



ZAHNHISTOLOGIE 1.

Schmelz und Dentin

Dr. Andrea D. Székely

Semmelweis Universität

Institut für Anatomie, Histologie und Embryologie

Budapest

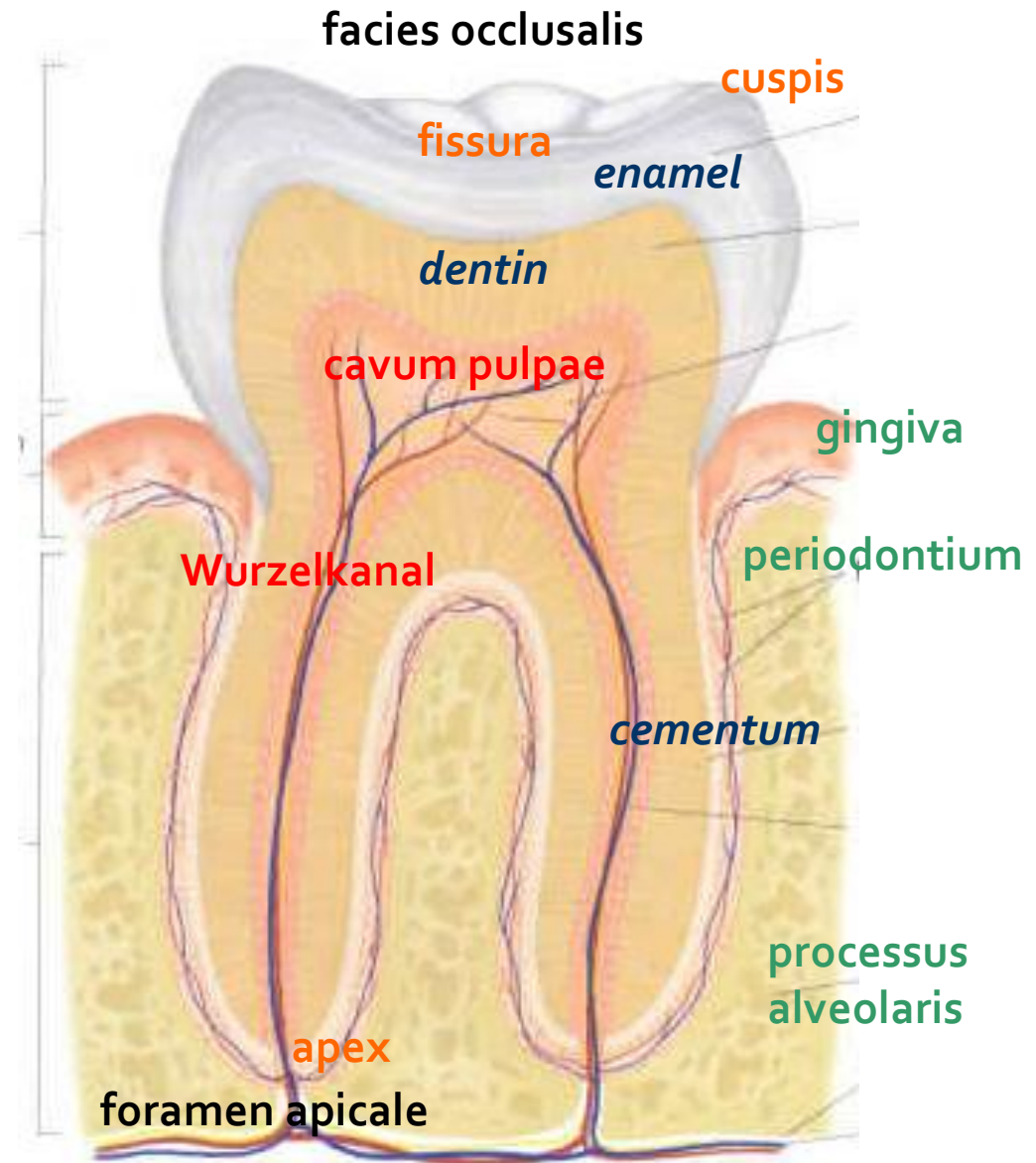


ÜBERBLICK DER ZAHNSTRUKTUR

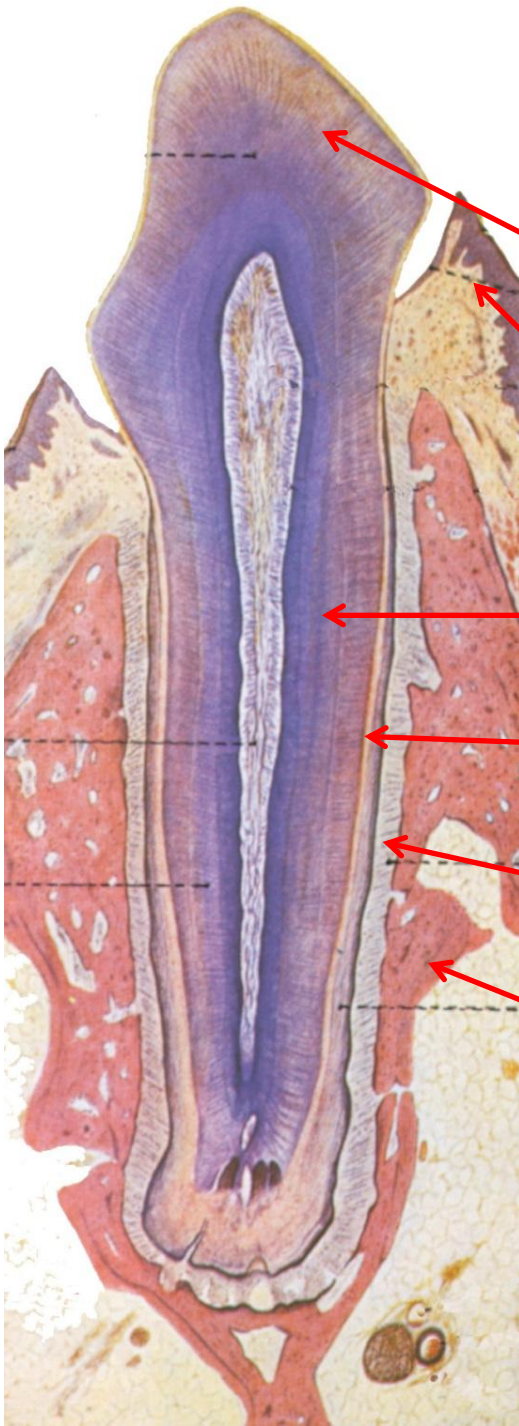
Corona dentis

Cervix (collum) dentis

Radix dentis



ZAHNGEWEBETYPEN



Enamelum, Substantia adamantina

Gingiva

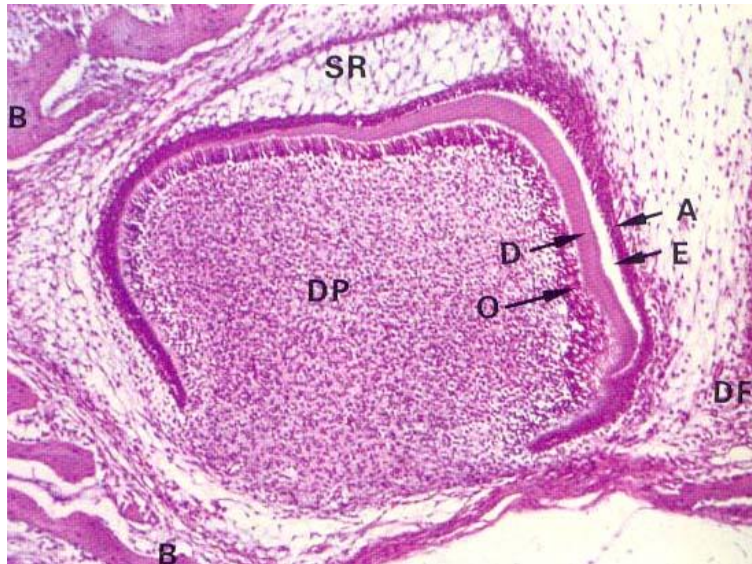
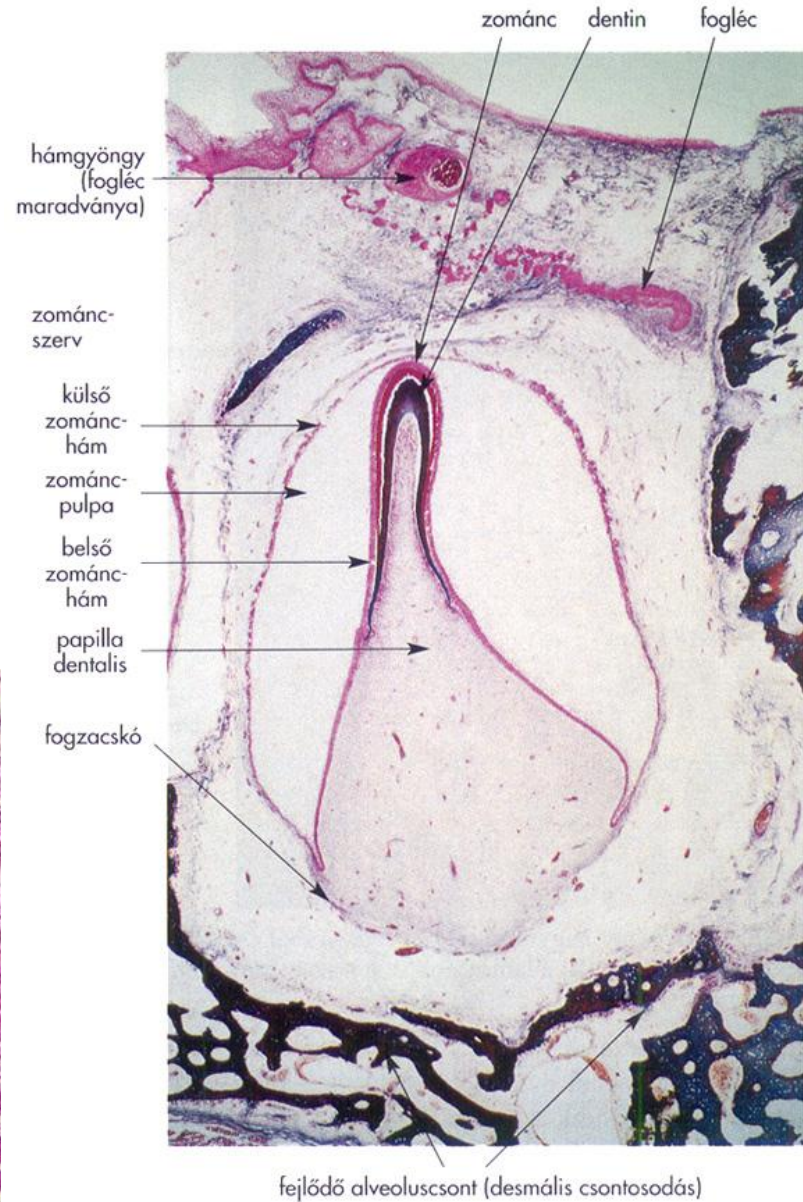
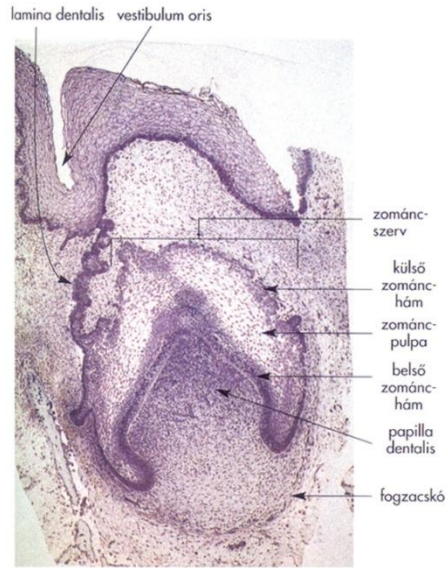
Dentin, Substantia eburnea

