Grundvoraussetzungen für den Erfolg der Implantation III.

Die Faktoren der Kaukraftübertragung mittels Implantaten

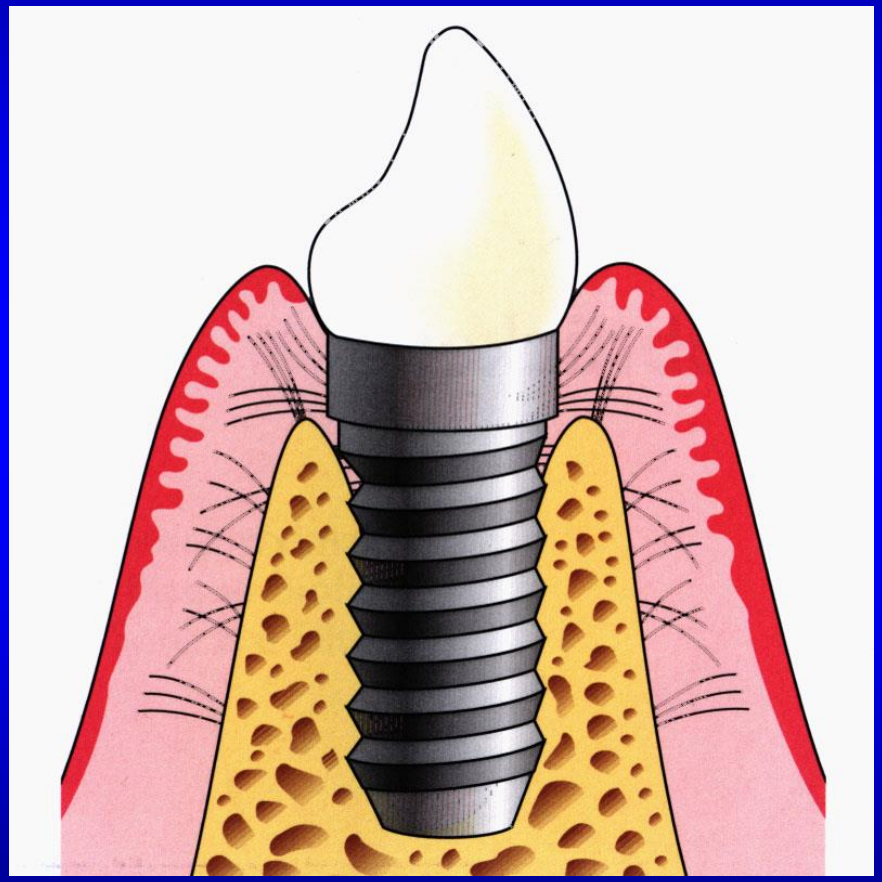
Prof.Dr. Tamas Divinyi

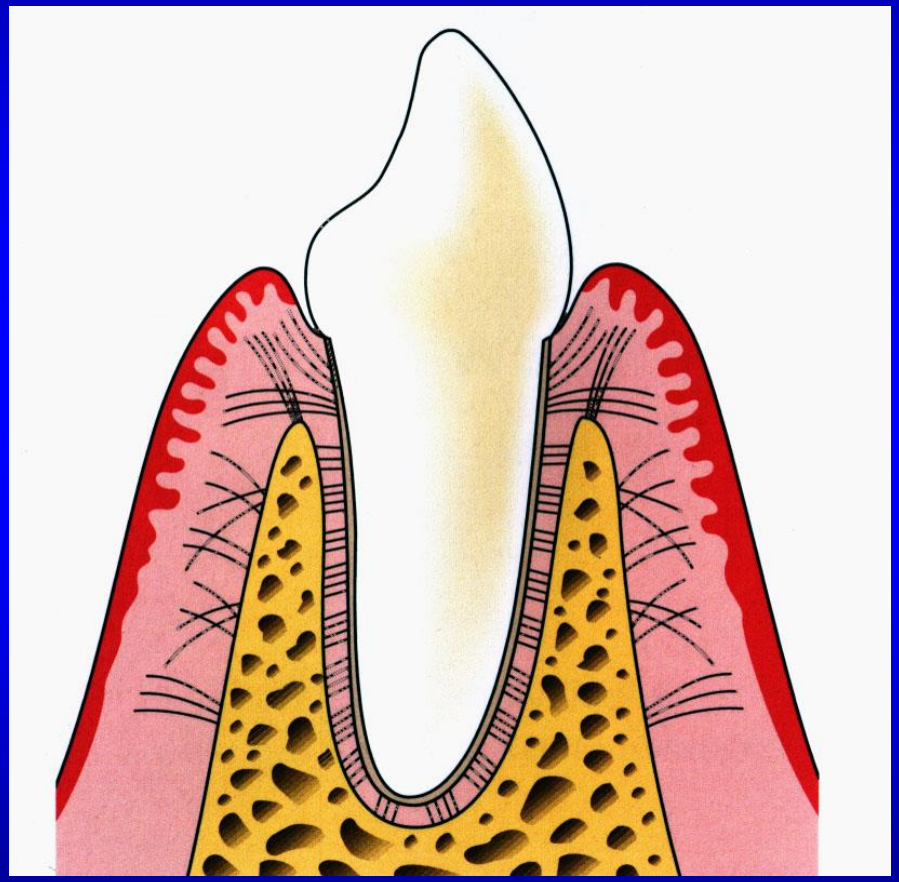
Klinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie und Stomatologie

