

Grundvoraussetzungen für den Erfolg der Implantation I.

Biokompatibilität.

Osseointegration.

Prof.dr.Tamás Divinyi

**Klinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie und
Stomatologie**

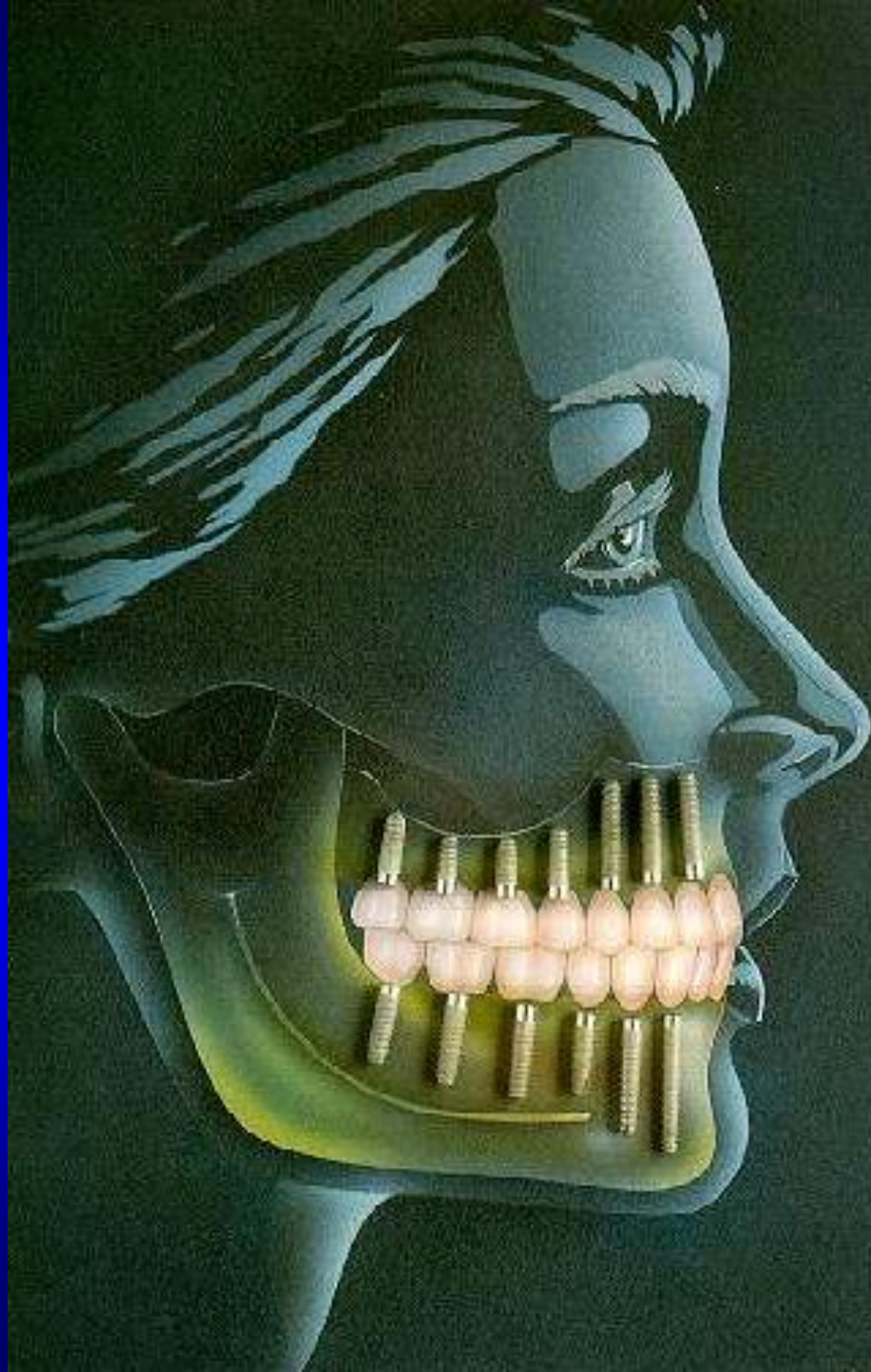
Die Voraussetzungen für den Erfolg von zahnärztlichen Implantaten:

- ◆ **Biokompatibilität**
- ◆ **Gingivaler Verschluss**
- ◆ **Optimale Kraftübertragung**

Durch Biomaterialien ersetzbare Teile des menschlichen Körpers







Bei der Bewertung von Biomaterialien verwendete Begriffe:

- **Biokompatibilität**

Biokompatibilität

**Zusammenfassung von den Eigenschaften,
die das Verhältnis
von Implantat
und
des umgebenden Gewebes
beschreibt .**

Bei der Bewertung von Biomaterialien verwendete Begriffe:

- **Biokompatibilität**
- **Biomechanische**

Funktionalität

Biomechanische **Funktionalität:**

die Festigkeits- und Verformbarkeitseigenschaften,
die es möglich machen
die Kaukraft über das Implantat
auf den Knochen zu übertragen,
ohne es zu schädigen

Bei der Bewertung von Biomaterialien verwendete Begriffe:

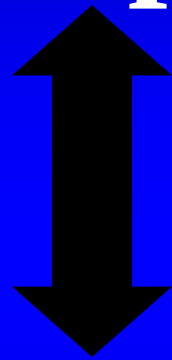
- Biokompatibilität
- Biomechanische Funktionalität
- **Biologische Stabilität**

Korrosion

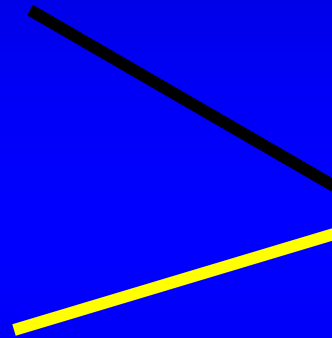
Biodegradation

Metallose

Biokompatibilität



**Biomechanische
Funktionalität**



Metalle

Aus dem chemischen Periodensystem

nicht zytotoxische

Metalle:

Titan,

Tantal, Zirkonia, Platin, Niob

Die Aufteilung von Biomaterialien /Osborn 1979/



M
e
c
h
a
n
i
k

Biotolerante Materialien

Stahl-Legierungen

Cr-Co-Mo-Legierungen /Vitallium/
Kunststoffe

Bioinerte Materialien

Tantal, Titan, Niob

Aluminiumoxid-Keramik

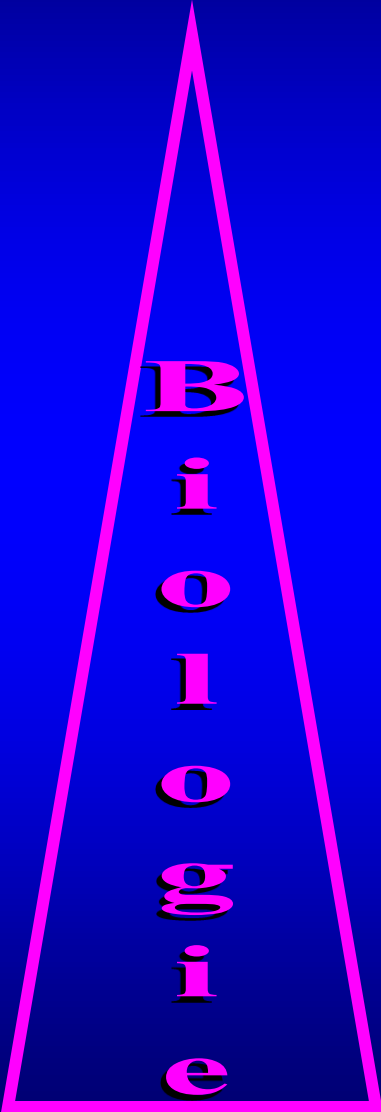
Kohlenstoff

Bioreaktive Materialien

Glaskeramiken

Hydroxylapatit

Trikalziumphosphate



B
i
o
l
o
g
i
e

Die Aufteilung von Biomaterialien /Osborn 1979/

M

e

c

h

a

n

i

k

Biotolerante Materialien

Stahl-Legierungen

Cr-Co-Mo-Legierungen /Titanium/

Bioinerte Materialien

Tantal, Titan, Niob

Aluminiumoxid-Keramik

Kohlenstoff

Bioreaktive Materialien

Glaskeramiken

Hydroxylapatit

Trikalziumphosphate

B

i

o

l

o

g

i

e

Die Aufteilung von Biomaterialien /Osborn 1979/

M

e

c

h

a

n

i

k

Biotolerante

Stahl-Legierungen

Cr-Co-Mo

Bioinerte Metalle

Tantal, Titan

Aluminiumoxid-Keramik

Kohlenstoff

Bioreaktive Materialien

Glaskeramiken

Hydroxylapatit

Trikalziumphosphate

Titan

i

o

g

i

e

Die chemische Zusammensetzung von, für
die zahnärztlichen Implantate
vorgeschlagene,

reinem Titan /CP/

Titan	99,75%
Eisen	0,05%
Sauerstoff	0,10%
Stickstoff	0,03%
Kohlenstoff	0,05%
Wasserstoff	0,012%