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:

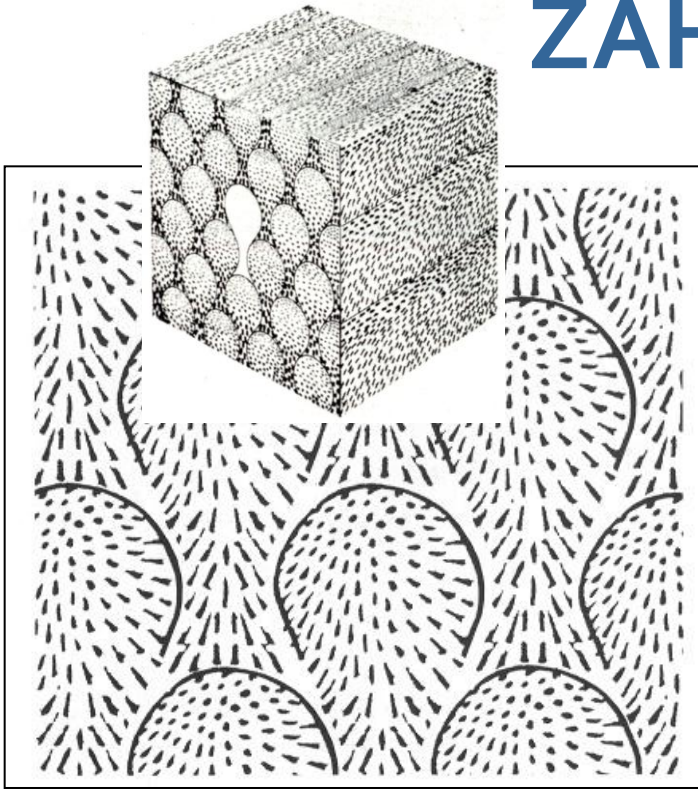
Proteine: Keratin, Amelogenin, Tuftelin, Ameloblastin

Kohlenhydrate

Lipide

Citrate

ZAHNSCHMELZ (*ENAMEL*)



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

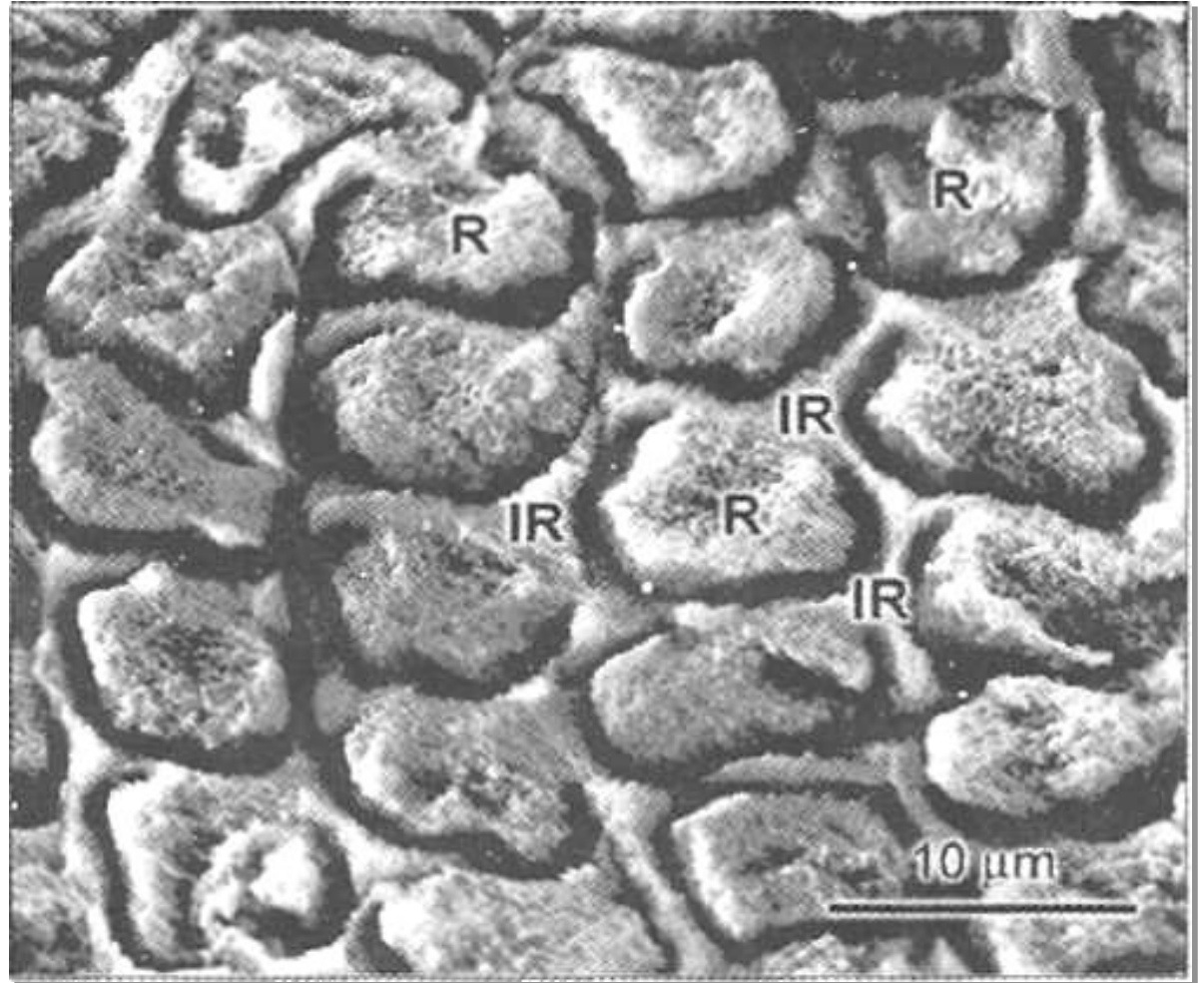
Die Kristalle laufen parallel mit Prismenverlauf im Prismenkopfbereich

