2. Bud stage
3. Cap stage
4. Early bell stage
5. Advanced bell stage
6. Formation of enamel and dentin matrix

PHYSIOLOGICAL

- Initiation
- Proliferation
- Histodifferentiation
- Morphodifferentiation
- Apposition



STOMODEUM

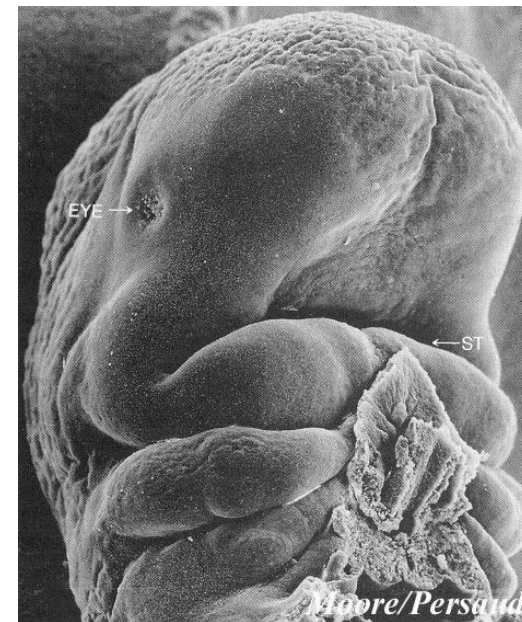
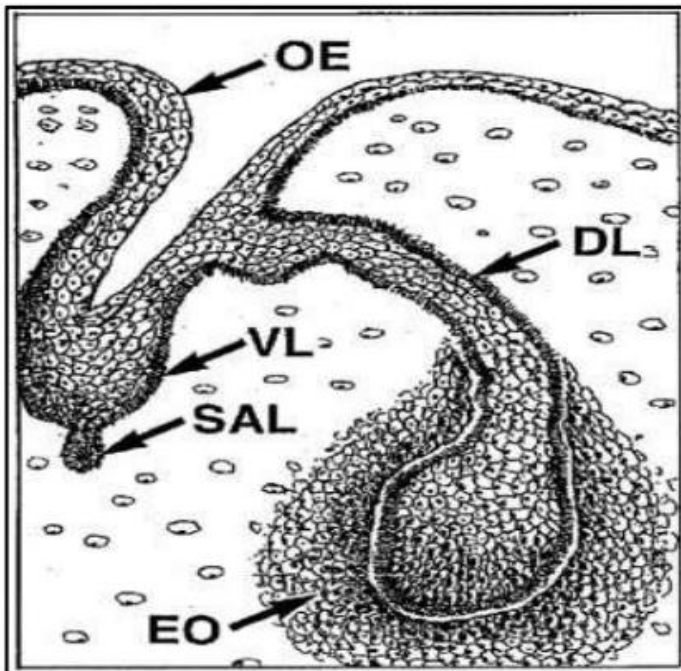
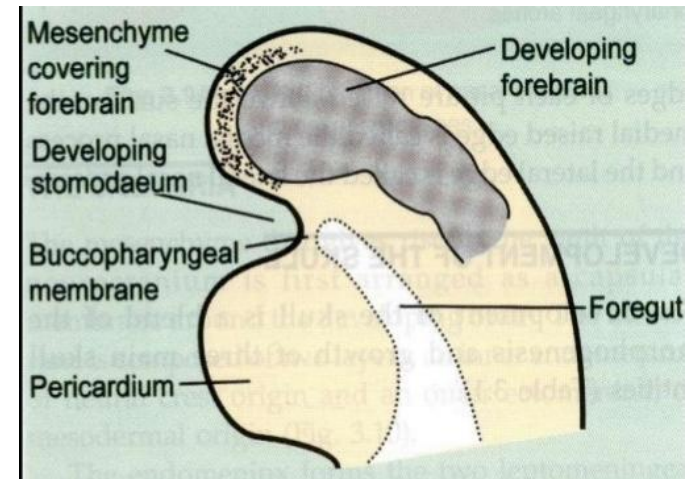
E 6. Woche

Ektodermale proliferation

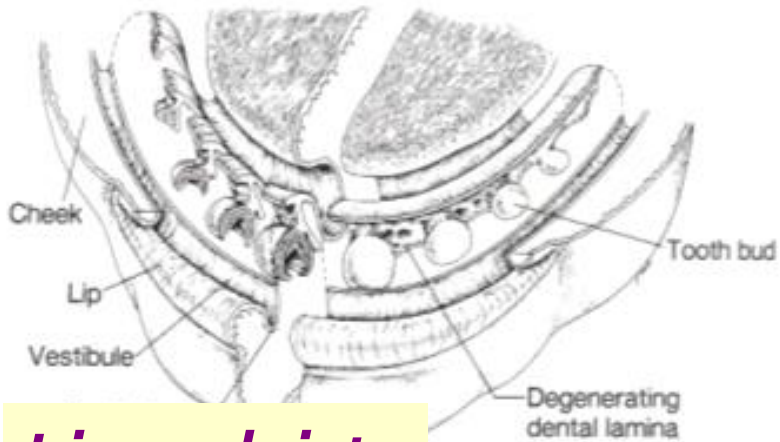
E 7. Woche

Zahnleistenbildung (DL)

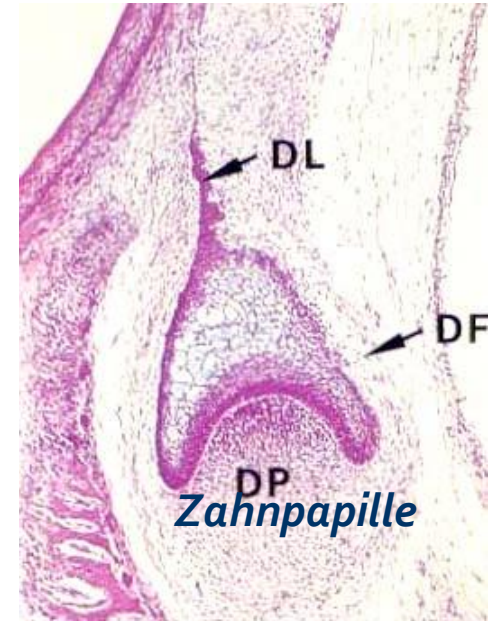
Vestibulärenleistenbildung (VL)



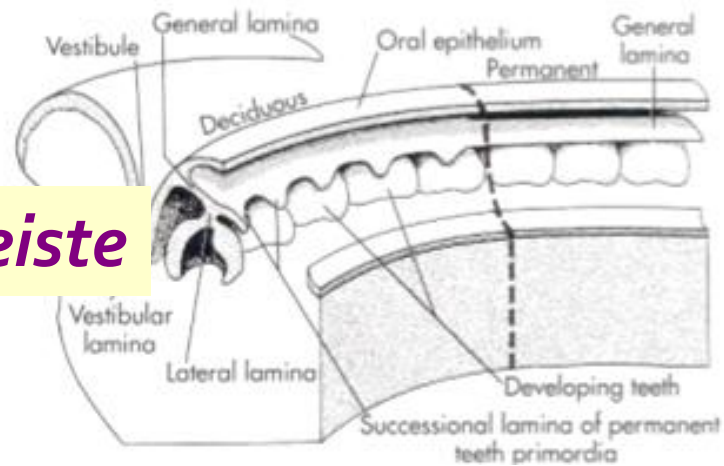
INDUKTIONSPHASE



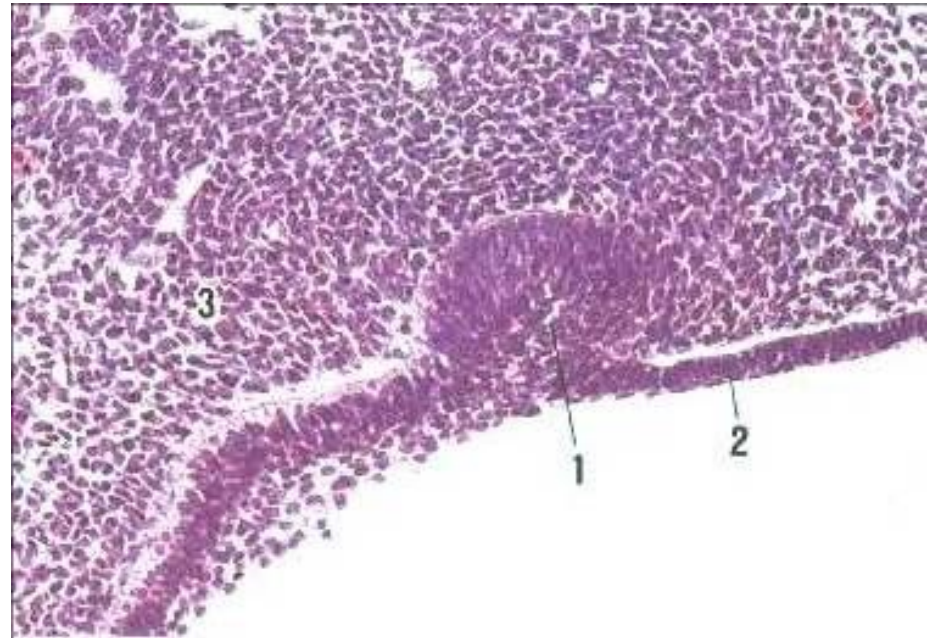
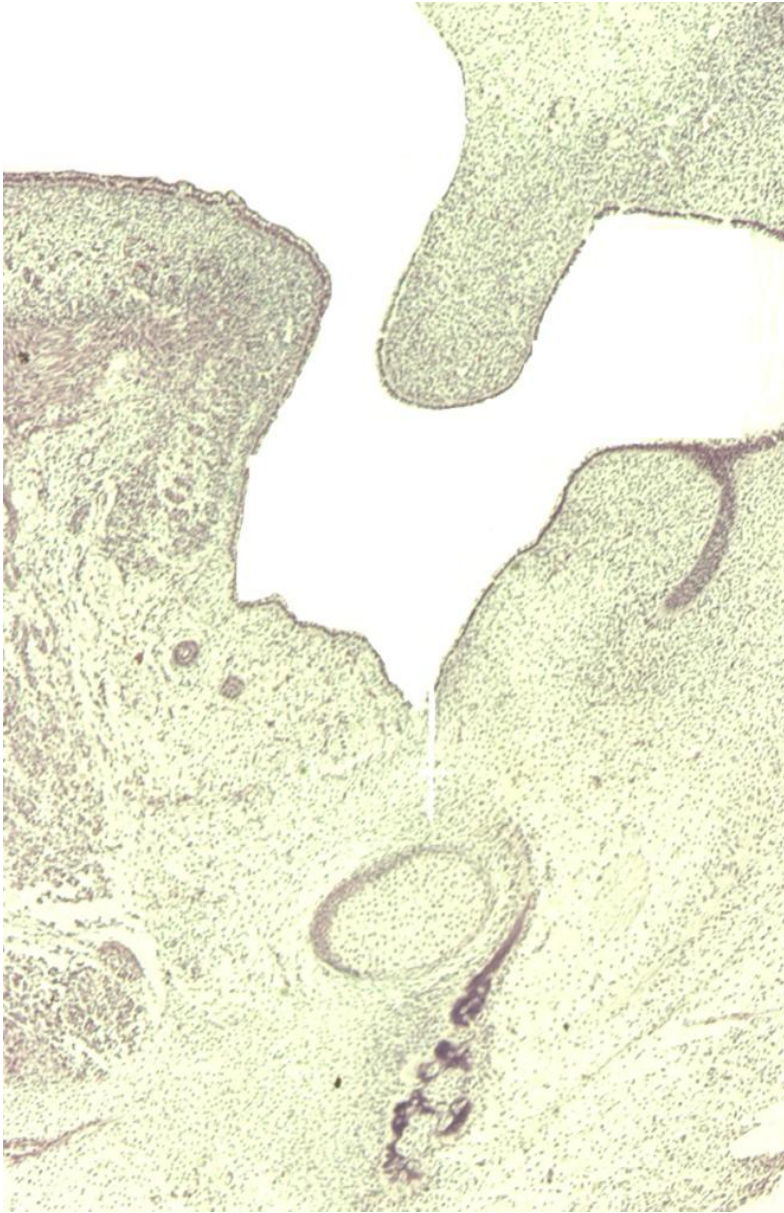
Lippenleiste



Zahnleiste



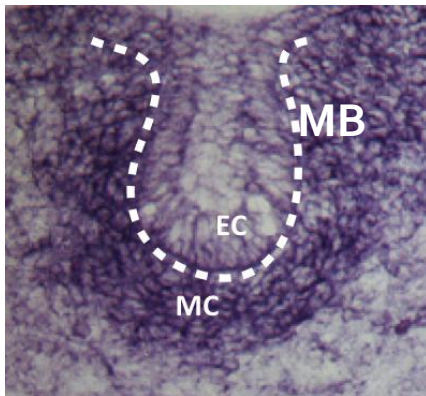
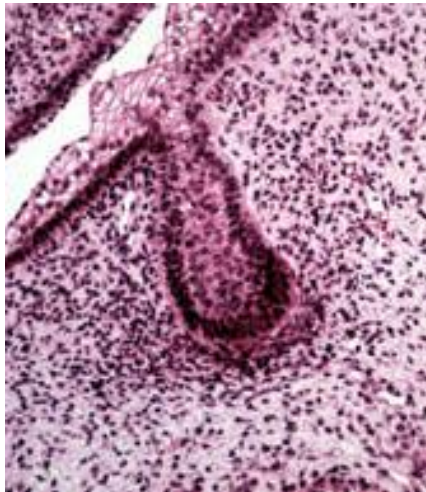
ZAHNPLAKODE



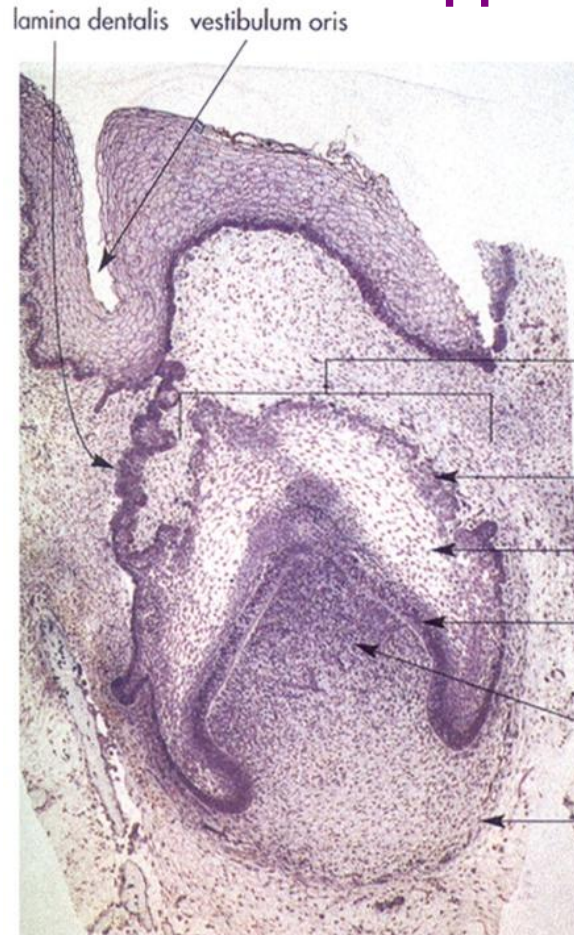
ZAHNENTWICKLUNG

Stadien

Knospe

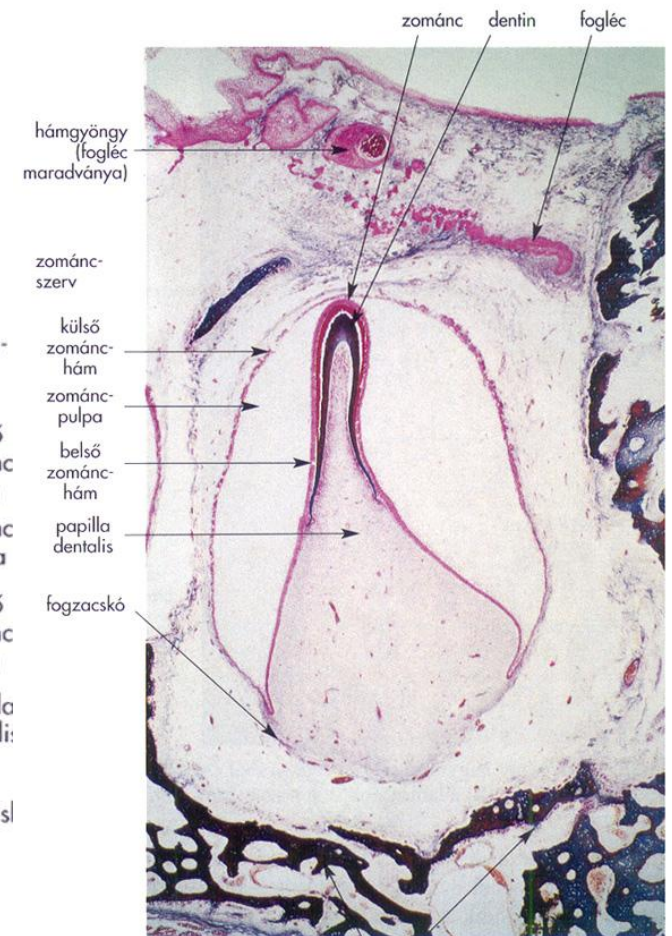


Kappe



- zománcszerv
- külső zománc hám
- zománc pulpa
- belső zománc hám
- papilla dentali:
- fogzacsí