Die chemische Zusammensetzung von den,
für die zahnärztlichen Implantate
vorgeschlagene,

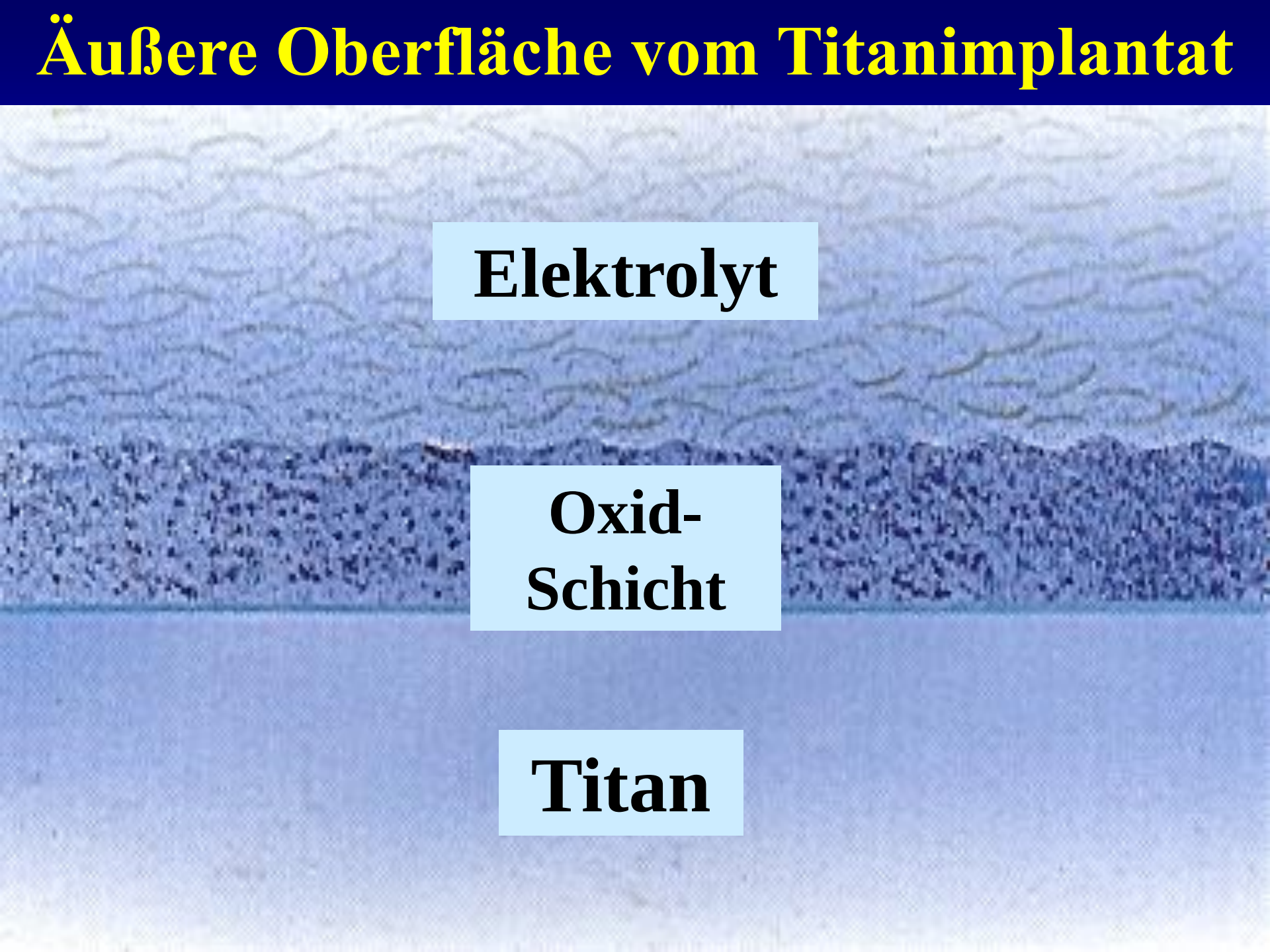
Titanlegierungen

Ti 6Al 4V

Ti 5Al 2,5Fe

Ti 6Al 7Nb

Äußere Oberfläche vom Titanimplantat



The image shows a cross-section of a titanium implant. It consists of three distinct layers. The top layer is a light blue, wavy-textured region labeled 'Elektrolyt'. Below this is a thin, dark blue, granular layer labeled 'Oxid-Schicht'. The bottom layer is a thick, light blue, smooth-textured region labeled 'Titan'.

Elektrolyt

**Oxid-
Schicht**

Titan

Formen vom Titanoxid



anatase

brookit

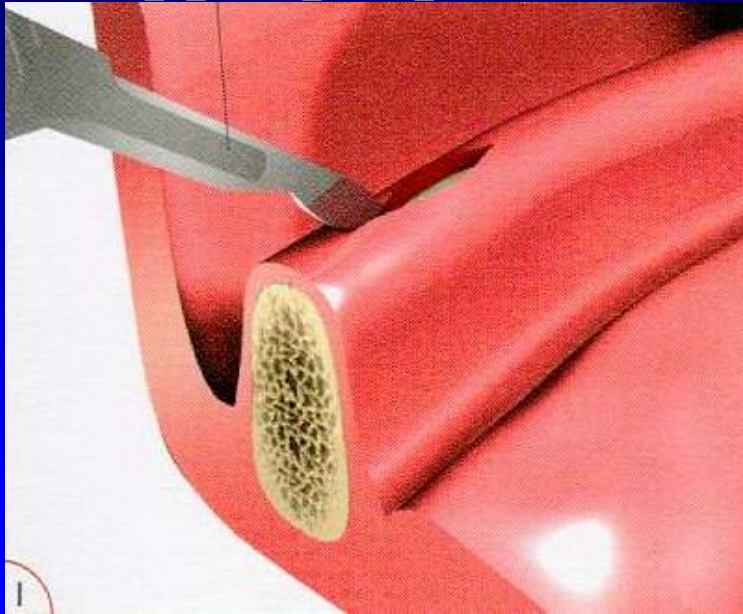
rutil

Die Heilung und der Umbau vom Knochen um osseointegrierte Implantate

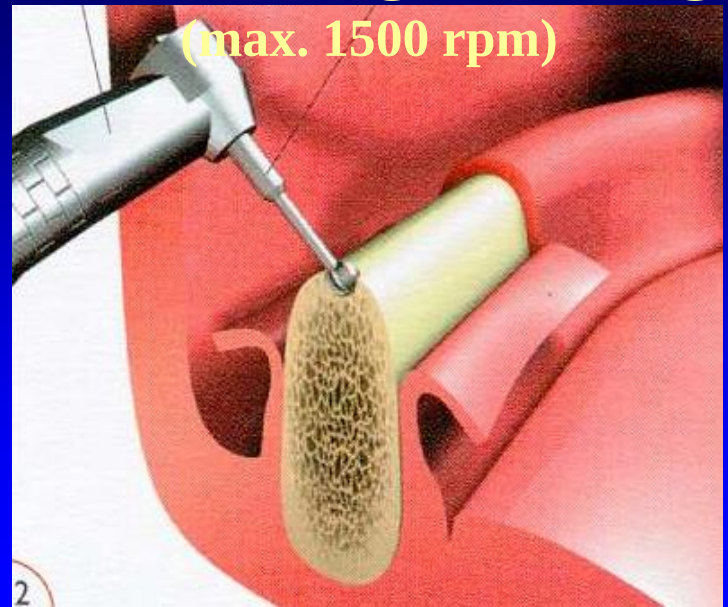
(James, McKinney)

- **Knochenoperation,
Implantation**

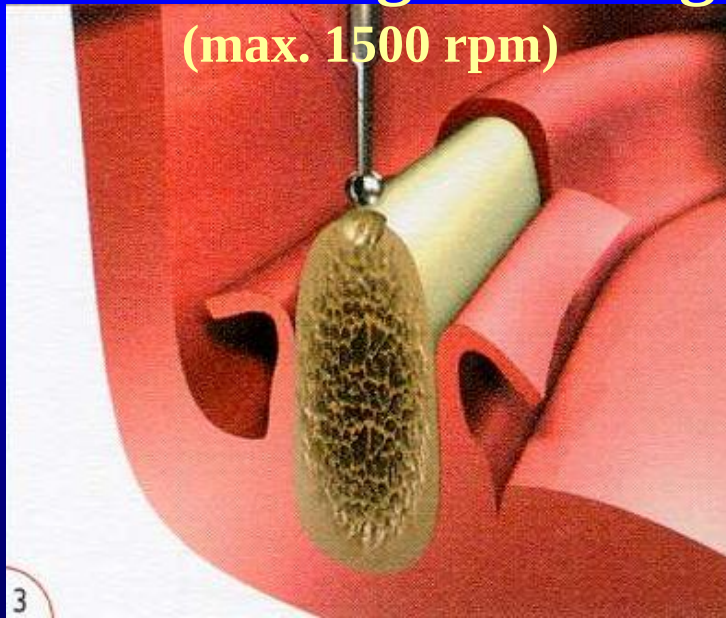
Lappenpräparation



Markierungsbohrung (max. 1500 rpm)



