

# Direkte ästhetische Restaurationen

## Materialien

Dr. Eszter Varga

Klinik für Zahnerhaltungskunde

A stylized, layered mountain range graphic in shades of green, located at the bottom right of the slide.

# Einteilung der Komposite

- ◆ nach Füllkörpergröße
- ◆ nach Konsistenz (niedrig viskös, normal, hoch viskös "stopfbar")
- ◆ nach Monomersystem
  - klassische Kompositmaterialien
  - Kompomere
  - Ormocere
  - Silorane
- ◆ nach Art der Aushärtung

# Aufbau von klassischen Kompositen

1. organische Matrix
  2. disperse Phase (anorganische Füllkörper)
  3. Verbundphase (Silan-Schicht)
- 

# Entwicklung von zahnfarbenen Füllungsmaterialien

- ◆ Polymethylmetacrylaten (PMMA)
  - pulpaschädigend
  - mangelnde Abrasionsstabilität
  - hohe Polymerisationsschrumpfung
- ◆ Bis-GMA (Bowen 1962)
  - Polymerisationsschrumpfung kleiner
  - Pulpaschädigung kleiner
  - bessere physikalische Eigenschaften

# Kompositmaterialien

## Organische Matrix

- ◆ Monomer

MA-R-MA

MA: Methacrylat

R: Zentrale Molekül:verantwortlich für

- Wasseraufnahme
- Schrumpfung
- Polymerisationsgrad
- Viskosität

bis-GMA, UDMA, TEGDMA

- ◆ Initiatoren, Stabilisatoren, Pigmente, Additiva

# Kompositmaterialien

## disperse Phase (Füller)

- ◆ Quarz, Silizium-Dioxid, Keramik, spezielle Gläser (Ba-Sr, Ba-Al)
- ◆ Härte, Druck- und Zugfestigkeit
- ◆ Röntgenkontrastmittel
- ◆ Abrasionsstabilität, Oberflächeneigenschaften, Polierbarkeit
- ◆ Polymerisationsschrumpfung
- ◆ Viskosität

# Kompositmaterialien disperse Phase (Füller)

Name	Füllkörpergröße
Makrofiller	10-100 $\mu\text{m}$
Midifiller	1-10 $\mu\text{m}$
Minifiller	0,1-1 $\mu\text{m}$
Mikrofiller	0,01-0,1 $\mu\text{m}$
Nanofiller	0,005-0,001 $\mu\text{m}$

# Kompositmaterialien

## Verbundphase

- ◆ Ziel: chemische Einbindung der dispersen Phase in die organische Matrix (kovalenter Verbund zwischen Füllkörperoberfläche und Matrix)

gamma MPTMS

⇒ höhere Füllgrad erzielen, Spannungen im Übergangsbereich zwischen Matrix und Füllkörper ausgleichen

- ◆ Kopplungsagens

hydrophyle Struktur: Si-OH Gruppe (Silanol) → kovalente Sauerstoffbrücke zur Füllkörperoberfläche

hydrophobe Struktur: Methacrylatgruppe → kovalente C-C Bindungen mit den Monomermolekülen der Matrix

# Verbundphase

- ◆ mechanische Eigenschaften werden durch diese Verbundphase verbessert aber!
- ◆ Schwachstelle:  
Hydrolyse  $\Rightarrow$  Füllkörperverlust, schnellere Verschleiß

(Vorphosphor: direkter Verbund ohne Silansicht!)