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

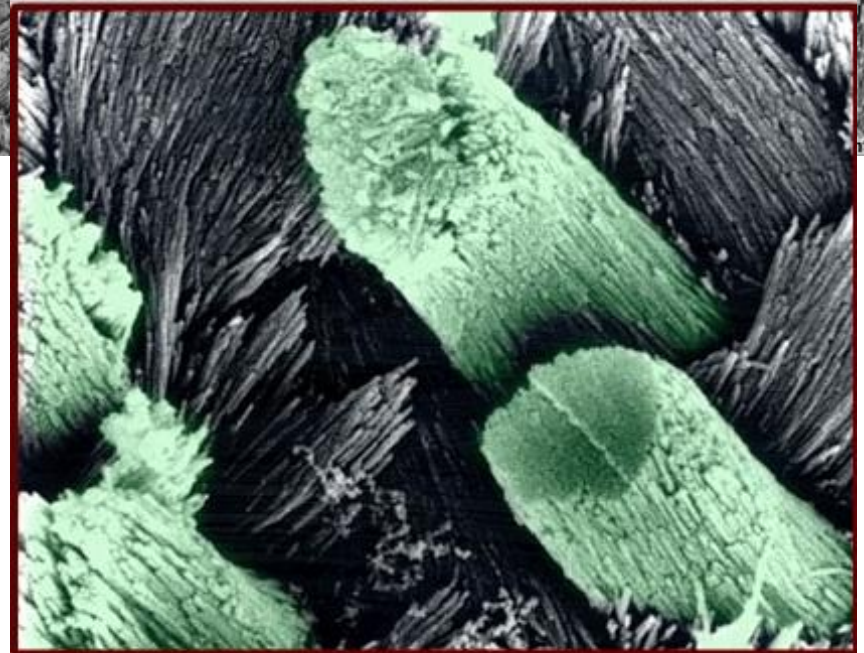
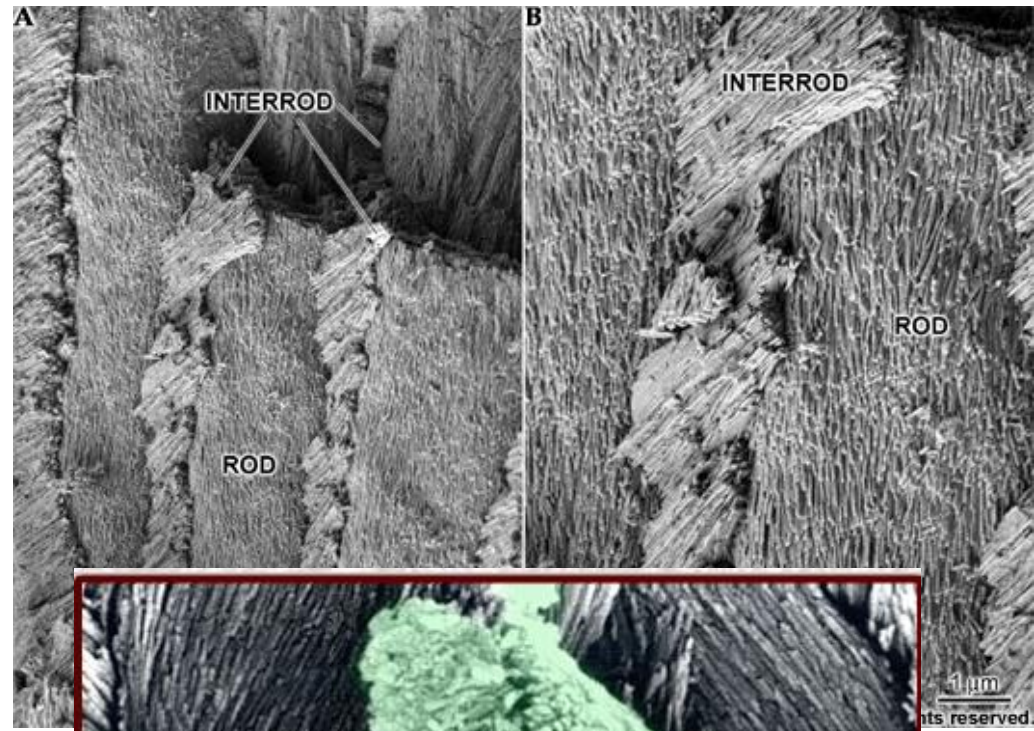
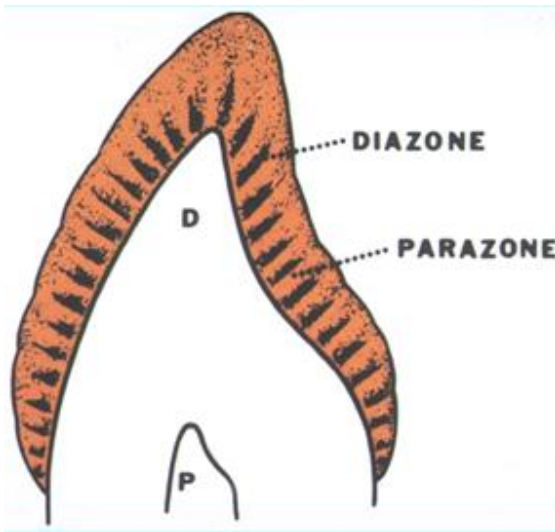


Figure 2

HUNTER - SCHREGER STREIFEN

Laufen perpendikulär auf Schmelz-Dentin Grenze



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

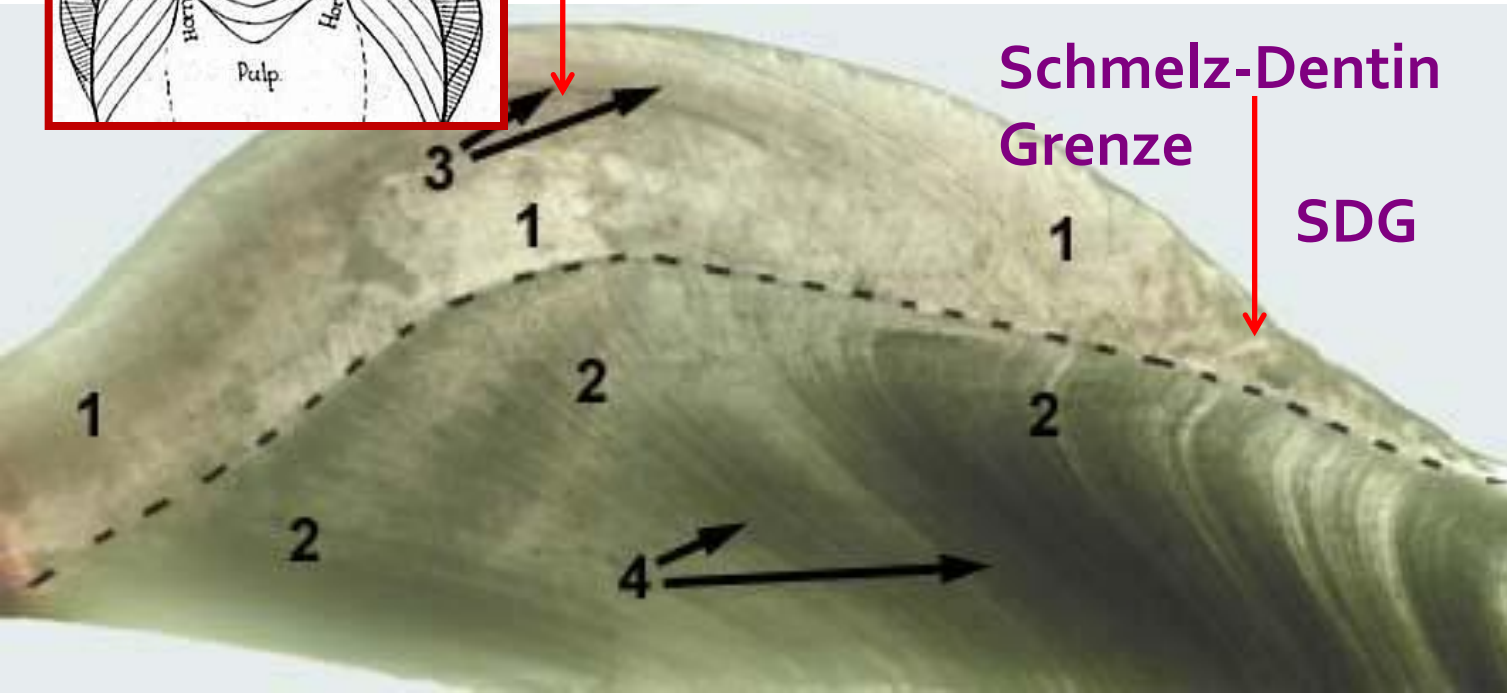
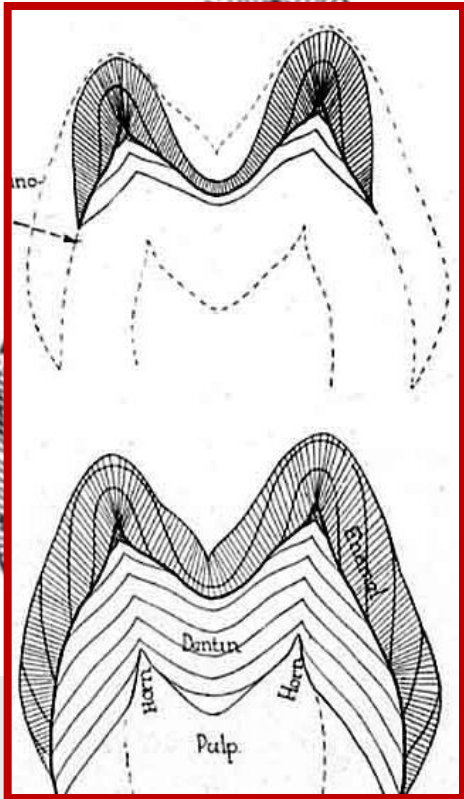
Alternierende Wellen zw. benachbarten Schmelzprismen