Die Voraussetzungen für den Erfolg von zahnärztlichen Implantaten

- Biokompatibilität
- Gingivaler Verschluss
- Optimale Kraftübertragung

Die Verankerung des Implantats und Zahnes im Knochen

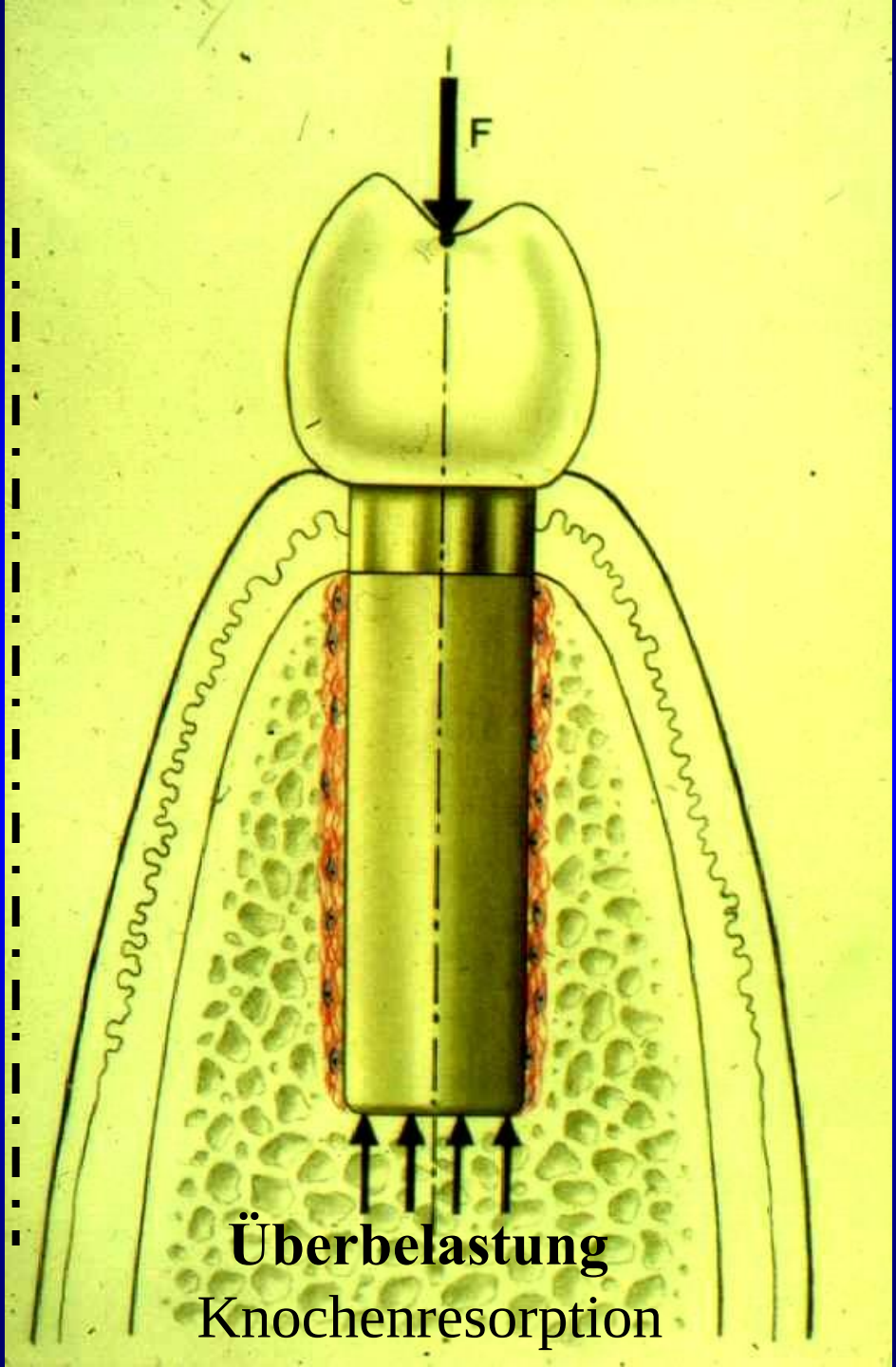




DIE BELASTBARKEIT BEEINFLUSSENDE FAKTOREN VON ENOSSALEN IMPLANTATEN

- **Die Art der Einheilung**
  - Die Eigenschaften des Knochens
  - Der Werkstoff des Implantates
  - Die Form des Implantates
  - Die Oberfläche des Implantates
  - Die Krafteinwirkung