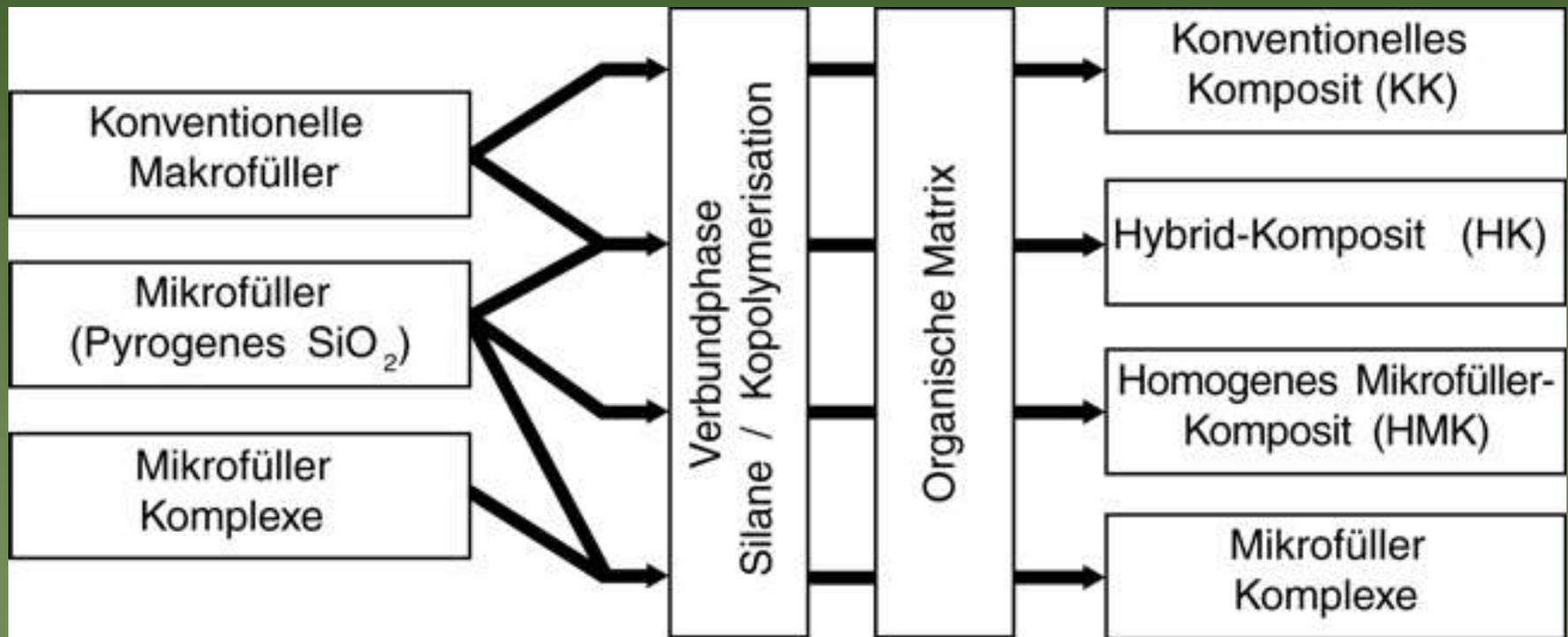
## Klinische Anforderungen:

- Biokompatibilität
  - Einfache Verarbeitung
  - geringe Techniksensibilität
  - Farbstabilität
  - Ästhetik (Transluzenz)
  - Röntgenopazität
  - Fluoridabgabe
- 
- A stylized, dark green silhouette of a mountain range is positioned in the bottom right corner of the slide, extending from the right edge towards the center.

# Eigenschaften der Kompositmaterialien

1. Polymerisationsschrumpfung
    - Füllstoffgehalt erhöhen
    - Schicht-Technik
    - Soft-start Polymerisation
  2. Thermische Ausdehnung
  3. Elastizitätsmodul
  4. Abrasionsfestigkeit
  5. thermische und elektrische Leitfähigkeit
  6. Wasseraufnahme
  7. Druck-, Zug-, Biegefestigkeit
- 

# Einteilung der Komposite nach Füllkörpergröße (Lutz et al. 1983)



# Makrofüllerkomposit

- ◆ hohe mechanische Festigkeit
- ◆ geringe Polymerisationsschrumpfung
- ◆ geringe thermische Expansionskoeffizient
- ◆ Füllgrad von 75 Gew% (0,1-100µm)
- ◆ geringe Verschleißfestigkeit
  - Härteunterschied zwischen Füllstoffen und Matrix
  - Herausbrechen der Füllstoffpartikel (durch Hydrolyse)
- ◆ schlechte Polierbarkeit (Verfärbung, Plaqueanlagerung, Oberflächenrauhigkeit)

# Homogenes Mikrofüllerkomposit

- ◆ 0,007-0,04 $\mu\text{m}$  (kugelförmig)
- ◆ max 50 Gew.% Füllstoffgehalt (hohe spezifische Oberfläche)
- ◆ hohe Polymerisationsschrumpfung
- ◆ schlechtere mechanische Eigenschaften
- ◆ sehr gute Polierbarkeit, Verschleißfestigkeit (Partikel gleichmässig an der Oberfläche, abrasive Nahrung kann die weiche Matrix kaum angreifen)

