



# ***ZAHNHISTOLOGIE 1.***

## ***Schmelz und Dentin***

---

***Dr. Andrea D. Székely***

***Semmelweis Universität***

***Institut für Anatomie, Histologie und Embryologie***

***Budapest***

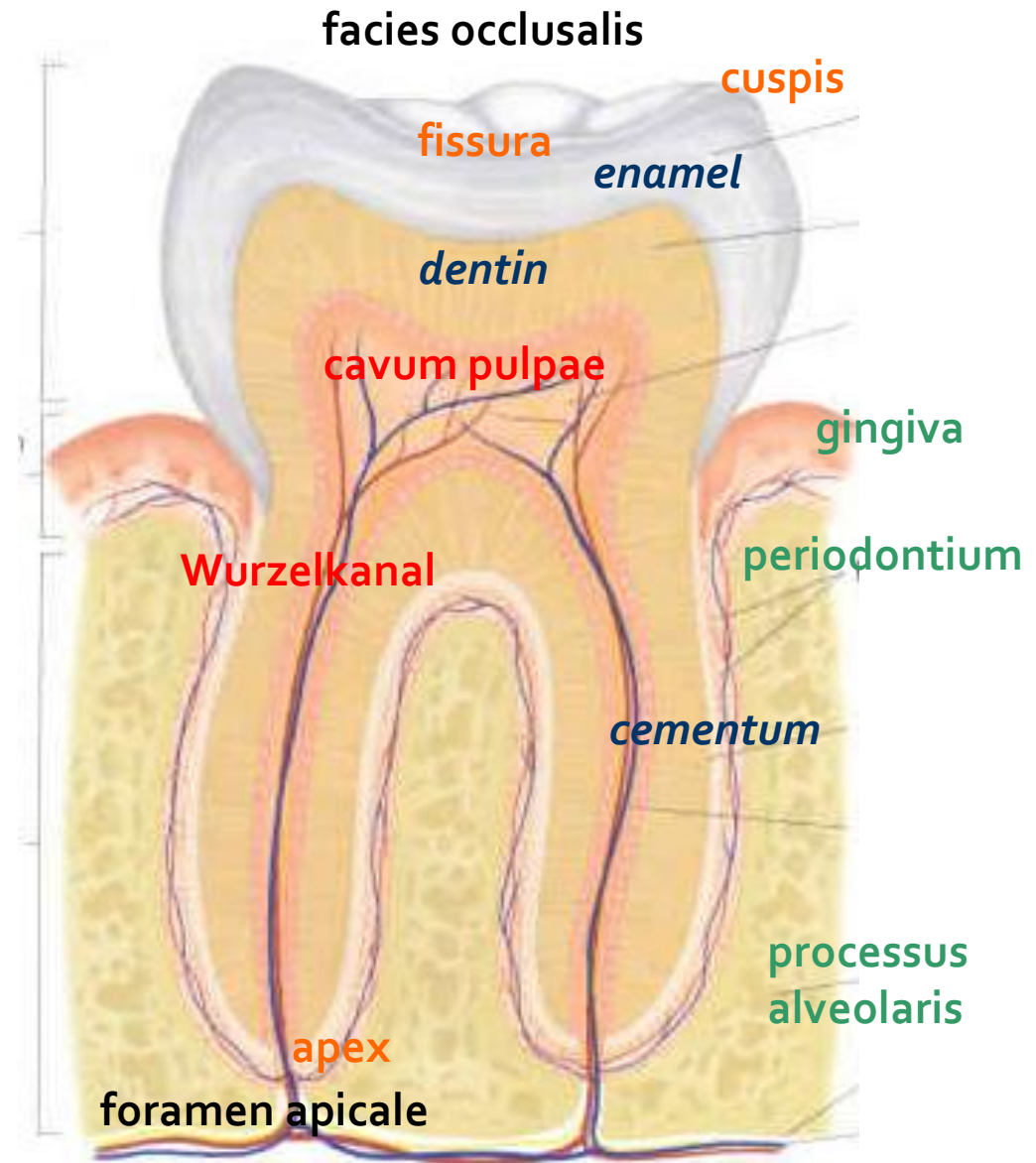


# ÜBERBLICK DER ZAHNSTRUKTUR

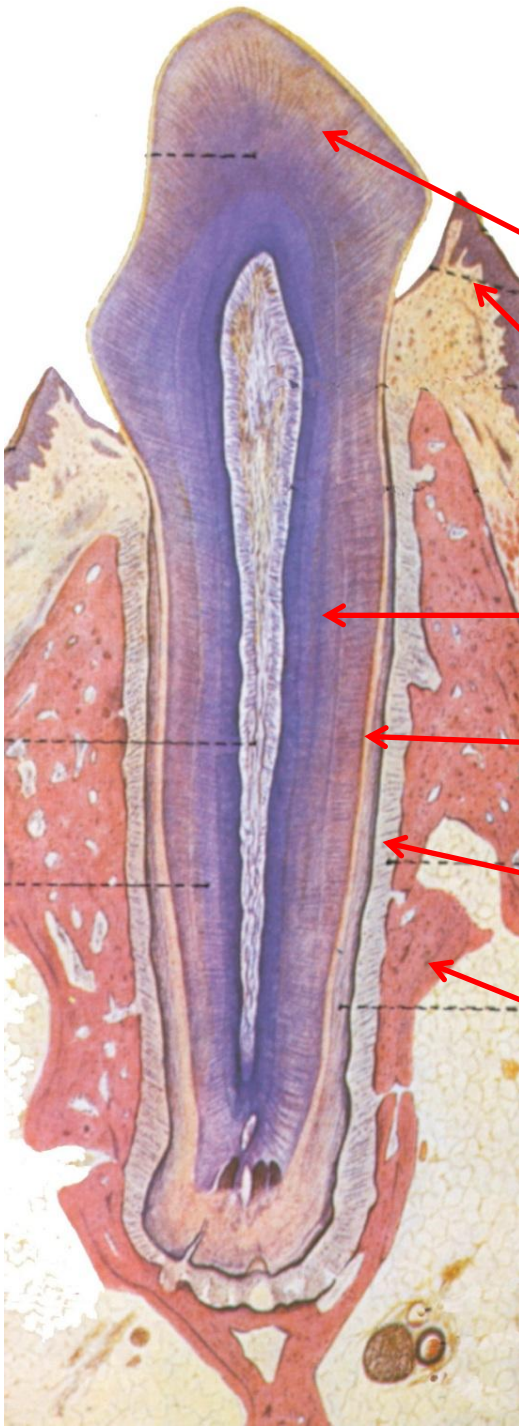
Corona dentis

Cervix (collum) dentis

Radix dentis



# ZAHNGEWEBETYPEN



Enamelum, Substantia adamantina

Gingiva

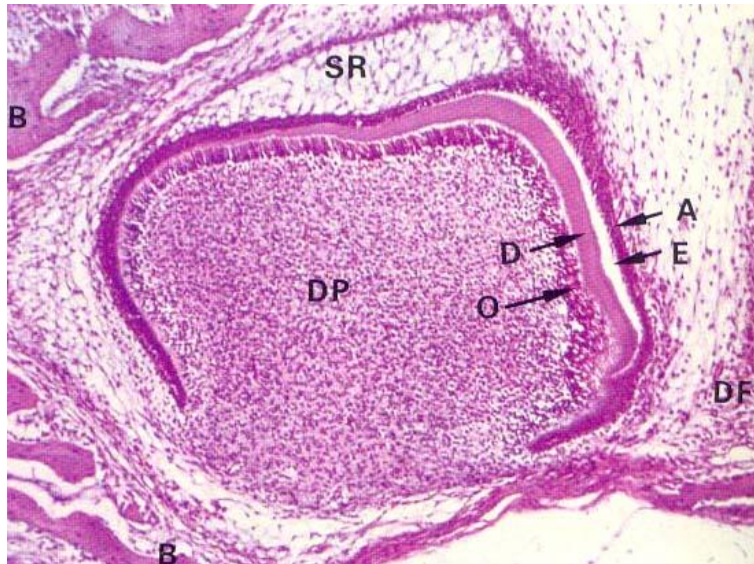
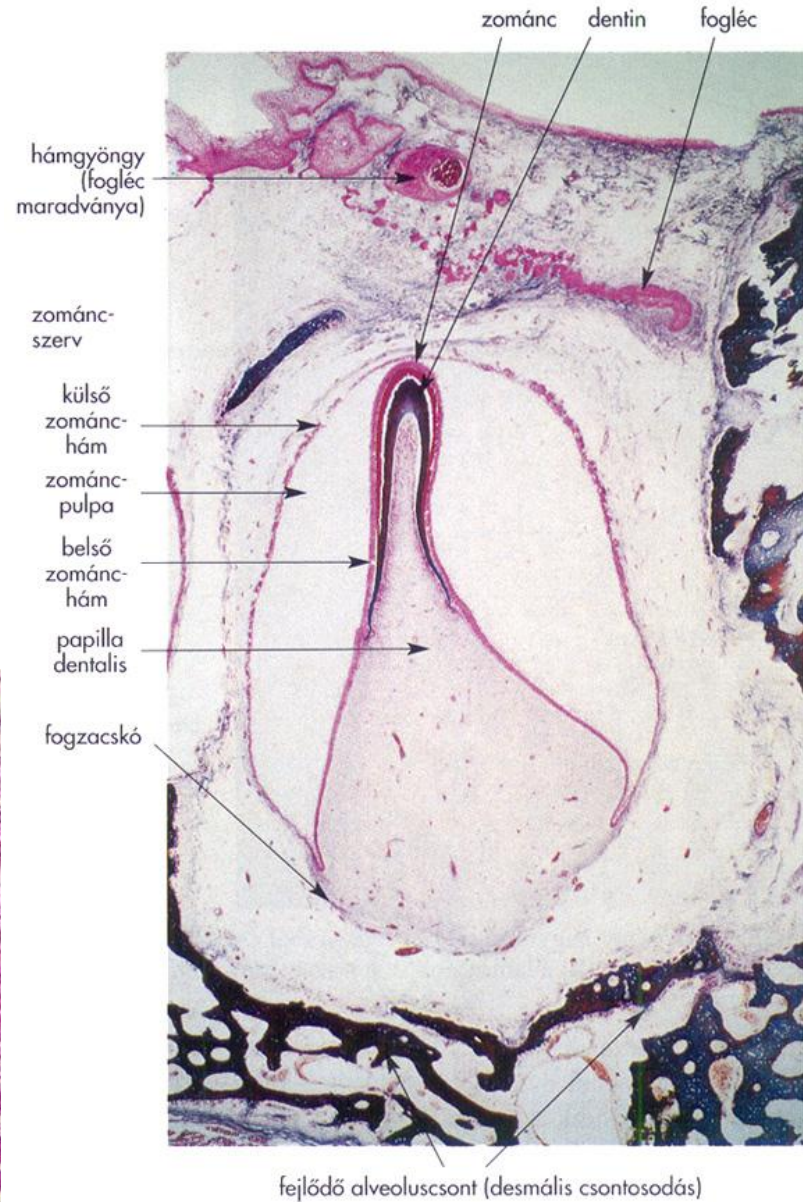
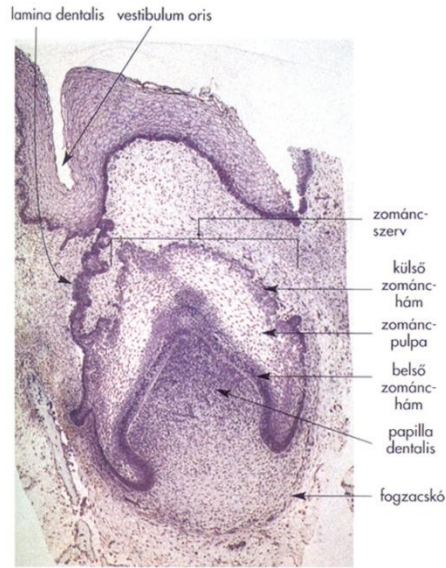
Dentin, Substantia eburnea