Glocke

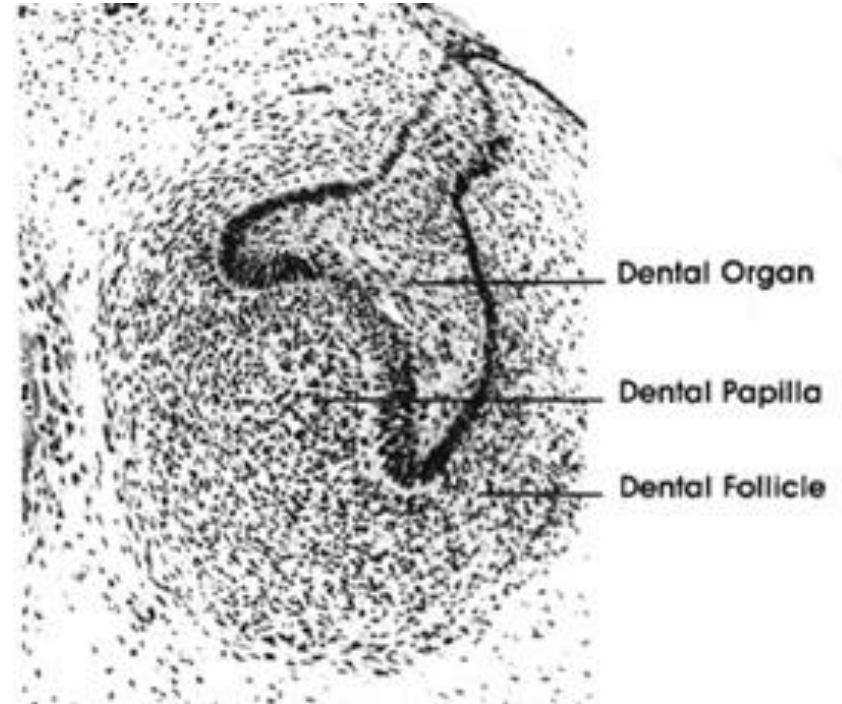


- zománc
- dentin
- fogléc
- hámgyöngy (fogléc maradványa)
- zománcszerv
- külső zománc hám
- zománc pulpa
- belső zománc hám
- papilla dentali:
- fogzacsí

fejldő alveoluscsont (desmális csontosodás)

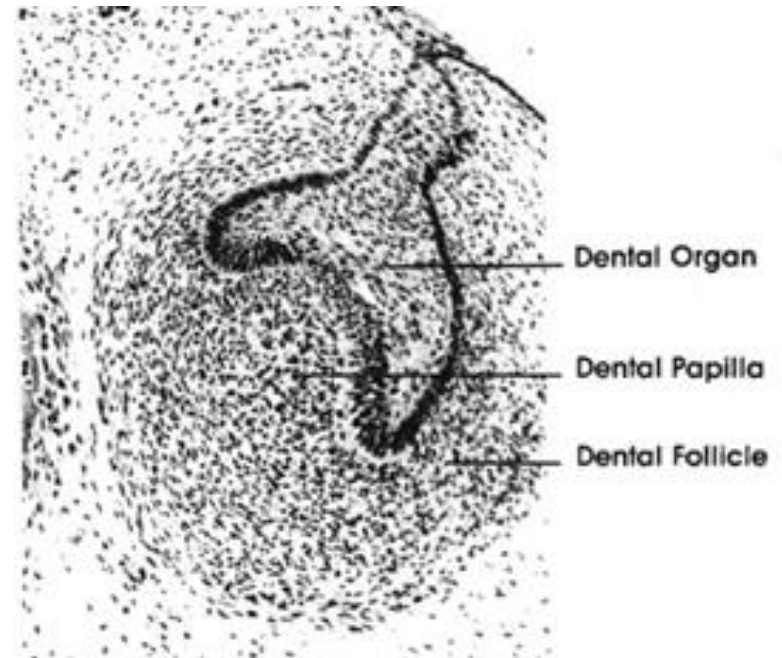
KAPPENSTADIUM

- Proliferation in der Zahnknospe
- **Histodifferentiation**
(Gewebendifferentiation)
- **Morphodifferentiation**
(die Knospe hat eine bestimmte Morphologie)
- **Bildung des Enamelorgans**



KAPPENSTADIUM

- Unter der Kappe bildet sich aus dem Ectomesenchym eine **Zahnpapille** (produziert zukünftige Dentin und Pulpengewebe)
- Die Basalmembran umwandelt sich als die zukünftige **dentinoenamel junction (DEJ)**
- Das Mesenchym innerhalb des Alveolus heisst **Zahnsäckchen**



KAPPENSTADIUM

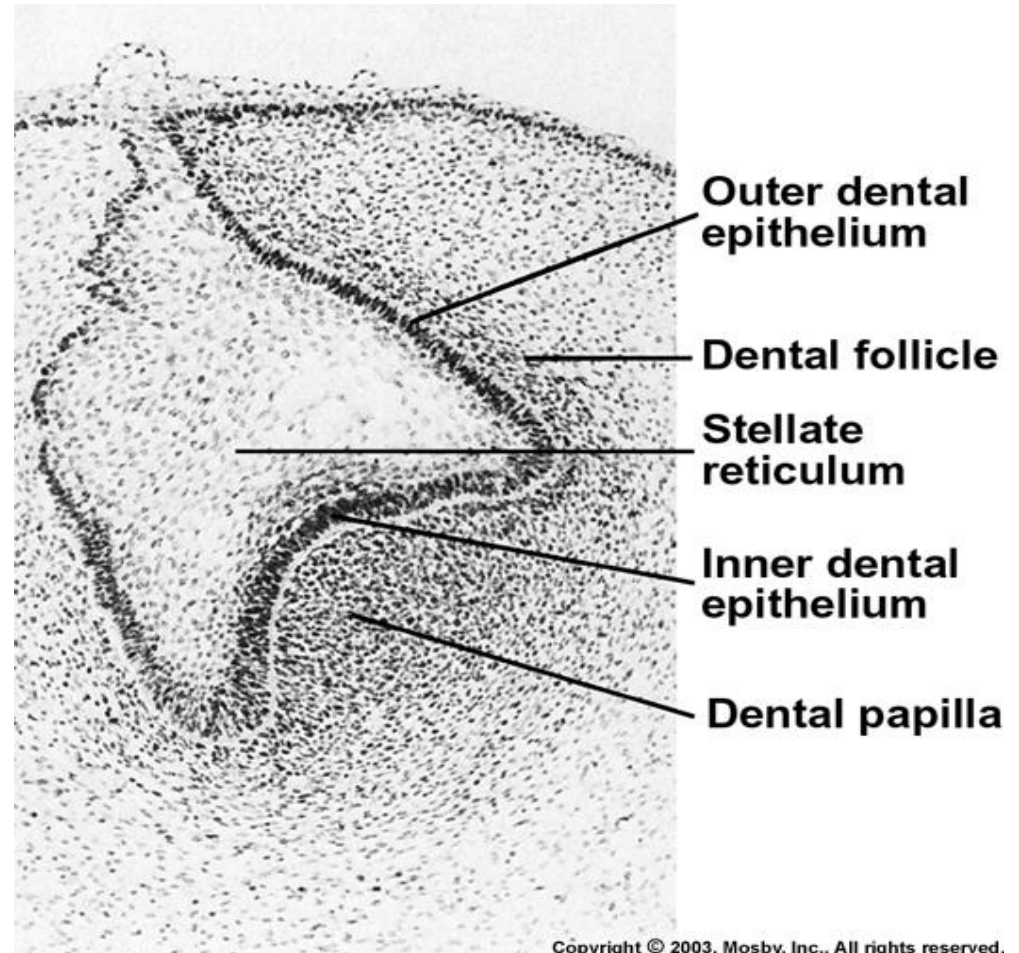
ZAHNKNOSPE

BESTEHT AUS:

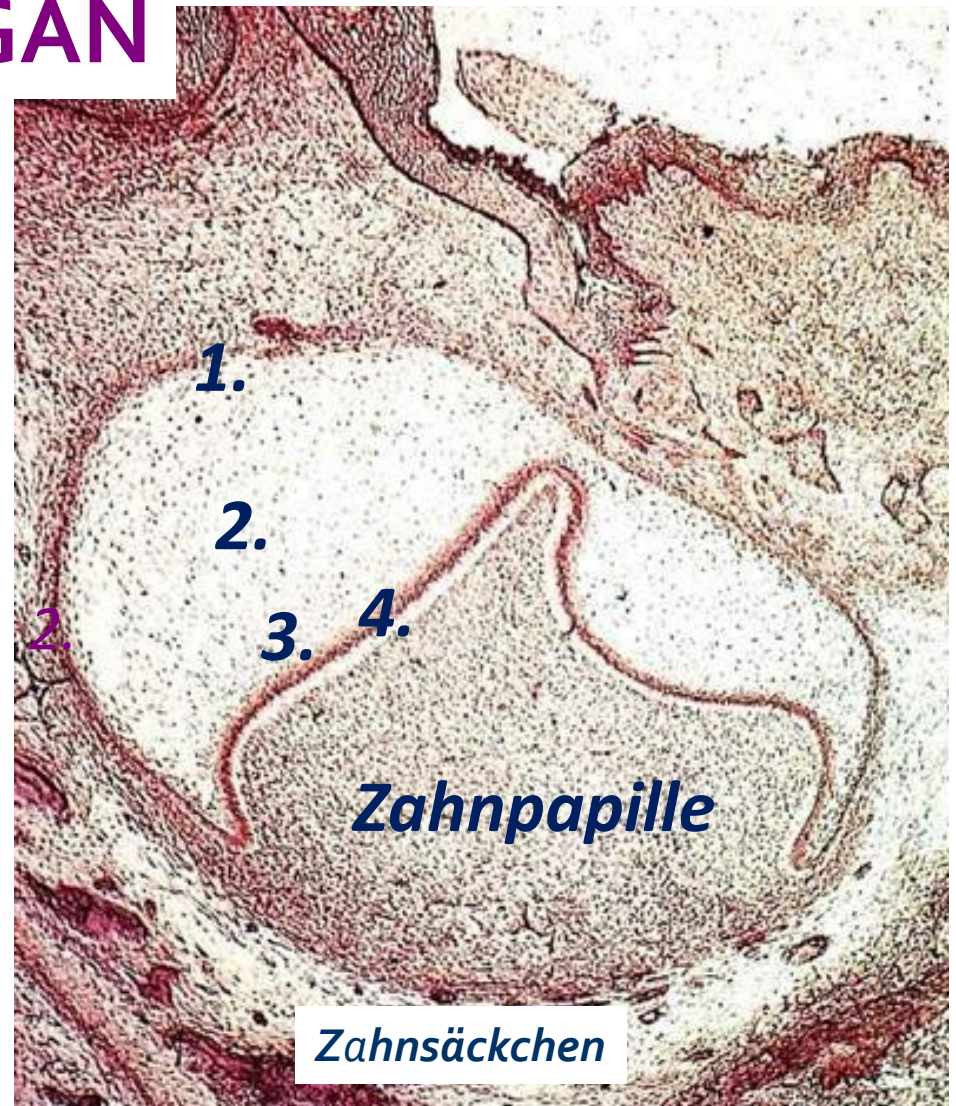
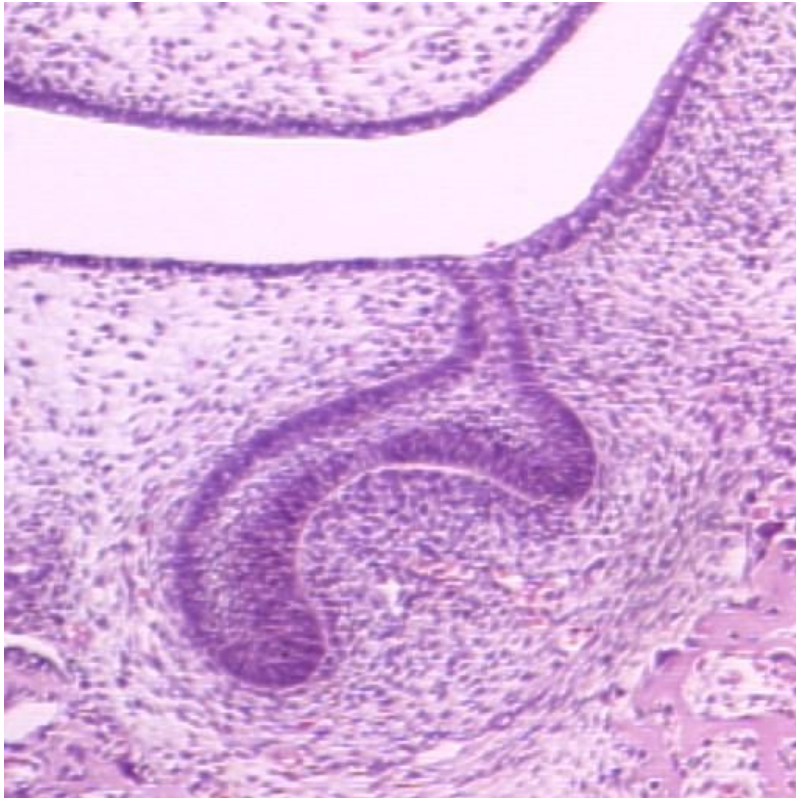
Schmelzorgan

Zahnpapille

Zahnfollikel



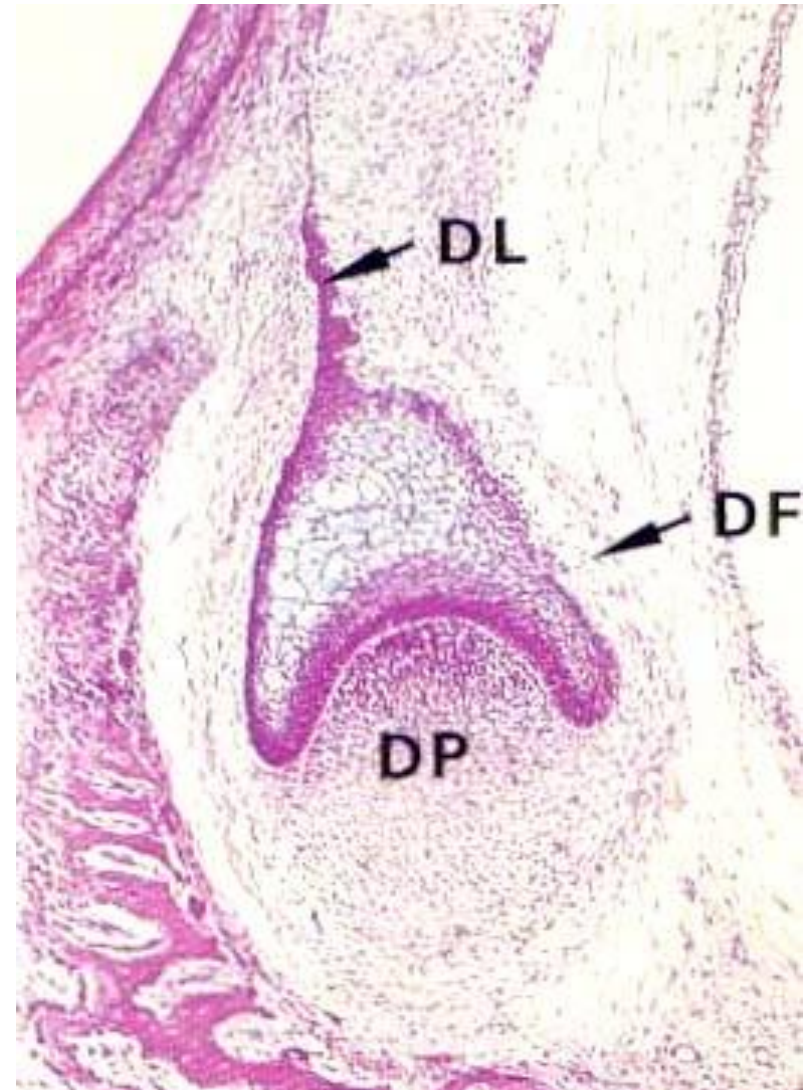
DAS SCHMELZORGAN



1. *Ausseres Schmelzepithel*, 2. *Reticulum stellatum (Schmelzpulpe)*,
3. *Str. Intermedium*, 4. *Inneres Schmelzepithel*