# inhomogenes Mikrofüllerkomposit

- ◆ Vorpolymerisate
- ◆ Füllstoffgehalt kann weiter erhöht werden (70-80%)
- ◆ Schwachstelle: Grenzfläche zwischen Vorpolymerisaten und Matrix
- ◆ Empfindlichkeit auf Verarbeitungsfehler
- ◆ hohe Schrumpfung

# Hybridkomposit

- ◆ Füllstoffgehalt bis zu 85 Gew.%
- ◆ 10-15 Gew.% Mikrofüller und 70-80 Gew% Makrofüller
- ◆ gute ästhetische und physikalische Eigenschaften
- ◆ hohe Verschleißfestigkeit
- ◆ Hybrid-midifill
- ◆ hybrid-minifill
- ◆ Submikrometer- Hybridkomposite
  - Nanofüllerkomposite

# Kompomere

- ◆ **KOM**Posit+Glasiono**MER**
- ◆ gute Materialeigenschaften und Ästhetik + **Fluoridabgabe, chemische Bindung zu Zahnhartsubstanz, (einfache Handhabung?)**

# Kompomere

Zusammensetzung:

Matrix:

bifunktionelle Monomere ( $C=C$ ,  $COOH$ )

Abbindereaktion:

1. **rad.Polymerisation**

2. **Säure-Base Reaktion** (startet erst nach Wasseraufnahme!)

Füllstoff:

**disperse  $SiO_2$  Partikel** (0,1-10 $\mu m$ )

**reaktive Fluorosilikatgläser** (zum Teil silanisiert)

Pigmente, Initiatoren, Stabilisatoren

# Kompomere

## Verarbeitung

einfach (nach Empfehlung der Hersteller: ohne Ätzung, nur Primerlösung)

## Eigenschaften

Fluoridfreisetzung

Schrumpfung (2-3%)

Wasseraufnahme

geringere Abrasionsstabilität (Milchgebiß)

geringeres E-Modul (Klasse V. Kavitäten, keilförmige Defekten)

## Verwendung

Füllungsmaterial, Befestigungszement,  
Fissurenversiegelung, Stumpfaufbau, Unterfüllung

# Ormocer

- ◆ Matrix

anorganisches Netzwerk (Si-O Gerüst) mit Methacrylatgruppen (organische Monomeren)

- ◆ Füllstoff

Bariumglas und modifiziertes Apatit

- ◆ Eigenschaften:

geringere Pol.schrumpfung

bessere Abrasionsfestigkeit

geringere Restmonomergehalt aber!