Cementum

Periodontium

Alveolarknochen

# EMBRYOLOGISCHER HERKUNFT



# ZAHNHISTOLOGIE

## ENAMELUM

Der Zahnschmelz ist die härteste Substanz des menschlichen Körpers. Er überzieht mantelartig die Zahnkrone und ist nicht regenerationsfähig. (2-2.5 mm). Zahnschmelz besteht zu 98% aus Hydroxylapatit und zu 2% aus organischer Substanz+ Wasser



# ENAMEL – CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG

## *96%: Anorganische Komponente*

Primäre anorganische Komponente:

Calcium, Phosphor in Hydroxylapatit Kristallen:  $\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$

Andere: Na, Mg: näher zur Schmelz-Dentin Grenze

F, Pb, Sr: näher zur Oberfläche

Ba, V, Al, Ni, Se, Ti

## *4%: Wasser, organische Komponente*

Wasser: 25% Ionentransport durch Schmelz, Rest: gebunden als Hydratwasser um den Apatitkristallen

Organische Komponente:

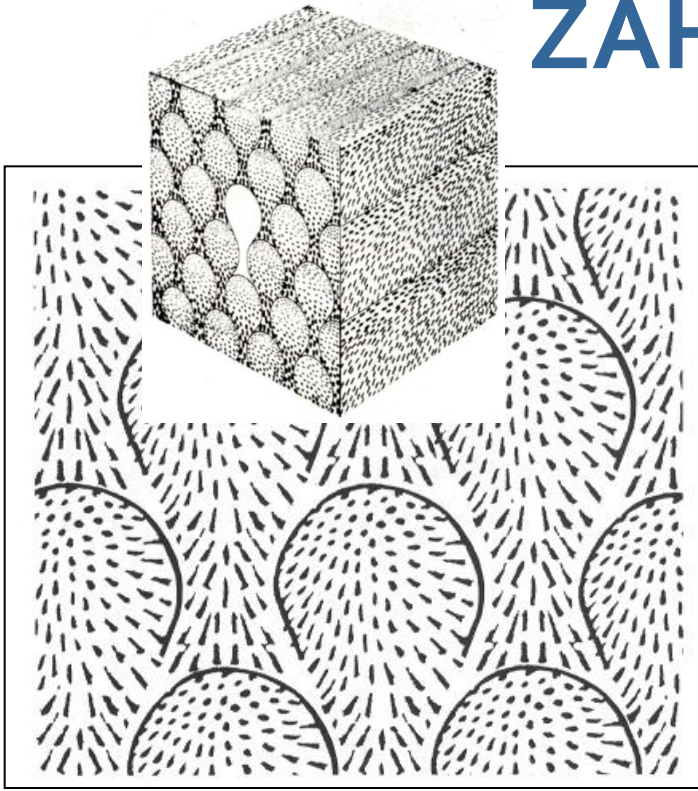
Proteine: Keratin, Amelogenin, Tuftelin, Ameloblastin

Kohlenhydrate

Lipide

Citrate

# ZAHNSCHMELZ (ENAMEL)



Azellulär (keine Regeneration)  
*Einheit*: **Schmelzprisma**, mit hufeisenförmigem Querschnitt  
4-8  $\mu\text{m}$ , 5-12 Mio/Zahn  
Aus Hydroxylapatit Kristallen umgeben von der *vagina* != ein Netzwerk aus sehr feinen, **organischen Fasern** und *interprizmatisches substanz* = kristallenfrei, org. Substanzen

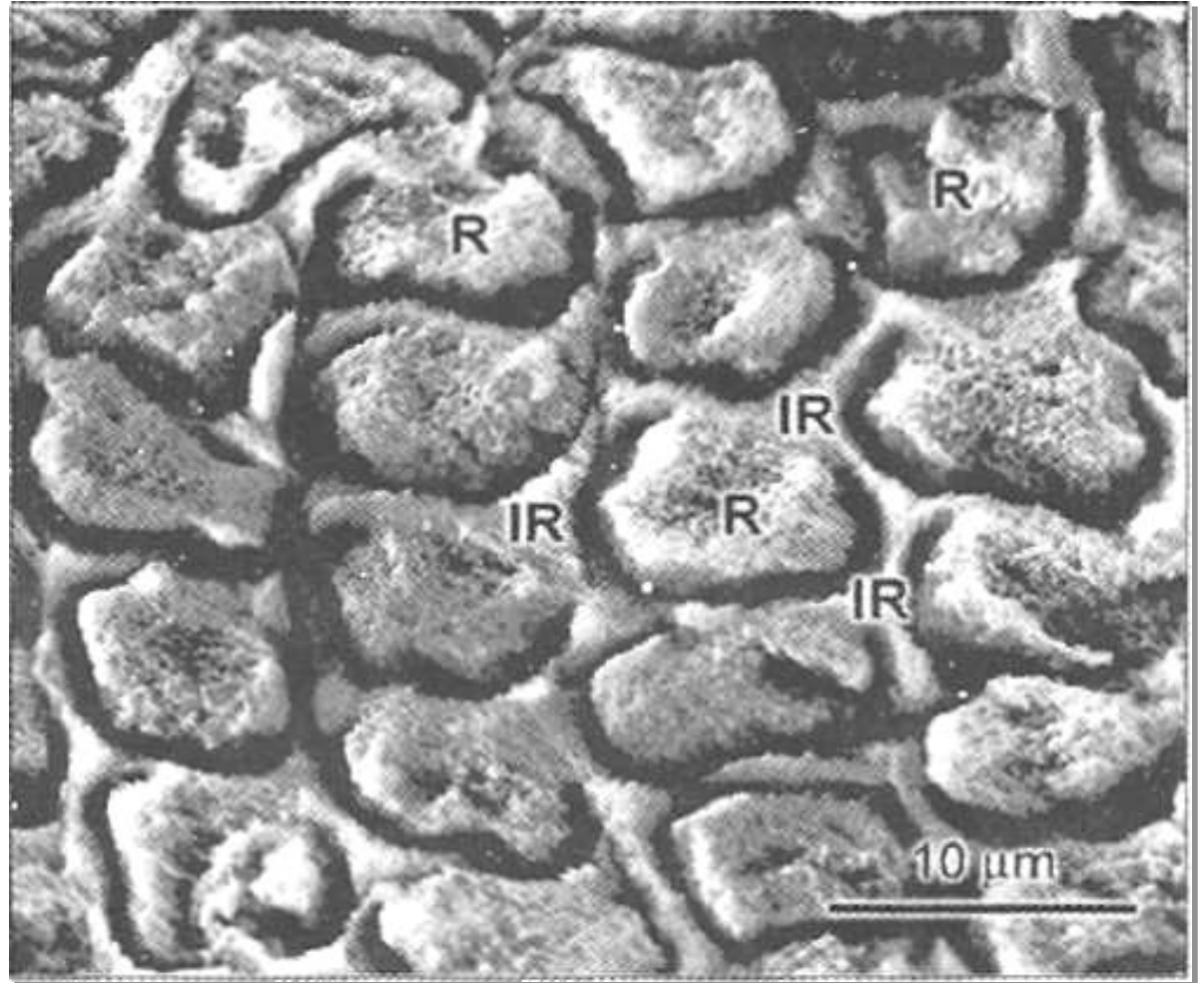
**Die Kristalle laufen parallel mit Prismenverlauf im Prismenkopfbereich**

**Und bei dem Prismenhals perpendikulär auf Prismenverlauf**



# SCHMELZ PRISMENSCHLEIHE

Organische  
Substanz um die  
Schmelzprismen





# INTERPRISMATISCHES SUBSTANZ

- Beim Menschen ist fast unsichtbar,
- weniger mineralisiert
- Liegt zwischen / um die Prismen