GLOCKENSTADIUM

- Weitere **histodifferentiation und morphodifferentiation** passiert
- Differenziation innerhalb des Schmelzorgan ergibt die schichten
 - inneres Schmelzepithel
 - ausseres Schmelzepithel
 - reticulum stellatum (*Schmelzpulpe*)
 - stratum intermedium



GLOCKENSTADIUM

Zahnpapille

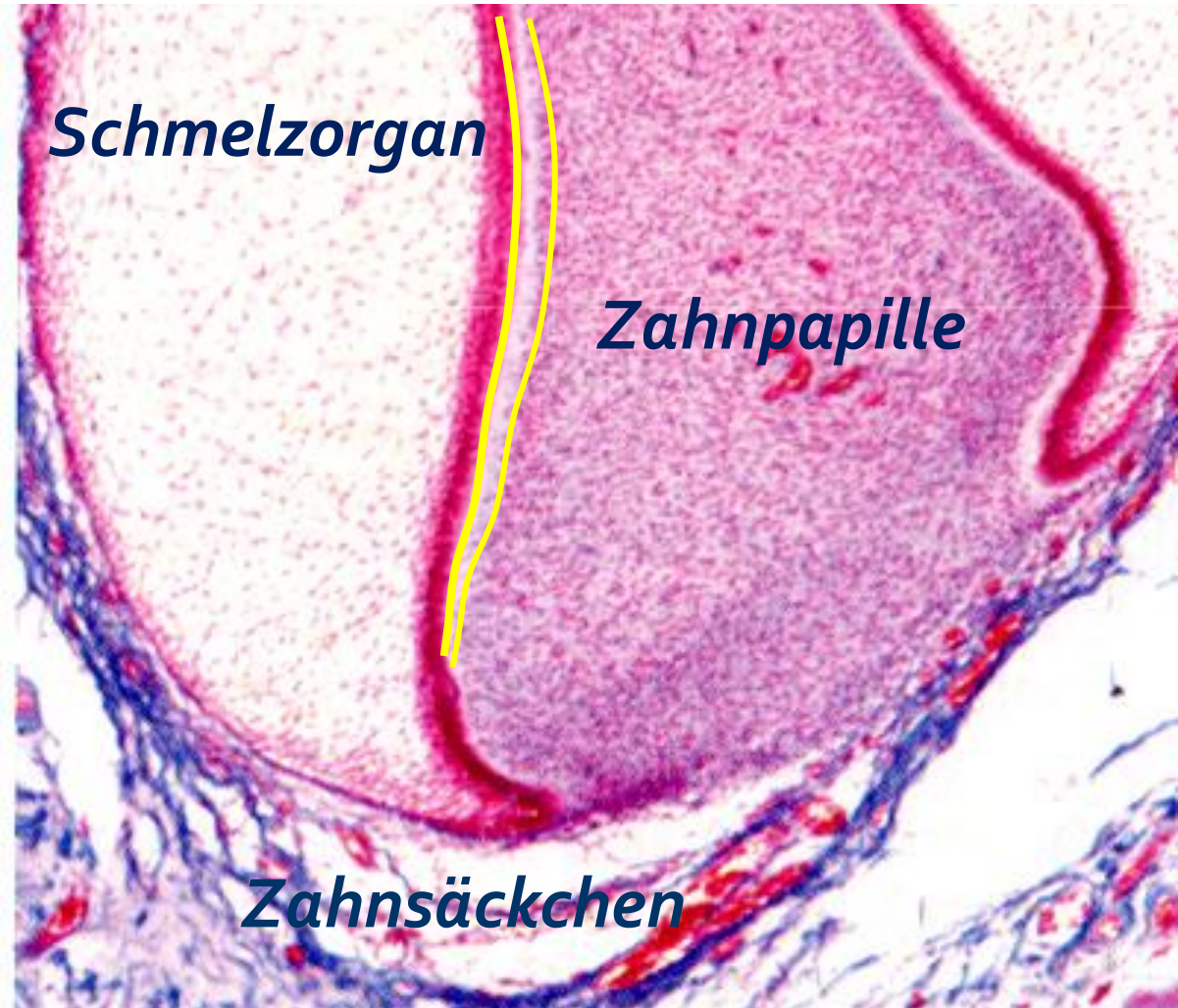
Ausseren Zellen odontoblasten

ectomesenchymalen
Zellen differenzieren sich
richtung sekretorischen
Zellen

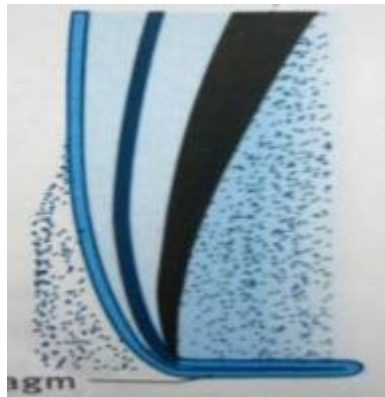
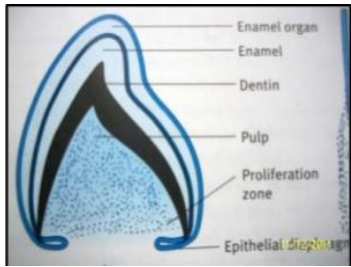
Zentralen Zellen

Bindegewebe der Pulpe

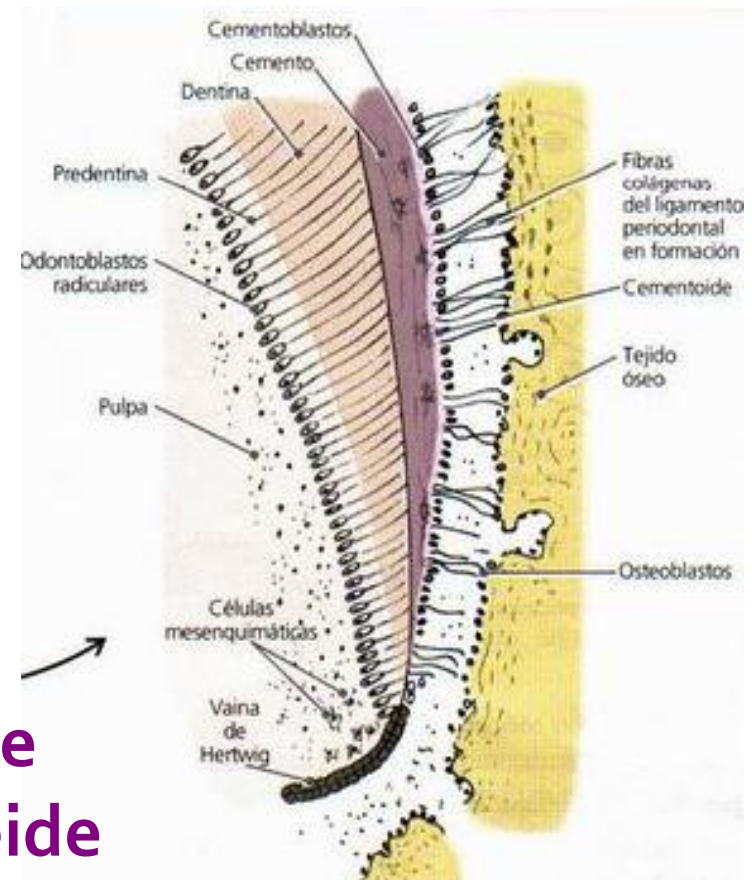
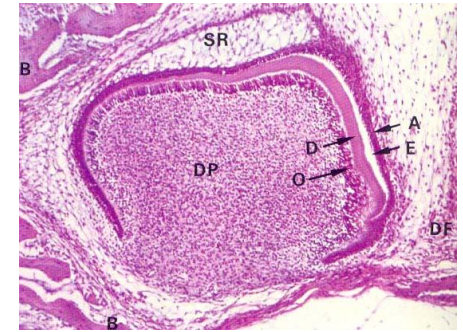
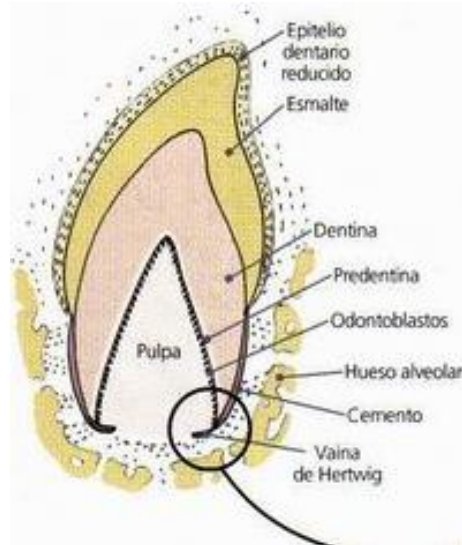
Der Zahnfollikel erhöht
die Kollagen produktion,
und differenziert sich
weiter



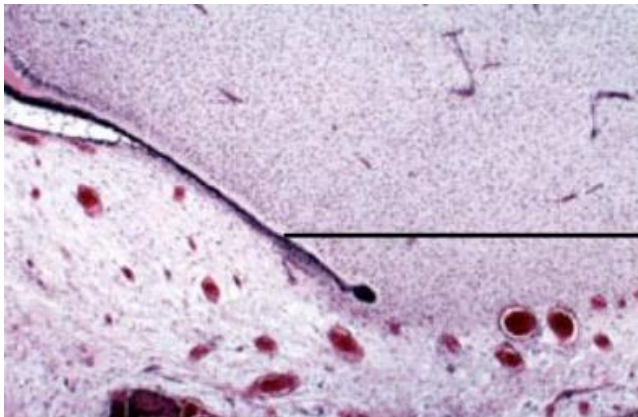
BILDUNG DER KRONE



Epitheldiaphragme



Hertwigsche Wurzelscheide



EINTEILUNG

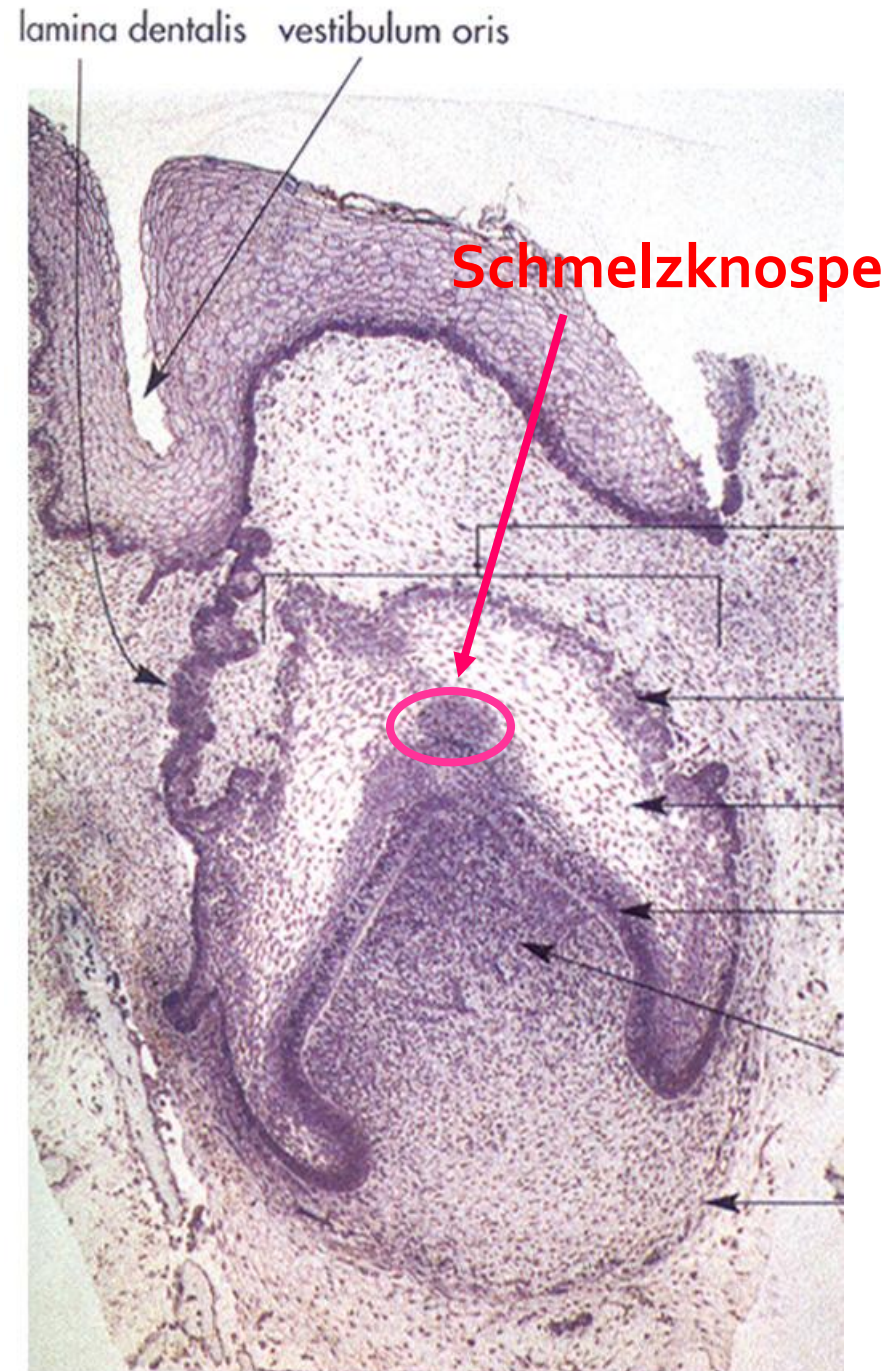
Schmelzorgan
Zahnpapille
Zahnsäckchen

Ameloblast

enamel produzierende Zellen
Differenziert aus dem inneren
Schmelzepithel

Odontoblast

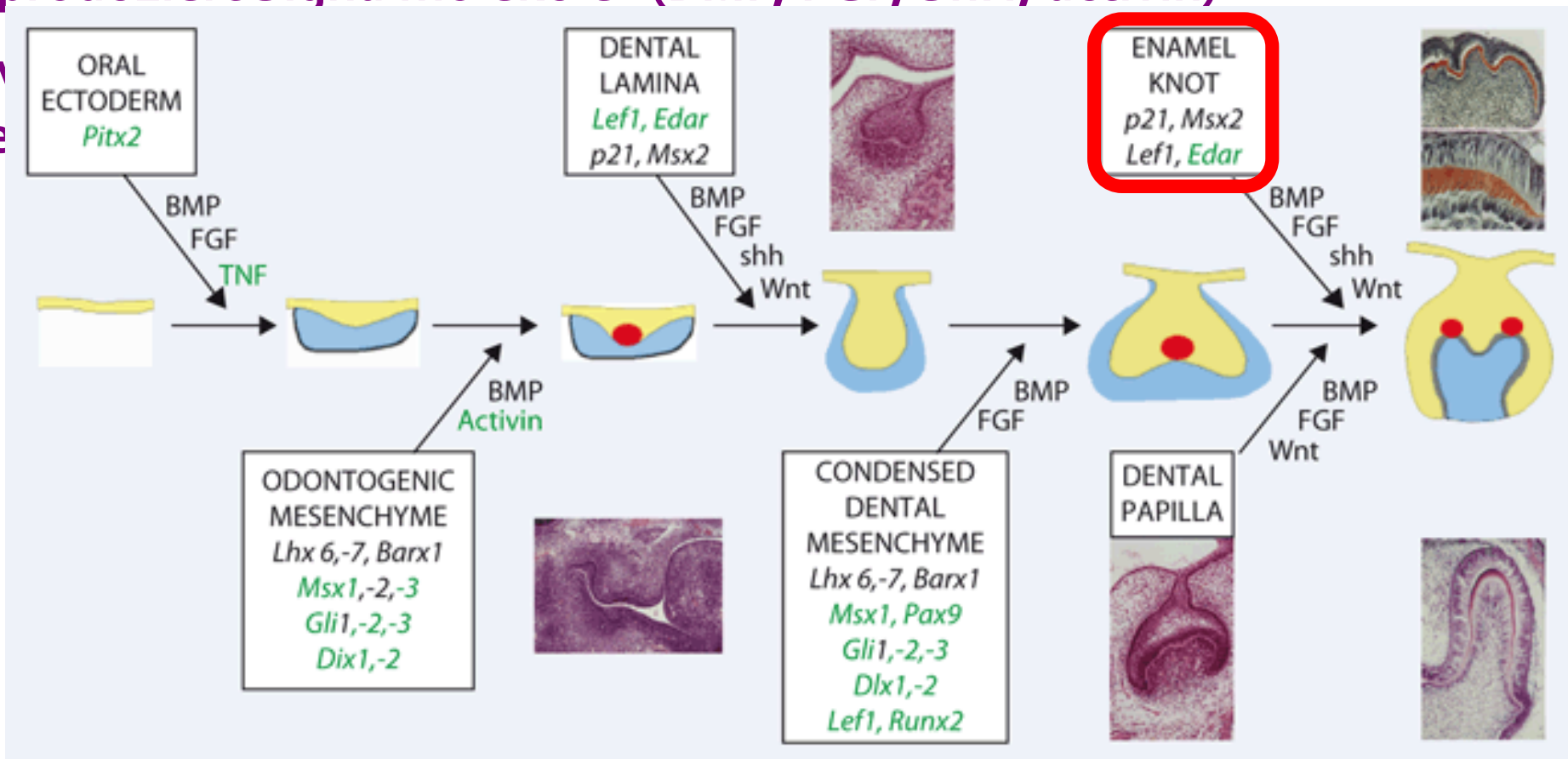
dentin produzierenden Zellen
Differenziert aus ektomesenchymalen
Zellen der Zahnpapille
(orig. *NEURALLEISTE*)