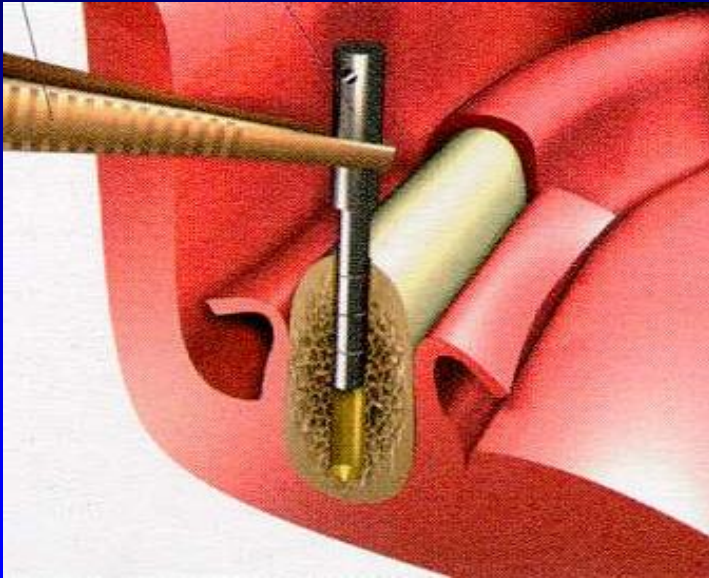
Markierungsbohrung (max. 1500 rpm)



Pilotbohrung



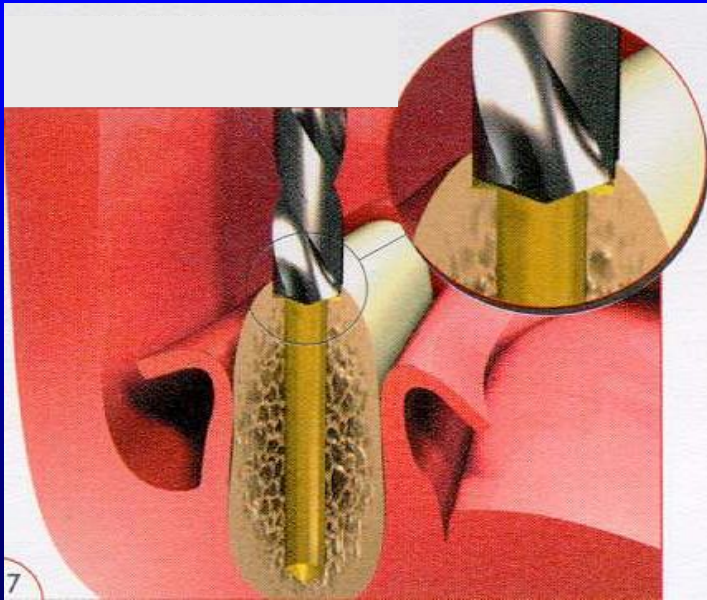
Kontrolle: Tiefe, Parallellität



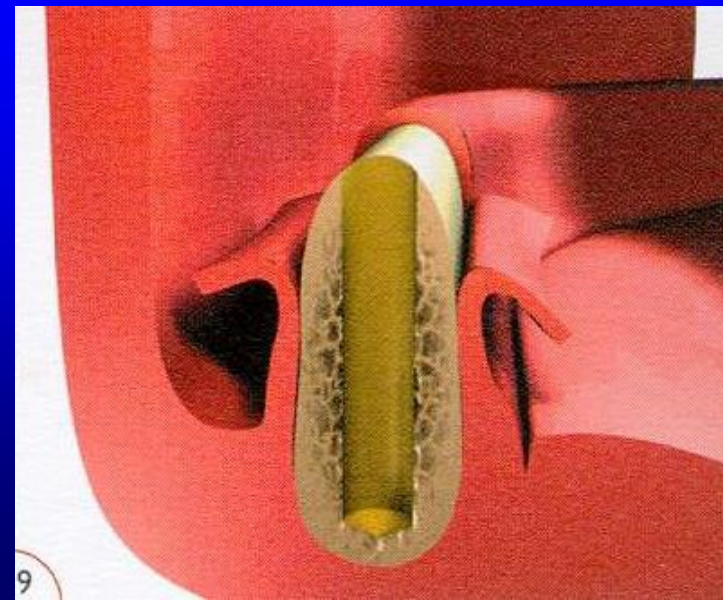
Erweiterungsbohrung I. (zweistufige Leitbohrer)



Erweiterungsbohrung II. (Spiralbohrer)



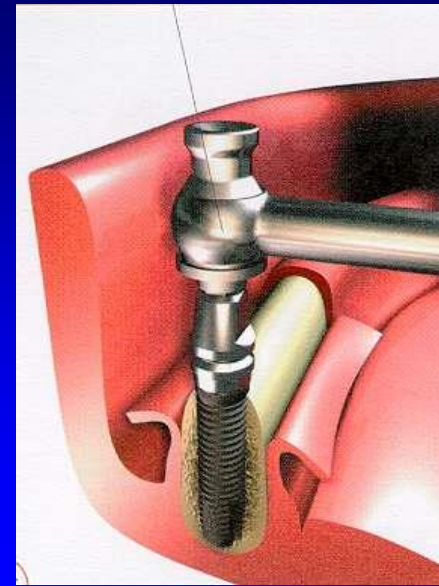
Implantatsbett in den Knochen



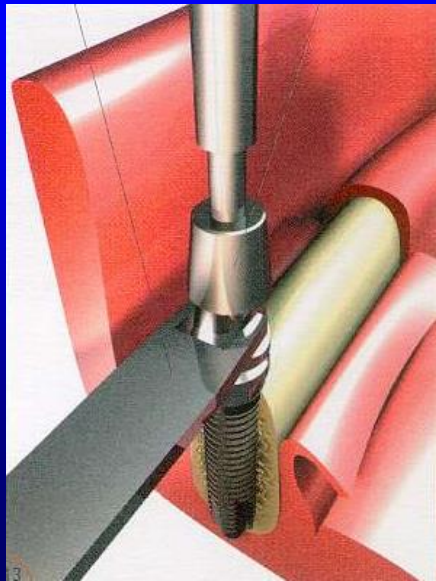
Implantatsetzung I.



Implantatsetzung II.



Implantatsetzung III.



Einsetzen der Verschlusschraube bei einer zweizeitiger Implantation





**Einsetzen
vom
einteiligen
Implantat**



Zweizeitige Implantation

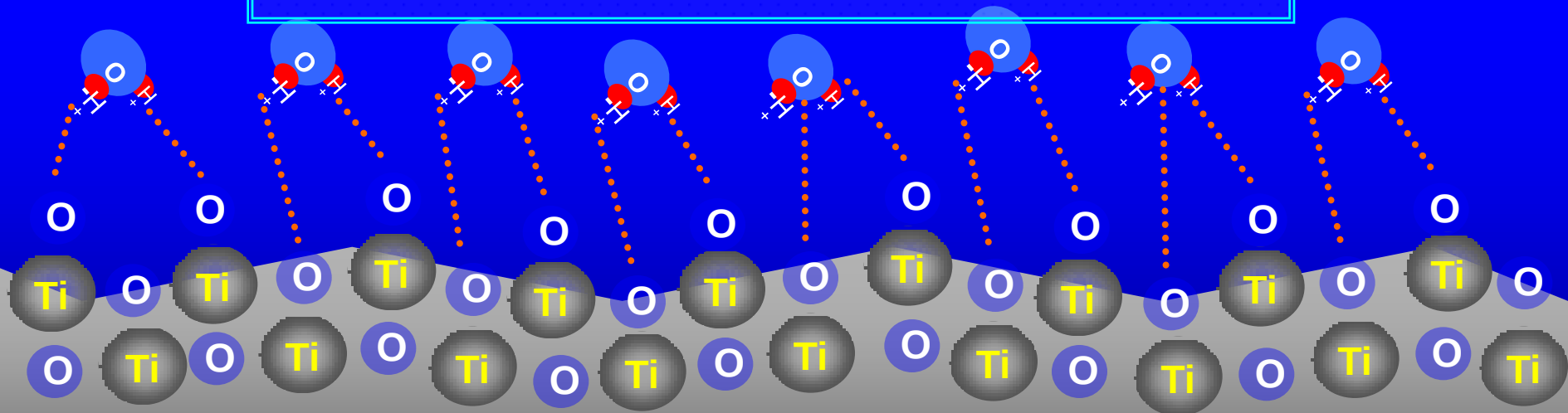
Die Heilung und der Umbau vom Knochen um osseointegrierte Implantate

(James, McKinney)

- Knochenoperation, Implantation
- **Der Vorgang der Knochenheilung ist eine Zellreaktion, die die Verbindung zwischen Knochen und Implantat herstellt**