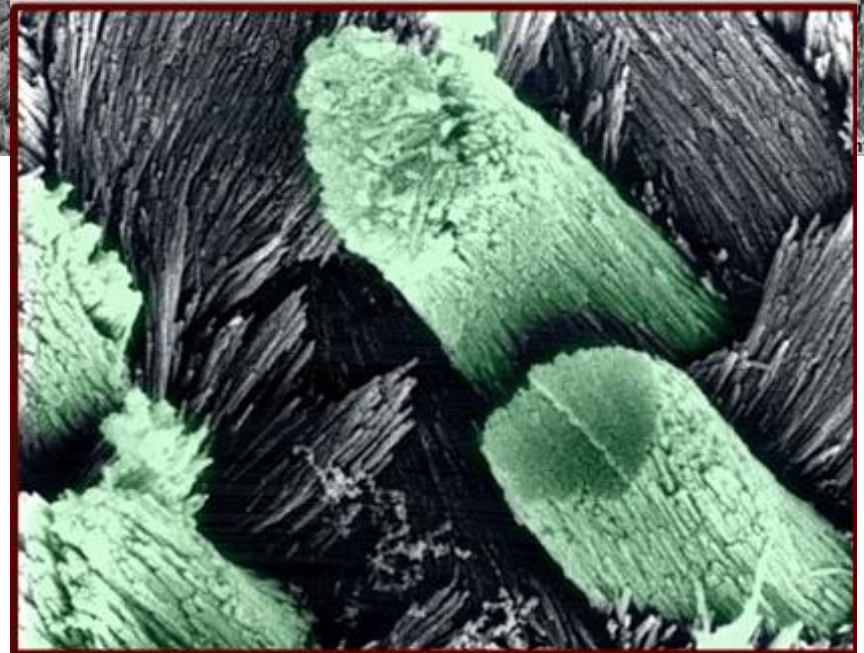
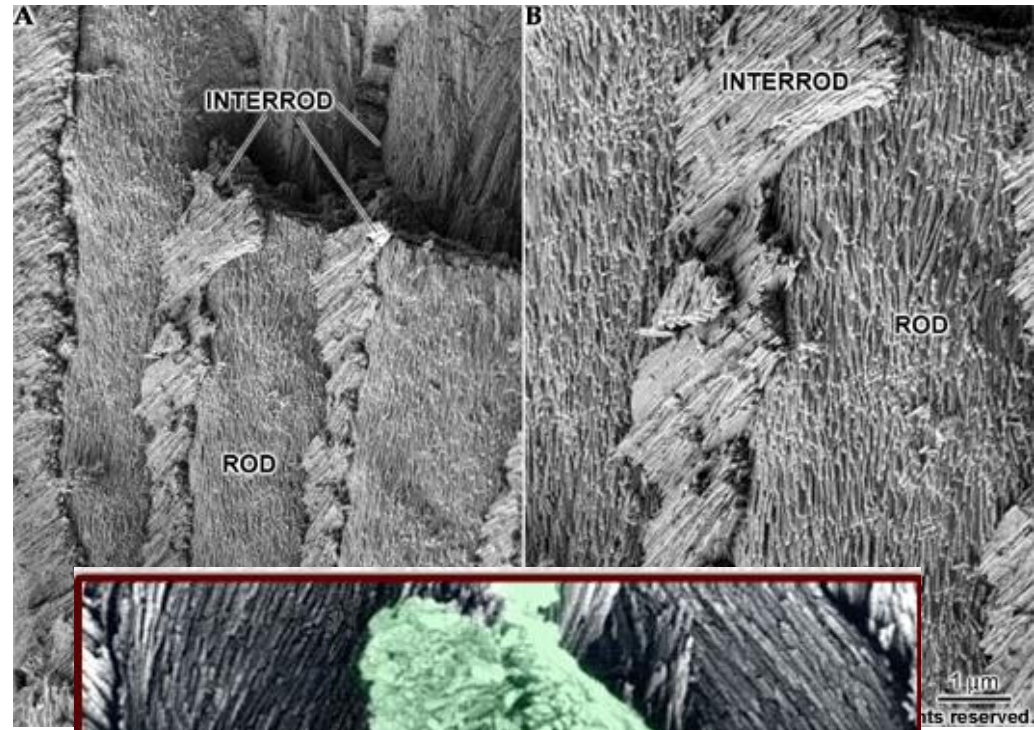
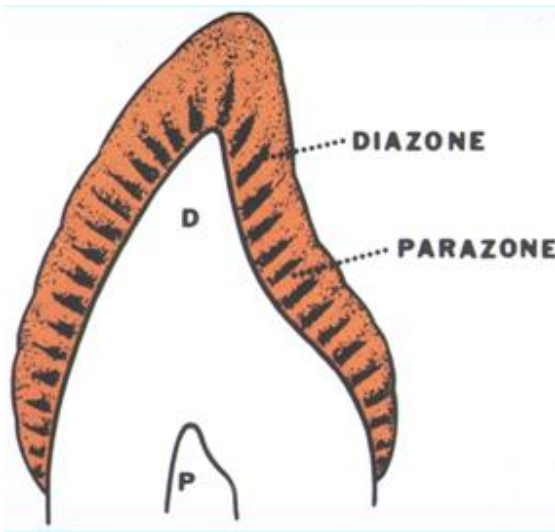


Figure 2

# HUNTER - SCHREGER STREIFEN

Laufen perpendikulär auf Schmelz-Dentin Grenze



Von **Schmelz-Dentin Grenze** zur Oberfläche, leicht gewellter Verlauf

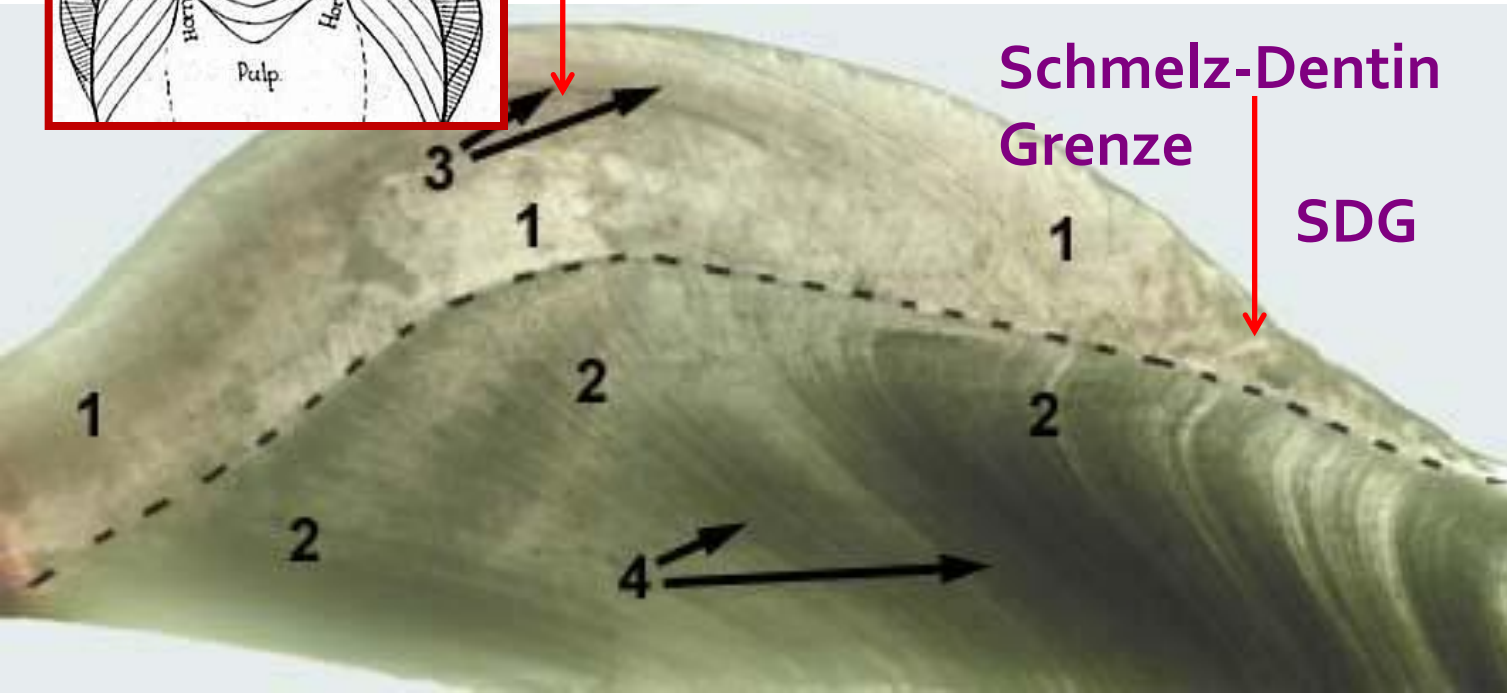
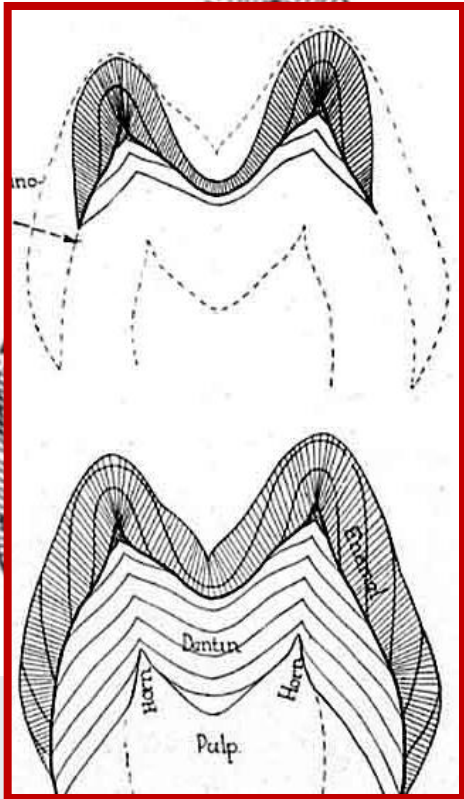
Alternierende Wellen zw. benachbarten Schmelzprismen

*Diazonen* (Prismen quergeschnitten)

*Parazonen* (Prismen längsgeschnitten)

# RETZIUS-STREIFEN

**Wachstumsstreifen**, von Schmelz-Dentin Grenze *richtung* Occlusionsfläche gebogen  
Auf der Oberfläche: **Perikymata**  
Stärkster Streifen: **neonataler Streifen (3)**—  
Grenze zw intraembryonal und postnatal angelegter Schmelz



**Perikymata**

# SCHMELZPROTEINE

Werden in  
Ameloblasten  
synthetisiert

## Wichtige Rollen

Entstehung der Mineralisationsfront

Steuerung von Schmelzwachstum

Sicherung des kontinuierlichen Wachstums von Schmelzkristallen

Trennen die Schmelzprismen voneinander

Modulieren die Umformung von amorphen Calcium-Phosphat in Hydroxylapatit

Studien zeigen, dass *Schmelz-Matrix-Proteine* die parodontale Regeneration fördern

1. **Enamelin** - Rolle bei Schmelzmaturation
2. **Ameloblastin** - Schmelzmatrix Protein
3. **Amelotin** - zw. Schmelzmatrix und junktionales Epithelium
4. **Enamelysin** - Matrix Metalloprotease, Schmelzproteine abbau