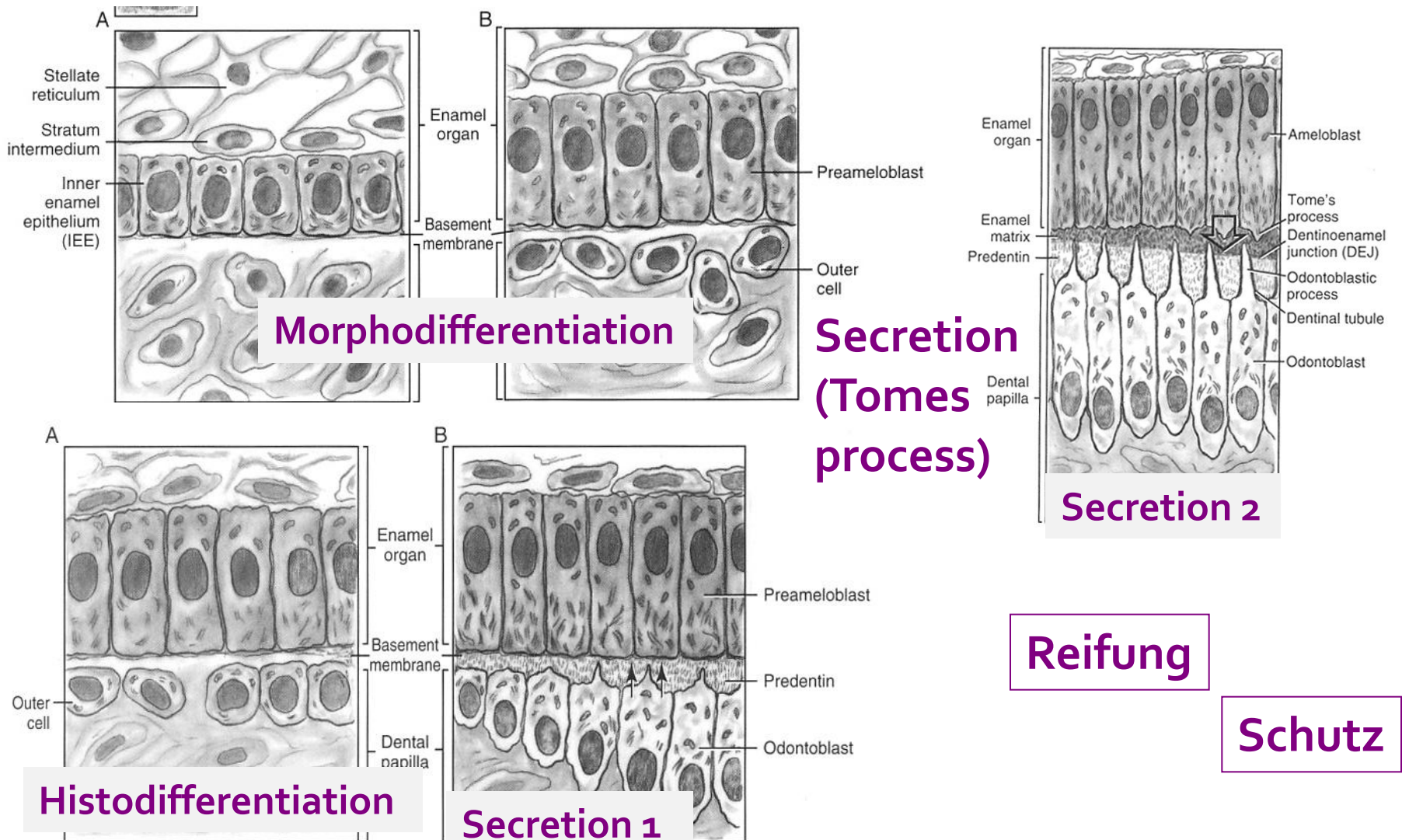
ENAMEL KNOT / SIGNALLING CENTER

Schmelzknospe

- Nicht teilende Zellen (stammen aus dem inneren Schmelzepithel) produziert Signalmoleküle (BMP, FGF, ShH, activin)



AMELOBLASTEN DIFFERENZIEREN SICH AUS DEM INNEREN SCHMELZEPITHEL



AMELOGENESE

1. Phase:

granuläre Vortsätze erscheinen auf der apikalen Abschnitt
(*Tomes process*)

Bildet organische matrix

2. Phase:

Kalzifikation (Mineralisation und Reifung)

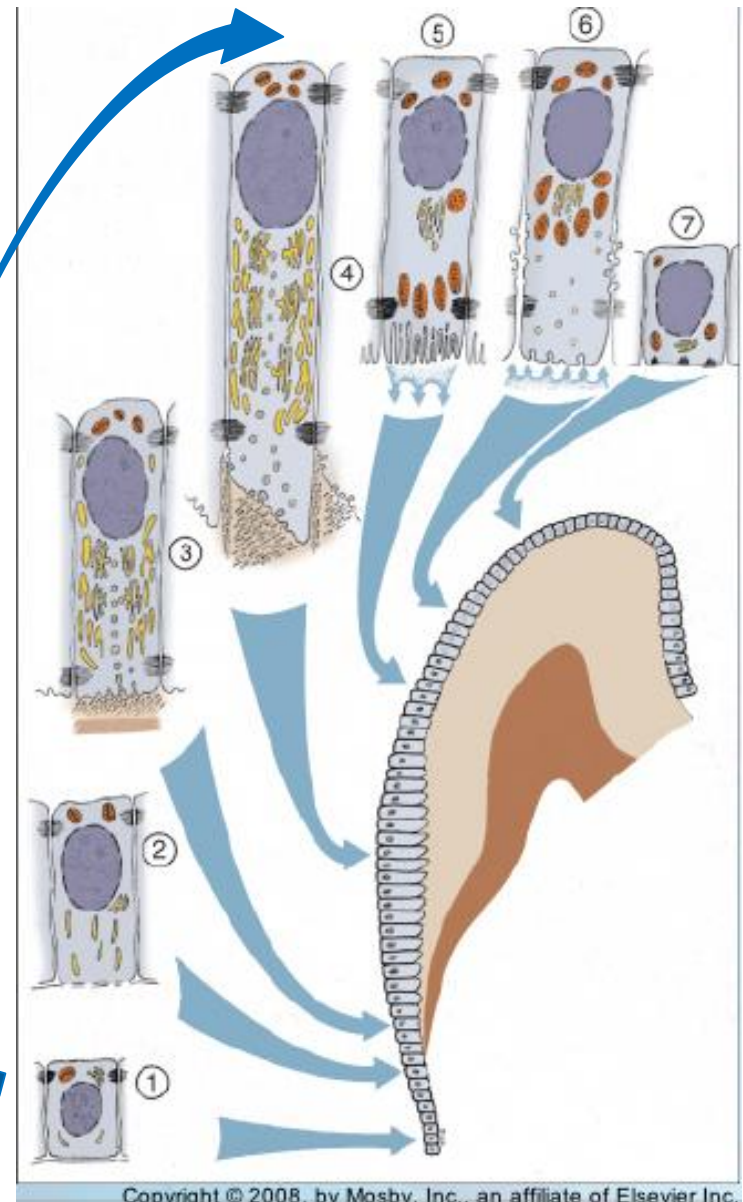
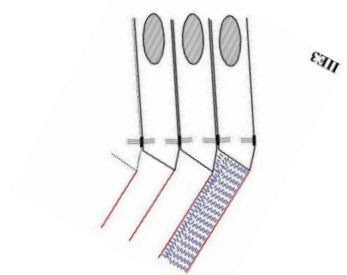
4 micrometer dicke **Enamelschicht** bildet sich pro Tag
(Retzius sche Linien)

Stadien der Amelogenese

1. Sekretionsphase
2. Preabsorptionsphase
3. Reifungsphase

LEBENSZYKLUS VON d. AMELOBLASTEN

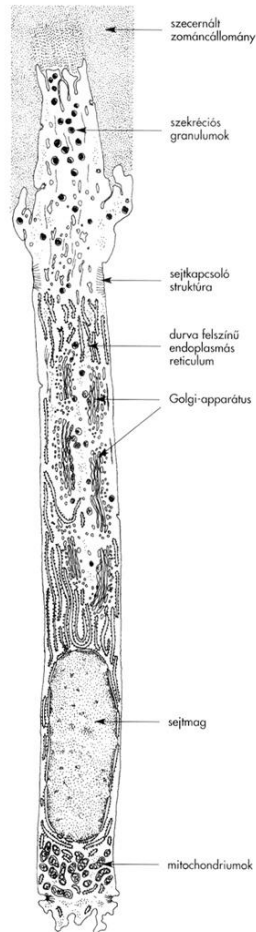
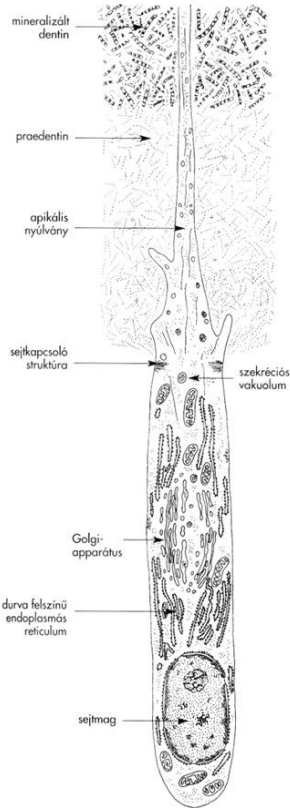
1. Morphodifferentiation
2. Histodifferentiation
3. Secretion (inizielle)
4. Secretion (Tomes process)
5. Reifung (ruffle-ended)
6. Reifung (smooth-ended)
7. Schutz stadium



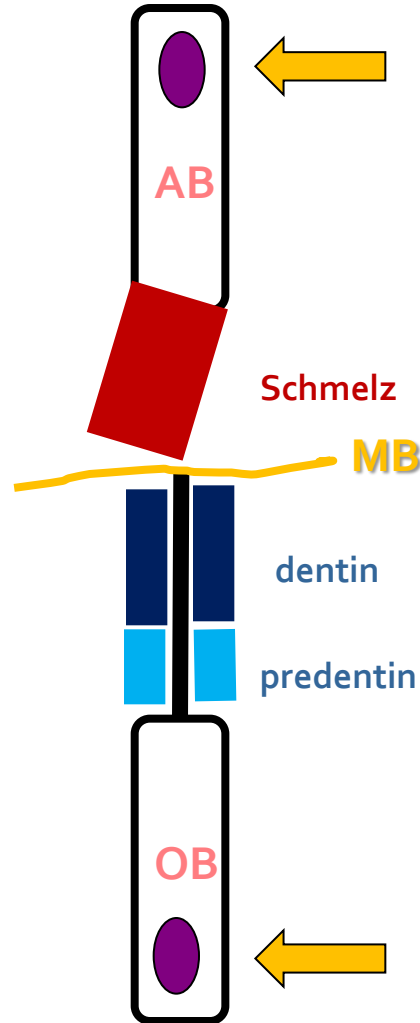
ZAHNENTWICKLUNG

Bildungszellen

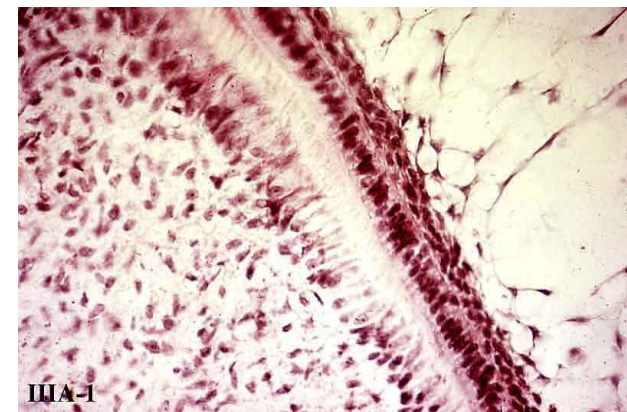
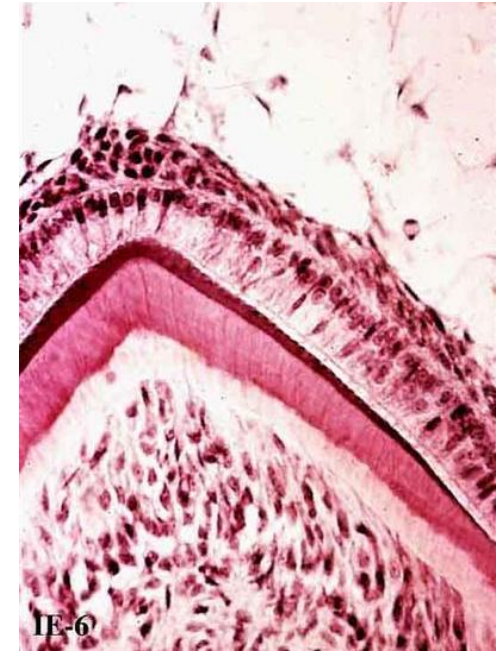
odontoblast ameloblast