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



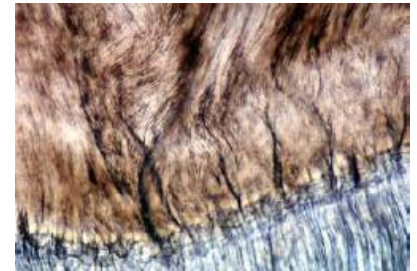
ameloblastin KO

SCHMELZGEBILDE



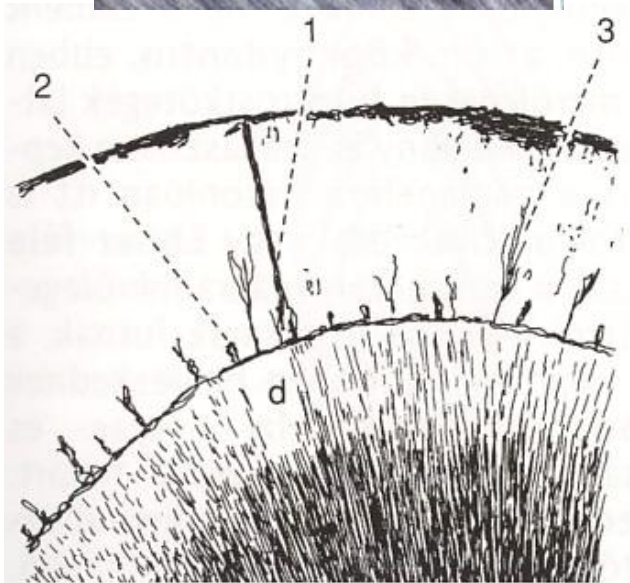
1 **Schmelzlamellen/Fissuren** bis zu SDG
Unzureichende Funktion von einzelnen Ameloblasten → Lamellen aus hauptsächlich organischer Materialien

Trauma → *Fissur*
Locus minoris resistentiae



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

3 **Schmelzbüschel**
hypokalzifizierte Gebiete im Schmelz



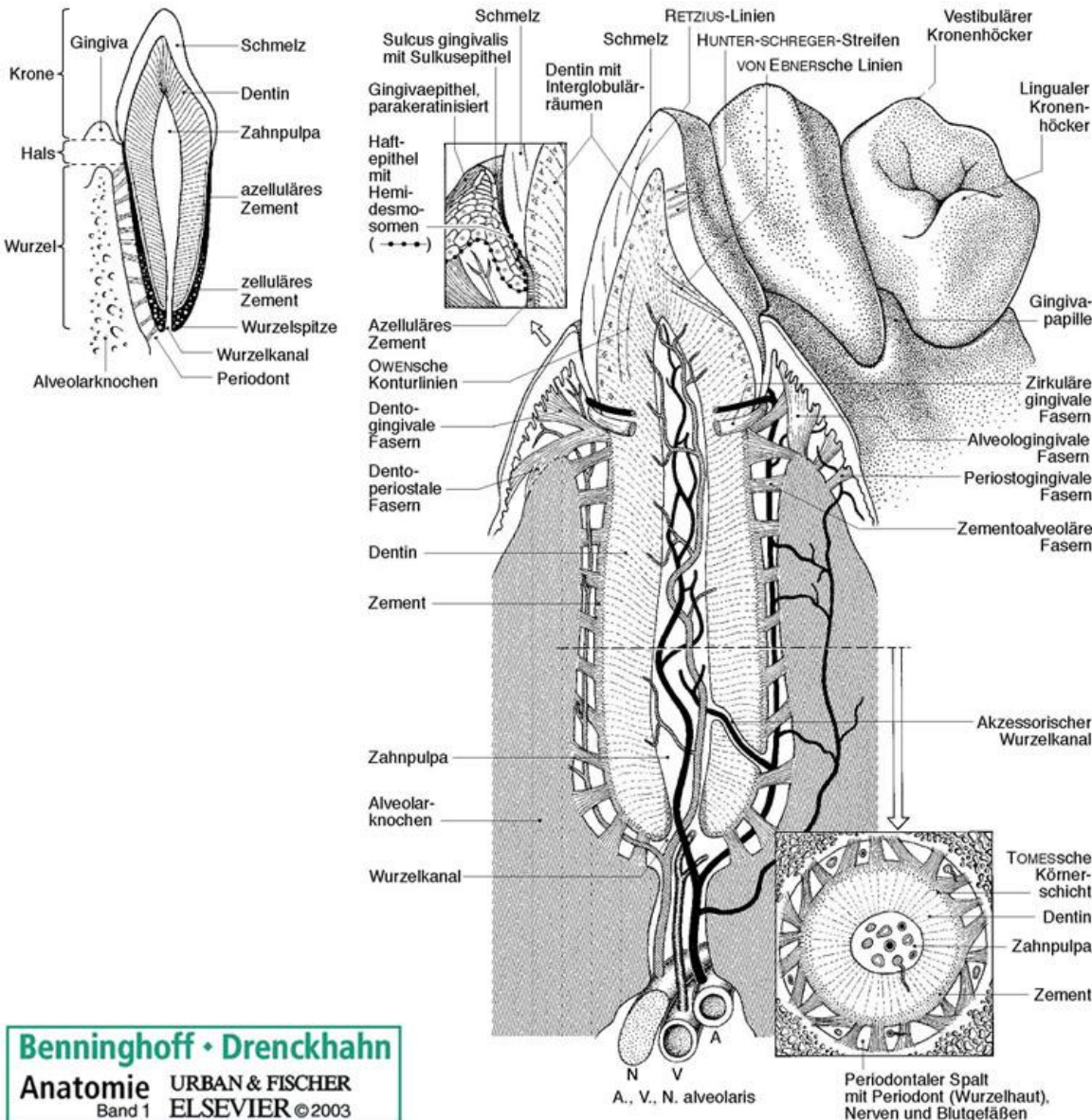
Schmelzkutikula (Nasmyth-Membran)

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

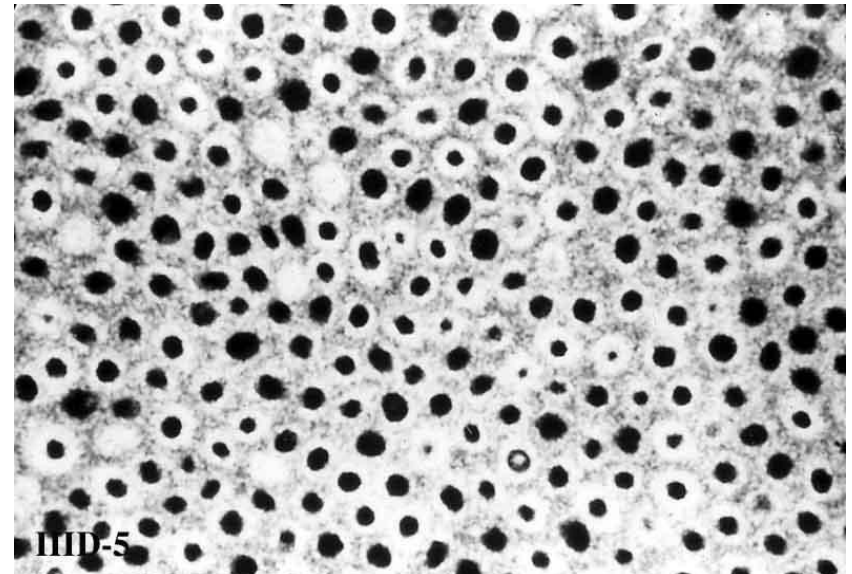
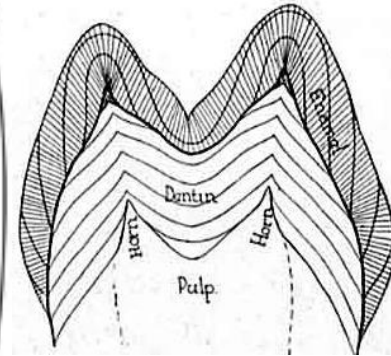
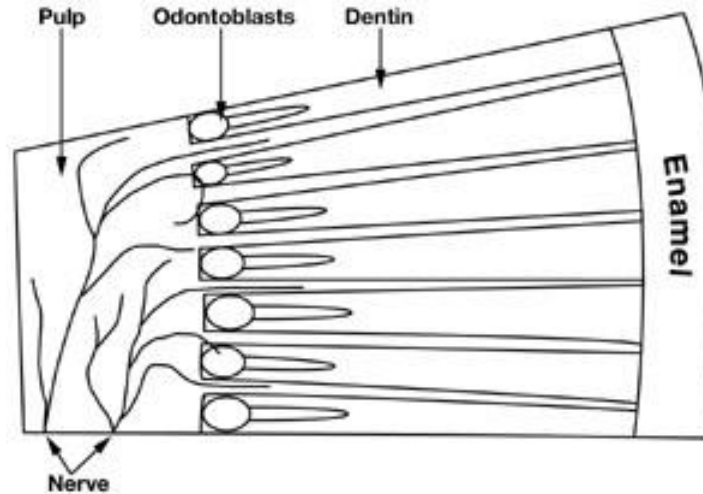
DENTINTUBULI (um den Tomes – Fasern) oder peritubuläres Dentin) und **INTERTUBULÄRES DENTIN**.