Knochenintegration von Titanimplantaten

Metalloberfläche, metallische Bindung
Bipolare Zone
delokalisierte Elektronen



TiO

Ti₂O

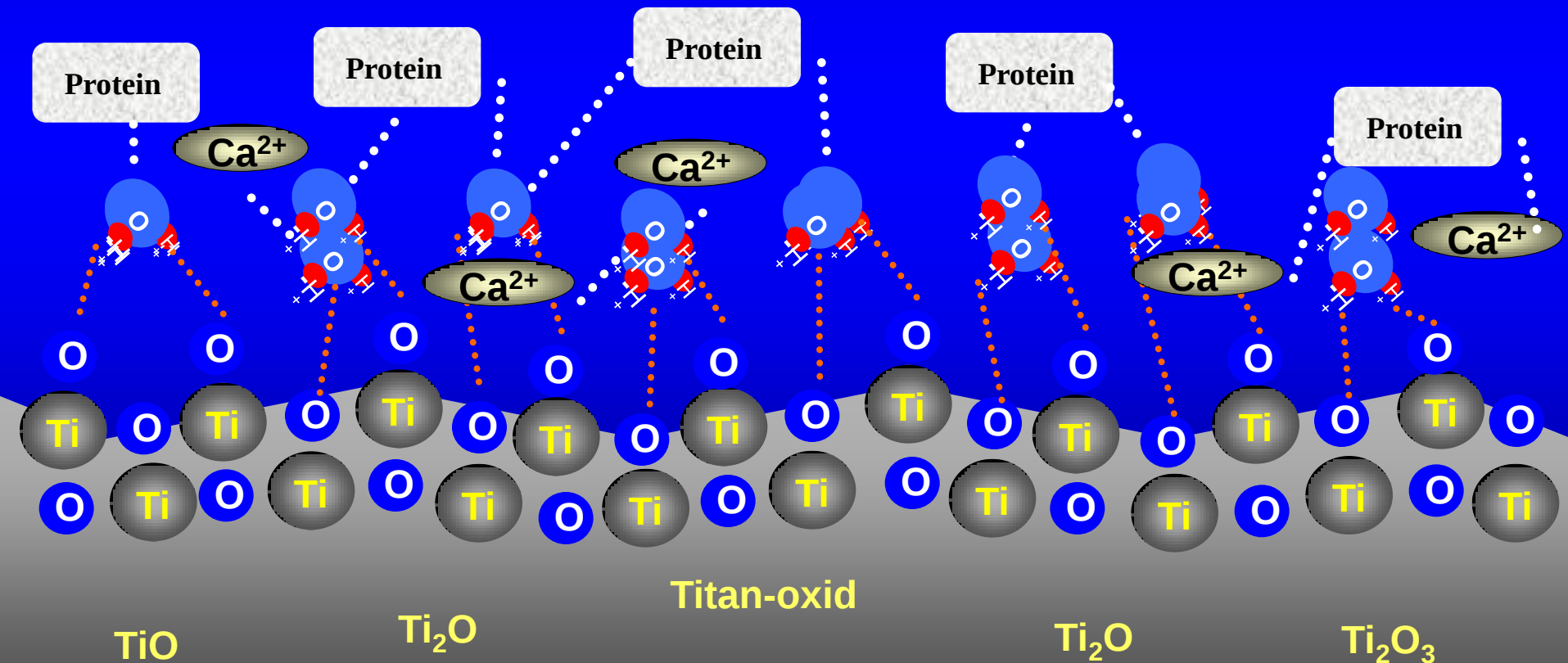
Titan-oxid

Ti₂O

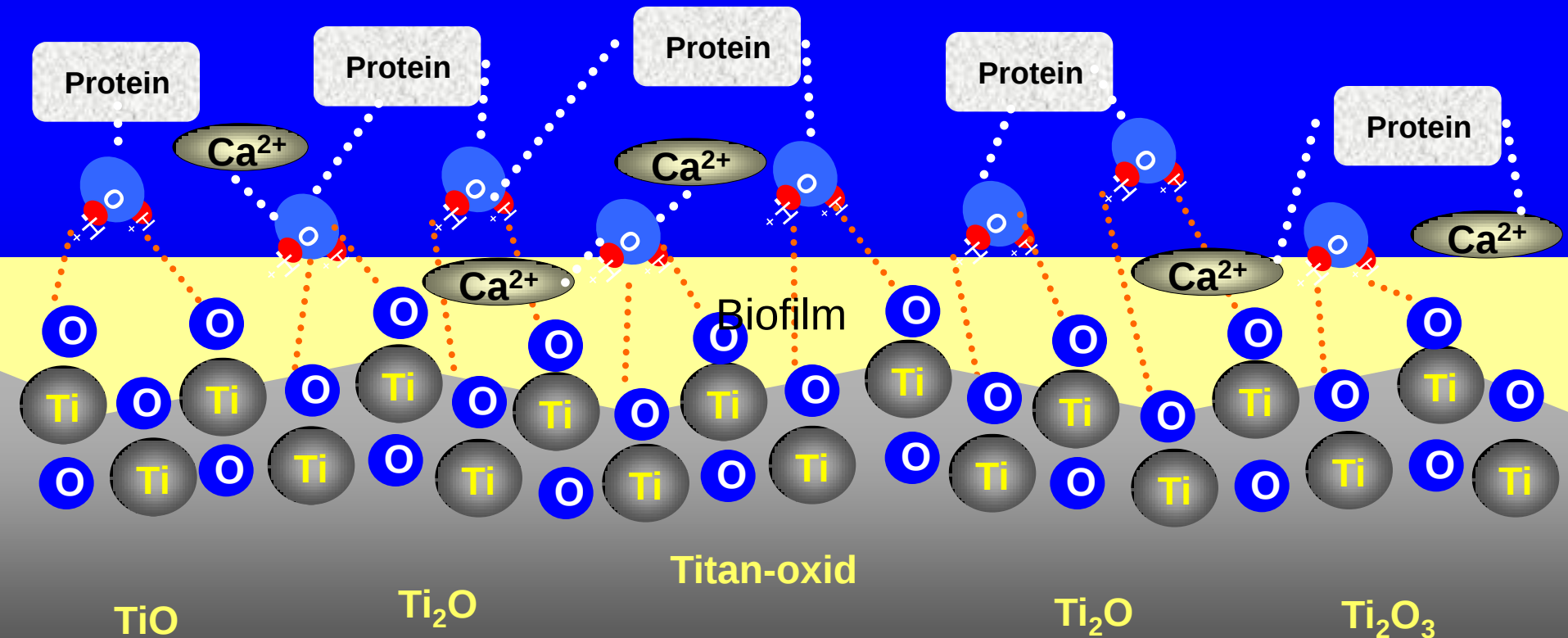
Ti₂O₃

Knochenintegration von Titanimplantaten

Ionen, Plasmaproteine

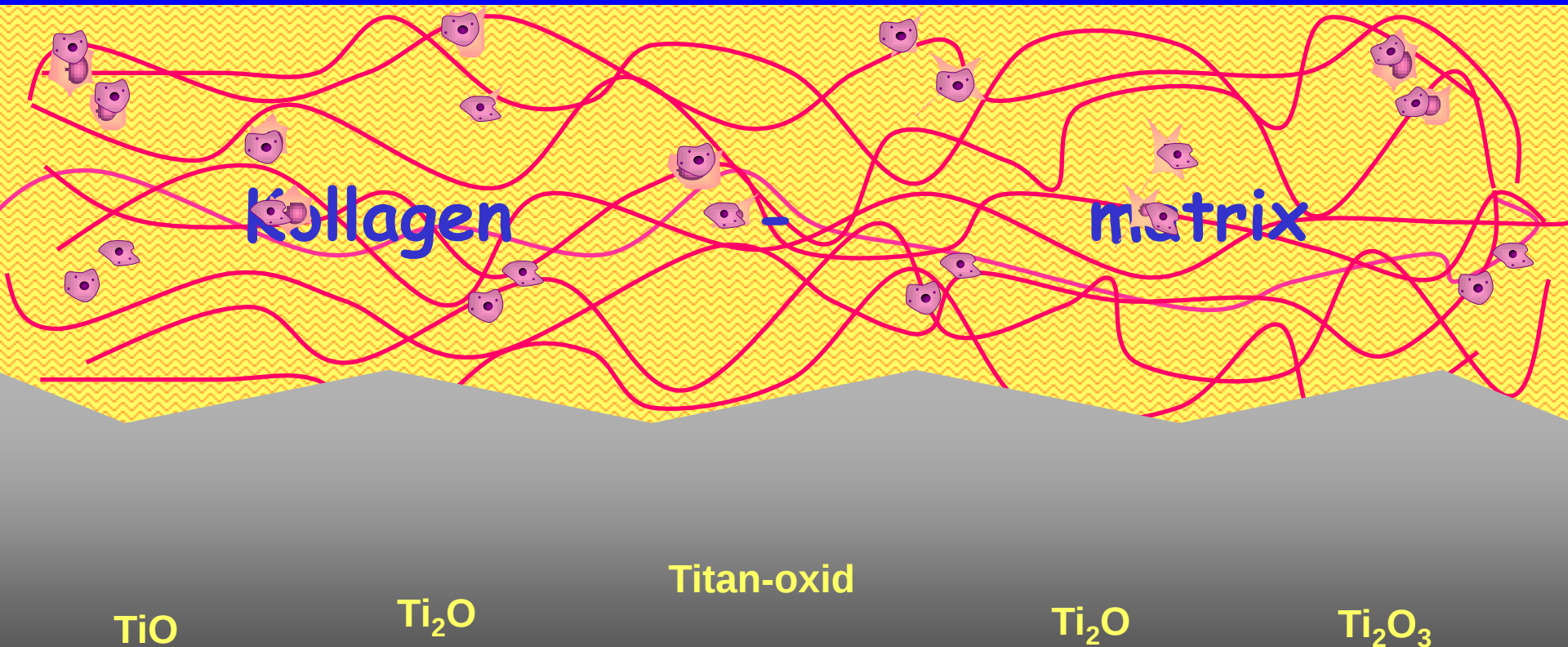


Knochenintegration von Titanimplantaten



Knochenintegration von Titanimplantaten

Erscheinen von Mesenchymalzellen