Kraftübertragung bei der bindegewebigen Einheilung

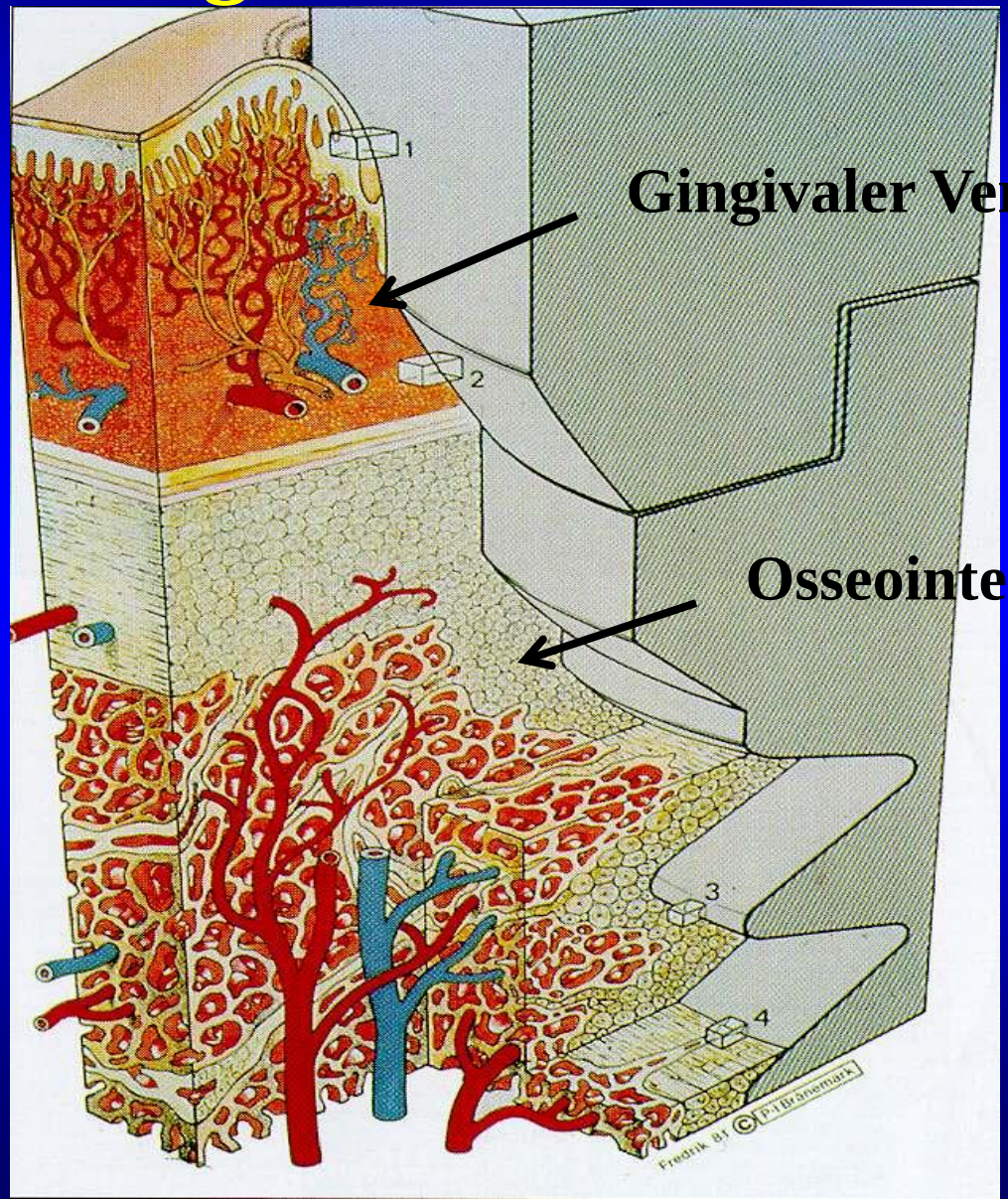


OSSEOINTEGRATION

Direkte Verbindung zwischen Knochen und Implantat auf lichtmikroskopischer Ebene

P.I.Branemark 1969, 1977

DieVerbindung von dem Implantat und dem umgebenden Gewebe



zur Erinnerung:

VORAUSSETZUNGEN DER OSSEOINTEGRATION

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

DIE BELASTBARKEIT BEEINFLUSSENDE FAKTOREN VON ENOSSALEN IMPLANTATEN

- **Die Art der Einheilung, die Zeit der Belastung**
  - **Die Eigenschaften des Knochens**
  - **Der Werkstoff des Implantats**
  - **Die Form des Implantats**
  - **Die Oberfläche des Implantats**
  - **Die Krafteinwirkung**

Wann sind die enossale Implantate belastbar?