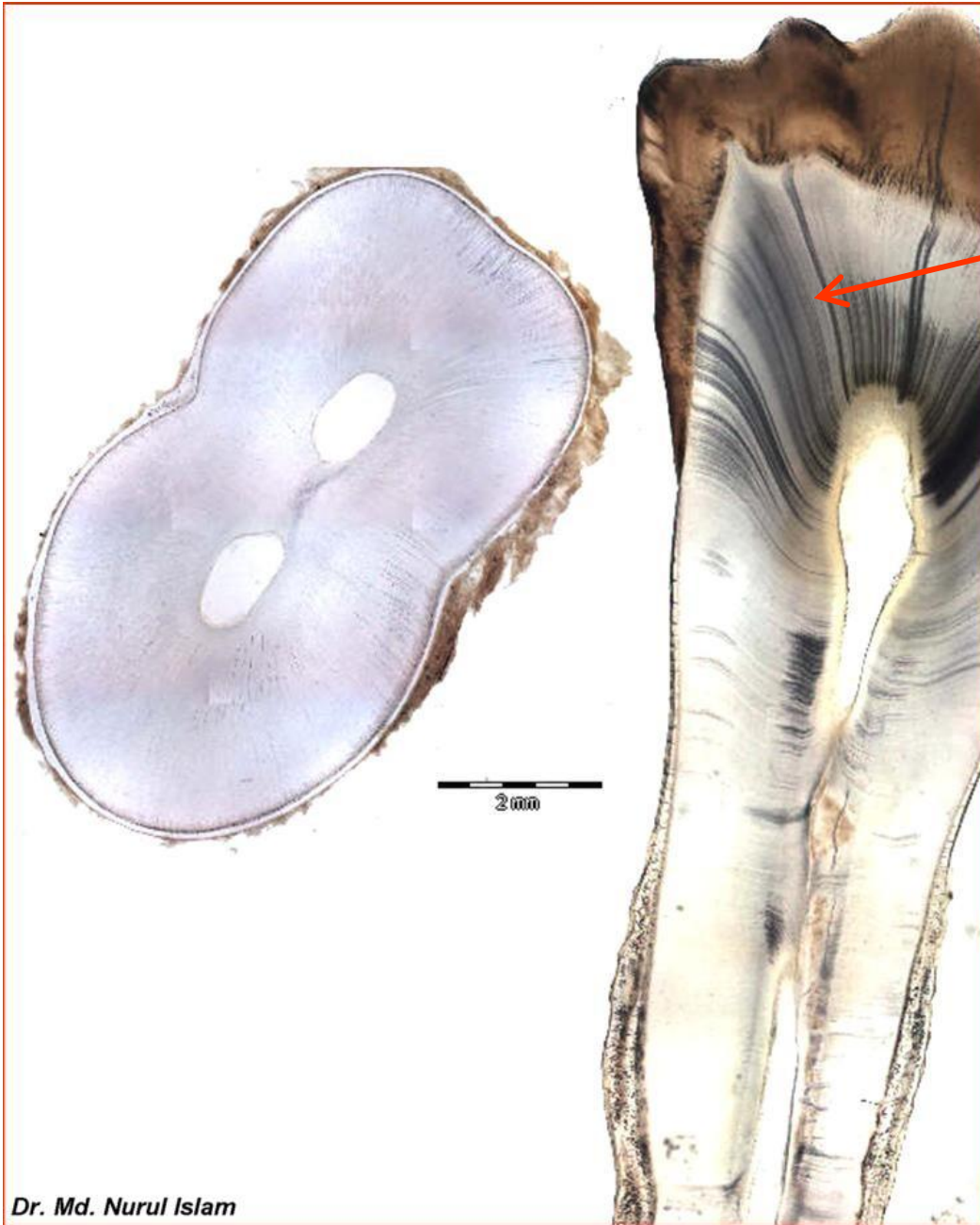
Am Zahnschliff erscheinen:

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

Strukturmerkmale :