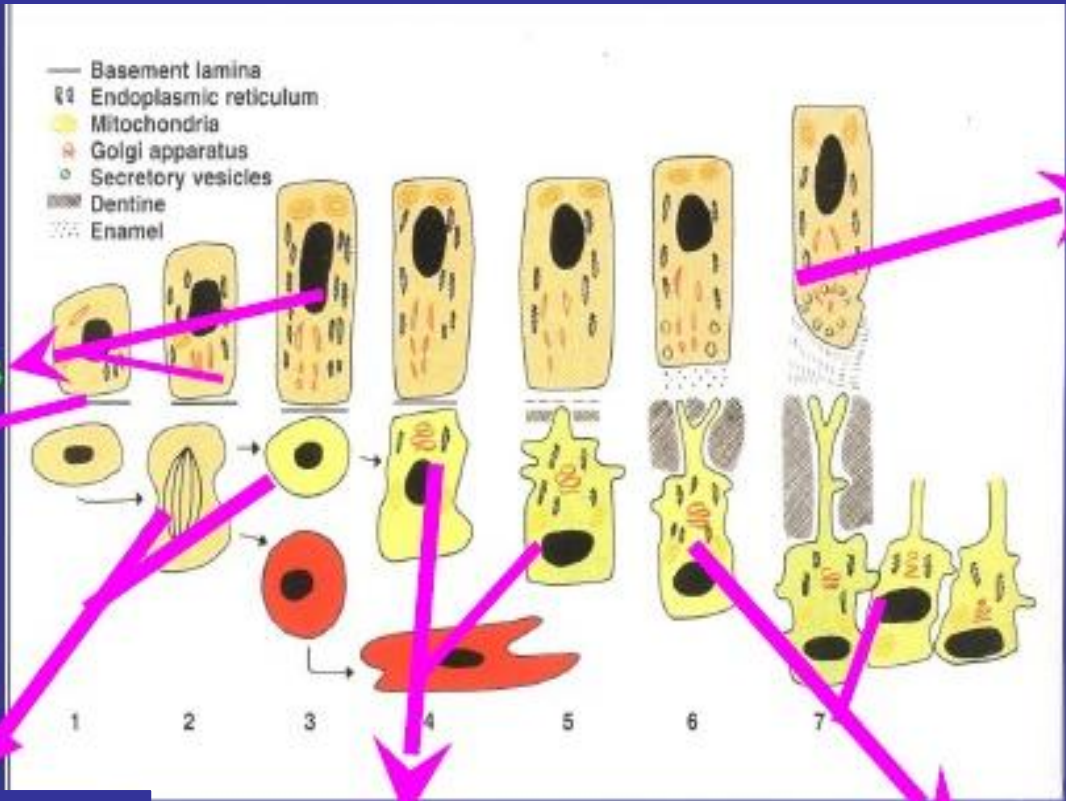
Schmelzorgan



Zahnpapilla



LEBENSZYKLUS VON d. ODONTOBLASTEN



Ameloblasten

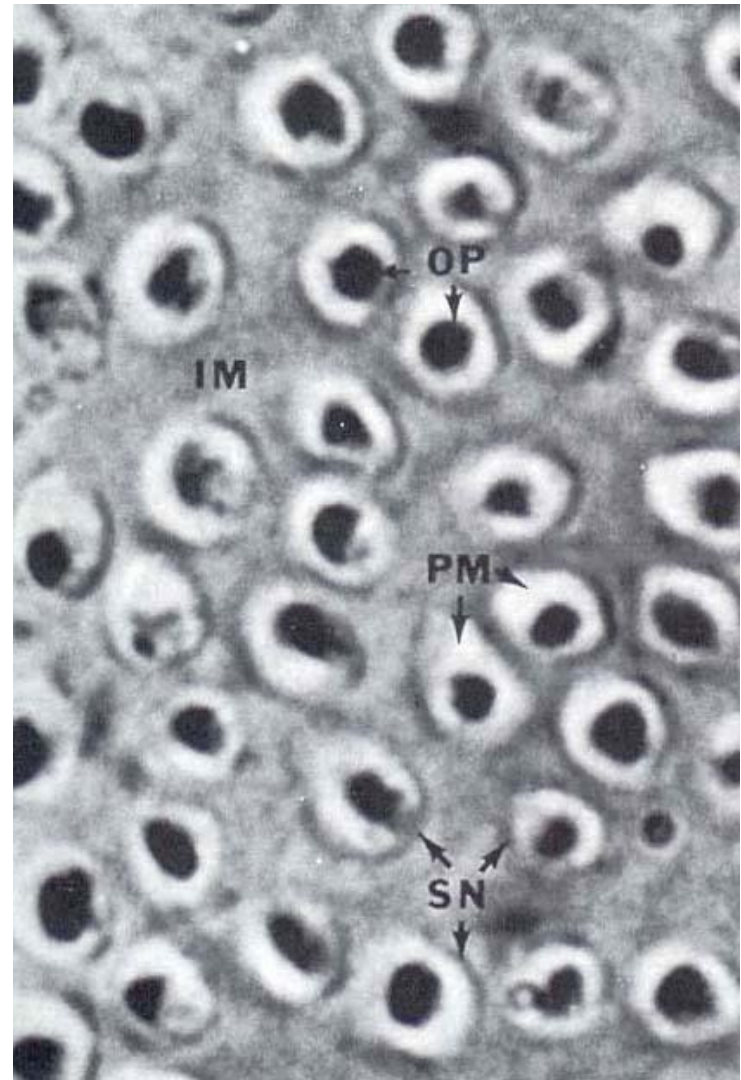
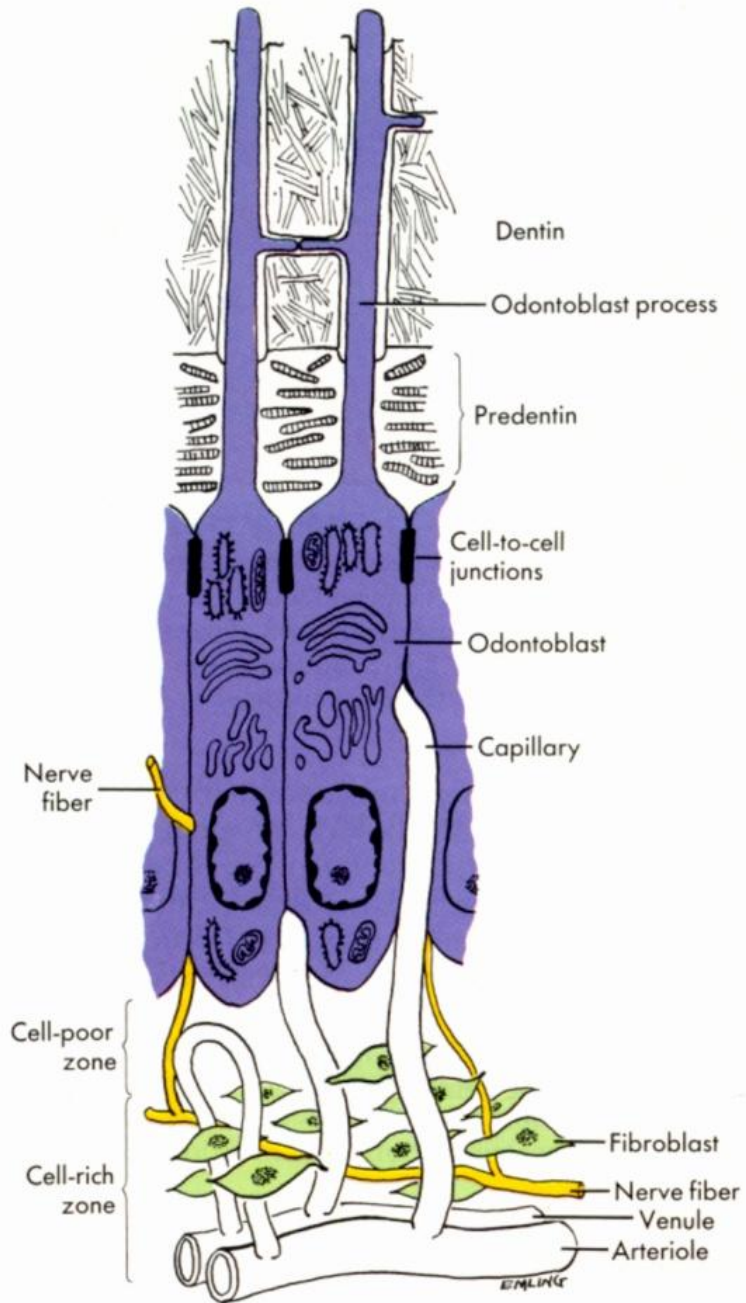
PREAmeloblasten

Membrana basalis
Wird aufgelöst von
MMP enzyme

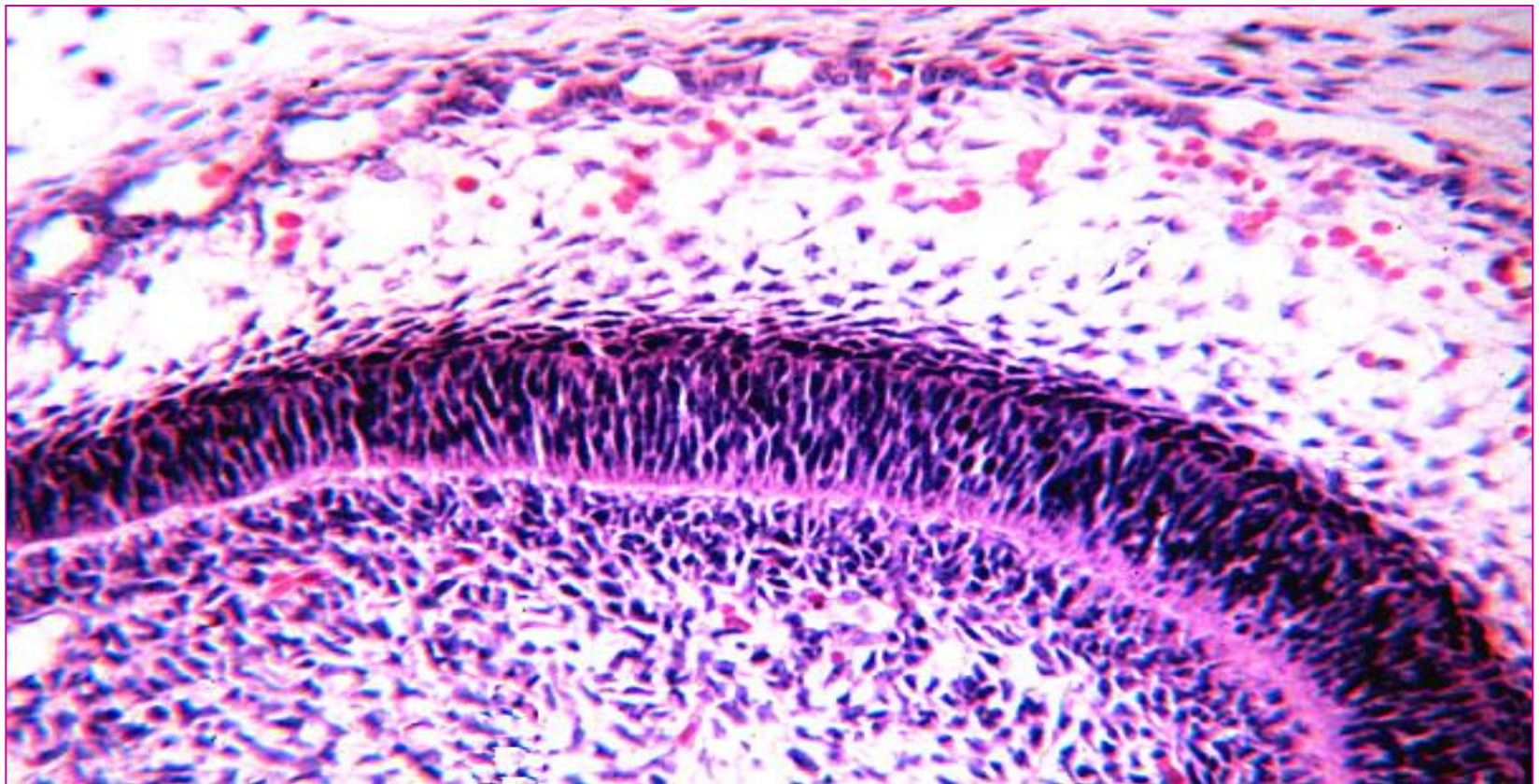
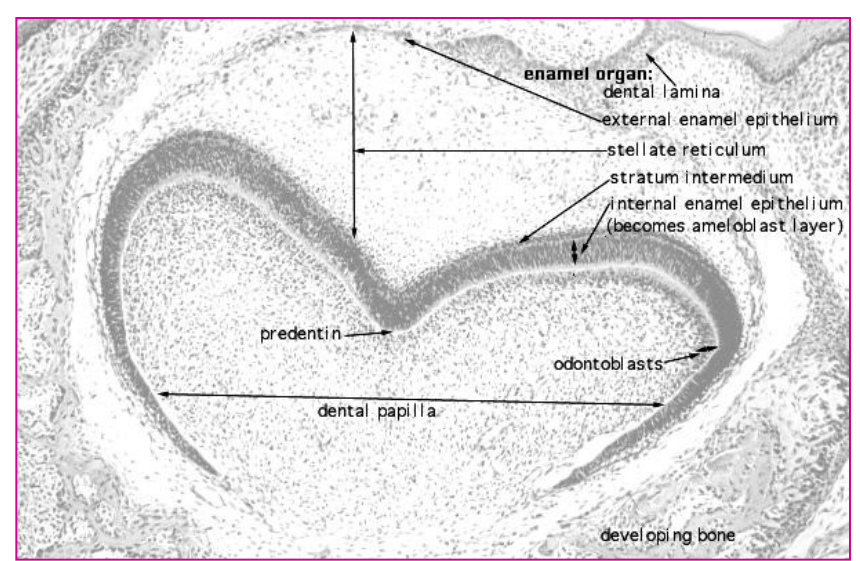
Differenzieren
sich aus
undifferenzierten
Mesenchymzellen
der PAPILLA DENTALIS

Kurze
hochpismatische
Zellen
PREODONTO-
BLASTEN

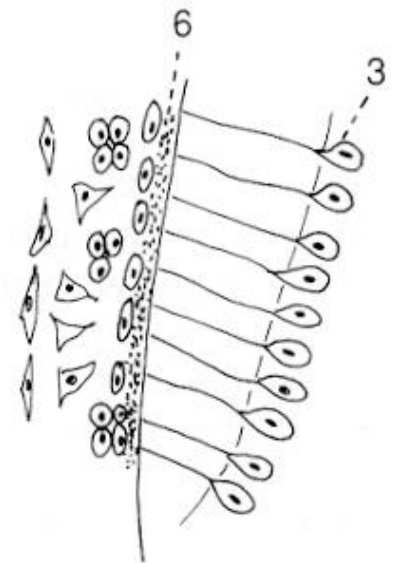
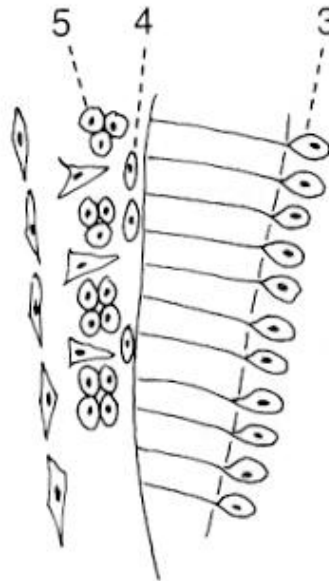
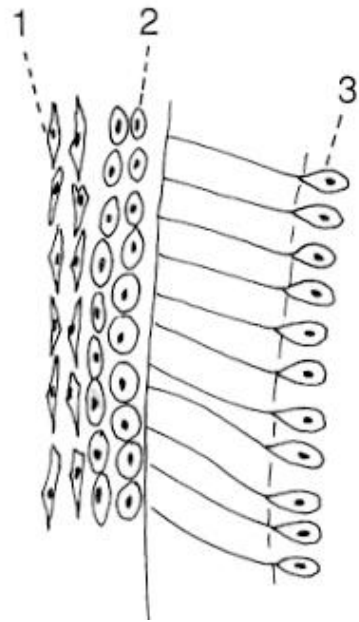
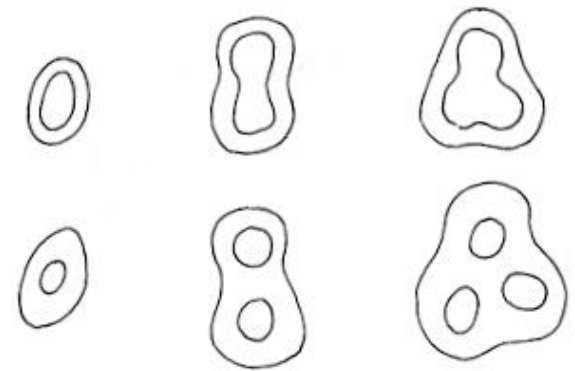
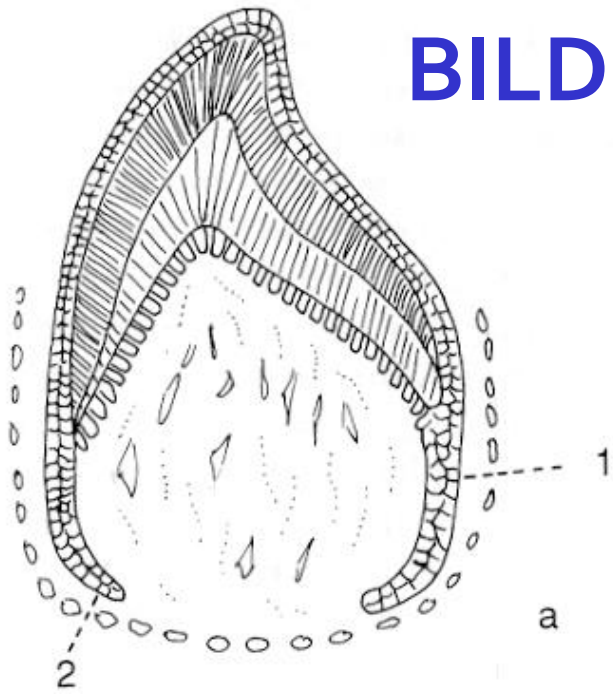
Erhöhen sich die
Zellen
(40 micrometer)
SEZERNIERENDE
ODONTOBLASTEN