# ROLLE DER AMELOBLASTIN



normal



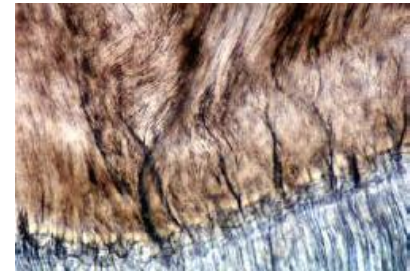
ameloblastin KO

# SCHMELZGEBILDE



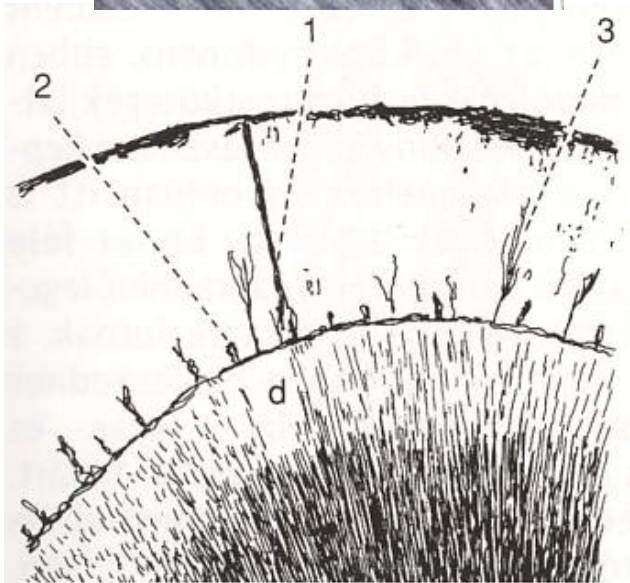
1 **Schmelzlamellen/Fissuren** bis zu SDG  
Unzureichende Funktion von einzelnen Ameloblasten → Lamellen aus hauptsächlich organischer Materialien

*Trauma* → *Fissur*  
*Locus minoris resistentiae*



2 **Schmelzspindel**  
Tomes Fasern, die in Schmelz eindringen

3 **Schmelzbüschel**  
hypokalzifizierte Gebiete im Schmelz



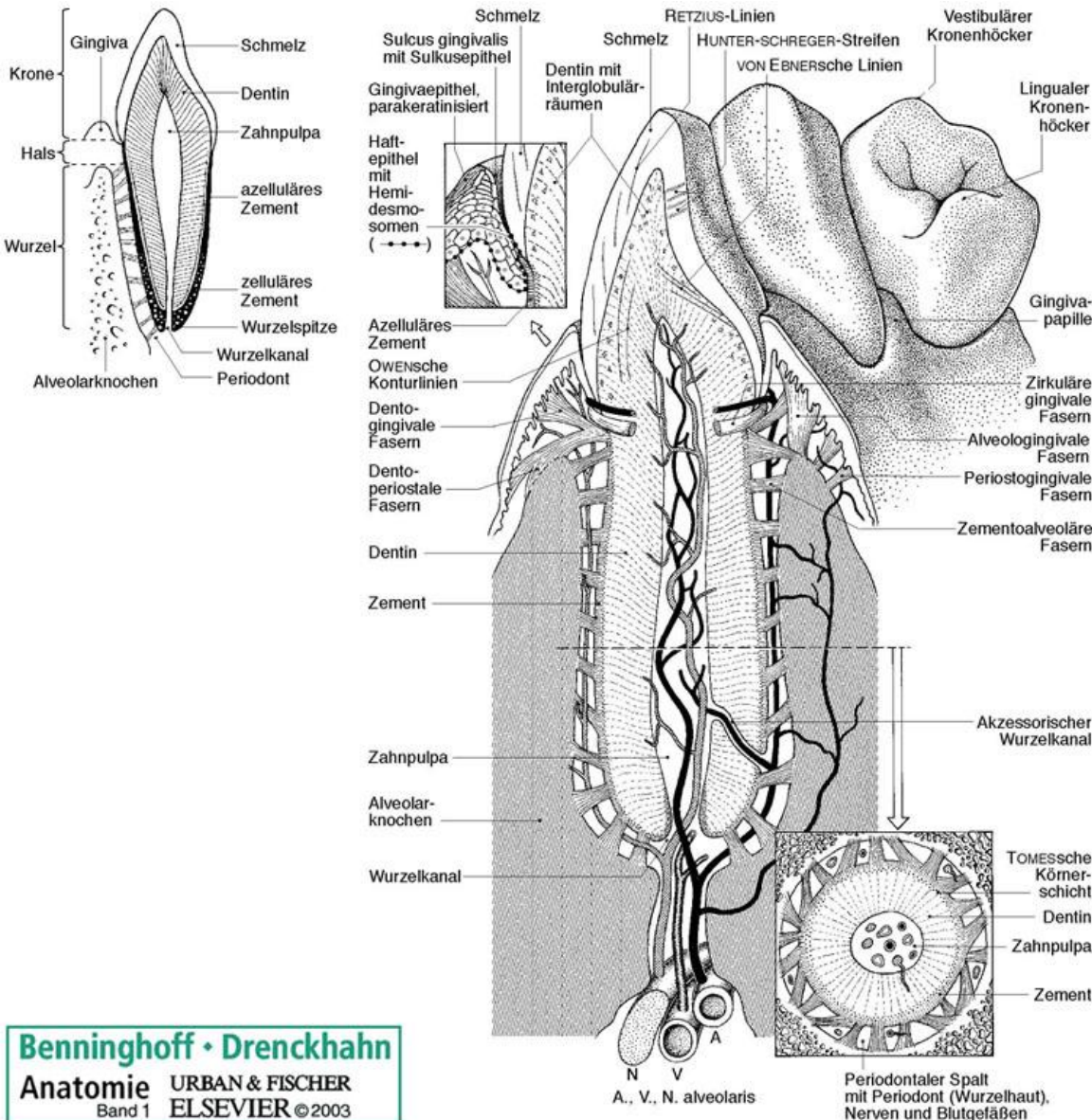
Schmelzkutikula (Nasmyth-Membran)

*reduced enamel epithelium*

Endprodukt von Adamantoblasten, gelblich-grün nach der Eruption



# DENTIN (SUBSTANTIA EBURNEA)



Lebendes Gewebe, von Odontoblasten gebildet  
avaskuläre Kronendentin,  
Wurzeldentin

Zum Knochen ähnlich,  
härter, gelblich verkalkte  
Interzellulärschicht +  
OB Fortsätze

Von Ebnersche Linien:  
unterschiedliche  
Verkalkungsdichte  
Owensche Konturlinien:  
Krümmung der  
Dentinkanälchen

# ZAHNHISTOLOGIE

## DENTIN

Dentin ist ein 1 - 5 mm dicke Schicht aus knochenähnlichem Material, das von den Odontoblasten lebenslang gebildet werden kann. Es macht den Hauptanteil der Hartschubstanz eines Zahnes aus. Mit Zement oder Enamel überzogen. Azelluläres Gewebe. 65% anorganisch (Hydroxiapatit) 35% organisch + Wasser

Anteile: **MANTEL DENTIN**  
**ZIRKUMPULPALES DENTIN**

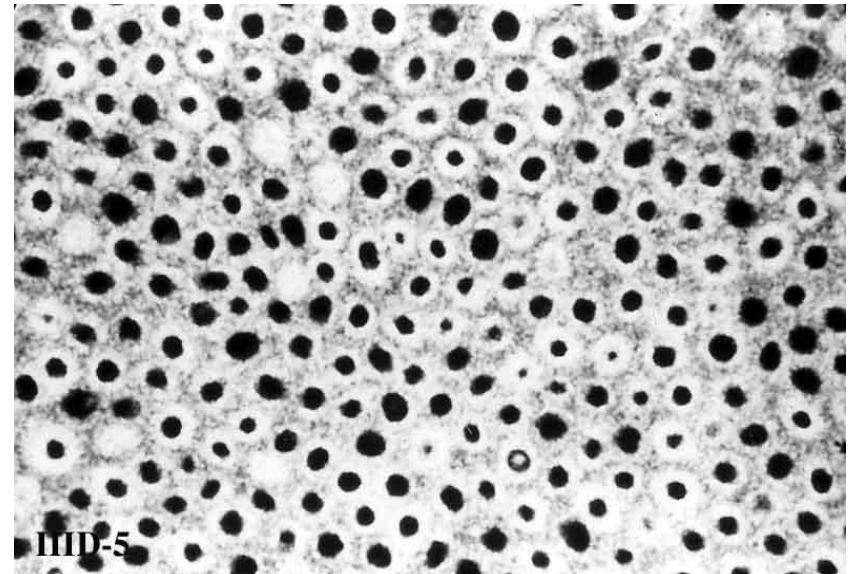
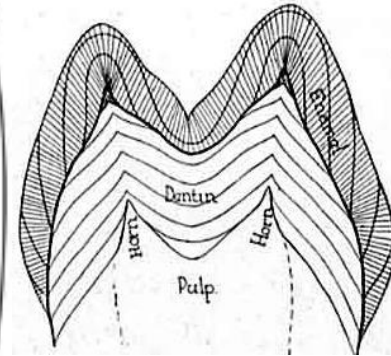
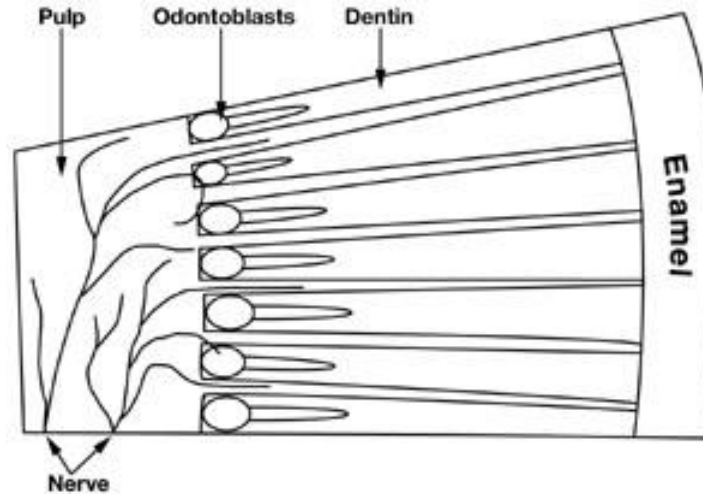
**DENTINTUBULI** (um den Tomes –  
fasern) oder peritubuläres dentin) und  
**INTERTUBULÄRES DENTIN**.