und Umwandlung zu Osteoblasten



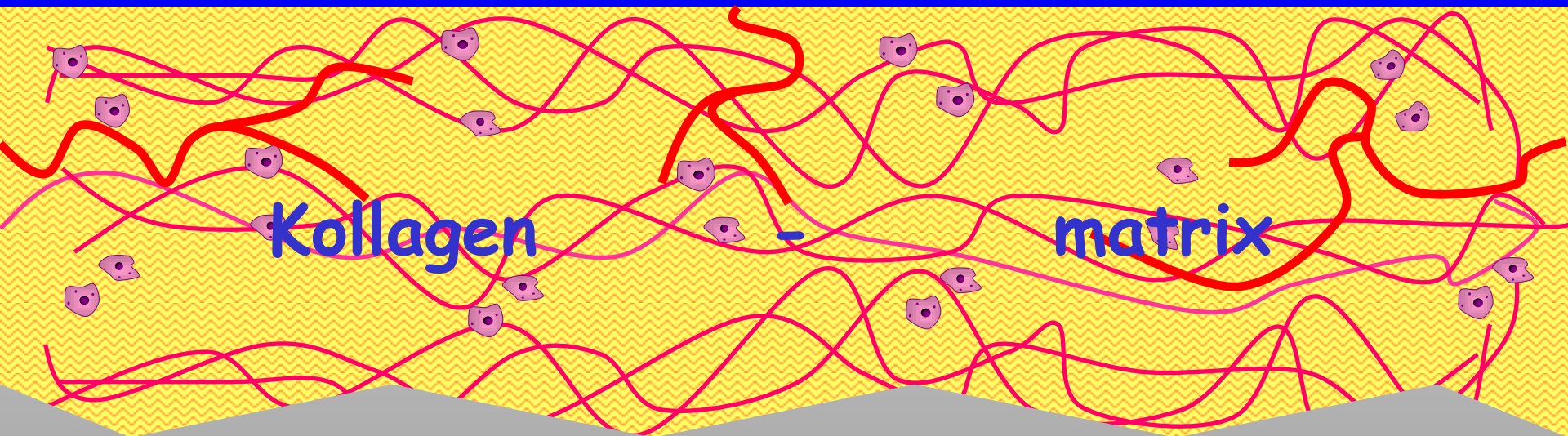
Schema der Umwandlung von den knochenbildenden Zellen

Undifferenzierte mesenchymale Zellen
(in der Wand von kleinen Gefäßen)



Knochenintegration von Titanimplantaten

Gefäßproliferation



TiO

Ti₂O

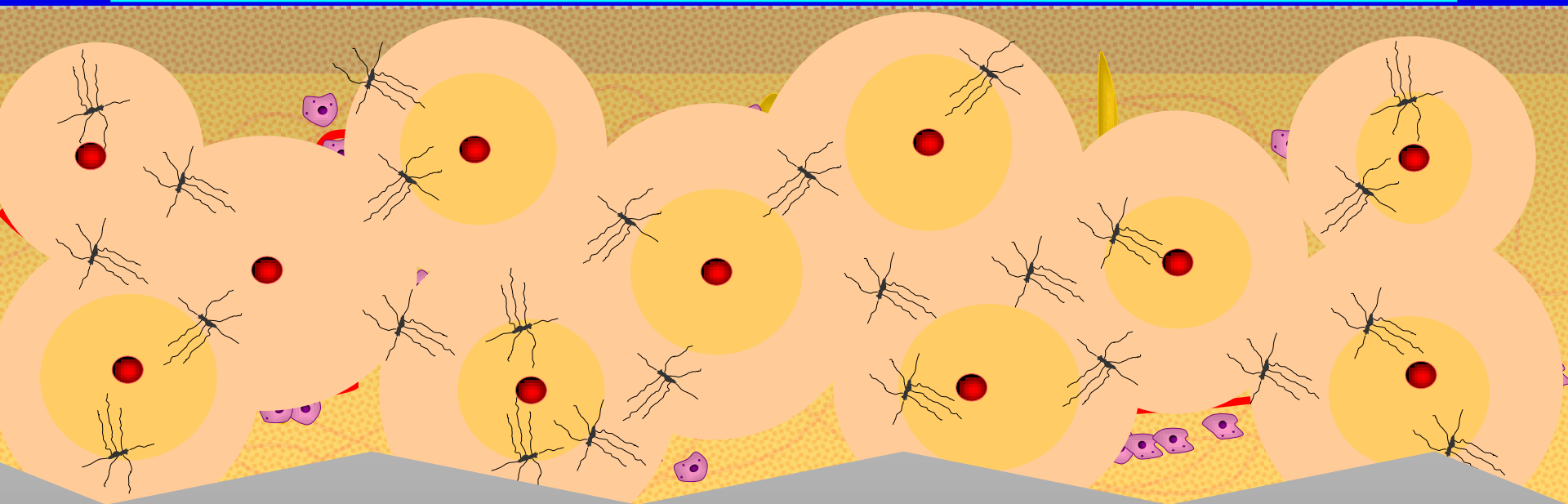
Titan-oxid

Ti₂O

Ti₂O₃

Knochenintegration von Titanimplantaten

Entwicklung von laminärem Knochen
(Entwicklung von Osteoid (retikulares Knochengewebe))