Tomes – Faser (OP)
peritubular dentin (PM)
intertubular dentin (IM)
Neumann -Scheide



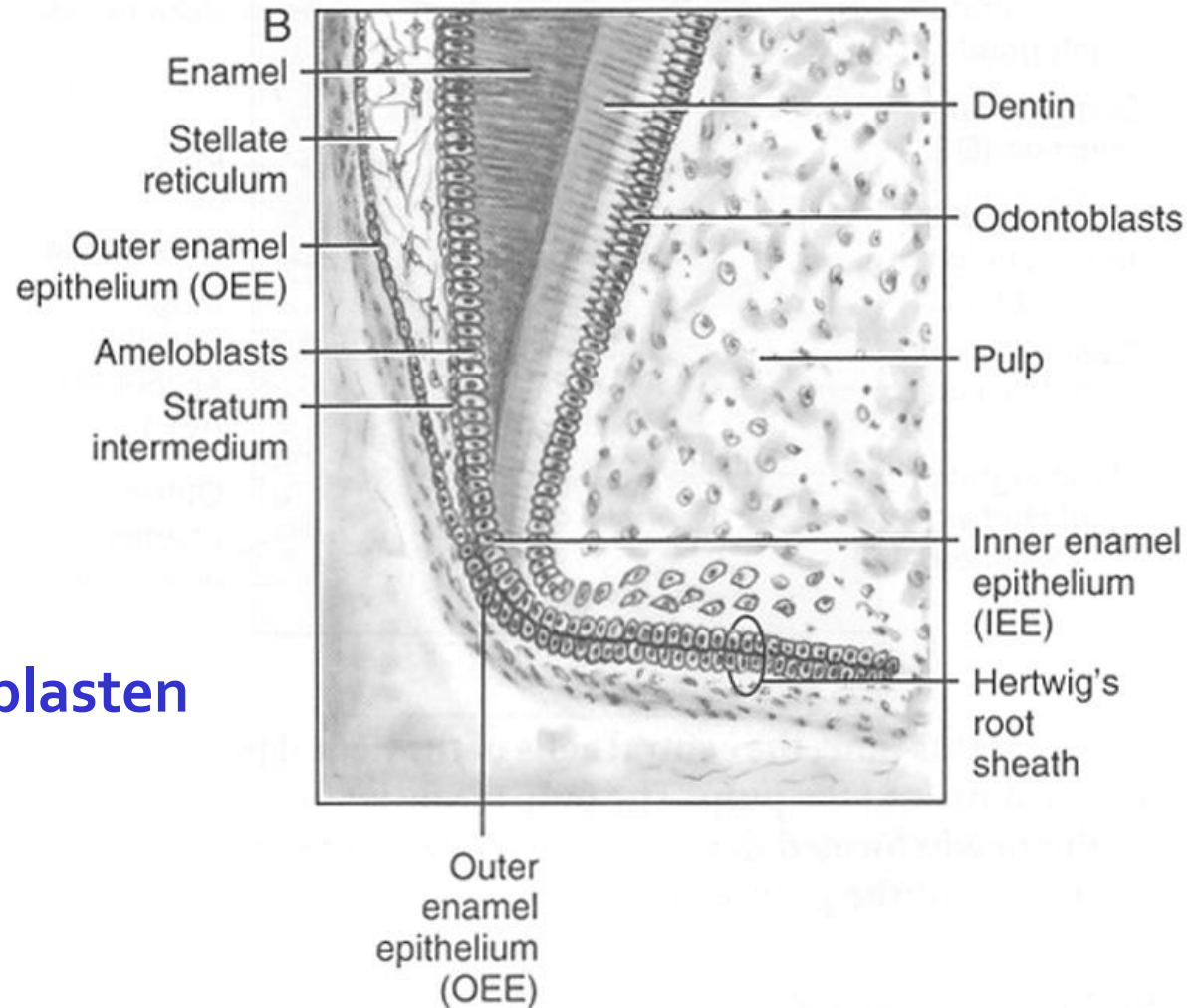
BILDUNG DES WURZELS



BILDUNG DES WURZELS

1. Bildung der Hertwigschen Wurzelscheide

2. Bildung der Odontoblasten

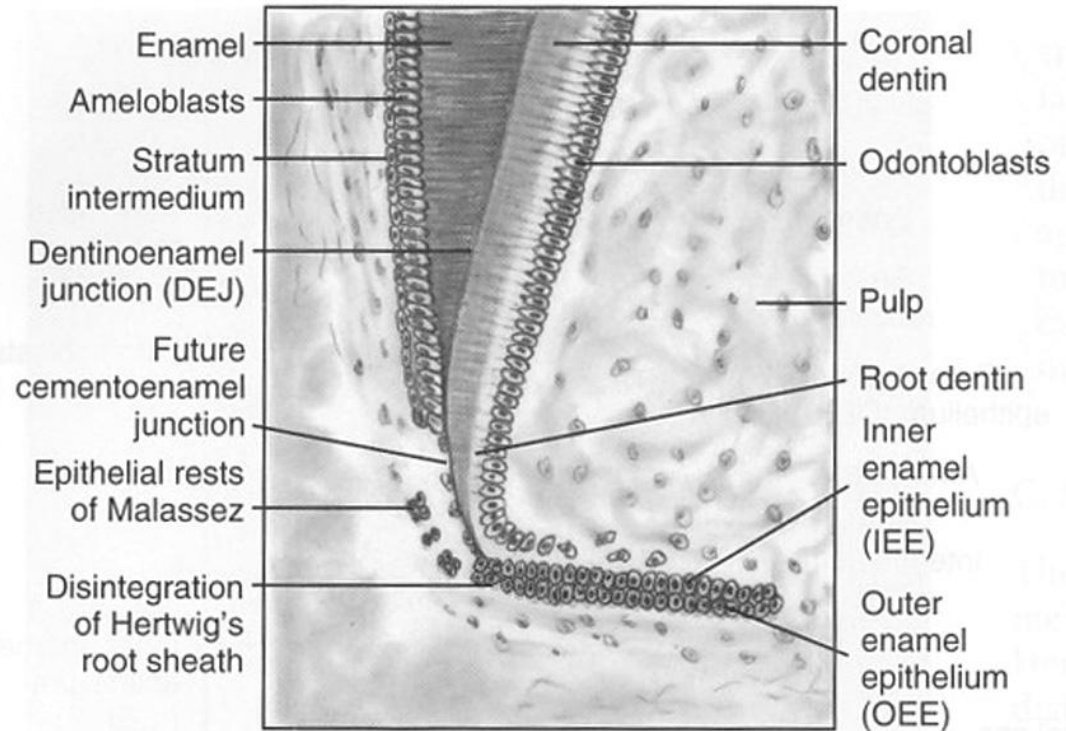


BILDUNG DES WURZELS

3. Dentinogenese

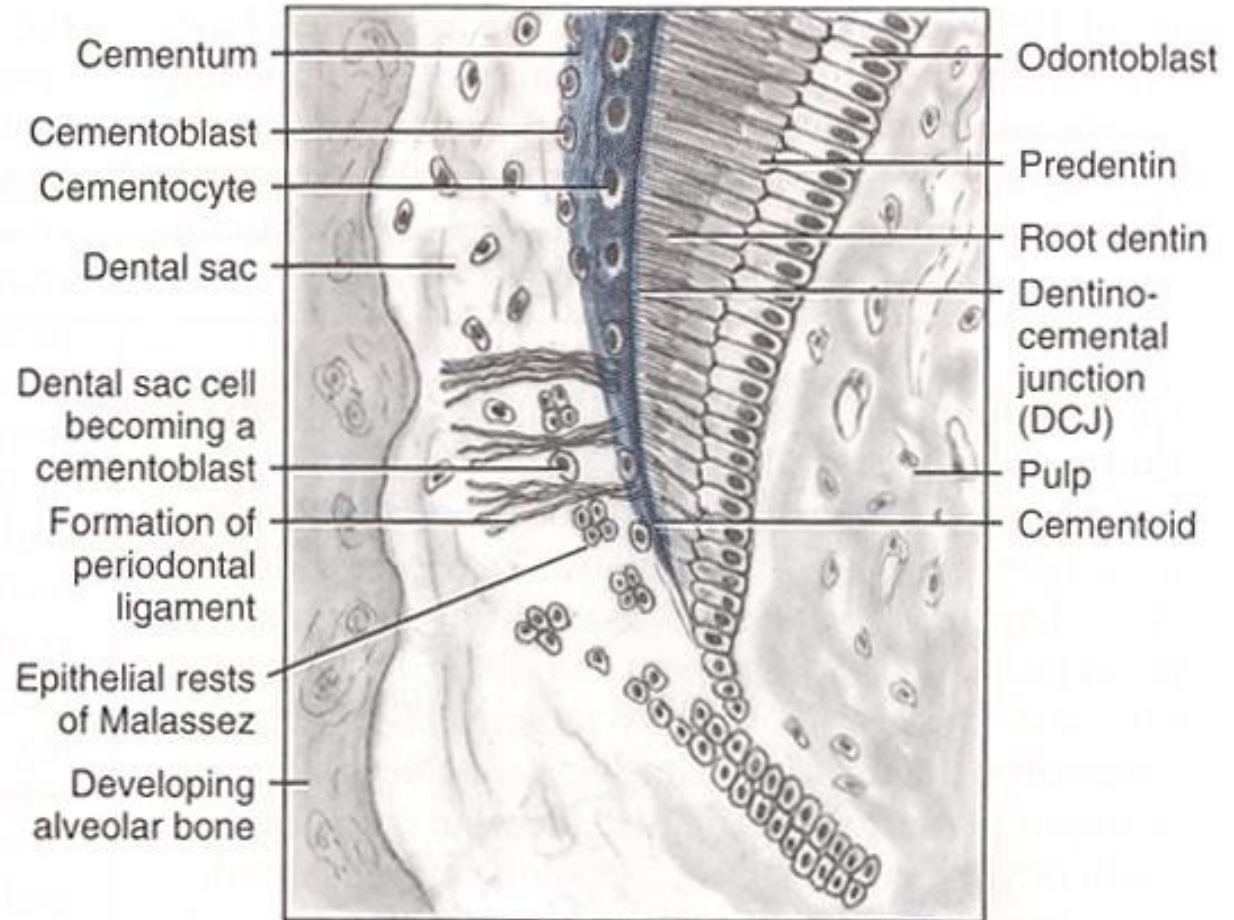
4. Auflösung von dem Hertwigschen Scheide

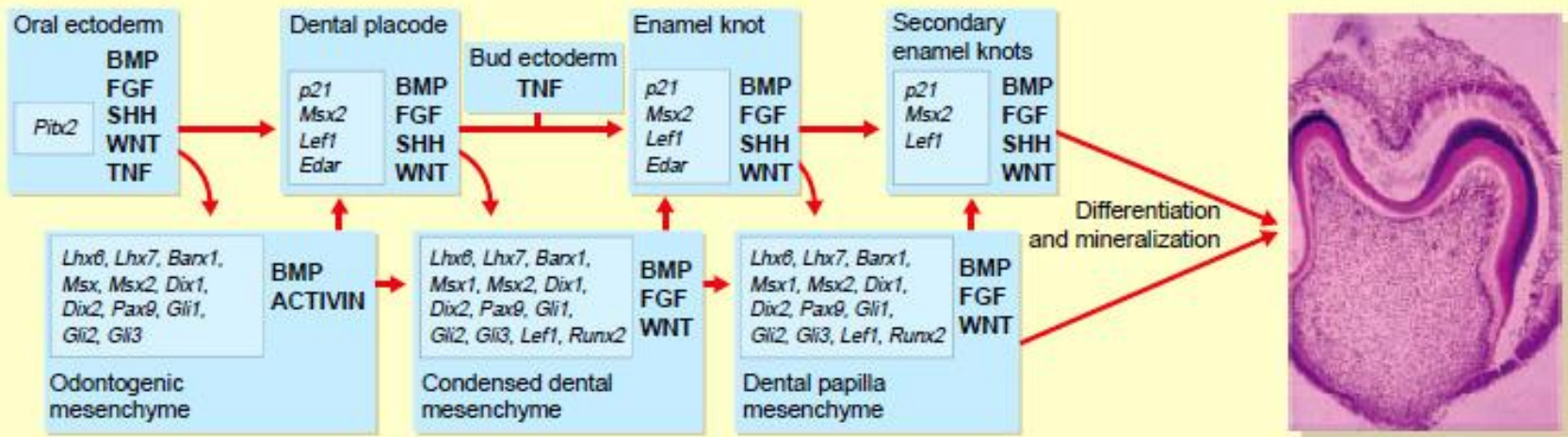
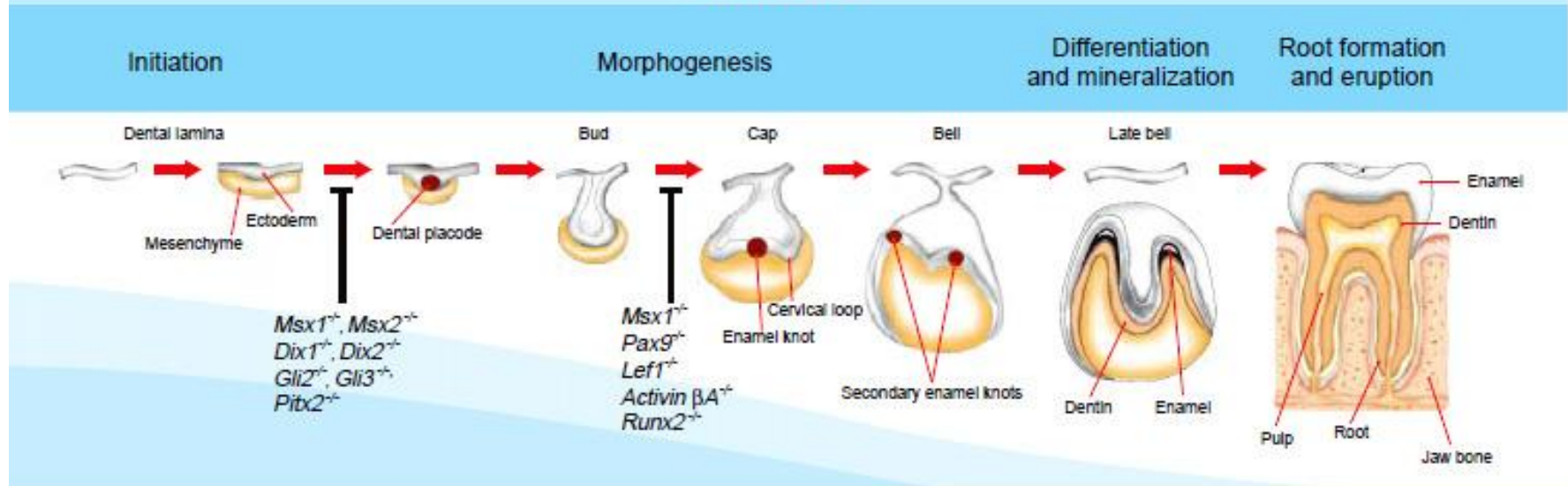
5. Bildung der Malassez Epithelkörper 😊