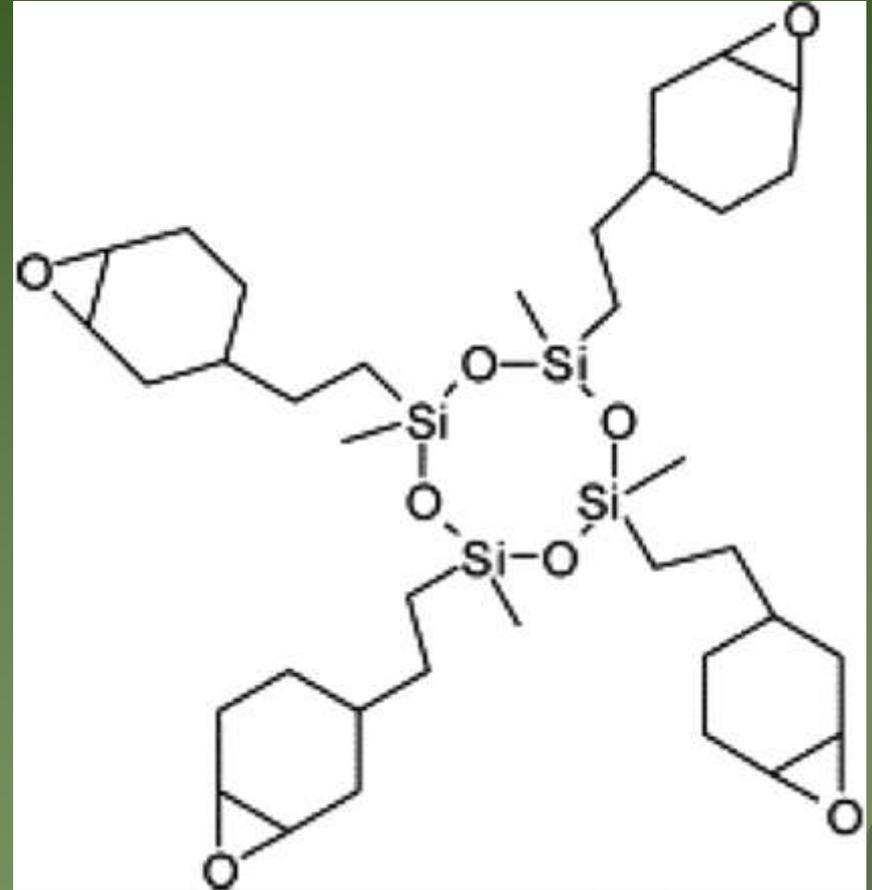
schlechte Polierbarkeit

# Ormocere

1. organische Polymere:  
Vernetzungsvermögen, Härte, optisches Verhalten
2. anorganische Bestandteile (Gläser, Keramikanteile): thermische Ausdehnung, chemische und thermische Stabilität
3. Polysiloxane: Elastizität, Grenzflächeneigenschaften, Verarbeitung

# Silorane

- ◆ Siloxan+Oxiran
- ◆ ringförmige Monomerstruktur
- ◆ 0,1-2µm Quarzpartikel, Yttriumfluorid
- ◆ Vernetzung über Oxirangruppen durch kationische Polymerisation
- ◆ geringe Schrumpfung
- ◆ verminderte Wasseraufnahme
- ◆ gute Druckfestigkeit
- ◆ Seitenzahnggebiet (wenige Farben)



# Polymerisation

- ◆ selbsthärtende Komposite
  - Initiator in Katalysatorpaste(BPO)
  - Akzelerator(=Co-Initiator) in Basispaste

Mischvorgang: Gefahr der Einbringung von Lufteinschlüssen!

- ◆ lichthärtende Komposite
  - Photoinitiator
- ◆ dualhärtende Komposite

# Randspaltbildung

- ◆ Volumenschrumpfung
- ◆ thermische Wechselbelastung
  - Ablösung des R.materials von der Kavitätenwand
  - thermischer Streß innerhalb des R.materials

- ◆ Mastikation

Verbesserung der Randqualität durch adhäsive Verankerung der Komposite

# Adhäsivtechnik

- ◆ spezielle Präparation
- ◆ Konditionierung
  - Demineralisation durch Säureeinwirkung
  - Vorbereitung der Oberfläche für eine mikroretentive Verankerung
- ◆ Verwendung von Adhäsivmaterialien

# Konditionierung

- ◆ oberflächliche Demineralisation-  
Ausbildung eines mikromechanischen  
Ätzmuster
- ◆ Penetration des Adhäsivs adäquat  
vorbereiten
  - Säurekonzentration
  - Applikationsdauer
- ◆ 5-16%EDTA, 30-40%Phosphorsäure,  
10%Maleinsäure, 10%Zitronensäure
- ◆ 0,8-4% Maleinsäure oder saure Monomere  
(all-in-one)

# Schmelzätzung

- ◆ 35-37% Phosphorsäure
  - ◆ Vollständige Auslösung(10µm)
  - ◆ Poröse, demineralisierte Schicht(5-50µm)
  - ◆ Ätztypen
  - ◆ Oberflächenvergrößerung
  - ◆ Erhöhung der Reaktionsfähigkeit
  - ◆ Verbesserung der Benetzbarkeit  
(Oberflächenenergie wird erhöht)
- ⇒ mikroretentives Relief

# Schmelzätzung

- ◆ Konzentration
- ◆ Einwirkzeit
- ◆ Zahn (fluorotische, fluoridreiche, aprismatischer Schmelz, Milchzähne)
- ◆ Spülung
- ◆ Gefahr der Kontamination mit Speichel, Blut (Kofferdam!)