- Sekundäres dentin
- Reparatives dentin
- Sclerotisches dentin





Dentin

SCHMELZ

DENTIN

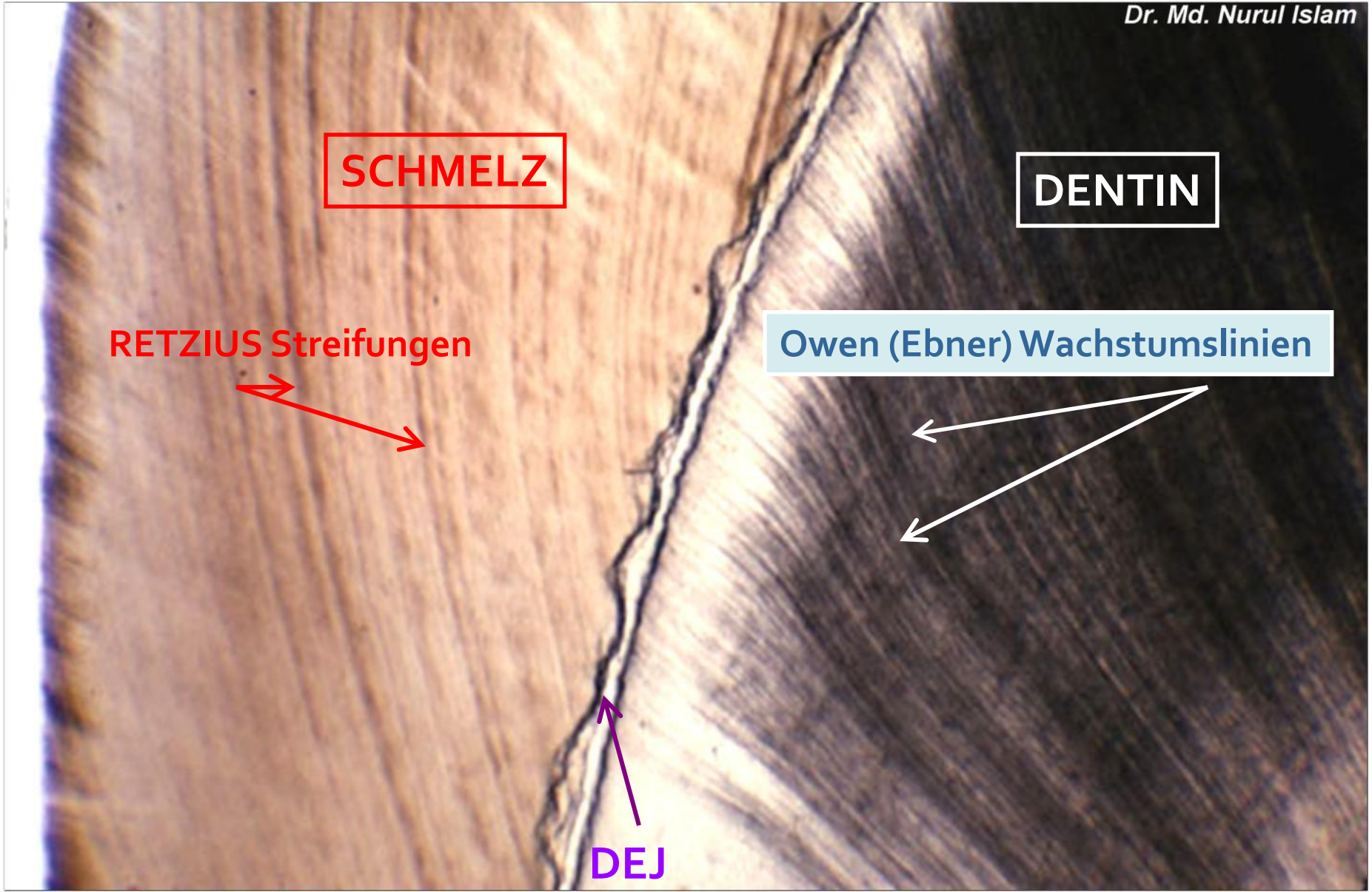
RETZIUS Streifungen



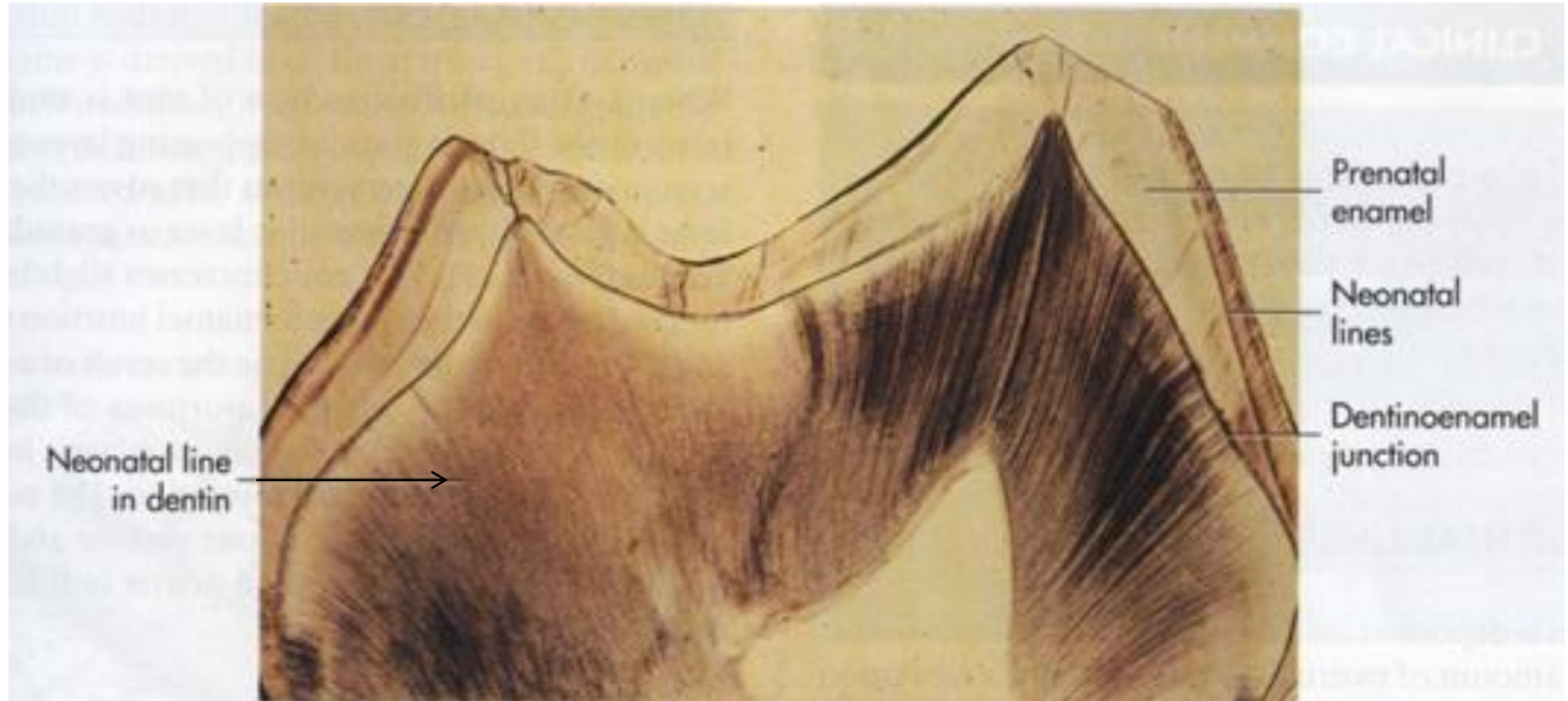
Owen (Ebner) Wachstumslinien



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

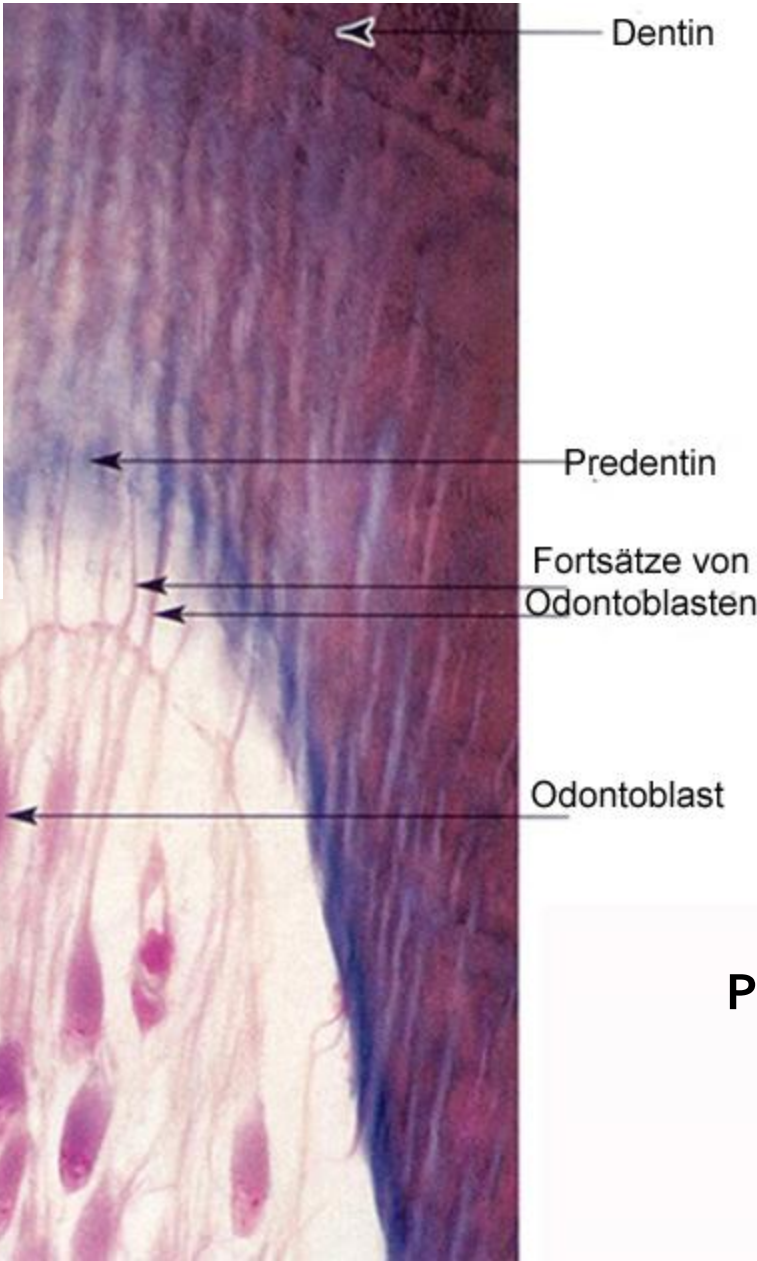
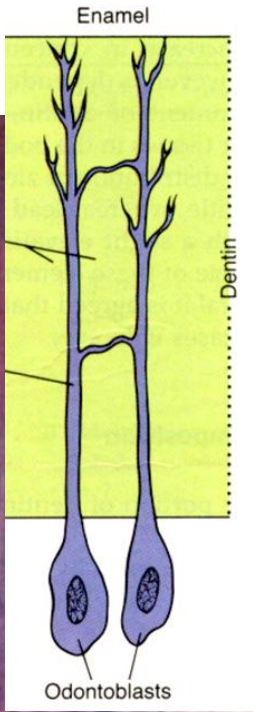
Cholesterin

Citrat

Laktat

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

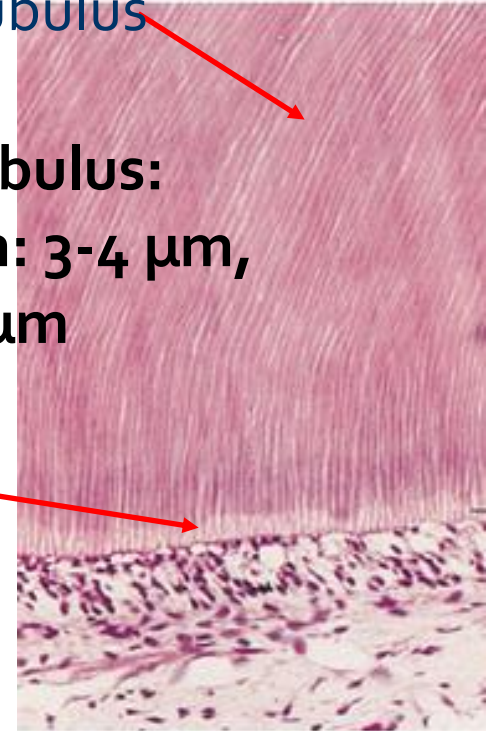
ODONTOBLASTEN



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

Dentintubulus:
Pulpanah: 3-4 μm ,
distal: 1 μm

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

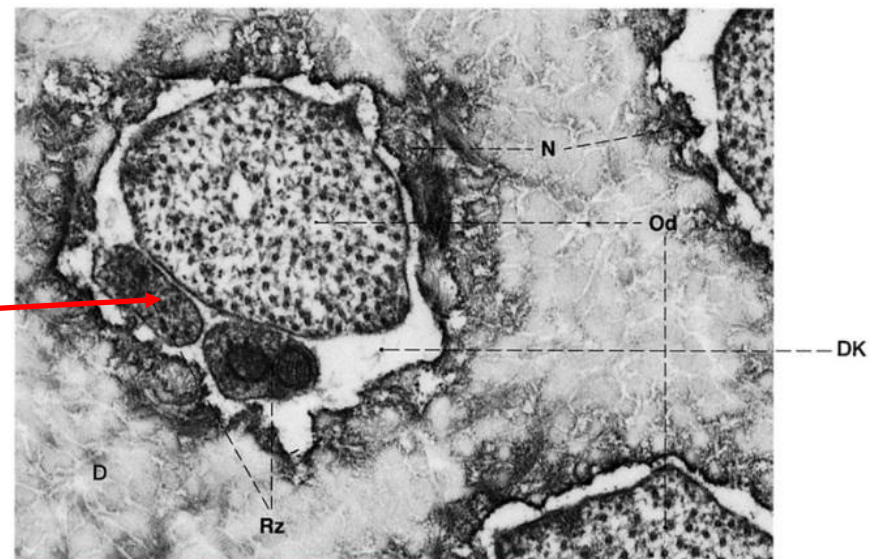
Mechanosensitive Ionenkanäle in der Membran von Odontoblasten

TRPV₁ (transient receptor potential cation channel subfamily V member₁, capsaicin receptor, vanilloid receptor 1): Rolle in Noziception