BILDUNG DES WURZELS

6. Zementogenese





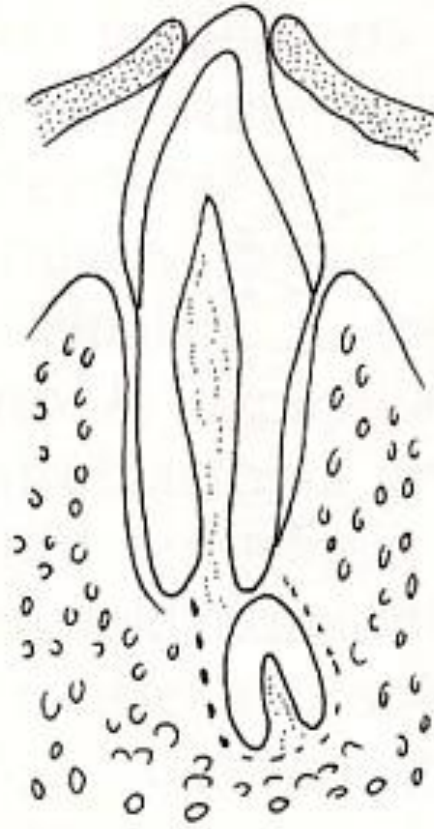
ERUPTIONSPHASEN

preeruptive



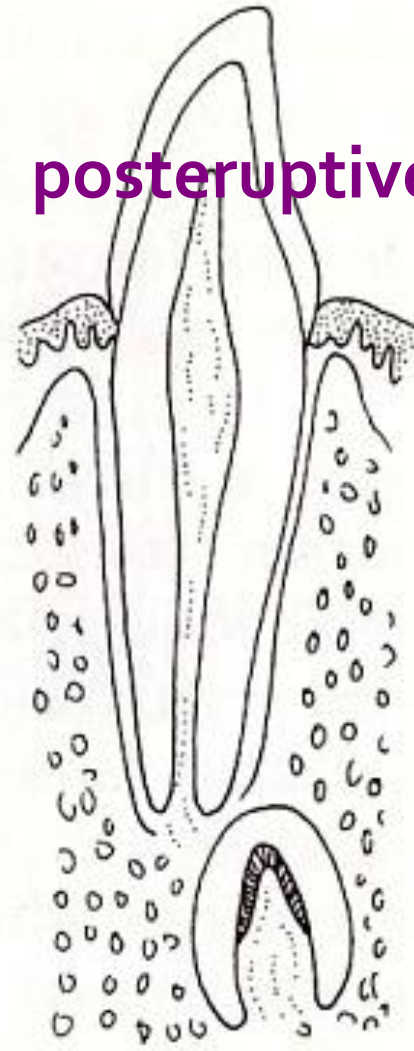
a

eruptive



b

posteruptive



c

ZAHNENTWICKLUNG

2. ERUPTIO



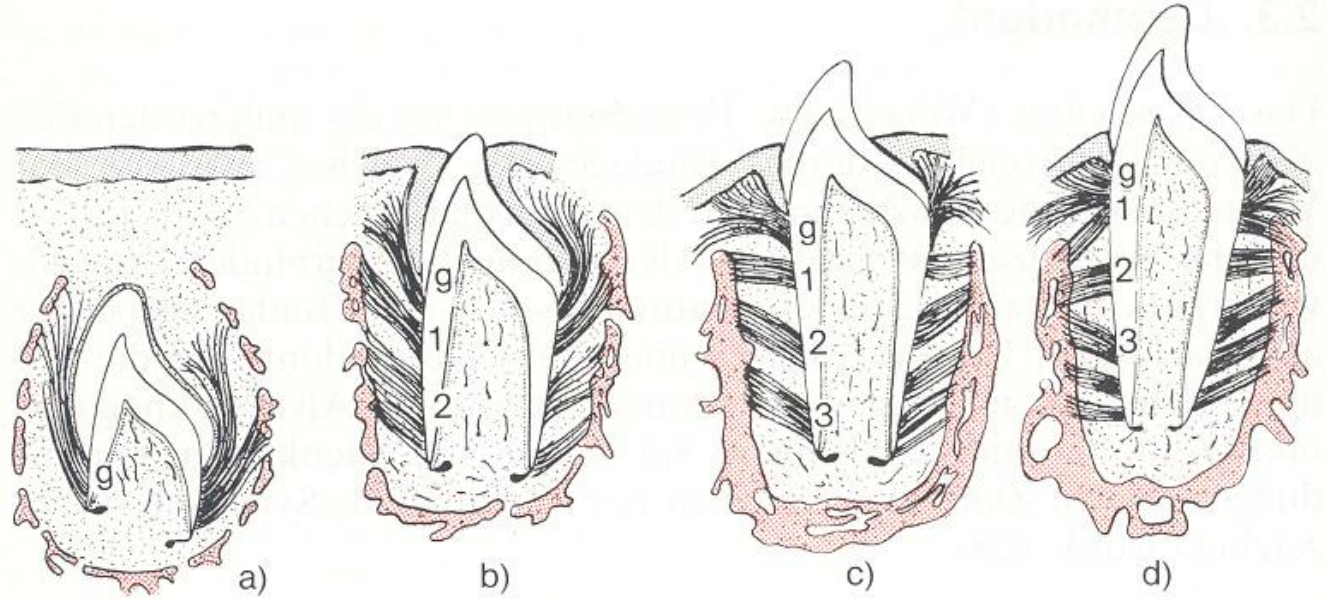
SCHNEIDEZÄHNE
ECKZÄHNE
BACKENZÄHNE
MAHLENZÄHNE

DENTES DECIDUI

6 - 10 months
16 - 20 months
10 - 24 months

DENTES PERMANENTES

7 - 8 years
11 years
11 - 13 years
6 - 25 years



ZAHNENTWICKLUNG

3. ZAHNWECHSEL

Birth

Usually a newborn child has no visible teeth, although the primary (baby or milk) and some of the permanent (second) teeth have started to form in the bones of the jaws.

9 months

Babies get their first teeth at around 6 to 8 months of age, usually starting with the lower two front teeth.

3 years

The baby teeth come in at regular intervals and usually all 20 teeth have erupted by around the age of two and a half.

8 years

The permanent teeth start to erupt around the age of 6 to 8; the front teeth on the lower jaw are usually the first to appear along with the first permanent molars erupting behind all the milk teeth.

10 years

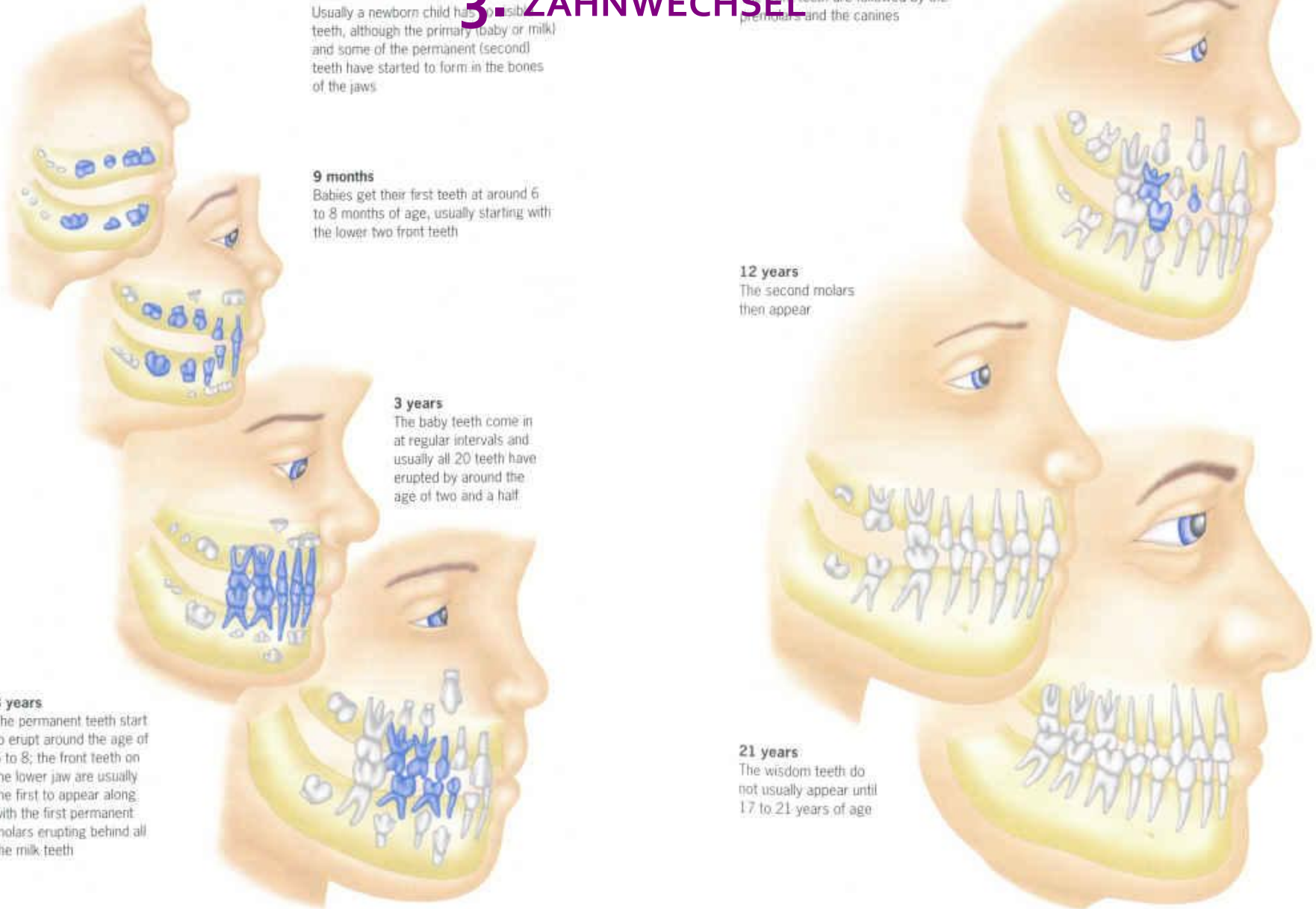
The baby teeth are followed by the premolars and the canines.

12 years

The second molars then appear.

21 years

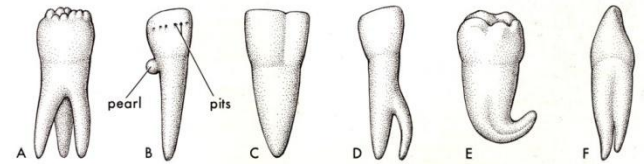
The wisdom teeth do not usually appear until 17 to 21 years of age.



FEHLBILDUNG

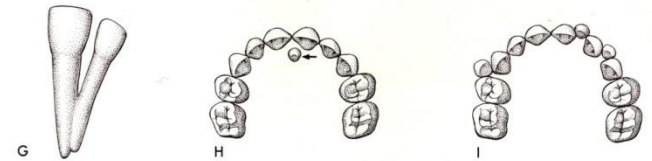
1. Zahlanomalien

anodontia totalis, partialis
dentes supernumerarii



2. Abnormale Zähnegestalt

Fusion, oder Duplikation,
transposition



3. Grössenanomlien

microdontia
macrodontia



ANODONTIA

- **Anodontia**, also called **anodontia vera**, is a rare genetic disorder characterized by the congenital absence of all primary or permanent teeth

- **It is of following types**

1. Complete anodontia/ total anodontia
2. Partial anodontia/ sub-Total anodontia

- **Forms-**

1. True anodontia
2. Pseudo anodontia
3. False anodontia



COMPLETE



PARTIAL

FEHLBILDUNGEN

Amelogenesis imperfecta

Mutation des *amelogenin*
oder *Anamelin* - genen



DENTINOGENESIS IMPERFECTA

- **Dentinogenesis imperfecta** (hereditary Opalescent Dentin) is a genetic disorder of tooth development.
- This condition causes teeth to be discolored (most often a blue-gray or yellow-brown color) and translucent. Teeth are also weaker than normal, making them prone to rapid wear, breakage, and loss.
- These problems can affect both primary (baby) teeth and permanent teeth.
- This condition is inherited in an autosomal dominant pattern, which means one copy of the altered gene in each cell is sufficient to cause the disorder.



DSPP GENEMUTATION
(dentsialo-phosphoprotein)

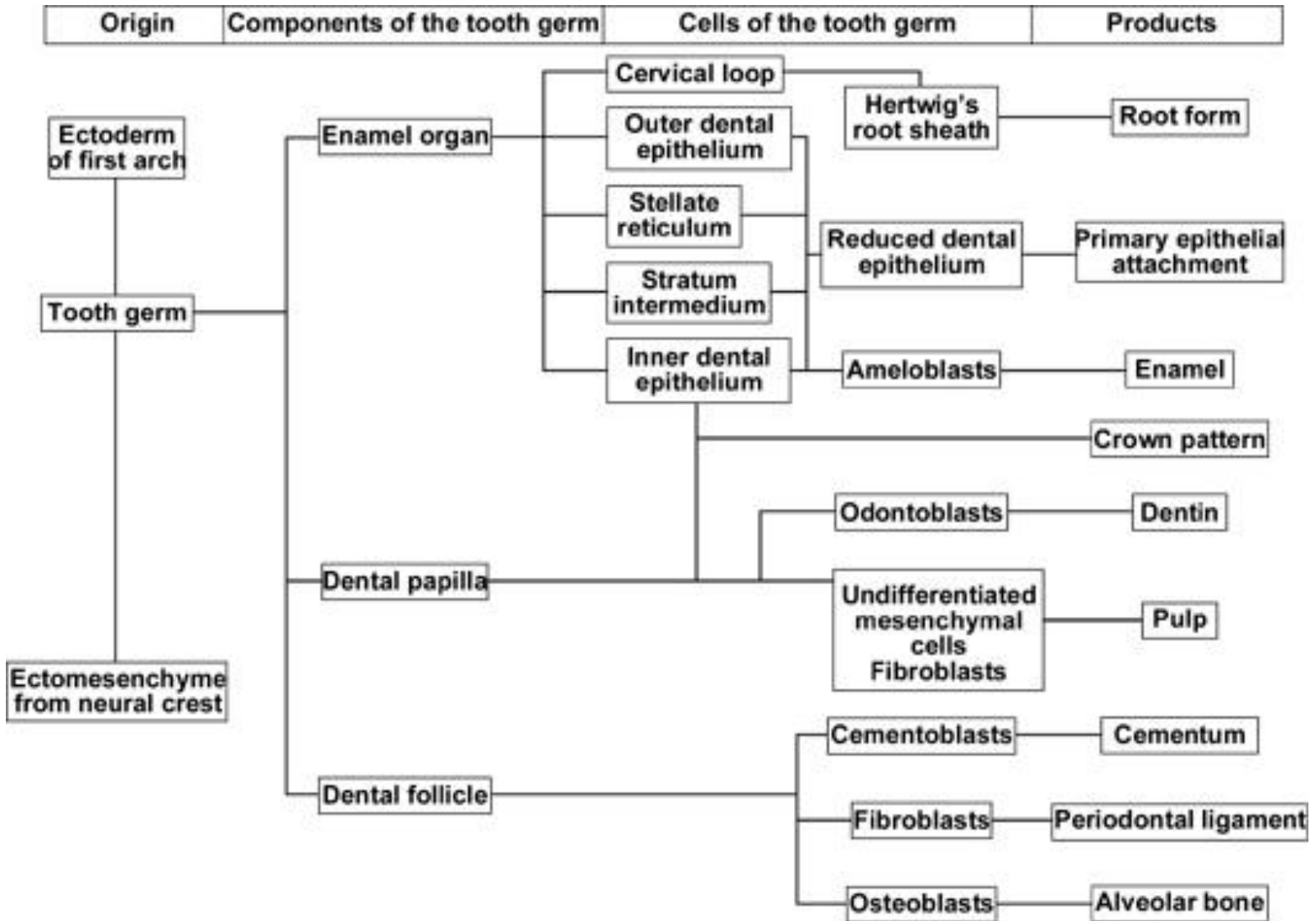
KOMPLEX FEHLBILDUNGEN

Schwerpunktthema: Zahnentwicklung und Zahnanomalien in der Humangenetik



Abb. 2 ▲ Beispiele für Zahnanomalien bei genetischen Syndromen. **a** Rieger-Syndrom mit fehlenden Schneidezähnen und daraus resultierender Maxiallahypoplasie. **b** Otodentales Syndrom mit multiplen überzähligen Zahnelementen und daraus resultierender Globodontie (Riesenzähne) im Bereich der Molaren und Eckzähne. **c** Amelogenesis imperfecta bei einem Patienten mit autosomal-rezessiver Stäbchen-Zapfendystrophie