3-6 Monaten ungestörte Heilung ist die Voraussetzung für Osseointegration

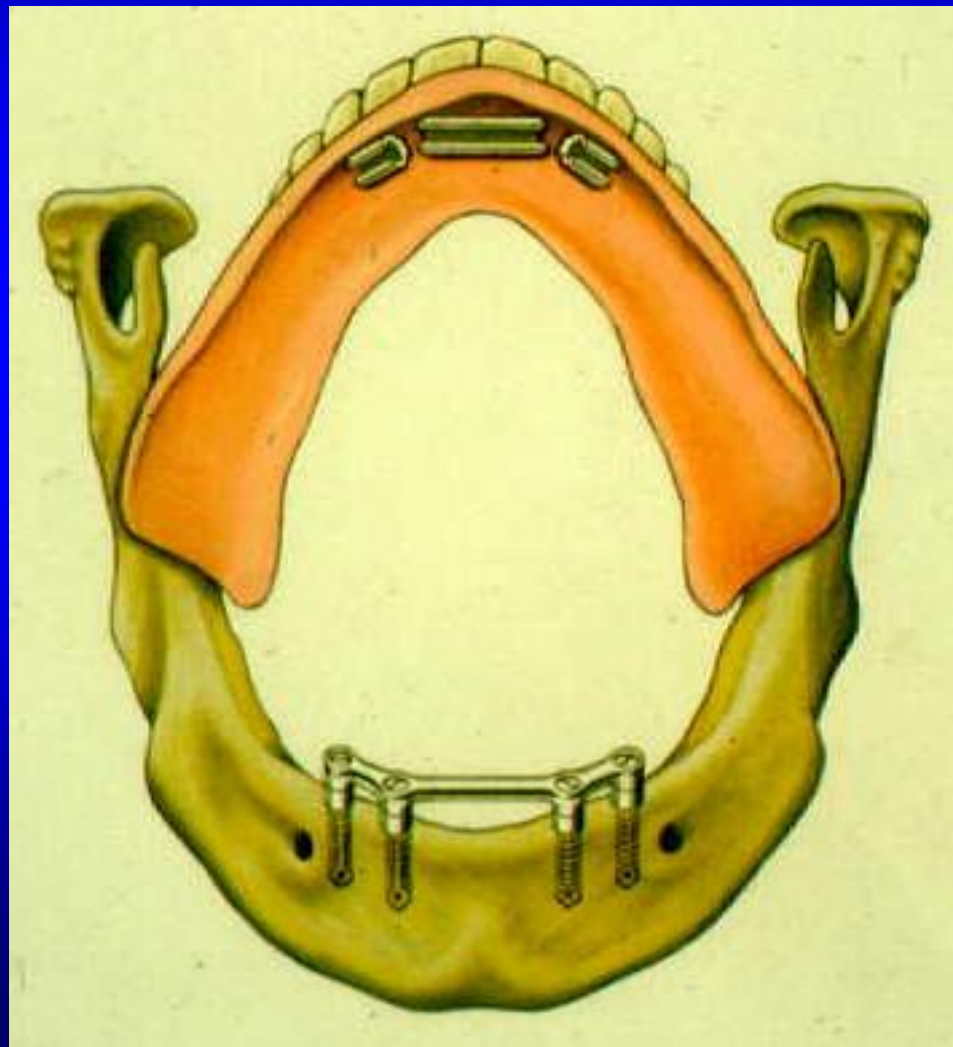
/ Bränemark et al.1977, Adell et al.1981, Albrektsson et al. 1981, Bränemark 1983, Bränemark et al. 1985, Albrektsson et al. 1986/

Ledermann P: Stegprothetische Versorgung des zahnlosen Unterkiefers mit Hilfe von plasmabeschichteten Titanschraubenimplantaten.

Dtsch. Zahnärztl. Z.

1979; 34:907

138 Patienten, 476 Implantaten: 8,2% Misserfolg



Die Sofortbelastung fördert die „funktionelle Osteogenese”

/Ledermann 1979/

Die möglichen Zeitpunkte der Belastung nach der Insertion von Implantaten:

/EAO 2006/

- **Sofort Belastung:** in 72 Stunden
- **Früh Belastung :** cca.nach 3 Wochen
- **Spät Belastung:** nach.3-6 Monaten

Die möglichen Zeitpunkte der Belastung nach der Insertion von Implantaten:

/ITI Consensus Conference 2008/

- **Sofort Belastung:** in einer Woche
- **Früh Belastung :** 1-8 Wochen
- **Spät Belastung:** nach 2 Monaten

Sofortbelastung:

Funktionelle Belastung im Anfangsstadium der Heilung

Die Vorteile der Sofortbelastung

- Funktioneller Knochenumbau?
- Provizorische Versorgung auf Implantaten
- Kürzere Behandlungszeit

Die Nachteile der Sofortbelastung

- Fehlen der Osseointegration

Die Sofortbelastung ist eine <u>therapeutische Möglichkeit</u>, die hängt von komplexen, biomechanischen Voraussetzungen ab

Vom Knochen tolerierte „Mikrobewegung”:

50µm - 150µm

/rauhe Implantat Oberflache/

/ Cameron et al. 1973
Geesink et al. 1987
Thomas et al. 1989
Lum et al. 1991
Soballe et al. 1993
Oonishi et al. 1994
Szmukler-Moncler et al. 1996/

Die Faktoren, beeinflüssen die Sofortbelastung:

- **Kaukraft**

Kaukraft Messungen

- Auf Molaren **390-880 N**
- Auf Prämolaren **453 N**
- Prothese Trägers **77-196 N**
- Auf Implantaten max. **412 N**
-

Die Faktoren, beeinflüssen die Sofortbelastung:

- Kaukraft
- Knochen-qualität

Primär Stabilität =

Die Fixation des Implantatats im Knochen während der Operation

Das Eindrehmoment nötig ist, für den Erfolg der Sofortbelastung

> 40 Ncm /Horiuchi K. et al.: Int. J. Oral Maxillofacial Implants 2000; 15:824/

> 25 Ncm /Johansson P. et al.: Int. J. Oral Maxillofacial Implants 1994; 9:279/

Faktoren beeinflussen die primär Stabilität von Implantaten

- Knochen-qualität
- Form des Implantats
- Chirurgische Technik

Faktoren beeinflussen die primär Stabilität von Implantaten

- Knochen-qualität
- Form des Implantats
- Chirurgische Technik

Misch C.E.: Bone character: second vital implant criterion, Dent. Today 39-40, June/July 1988.

D 1 Knochendichte

Zusammensetzung

- Dichte Kompakta

Anatomische Stelle

- interforaminale Region der atrophierten Mandibula

Kontaktfläche zwischen Knochen und Implantat beträgt ~ 80%

D 2 Knochendichte

Zusammensetzung

- Dichte, poröse Kompakta
- harte, grobkörnige Spongiosa

Anatomische Stelle

- Interforaminale und laterale Region der Mandibula
- Frontale Region der Maxilla

Kontaktfläche zwischen Knochen und Implantat beträgt ~ 70%

D 3 Knochendichte

Zusammensetzung

- Dünne, poröse Kompakta
- Feine, trabekuläre Spongiosa

Anatomische Stelle

- Frontale Region der Maxilla
- Distale Region der Mandibula

Kontaktfläche zwischen Knochen und Implantat beträgt > 50 %

D 4 Knochendichte

Zusammensetzung

- Feine, trabekuläre Spongiosa

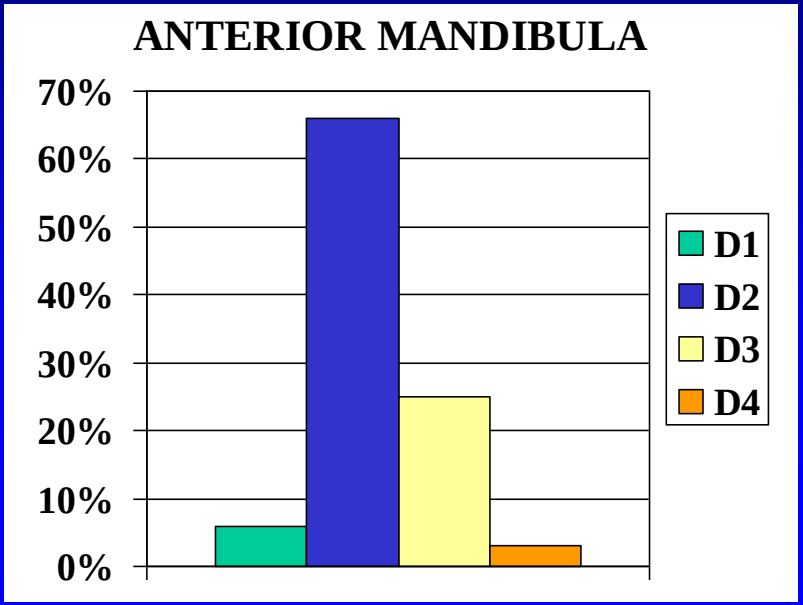
Anatomische Stelle

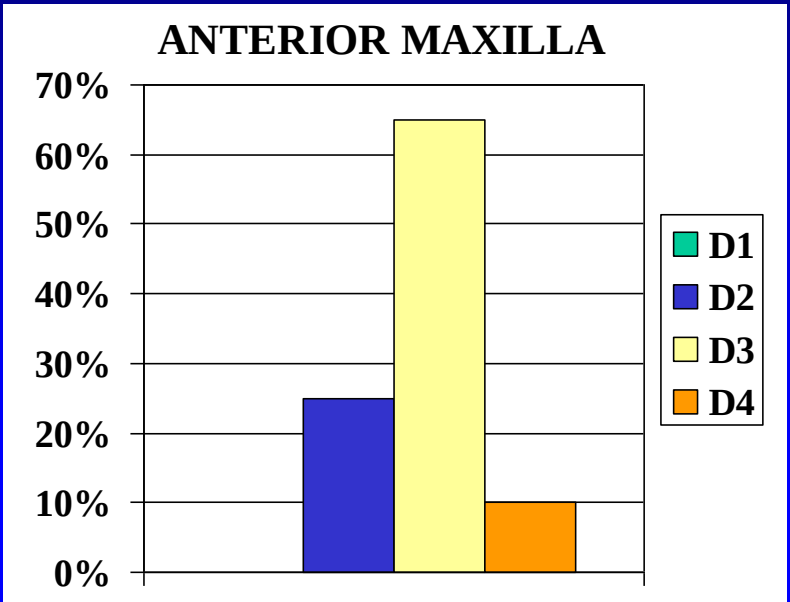
- Laterale und distale Region der Maxilla