# Schmelzhaftung

- ◆ niedrigvisköser, ungefüllter Kunststoff (Bonding) wird aufgetragen
- ◆ dringt in das mikroretentive Relief ein
- ◆ haftet über sogenannte Tags mikromechanisch in den Schmelzzotten
- ◆ macrotags: polymerisierte Resin-Ausläufer in den interprismatischen Bereichen( um die Schmelzprismen)
- ◆ microtags: in Prismenkern ausgelöste Hydroxiapatitkristallen (häufiger, bedeutend)
- ◆ 20 MPa

# Dentinhaftung

Problemen:

- ◆ organische Bestandteile
- ◆ Dentinliquor ( Druck, hydrophyl)
- ◆ Schmierschicht( smear layer:  
Gewebestrümmer, Speichelpräzipitaten,  
Bakterien)
- ◆ Zahl, Durchmesser, Densität der  
Dentintubuli

# Dentinhaftung

- ◆ Penetration der Bondmaterialien hängt von der Densität der Dentintubuli
  - Superfiziales Dentin: weniger, kleinere Durchmesser → INTERtubuläre Haftung ist bedeutend
  - Pulpanahes Dentin: mehr Tubuli, mit größeren Durchmesser → INTRAtubuläre Haftung

# Strategien der Dentinhaftung (van Meerbeek, 1997.)

- ◆ Erhaltung und Imprägnierung der Schmierschicht
- ◆ vollständige Entfernung der Schmierschicht durch Säuren – Etch&Rinse-Technik □
- ◆ Modifikation der Schmierschicht durch saure Lösungen

# Erhaltung der Schmierschicht

Die Dentinhaftung kommt dadurch zustande, daß

- ◆ einerseits die Schmierschicht mit dem Dentin verbunden ist
- ◆ andererseits das Bonding bzw. Komposit mit den in die Schmierschicht eingesickerten Monomeren copolymerisiert

# Entfernung der Schmierschicht

mit (Phosphorsäure)

Effekte:

Auflösung der Schmierschicht

Eröffnung der Dentintubuli

Freilegung des Kollagennetzwerkes

Demineralisation des peritubulären

Dentins

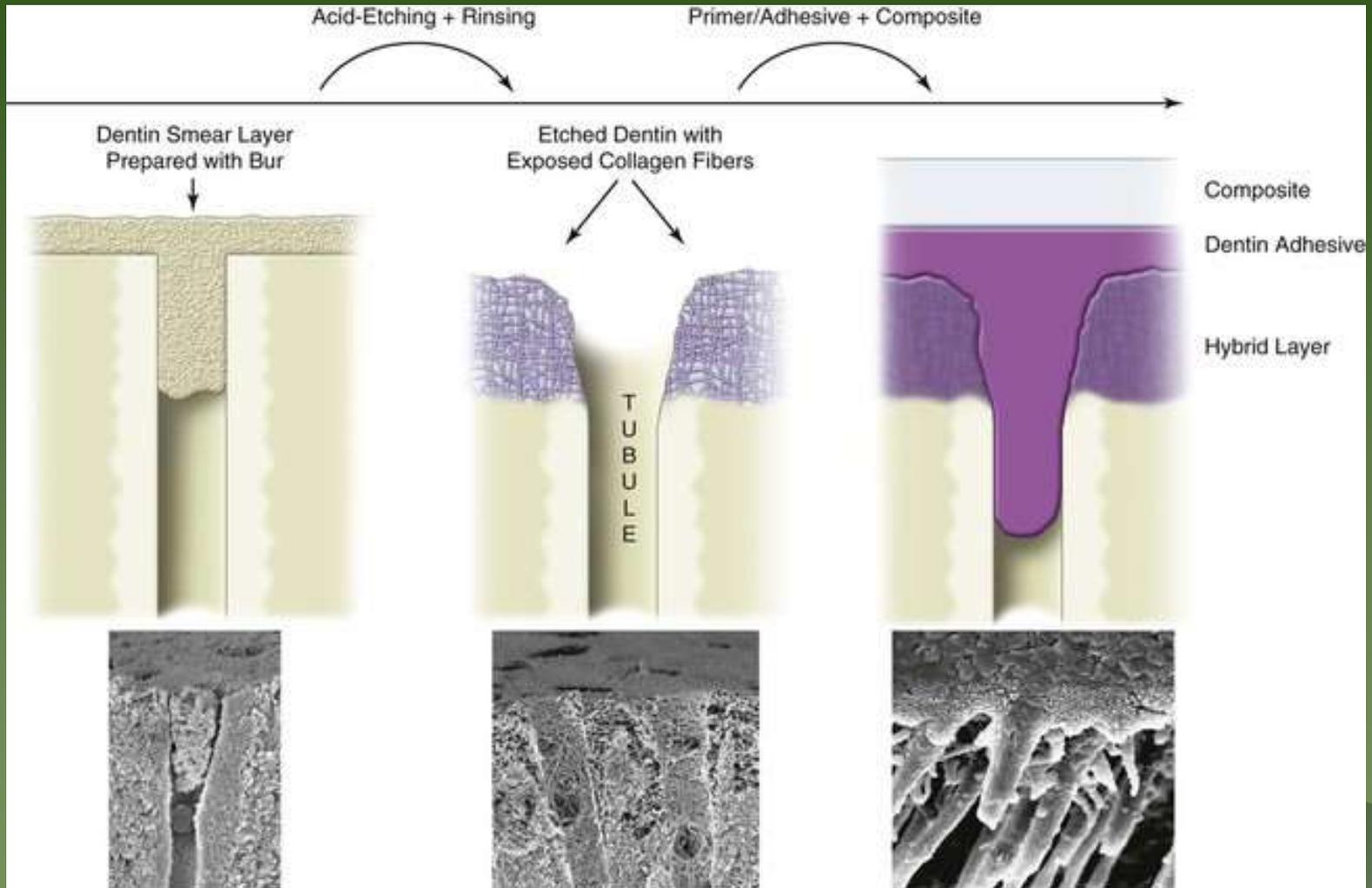


# „Etch- and rinse“

- ◆ Schmelz und Dentin werden simultan mit Phosphorsäure angeätzt (total-etch)
- ◆ Schmelz 30s Dentin 15s ( Überätzung vermeiden!)  
Schmierschicht wird vollständig entfernt  
Demineralisation im Dentin  
Kollagen wird freigelegt
- ◆ Spülung (ausreichend lang!)
- ◆ Trocknung (nicht zu stark!)
- ◆ Auf Schmelz und Dentin wird Primer (hydrophil) dann Adhäsiv (hydrophob) aufgetragen (3 Schritt-System)