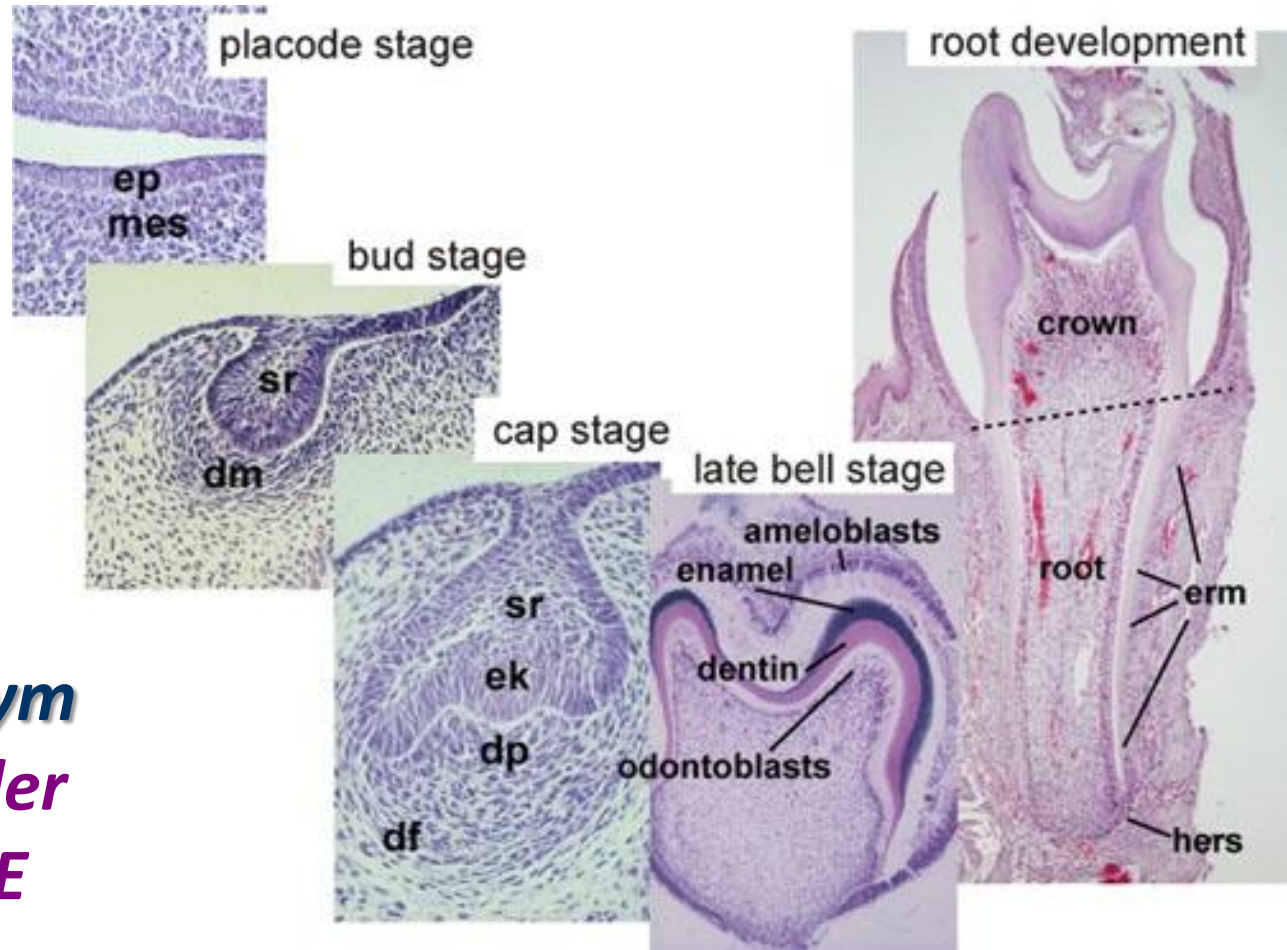
ZUSAMMENFASSUNG



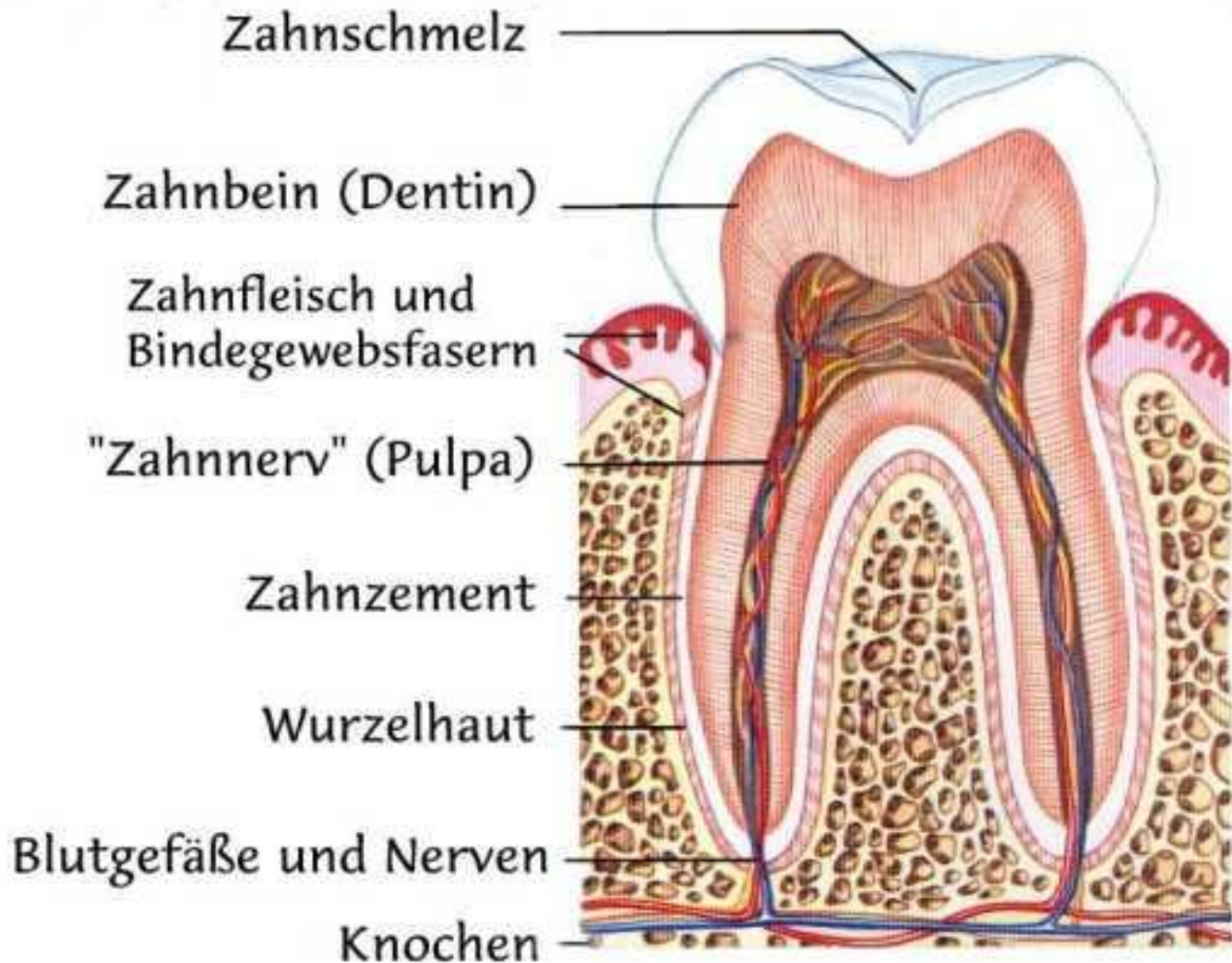
ZAHNENTWICKLUNG

*Alles
stammt aus
EKTODERM*

*ectomesenchym
stammt von der
NEURALLEISTE*



ZAHNSTRUKTUR



ZAHNENTWICKLUNG

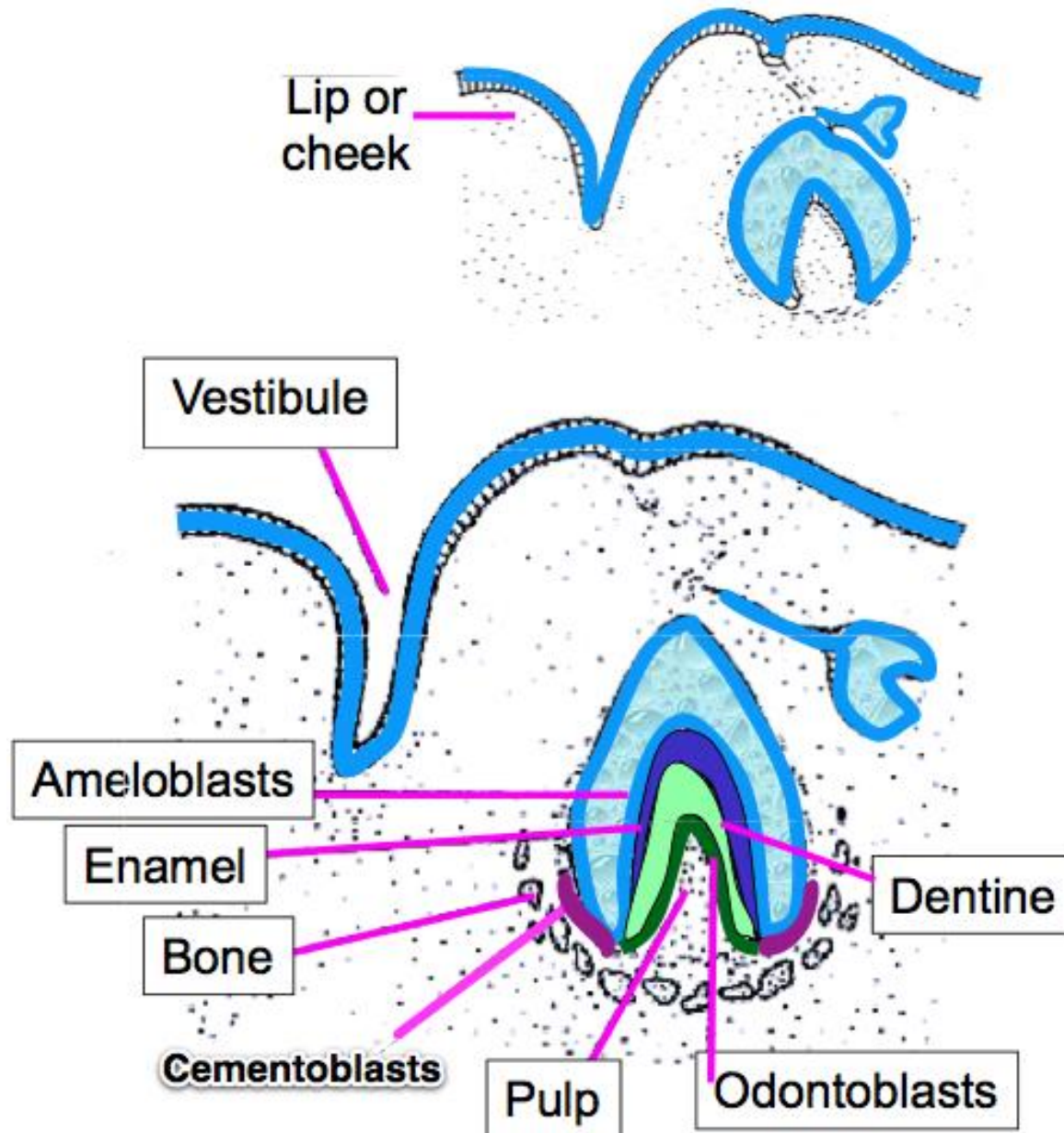


Tabelle 3.1. Zeitliche Verteilung von alternierenden Perioden des Zahndurchbruchs und des postnatalen Wachstums (nach Scott u. Symons)

Periode	Entwicklungsvorgang	Alter	Dauer
1	Durchbruch der Schneidezähne der ersten Dentition (Milchzähne)	7–14 M.	–
2	Erste, wachstumsbedingte Ruhephase	–	3–5 M.
3	Durchbruch der ersten Milchmolaren	14–16 M.	–
4	Zweite, wachstumsbedingte Ruhephase	–	3–5 M.
5	Durchbruch der Milch-Eckzähne	18–20 M.	–
6	Dritte, wachstumsbedingte Ruhephase	–	5–10 M.
7	Durchbruch der zweiten Milchmolaren	24–30 M.	–
8	Vierte, wachstumsbedingte Ruhephase	–	4 J.
9	Durchbruch der ersten Molaren und der Schneidezähne der zweiten Dentition	6–9 J.	–
10	Fünfte, wachstumsbedingte Ruhephase	–	1–3 J.
11	Durchbruch der zweiten Molaren und der Prämolaren und Eckzähne der zweiten Dentition	11–13 J.	–
12	Sechste, wachstumsbedingte Ruhephase	–	5–10 J.
13	Durchbruch der dritten Molaren	17–21 J.	–

M = Monate, J = Jahre nach der Geburt

Für Knaben:

$\bar{M}_1, \underline{M}_1, \bar{I}_1, \underline{I}_1, \bar{I}_2, \underline{I}_2, \underline{P}_1, \bar{C}, \bar{P}_1, \underline{P}_2, \bar{P}_2, \underline{C}, \bar{M}_2, \underline{M}_2.$

$\bar{I}_1, \bar{M}_1, \underline{M}_1, \underline{I}_1, \bar{I}_2, \underline{I}_2, \underline{P}_1, \bar{P}_1, \bar{C}, \bar{P}_2, \underline{P}_2, \underline{C}, \bar{M}_2, \underline{M}_2.$

Für Mädchen:

$\bar{M}_1, \underline{M}_1, \bar{I}_1, \underline{I}_1, \bar{I}_2, \underline{I}_2, \bar{C}, \underline{P}_1, \bar{P}_1, \underline{P}_2, \bar{P}_2, \underline{C}, \bar{M}_2, \underline{M}_2.$

$\bar{I}_1, \bar{M}_1, \underline{M}_1, \underline{I}_1, \bar{I}_2, \underline{I}_2, \bar{C}, \underline{P}_1, \bar{P}_1, \bar{P}_2, \underline{P}_2, \underline{C}, \bar{M}_2, \underline{M}_2.$

Tabelle 3.3. Chronologie (durchschnittlicher Schwankungsbereich der Altersphasen) des Milchzahnverlustes und des Durchbruches und der posteruptiven Wurzelbildung der Ersatzzähne

	(i ₁) I ₁ Ersatzzähne		(i ₂) I ₂		(c) C		(m ₁) P ₁		(m ₂) P ₂		Zeit- einheiten	Ref.
	OK	UK	OK	UK	OK	UK	OK	UK	OK	UK		
Ausfall d. Milchzähne	6,3–7,6	5,6–7,0	7,0–8,3	6,7–8,0	9,9–11,6	9,2–10,9	10,1–11,0	10,3–11,3	10,9–12,0	11,0–12,0	Jahre u. deren Dezimalbrüche	1, 4, 8, 10
Intervall d. Zahnlosigkeit	0,8–0,9	0,4–0,5	1,2–1,4	0,5–0,9	0,7– 1,1	0,6– 0,9	0,4– 0,7	0,4– 0,5	0,5– 0,7	0,4– 0,5	Monate u. deren Dezimalbrüche	2
Durchbruch der Ersatzzähne	6,7–8,1	6,0–6,9	7,0–8,8	6,8–8,1	10,0–12,2	9,2–11,4	9,6–10,9	9,6–11,5	10,2–11,4	10,1–12,1	Jahre u. deren Dezimalbrüche	5, 6, 7, 9, 10
Dauer des Durchbruches	8,2–8,6		9,0		–		4,1		–		Monate u. deren Dezimalbrüche	3
Fortdauer d. Wurzelbildung n. Durchbruchbeginn	2,6–2,9	2,9–3,3	1,8–2,5	2,2–2,5	1,9– 2,8	2,5– 2,8	3,0– 3,1	2,3– 2,5	2,2– 2,5	2,7	Jahre u. deren Dezimalbrüche	5

1 = Adler, P.: Öst. Z. Stomat. 54 (1957a) 449

2 = Adler, P.: Stoma 10 (1957b) 137

3 = Catell, P.: J. dent. Res. 8 (1928) 279

4 = Fass, E.N.: J. Dent. Child. 36 (1969) 391

5 = Haavikko, K.: Suom. Hammaslääk. Toim. 66 (1970) 107

6 = Hurme, V.O.: J. Dent. Child. 16 (1949) 11

7 = Knott, V.B., H.V. Meredith: Angle Orthodont. 36 (1966) 68

8 = Moorrees, C.F.A., E.A. Fanning, E.E. Hunt: Amer. J. Phys. Anthrop. 21 (1963) 205

9 = Röse, C.: Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 27 (1909) 553

10 = Stones, H.H., F.E. Lawton, E.R. Bransby, H.O. Hartley: Brit. dent. J. 90 (1951) 1