TiO

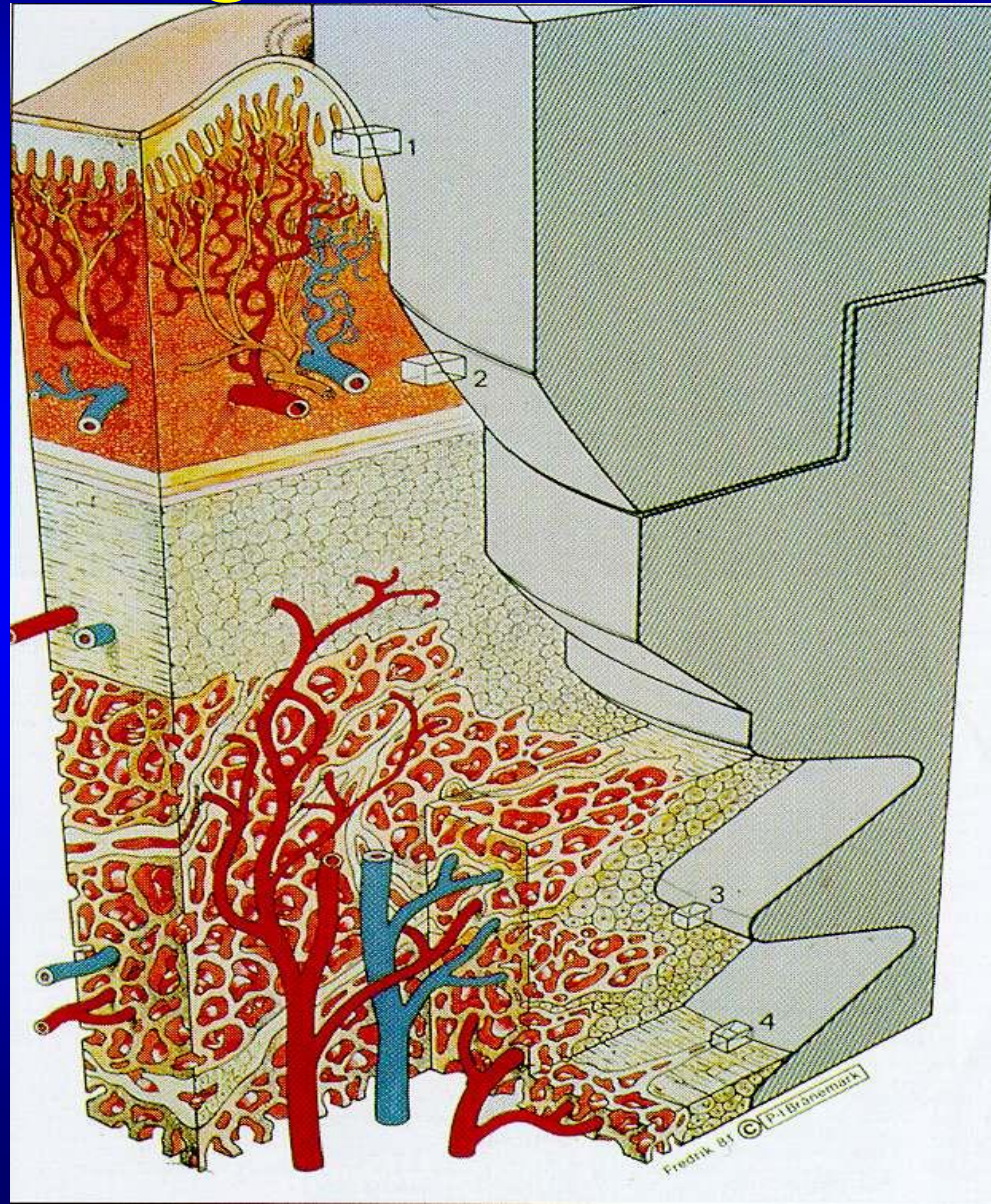
Ti₂O

Titan-oxid

Ti₂O

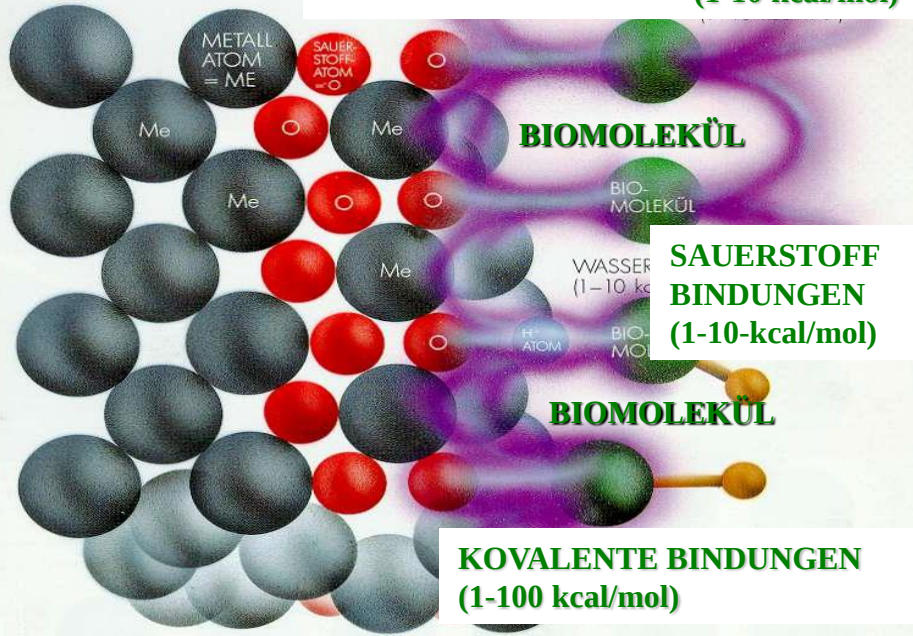
Ti₂O₃

Die Verbindung von dem Implantat und dem umgebenden Gewebe

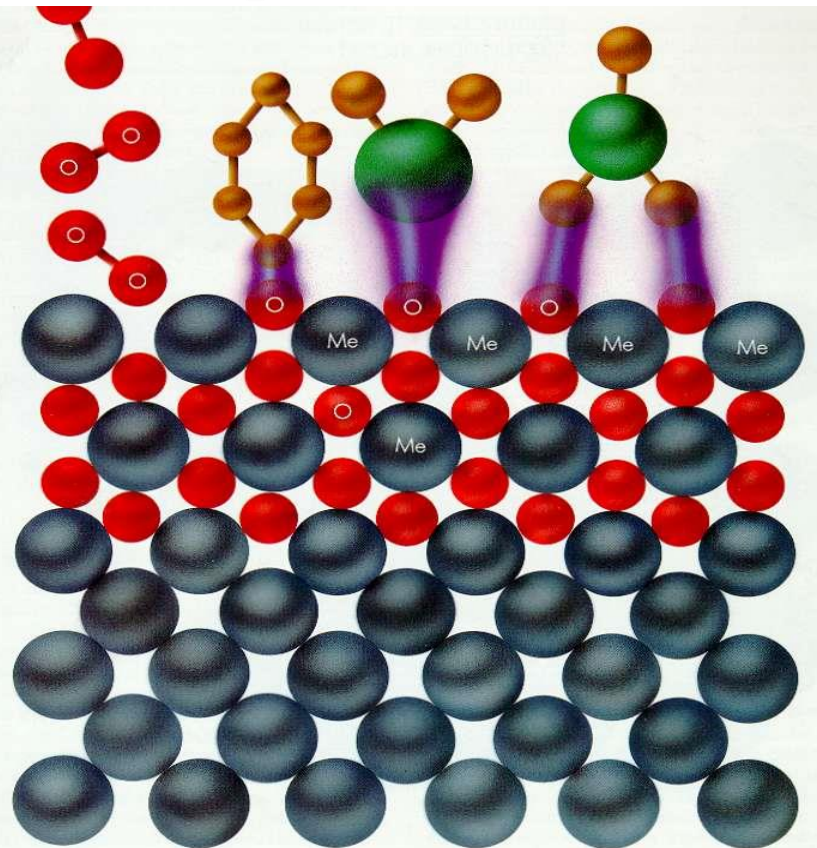


Molekuläre Verbindungen auf der Implantatoberfläche

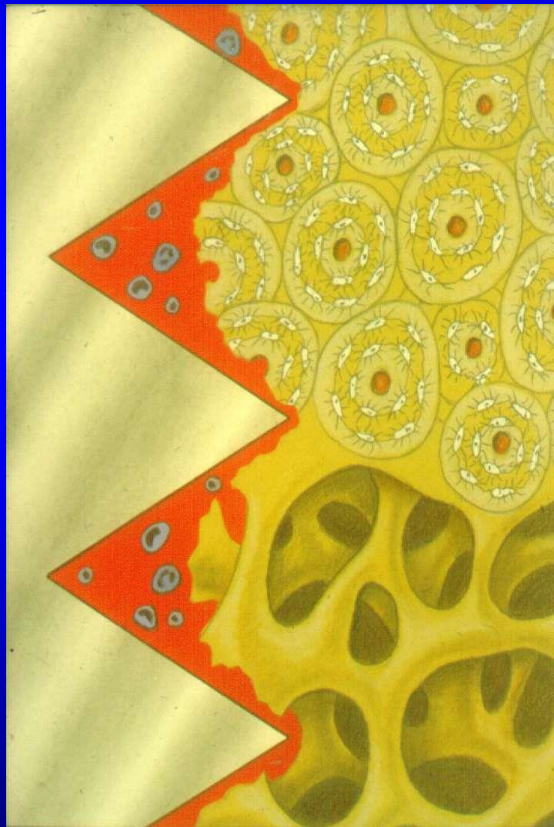
VAN DER WAAL'SCHE BINDUNGEN
(1-10 kcal/mol)



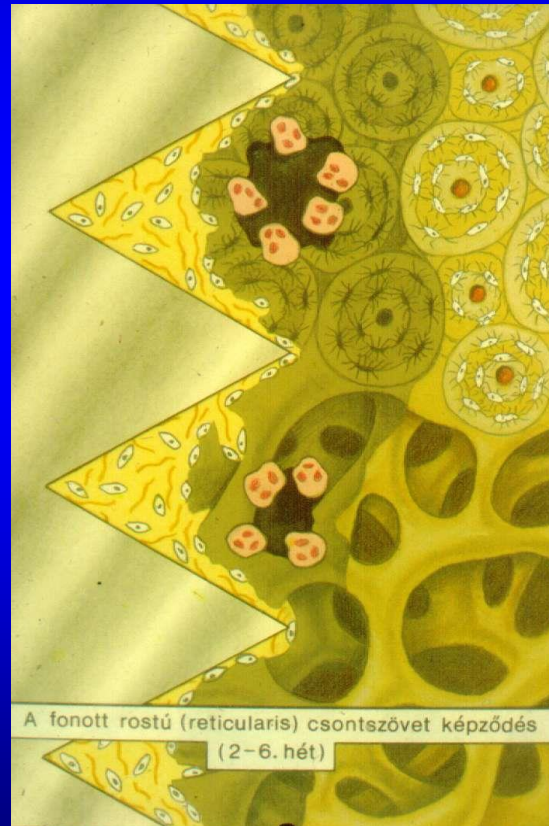
Die molekuläre Verunreinigung der Implantatoberfläche



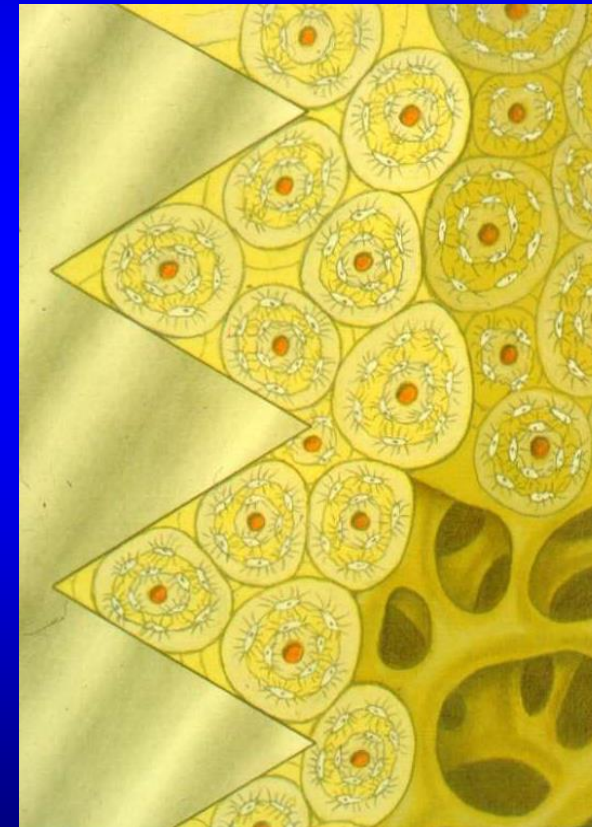
**Exsudative,
proliferative
Phase
(1-14 Tag)**