Am Zahnschliff erscheinen:

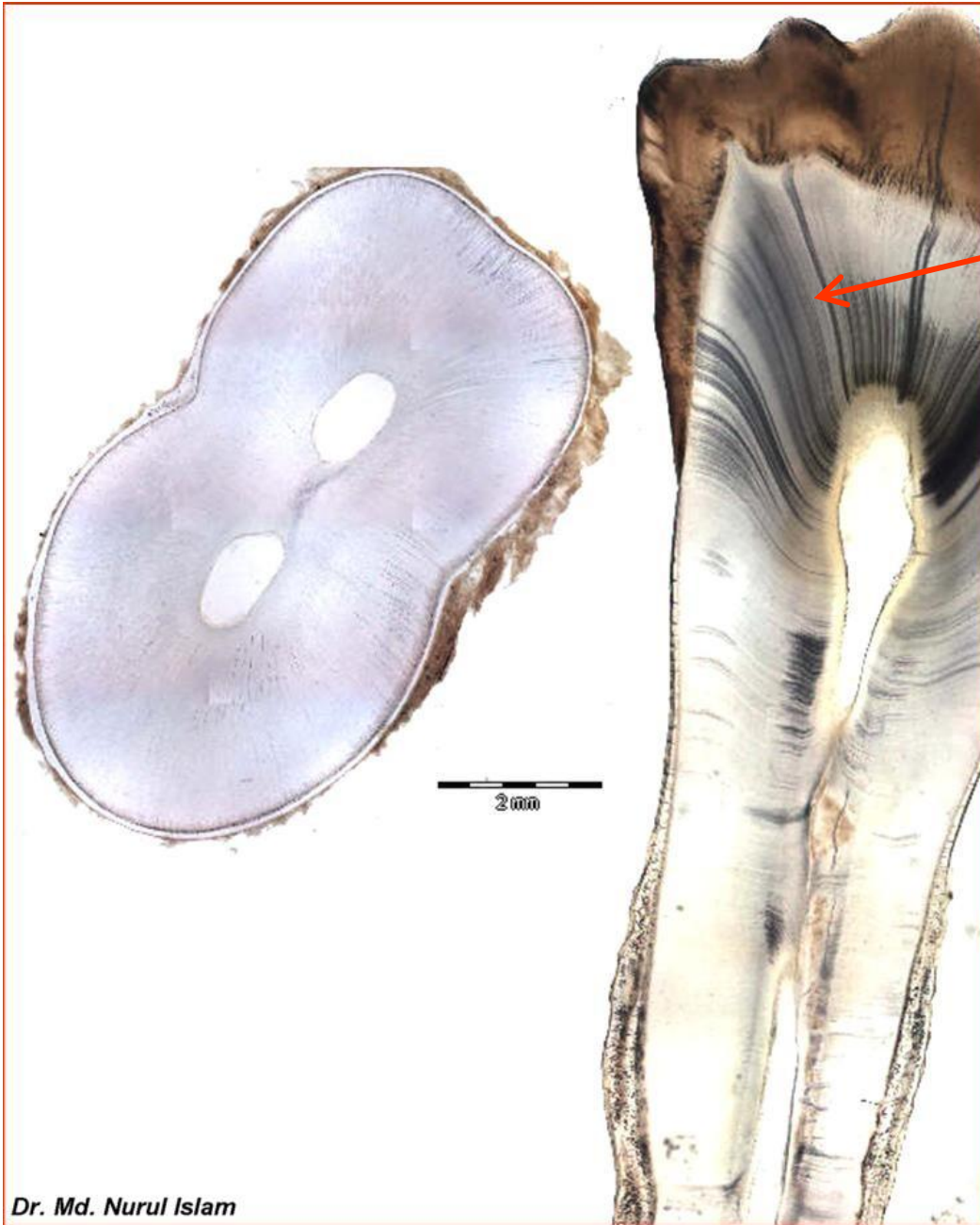
- **Ebnersche Streifung** (Wachstumslinien)
- **Owens – Streifung**, stärkere E.Str. z. B. *linea neonatalis*)

Strukturmerkmale :