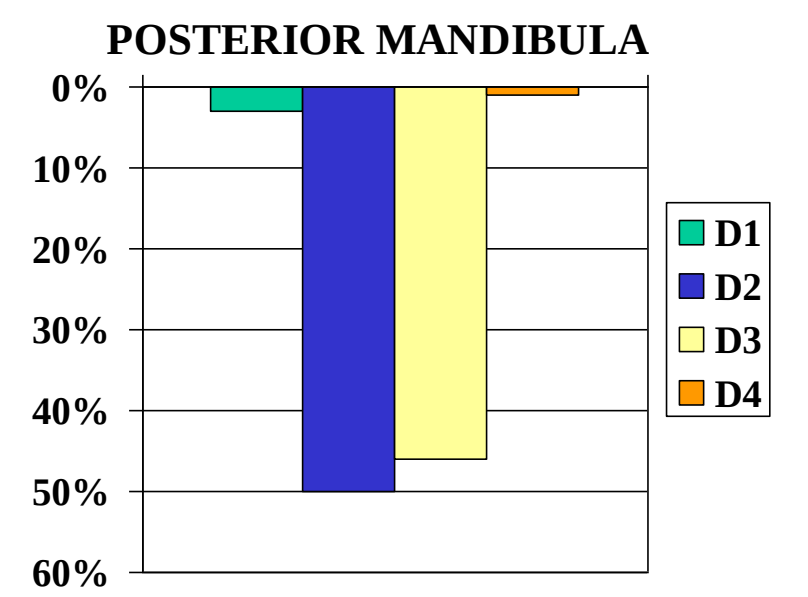
Kontaktfläche zwischen Knochen und Implantat beträgt ~ 25%

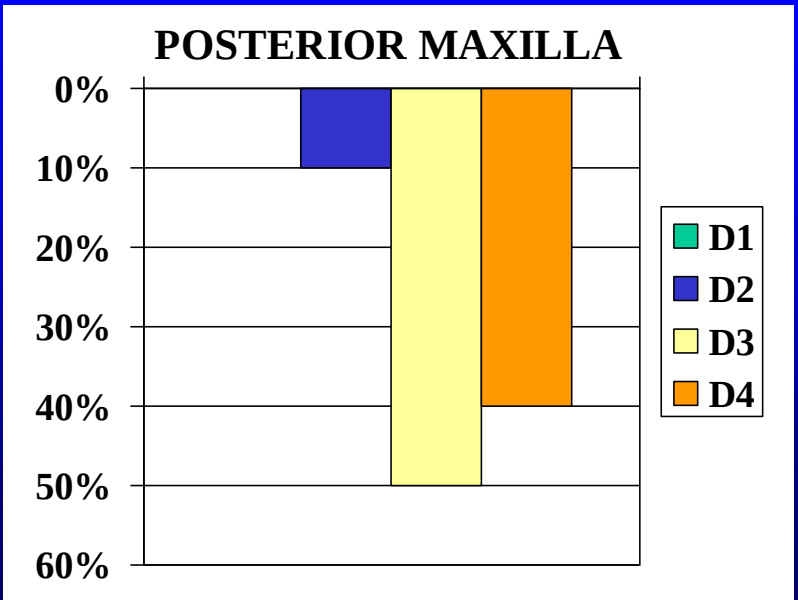
Knochenqualitätsverteilung in den Kiefern