**Entstehung
von
retikulärem
Knochen
(2-6 Wochen)**



**Entstehung von
lamellerem
Knochen und
Remodelling
(6-18 Wochen)**



Die Heilung und der Umbau vom Knochen um osseointegrierte Implantate

(James, McKinney)

- Knochenoperation, Implantation
- Der Vorgang der Knochenheilung ist eine Zellreaktion, die die Verbindung zwischen Knochen und Implantat herstellt
- Entstehung von reifem lamellerem Knochen, der Umbau vom Knochen um das Implantat

OSSEOINTEGRATION

Direkte Verbindung
zwischen Knochen und
Implantat auf
lichtmikroskopischer
Ebene

Per-Ingvar Brånemark 1969

- Material: Titan
- Form: Schraubenimplantat
/fixture/
- Verankerungsmechanismus:
Knochenintegration
/Osseointegration/

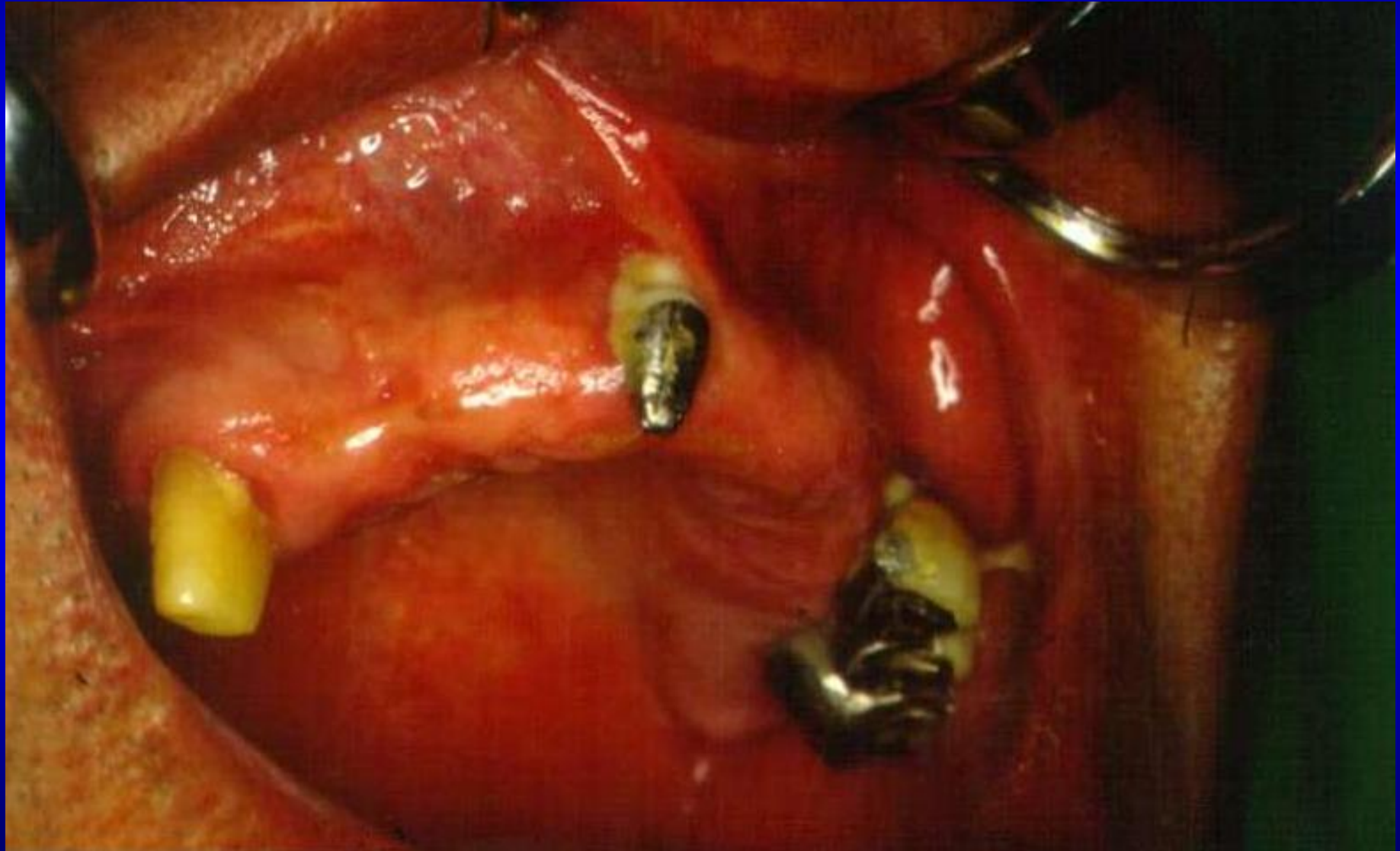


VORAUSSETZUNGEN DER OSSEOINTEGRATION

- Atraumatische, aseptische Operation
- Bioinertes oder bioreaktives Material
- Entsprechende Implantatoberfläche
- Primärstabilität
- Ungestörte (unbelastete) Einheilung?__

**Die humanhistologische
Untersuchung der
Osseointegration kann
ernste ethische Fragen
nach sich ziehen**

Unbelastetes Aluminiumoxid-Keramik Implantat



Zusammen mit dem umgebenden Knochen entferntes Implantat



Wundheilung nach der Entfernung des Implantates

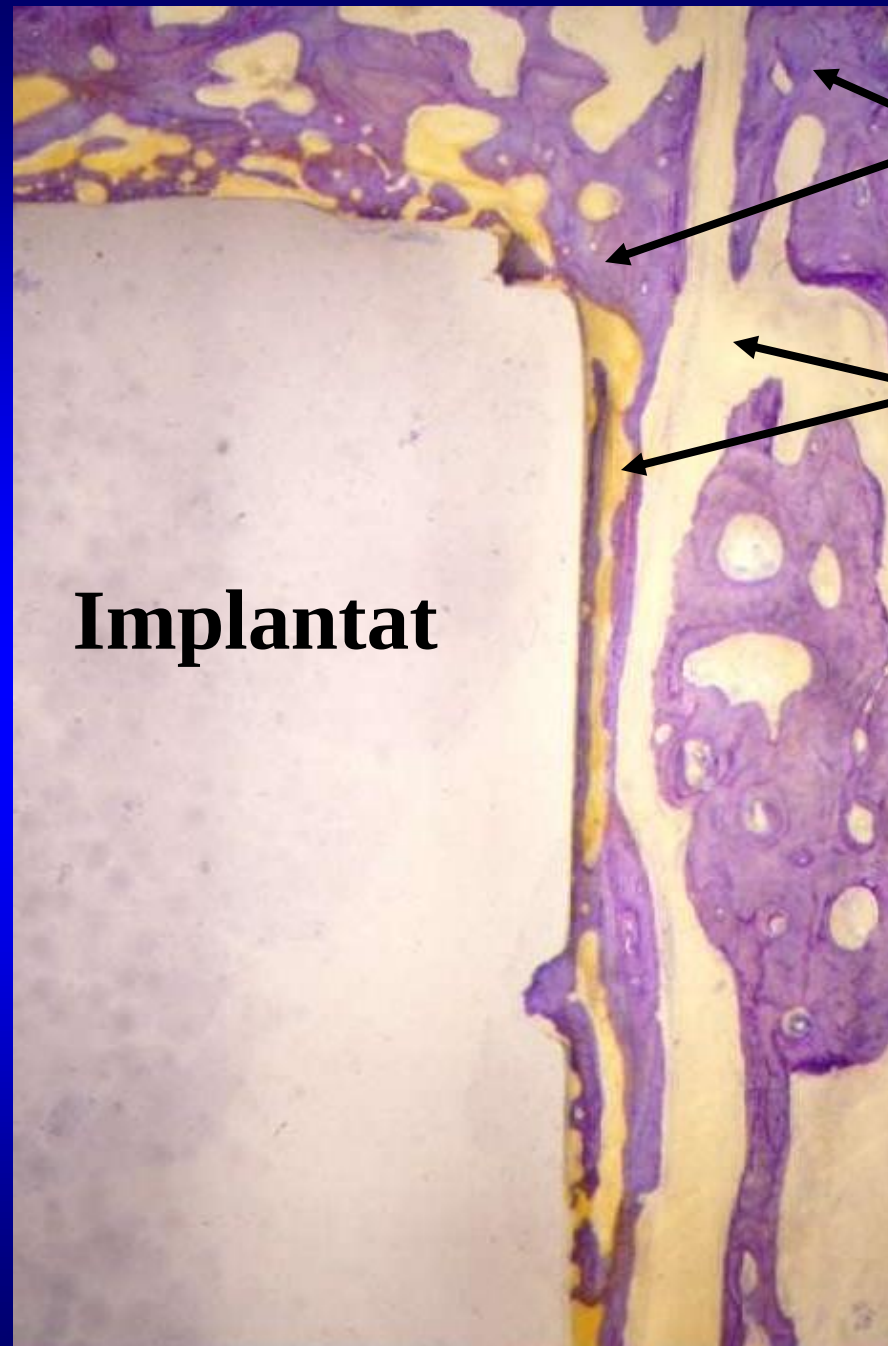


**Das
histologische
Bild des
enfernten
Implantates,
20x
vergrößert**



**Der Implantat-Knochen
Kontakt /Bone-Impant-
Contact, BIC/ ist messbar
mittels Histomorphometrie,
und ausdrückbar in
Prozentverhältnis /%/.**