- Sekundäres dentin
- Reparatives dentin
- Sclerotisches dentin







Dentin

SCHMELZ

DENTIN

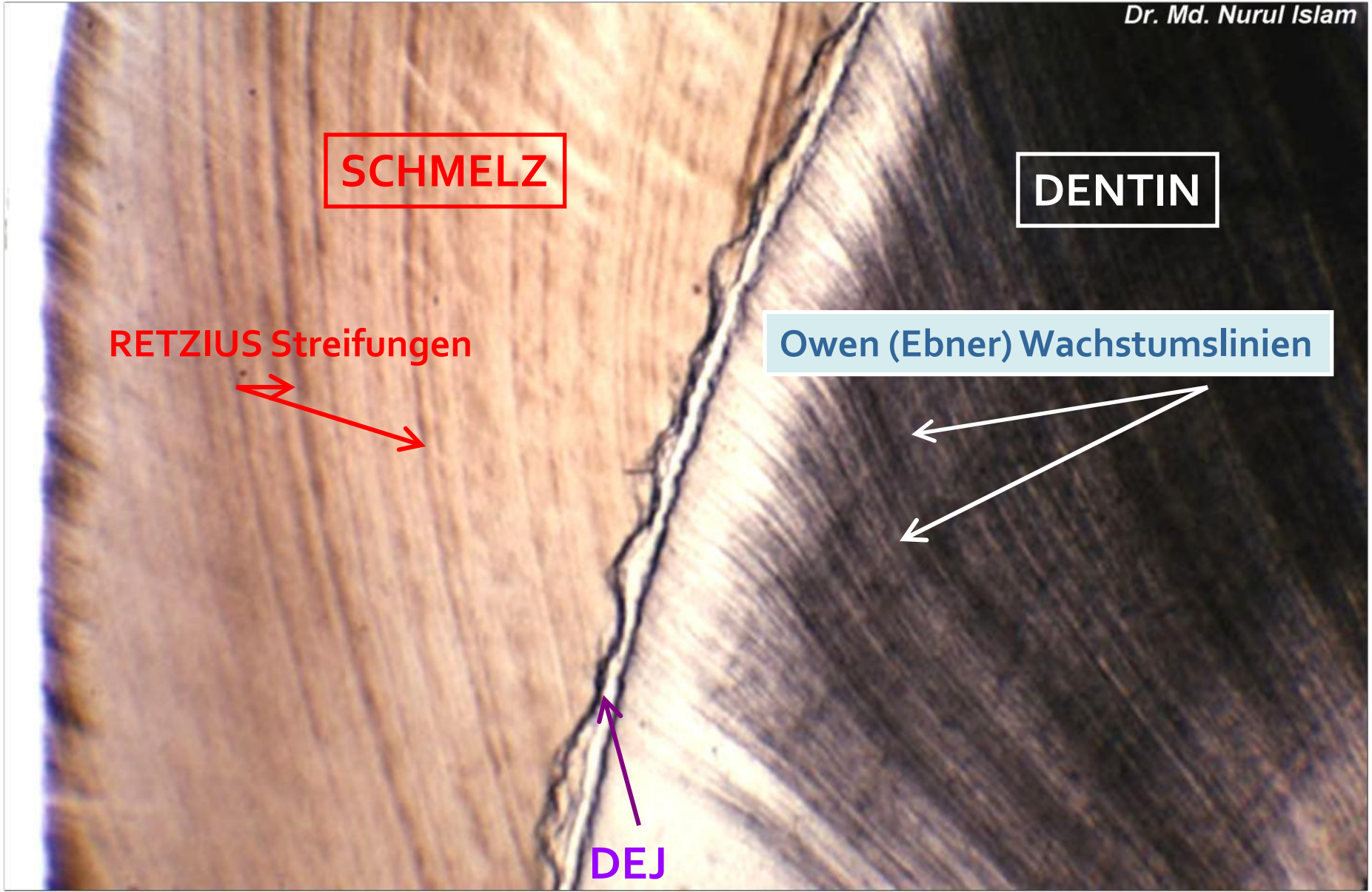
RETZIUS Streifungen



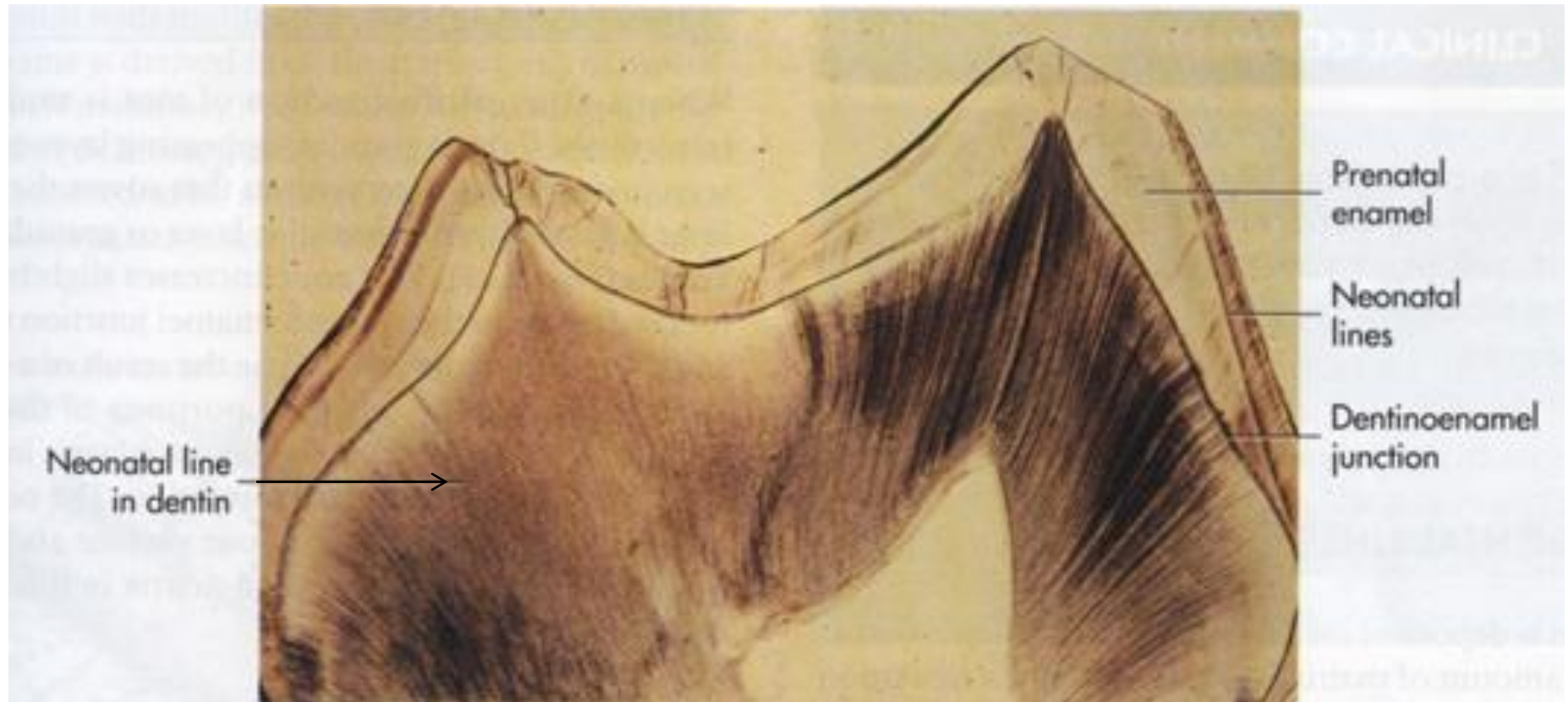
Owen (Ebner) Wachstumslinien



DEJ



# LINEA NEONATALIS



# DENTIN – CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG

**Anorganisch:** 70%

Hydroxylapatit-Kristalle

Ca, P, Mg, Na

F (2-3mal mehr als im Schmelz, mehr in Nähe der Pulpa)

**Wasser:** 10%

**Organisch:** 20%

Kollagen I, V

Mukopolisacharide, Phospholipide

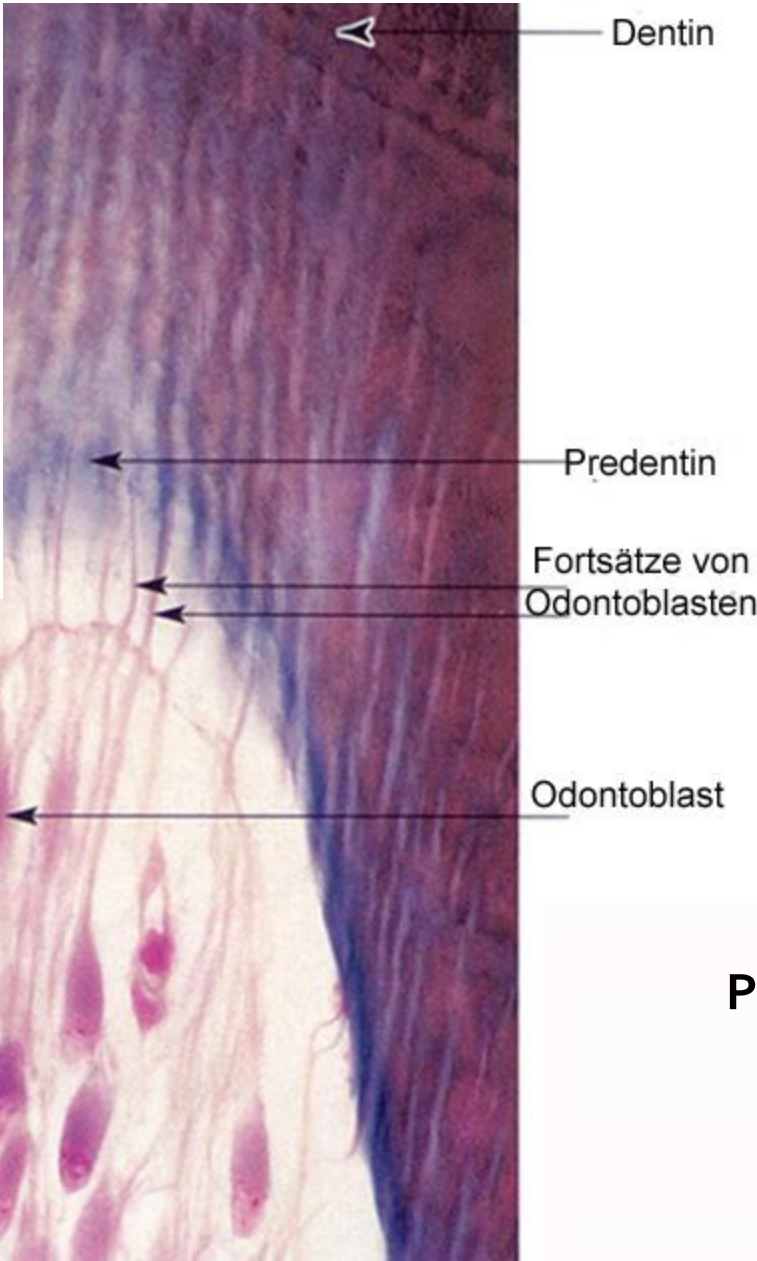
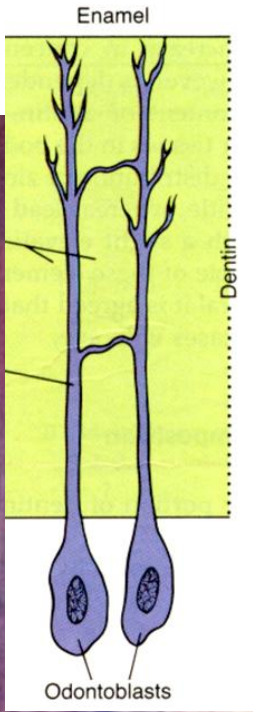
Cholesterin

Citrat

Laktat

**Proteine:** *Dentin-Phosphoprotein, Dentin-Sialoprotein, Bone-Sialoprotein, Dentin-Matrixprotein, Osteocalcin, Osteonectin, Osteopontin, Fibronectin*

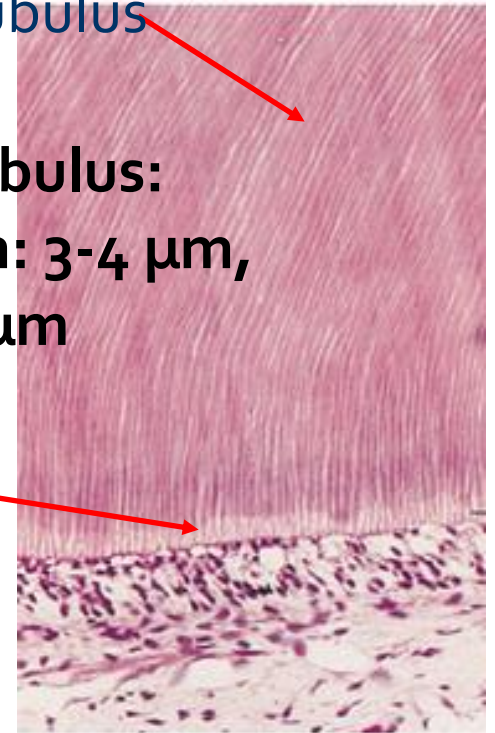
# ODONTOBLASTEN



Einschichtig/mehrreihig,  
Hochprismatische Zellen  
äusserste Zellen der Pulpe  
**Herkunft:** Neuralleiste  
**Fortsatz:** Processus  
dentinoblastus, **Tomes-Faser,**  
in Dentintubulus

**Dentintubulus:**  
**Pulpanah: 3-4  $\mu\text{m}$ ,**  
**distal: 1  $\mu\text{m}$**

**Pre dentin**



A

# FORMEN VON ODONTOBLASTEN

## 1. Preodontoblasten (prepolarisierte OB)

- mesenchymähnliche Zellen

## 2. Polarisierte Odontoblasten

- Zellorganellen der Proteinsynthese
- basaler Zellkern
- dicke Membrana basalis

## 3. Sezernierende Odontoblasten

Hochprimatische, polarisierte Zellen, Tomes-Faser

# ROLLE DER ODONTOBLASTEN

## 1 Dentinbildung

## 2 Dentinempfindlichkeit

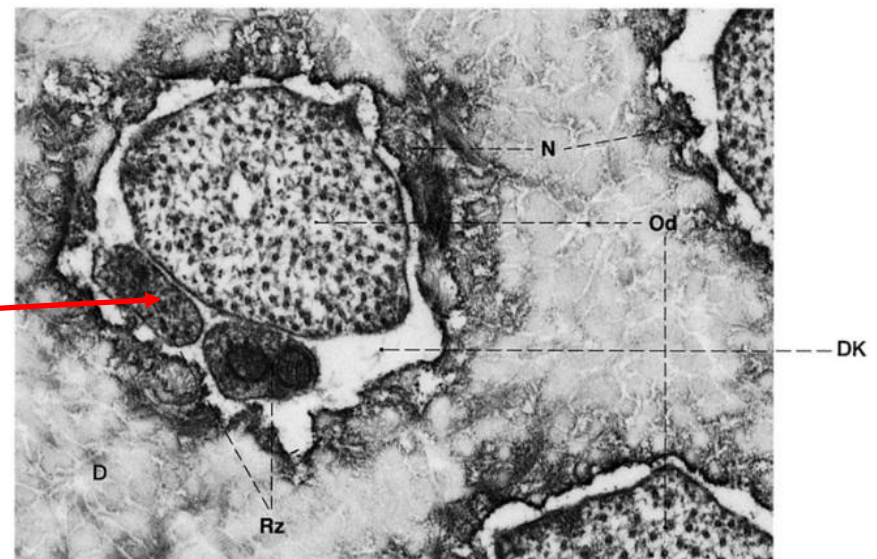
Mechanosensitive Ionenkanäle in der Membran von Odontoblasten

TRPV<sub>1</sub> (transient receptor potential cation channel subfamily V member<sub>1</sub>, capsaicin receptor, vanilloid receptor 1): Rolle in Noziception

TRPV<sub>1</sub>: Odontoblast Membran, Tomes Faser

*Ein direkter noziceptiver Effekt wird vermutet auf den Odontoblasten  
Odontoblasten werden als noziceptive Rezeptorenzellen angesehen*