TRPV₁: 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

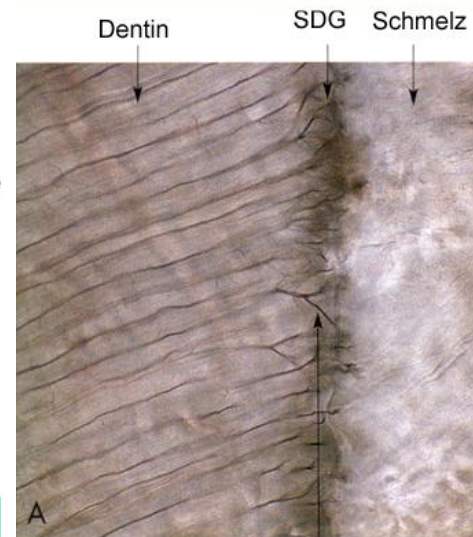
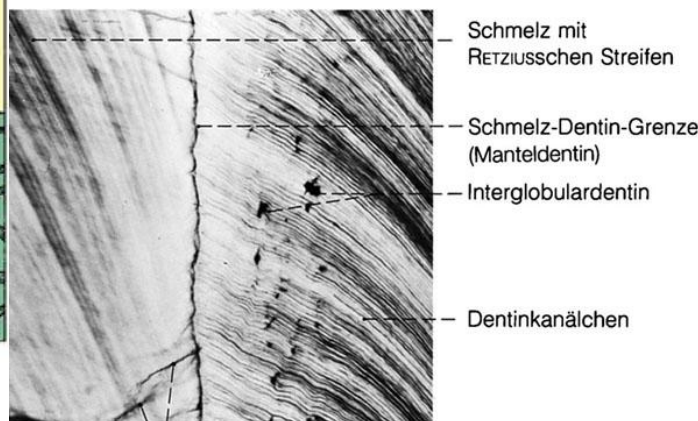
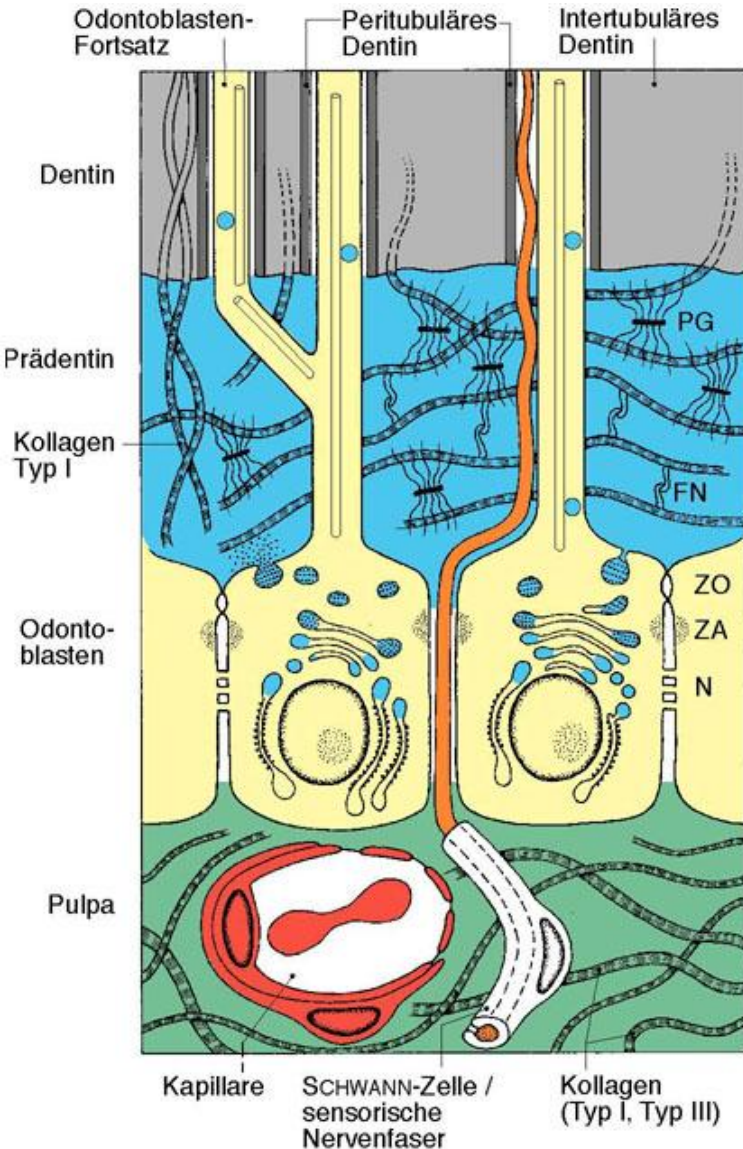
2 Intertubuläres Dentin: Hauptmasse Zw den Dentinkanälchen
Kollagenfibrillen senkrecht zur Tubuli
40-50%: organische Matrix

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

4 Predentin: org. Matrix aus Kollagen + amorphe Matrix

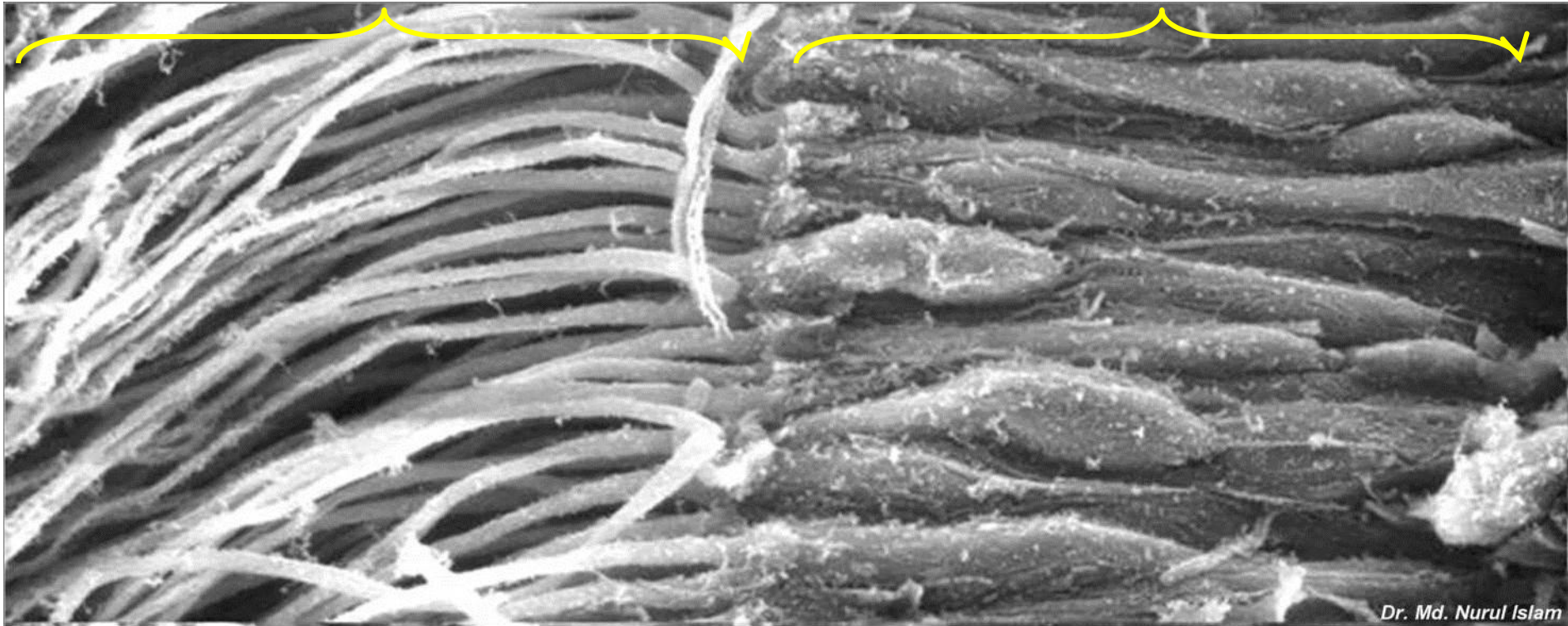
Interglobuläres Dentin: meistens in der Krone, nah zur SDG,
weniger mineralisiert