**Histologisches
Bild,
50x
Vergrößert**



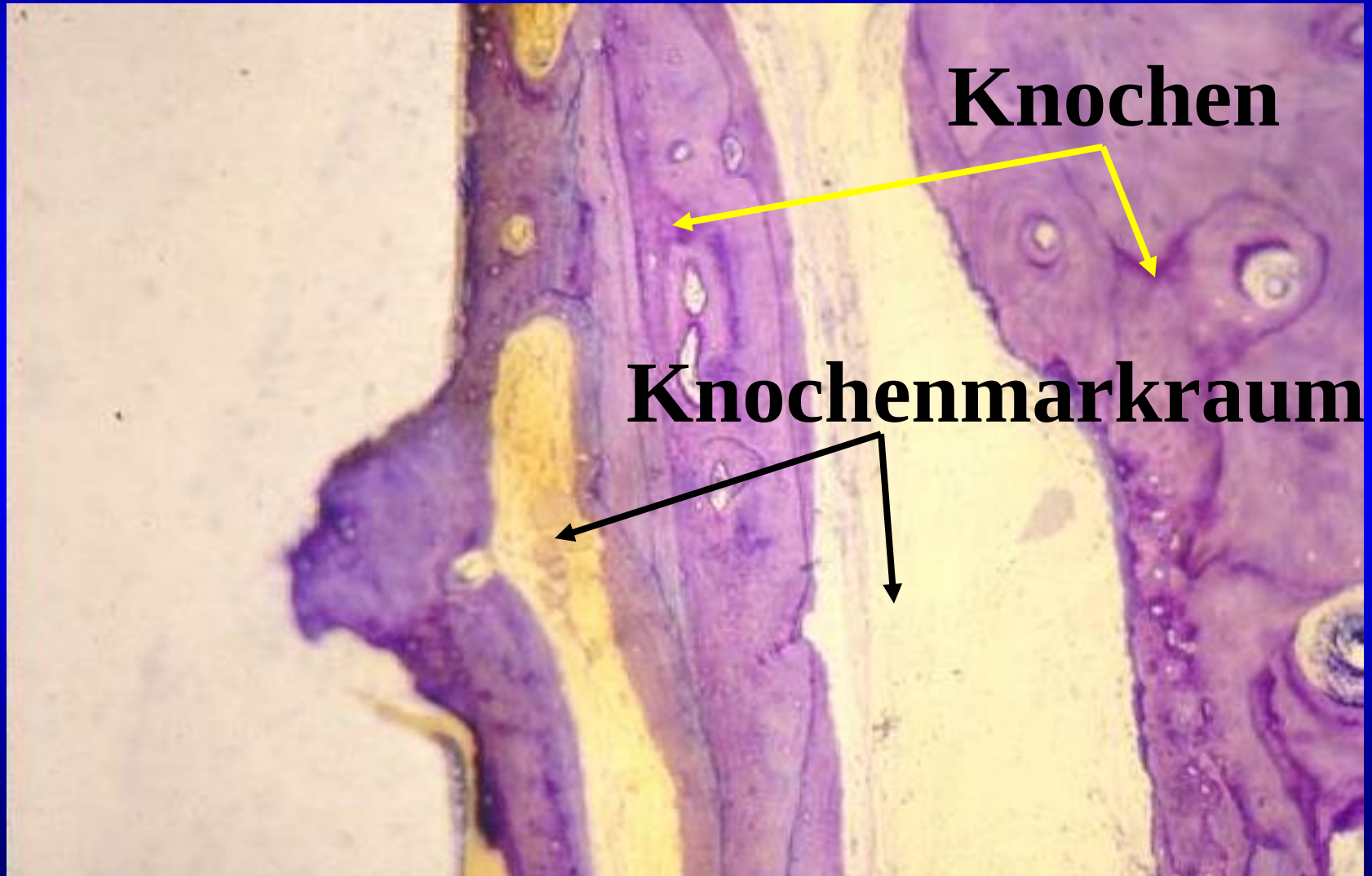
Knochen

**Knochenmark-
raum**

Implantat

Histologisches Bild, Implantat

100x Vergrößert



D 1 Knochendichte

Zusammensetzung Anatomische Stelle

- Dichte Kompakta
- interforaminale Region der atrophierten Mandibula

Kontaktfläche zwischen Knochen und Implantat beträgt **~ 80%**

D 2 Knochendichte

Zusammensetzung Anatomische Stelle

- Dichte, poröse Kompakta
- harte, grobkörnige Spongiosa
- Interforaminale und laterale Region der Mandibula
- Frontale Region der Maxilla

Kontaktfläche zwischen Knochen und Implantat beträgt **~ 70%**

D 3 Knochendichte

Zusammensetzung Anatomische Stelle

- Dünne, poröse Kompakta
- Feine, trabekuläre Spongiosa
- Frontale Region der Maxilla
- Distale Region der Mandibula

Kontaktfläche zwischen Knochen und Implantat beträgt **> 50 %**

D 4 Knochendichte

Zusammensetzung Anatomische Stelle

- Feine, trabekuläre Spongiosa
- Laterale und distale Region der Maxilla

Kontaktfläche zwischen Knochen und Implantat beträgt **~ 25%**

Die Heilung und der Umbau vom Knochen um osseointegrierte Implantate

(James, McKinney)

- **Knochenoperation, Implantation**
- **Der Vorgang der Knochenheilung ist eine Zellreaktion, die die Verbindung zwischen Knochen und Implantat herstellt**
- **Entstehung von reifem lamellerem Knochen, der Umbau vom Knochen um das Implantat**

**3-6
Monate**



Die Aufteilung von Biomaterialien /Osborn 1979/

M

e

c

h

a

n

i

k

Biotolerante Materialien

Stahl-Legierungen

Cr-Co-Mo-Legierungen /Vitallium/

Kunststoffe

Bioinerte Materialien

Tantal, Titan, Niob

Aluminiumoxid-Keramik

Kohlenstoff

Bioreaktive Materialien

Glaskeramiken

Hydroxylapatit

Trikalziumphosphate

B

i

o

l

o

g

i

e

Die Aufteilung von Biomaterialien /Osborn 1979/

M
e
c
h
a
n
i
k

Biotolerante Materialien

Stahl-Legierungen

Cr-Co-Mo-Legierungen /Vitallium/

Kunststoffe

Bioinerte Materialien

Tantal, Titan, Niob

Aluminiumoxid-Keramik

Kohlenstoff-Verbindungen

Bioreaktive Materialien

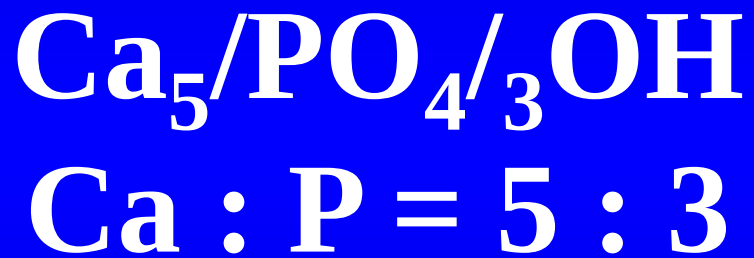
Glaskeramiken

Hydroxylapatit

Trikalziumphosphate

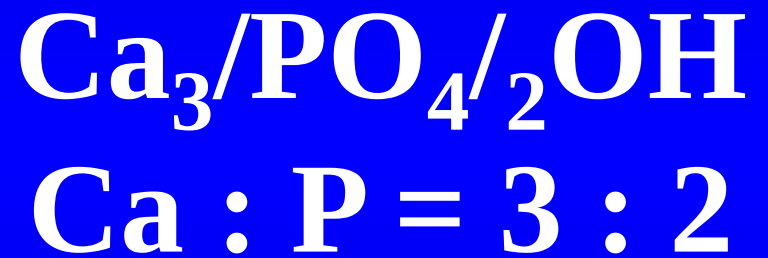
B
i
o
l
o
g
i
e

HYDROXYLAPATIT (HA)
pentakalziumphosphat



Nicht resorbierbar

**TRIKALZIUM-
PHOSPHATE**
(TCP)



Resorbierbar

Hydroxylapatit



Trikalziumphosphate



KLINISCHE VERWENDUNG VON KALZIUM-PHOSPHAT-KERAMIKEN

- **Auffüllen von Knochenhöhlräumen**
- **Augmentation**
- **Beschichtung der
Implantatoberflächen**