Rezeptiven  
Nervenendigung im  
Dentinkanal



# DENTINHISTOLOGIE

1 Manteldentin: direkt unter Schmelz (0,5 µm)/Zement (10-30 µm) Als erstes gebildet

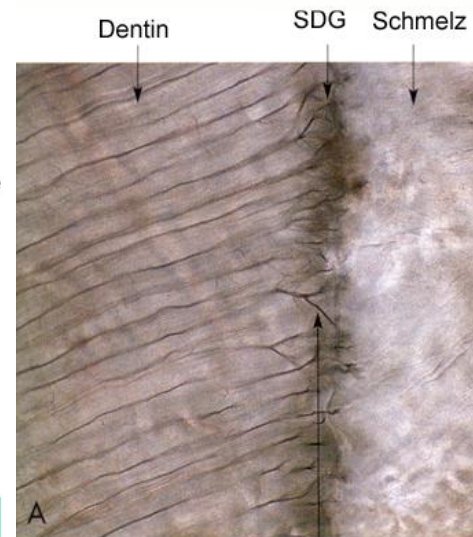
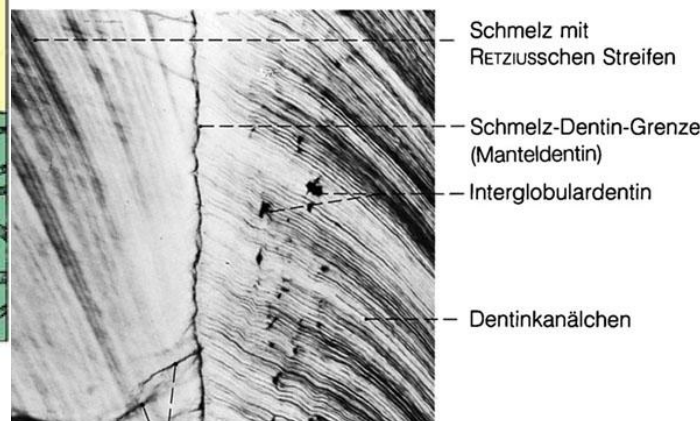
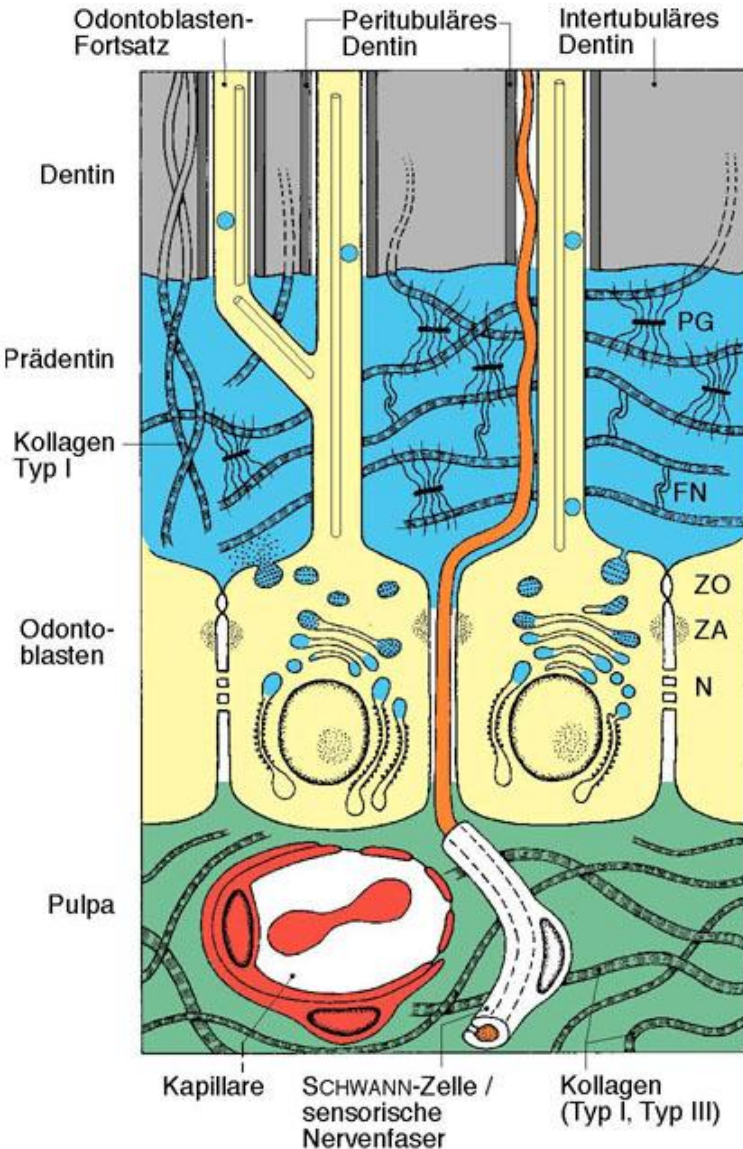
2 Intertubuläres Dentin: Hauptmasse Zw den Dentinkanälchen  
Kollagenfibrillen senkrecht zur Tubuli  
40-50%: organische Matrix

3 Peritubuläres Dentin: ← **Neumann-Scheide**  
Stärker mineralisiert, wenig organische Substanzen, afibrillär

4 Predentin: org. Matrix aus Kollagen + amorphe Matrix

Interglobuläres Dentin: meistens in der Krone, nah zur SDG,  
weniger mineralisiert

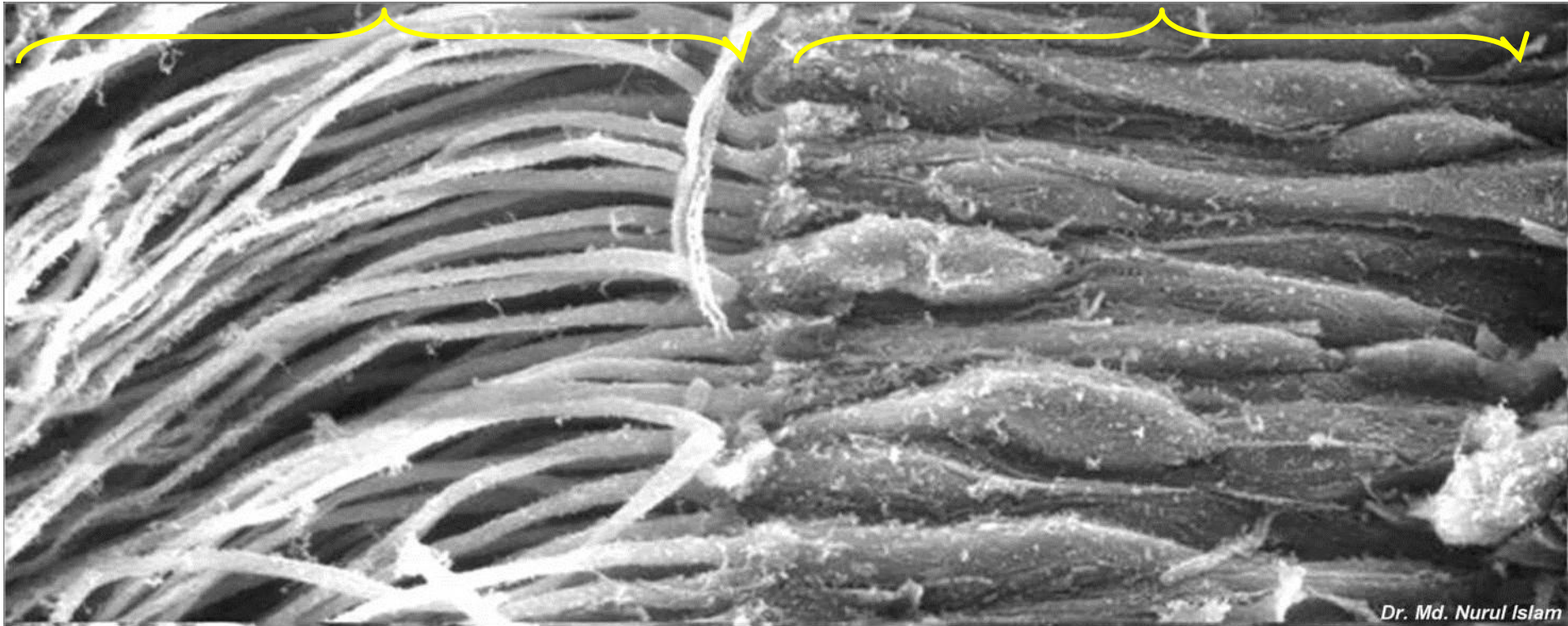
Tomes Körnerschicht: in der Nähe des Zements, Kalklücken