Tomes Körnerschicht: in der Nähe des Zements, Kalklücken

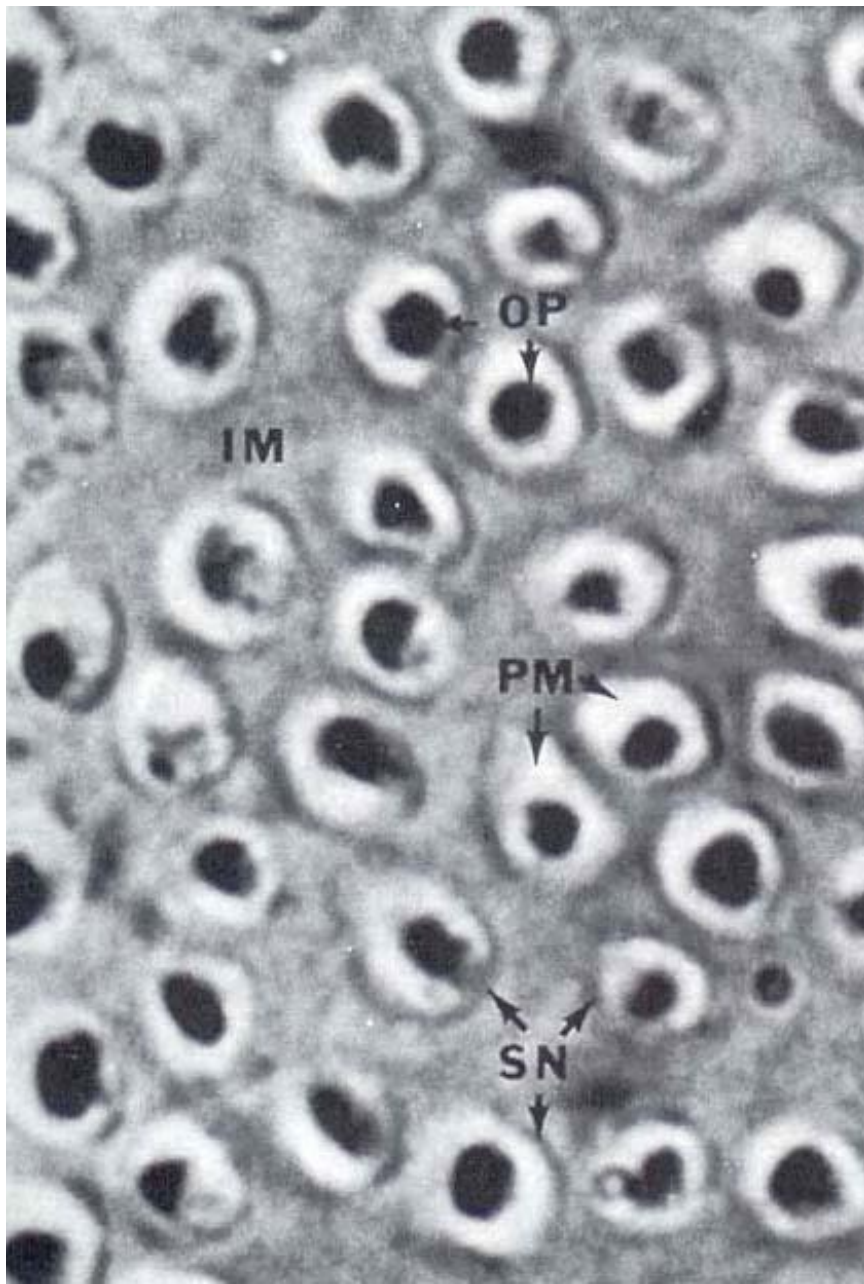


sich verzweigender Tomes-Faser

TOMES-FASERN UND ODONTOBLASTEN



DENTIN ULTRASTRUKTUR



OP: Tomes-Faser

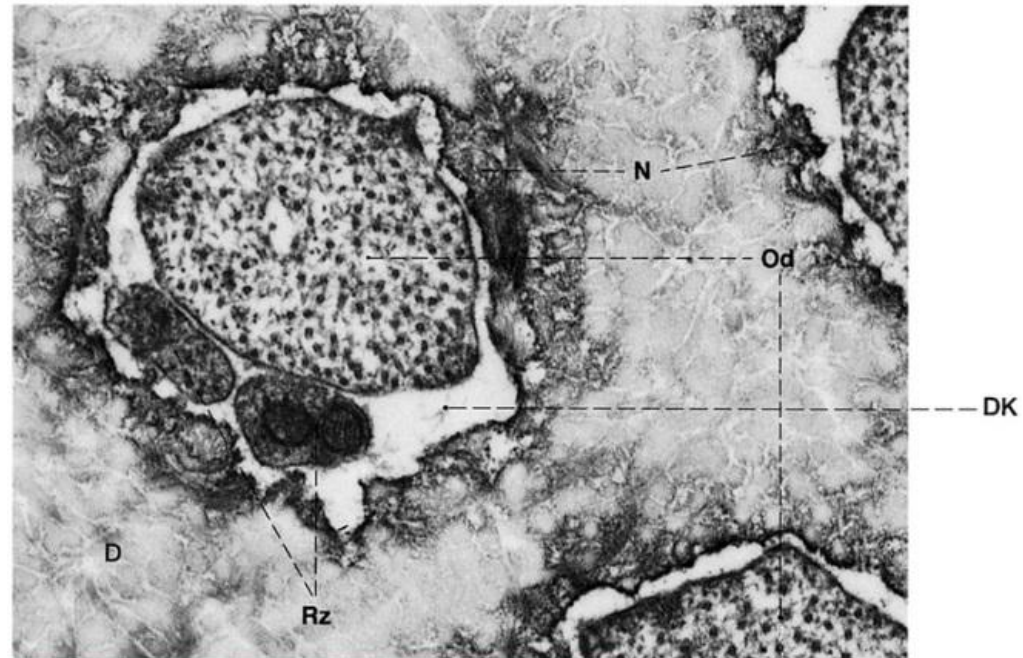
PM: peritubuläres Dentin

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

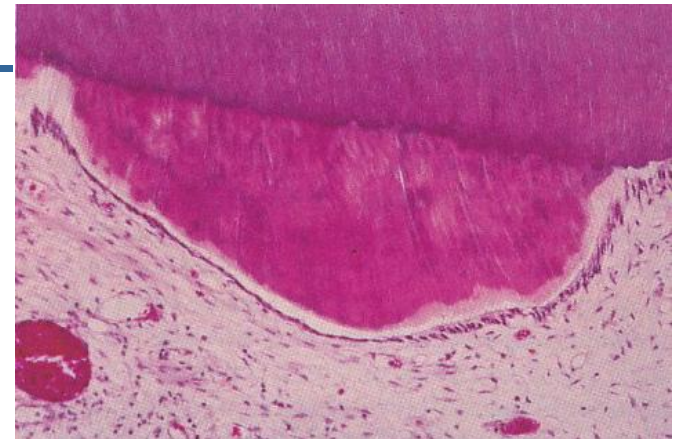
Stärker am Dach und Boden der Pulpaöhle

3 Tertiäres Dentin (reparatives D.):

Reiz: lokales Trauma (Occlusion, mechanisch, chemisch)

Irregulär, keine Tubuli

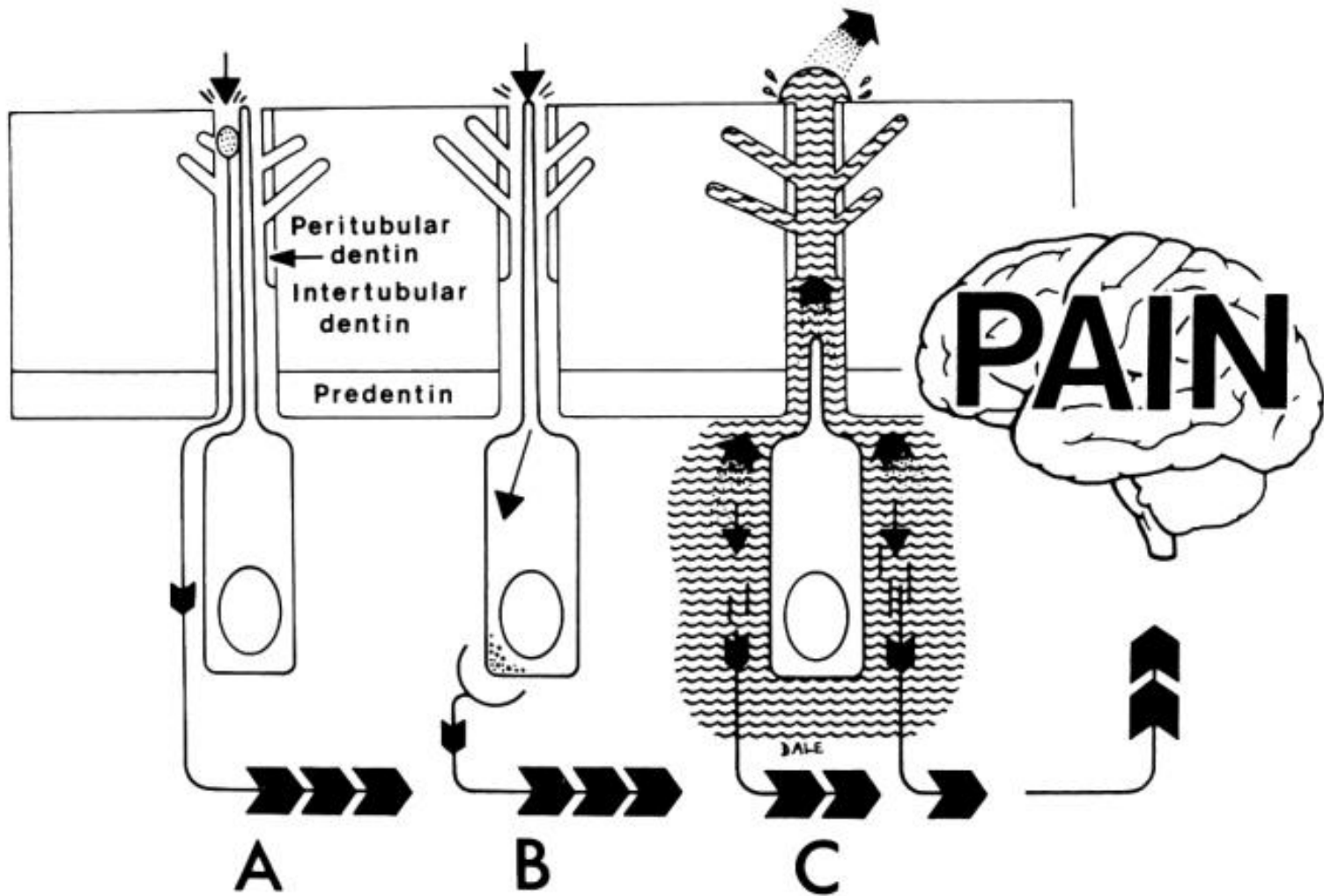
4 Dentinsclerose: Verkalkung der Dentin-Kanälchen, schützt vor Penetration der Schadstoffe



DENTINSENSITIVÄT

Auf der OB Membran mehreren mechanosensitiven Rezeptoren sind erhalten.

- die TRPV₁ (*transient receptor potential vanilloid subfamily member₁*) Membrankanälchen spielen eine wichtige Rolle in Schmerzperzeption.
- TRPV₁ 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