Techniksensibilität! -> Verarbeitung genau nach Herstellerangaben

Hybridschicht, „Tag“bildung



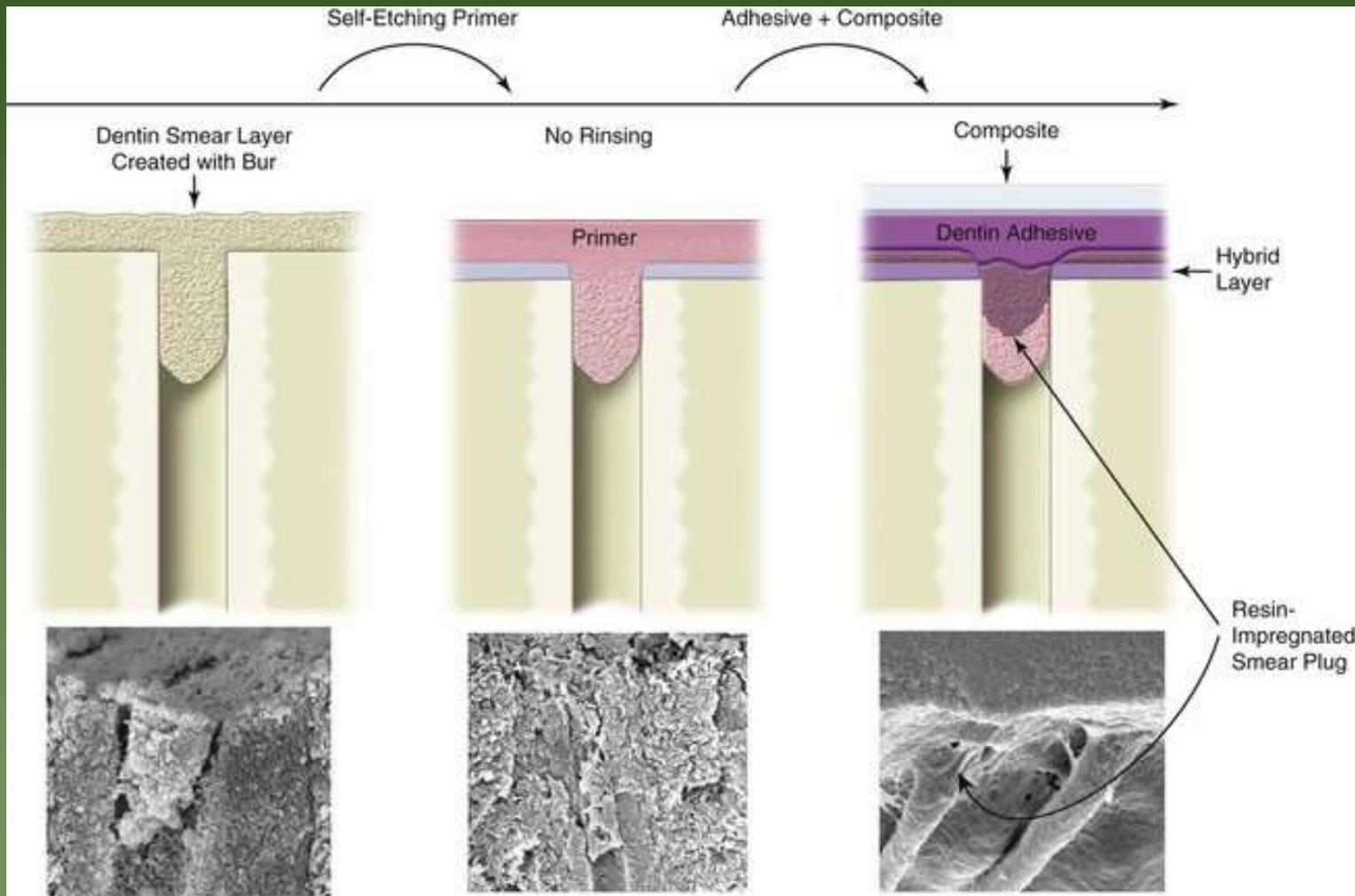
- ◆ Die Demineralisation des oberflächlichen Dentins führt zur Freilegung von Kollagenfasern.
- ◆ Durch Monomerpenetration in die eröffneten Dentinkanälchen entstehen retentive Kunststoff- Tags.
- ◆ Bei Polymerisation der in das Kollagenfasergeflecht eingesickerten Monomere bildet sich eine Hybridschicht aus

# Primer

- ◆ M-R-X
  - M= Methacrylat
  - X=funktionelle Gruppe
- ◆ amphiphile Monomere
  - HEMA, 4-META
  - TEGDMA, PEGDMA, PENTA (wasserlösliche Monomere)
- ◆ Säuremonomere
- ◆ Lösungsmittel ( Wasser, Azeton, Alkohol)

# non-rinse Technik

- ◆ simultane Konditionierung und Penetration der Adhäsivmaterialien
- ◆ demineralisierte Schmierschicht wird in die Hybridschicht „eingebaut“
- ◆ Neutralisation:
  1. chemische Bindung zwischen -COOH Gruppen und  $\text{Ca}^{2+}$
  2. Dentinliquor verdünnt die Lösung



# Self-etch Adhäsive

1. „strong“:  $\text{pH} \leq 1$  oder  
starke Demineralisation  
keine chemische Interaktion (Adper Prompt L-Pop)
2. „mittelstrong“  
vollständig demineralisierte obere Schicht  
partiell demineralisierte untere Schicht (i-Bond)
3. „mild“:  $\text{pH} \sim 2$   
Demineralisation in c.  $1\mu\text{m}$  Tiefe  
residuale Hydroxylapatit an Kollagen ermöglicht eine  
chemische Bindung  
geringe Haftwerte am Schmelz

# Klassifizierung der Adhäsiven

- ◆ Chronologisch (Generationen)
- ◆ Anzahl der klinischer Applikationsschritten (van Meerbeek)

# Klassifizierung der Adhäsiven

van Meerbeek 2001.

Anzahl der Applikationsschritten

- ◆ Total-etch Adhäsive (etch&rinse)
    - 3 Schritten (A+P+R)
    - 2 Schritten (A+PR)
  - ◆ Self-etch Adhäsive
    - 2 Schritten (AP+R)
    - 1 Schritt (APR)
  - ◆ Resin-modifizierte glasionomer Adhäsive
- A=acid P=primer R=resin

3



2



Etch-and-rinse adhesives

2



Self-etch adhesives

1



2



Resin-modified glass-ionomer adhesives