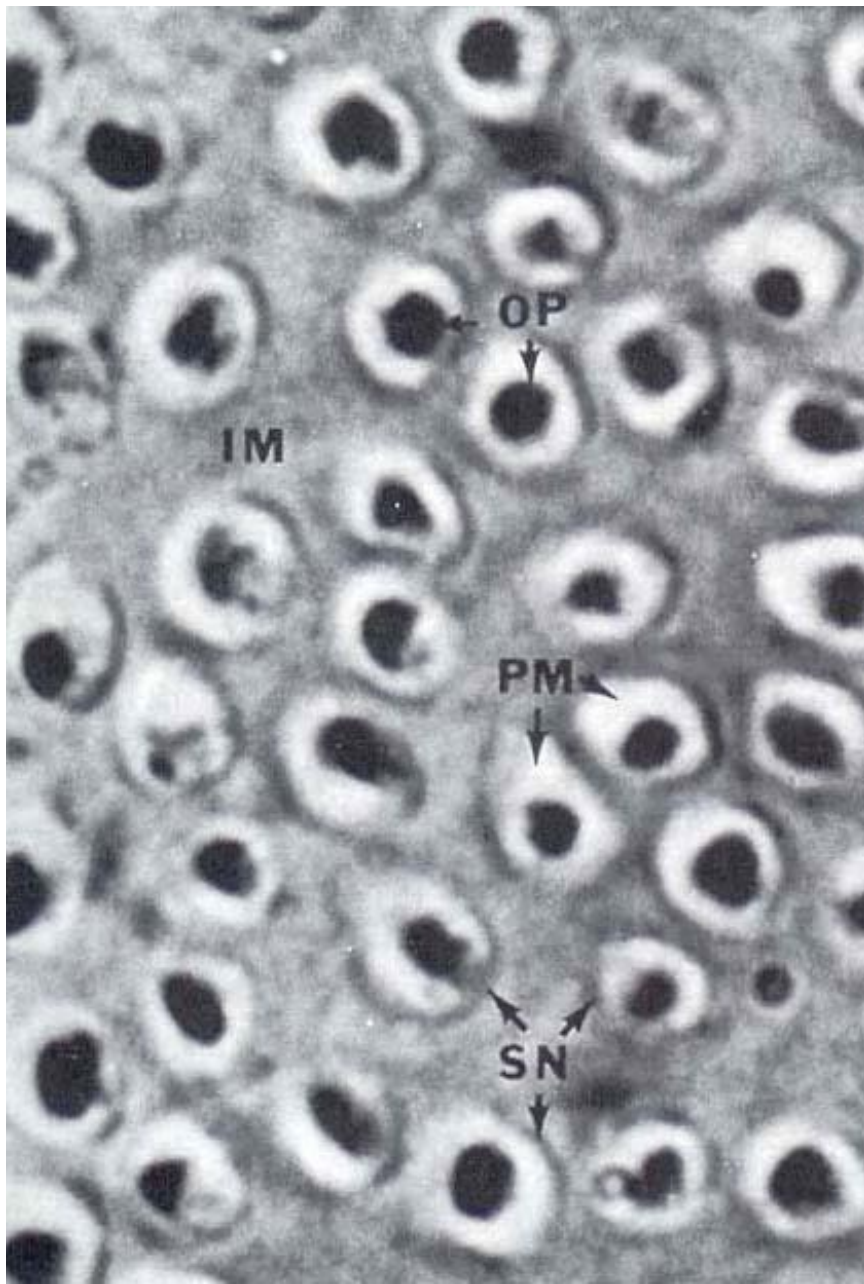
sich verzweigender Tomes-Faser



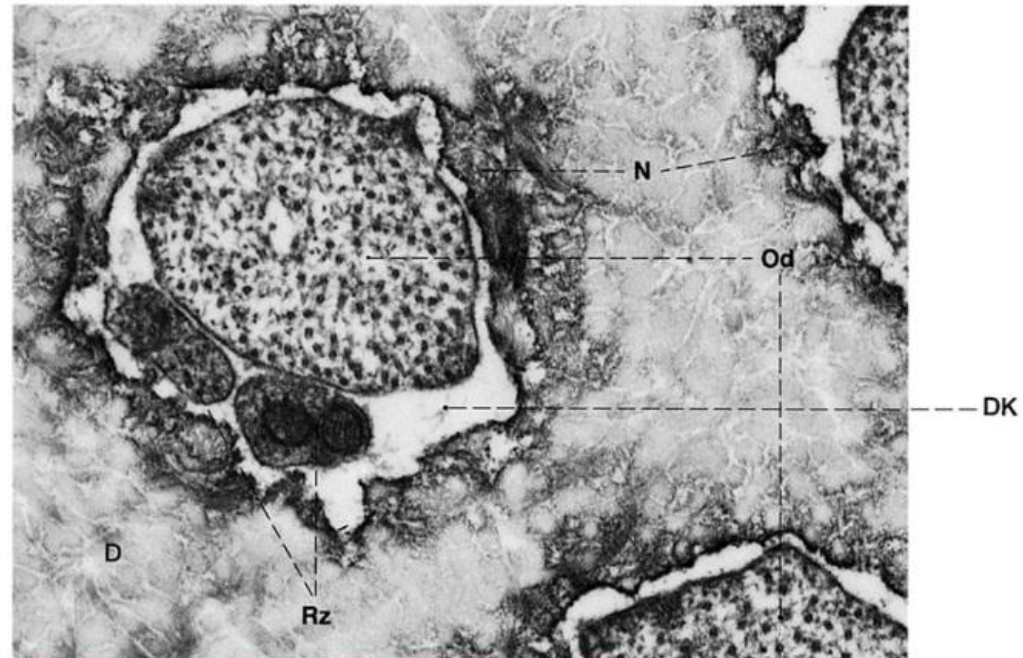
# TOMES-FASERN UND ODONTOBLASTEN



# DENTIN ULTRASTRUKTUR



OP: Tomes-Faser  
PM: peritubuläres Dentin  
IM: intertubuläres Dentin  
SN: Neumann-Scheide  
In Dentinkanälchen:  
nichtmyelinisierte Nervenfasern



# PHYSIOLOGISCHE UND PATHOLOGISCHE FORMEN DES DENTINS

**1 Primäres Dentin:** bis zum Zahndurchbruch gebildet

**2 Sekundäres Dentin:** im Lauf des Lebens, pulpawärts angelagert  
(Pulpaöhle wird kleiner)

Weniger mineralisiert, bräunlich

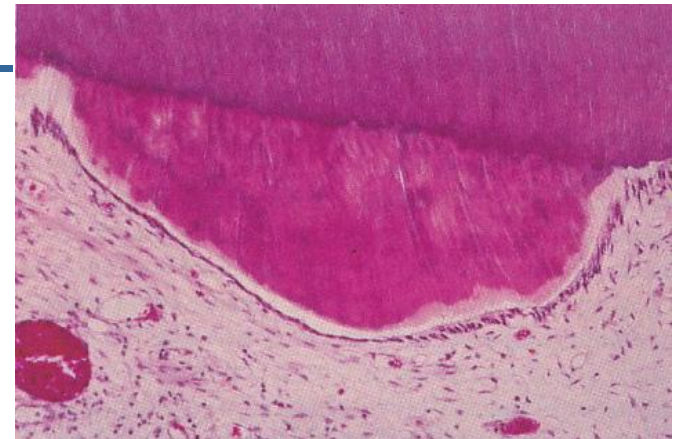
Stärker am Dach und Boden der Pulpaöhle

**3 Tertiäres Dentin (reparatives D.):**

Reiz: lokales Trauma (Occlusion, mechanisch, chemisch)

Irregulär, keine Tubuli

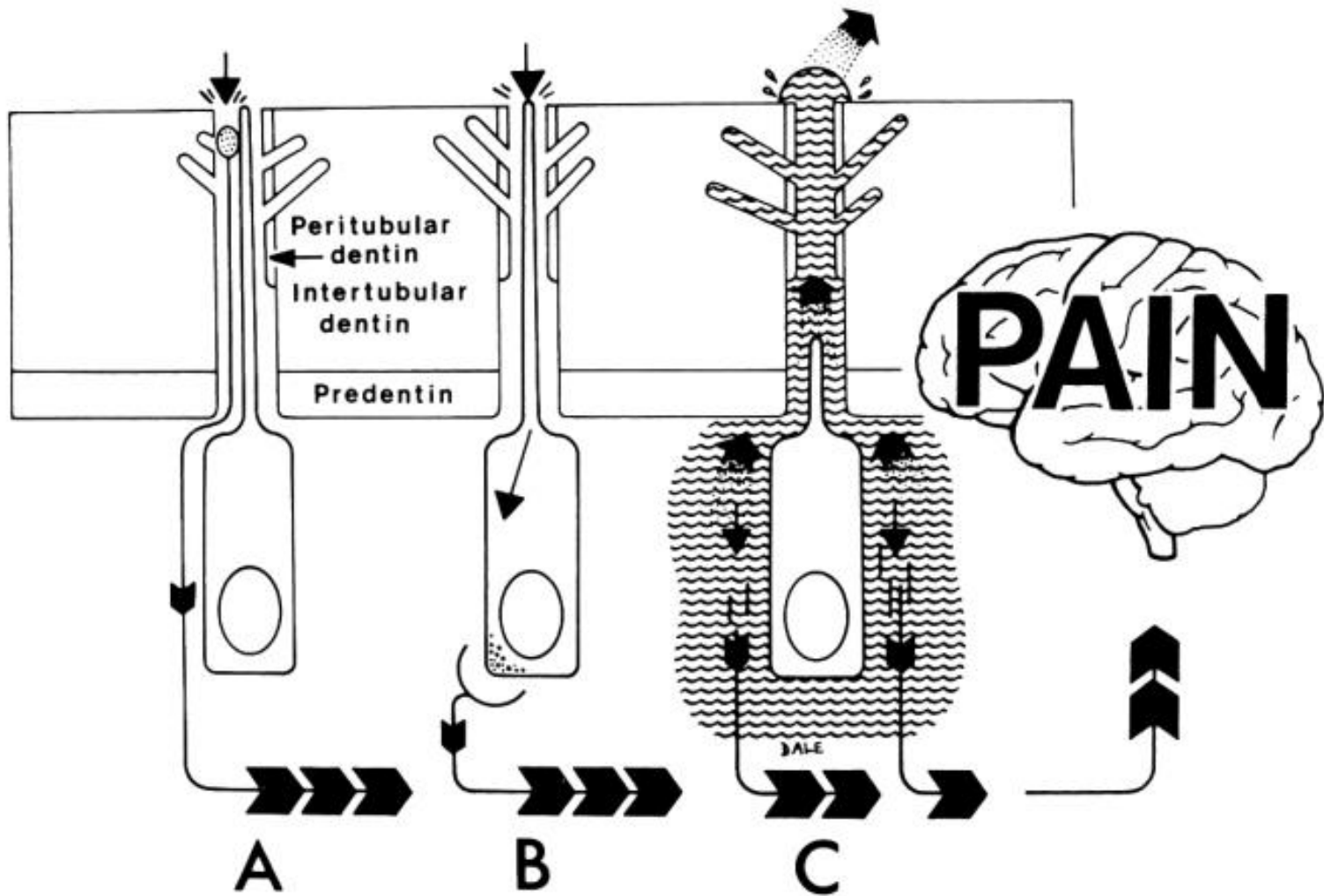
**4 Dentinsclerose:** Verkalkung der Dentin-Kanälchen, schützt vor Penetration der Schadstoffe



# DENTINSENSITIVÄT

Auf der OB Membran mehreren mechanosensitiven Rezeptoren sind erhalten.

- die TRPV<sub>1</sub> (*transient receptor potential vanilloid subfamily member<sub>1</sub>*) Membrankanälchen spielen eine wichtige Rolle in Schmerzperzeption.
- TRPV<sub>1</sub> wurde in den OB Membranen und auch perinukleär gefunden ; auch auf den Tomes Fortsätze in den Dentintubuli.
- Nach einer Hypothese sind die OB-en direkte Nozizeptoren
- Die zellulären Mechanismen von Dentinempfindlichkeit werden von den OB transmembran Ionsignallierung reguliert. (Okumara R, et al 2005).



(from ART Cate: Oral Histology - Development, Structure, and Function; Mosby Year Book)

# KLINISCHE RELEVANZEN



# REPARATIVES DENTIN