/Misch C. E.: Contemporary Implant Dentistry 1999/





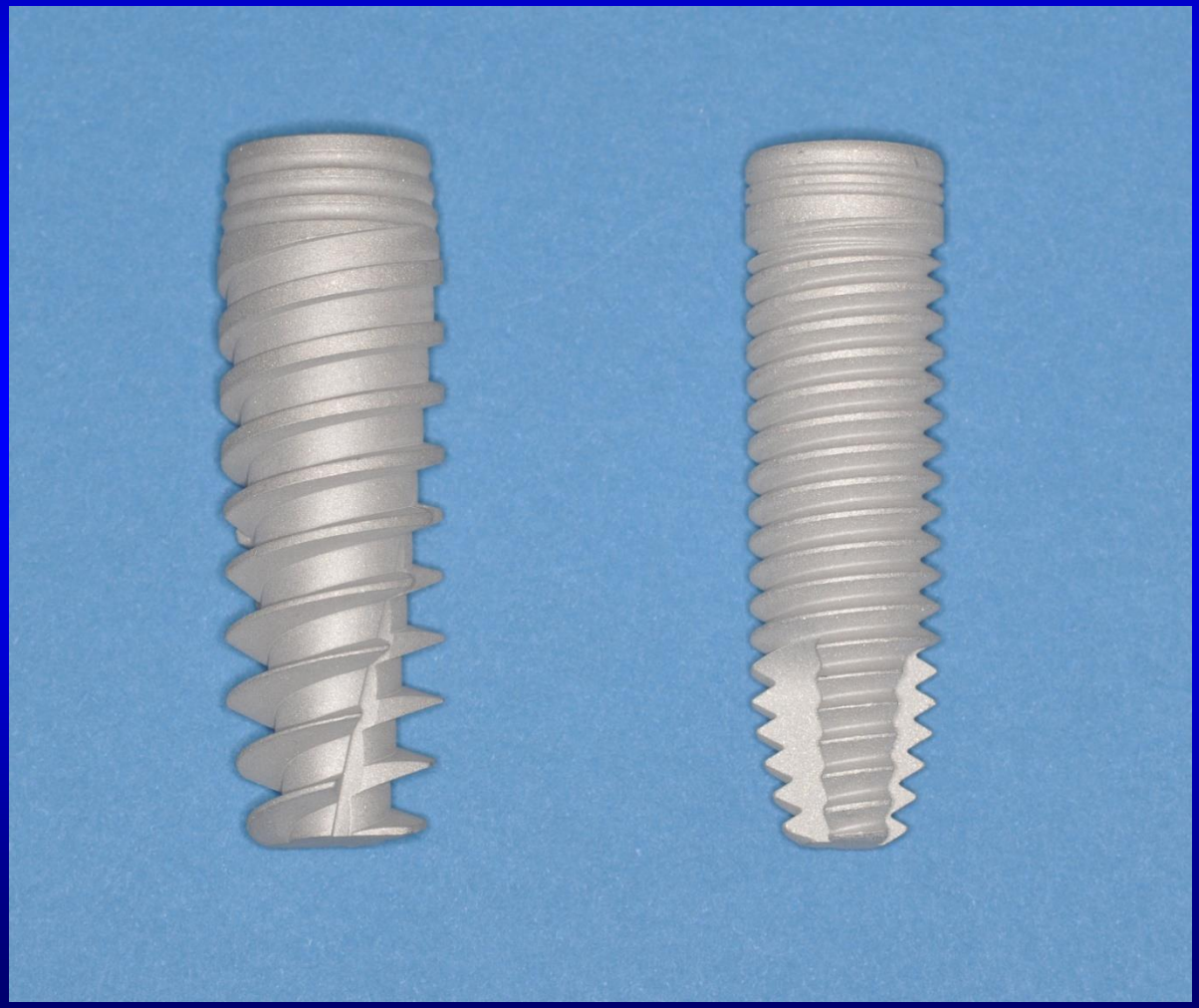




Faktoren beeinflussen die primär Stabilität von Implantaten

- Knochen-qualität
- Form des Implantats
- Chirurgische Technik

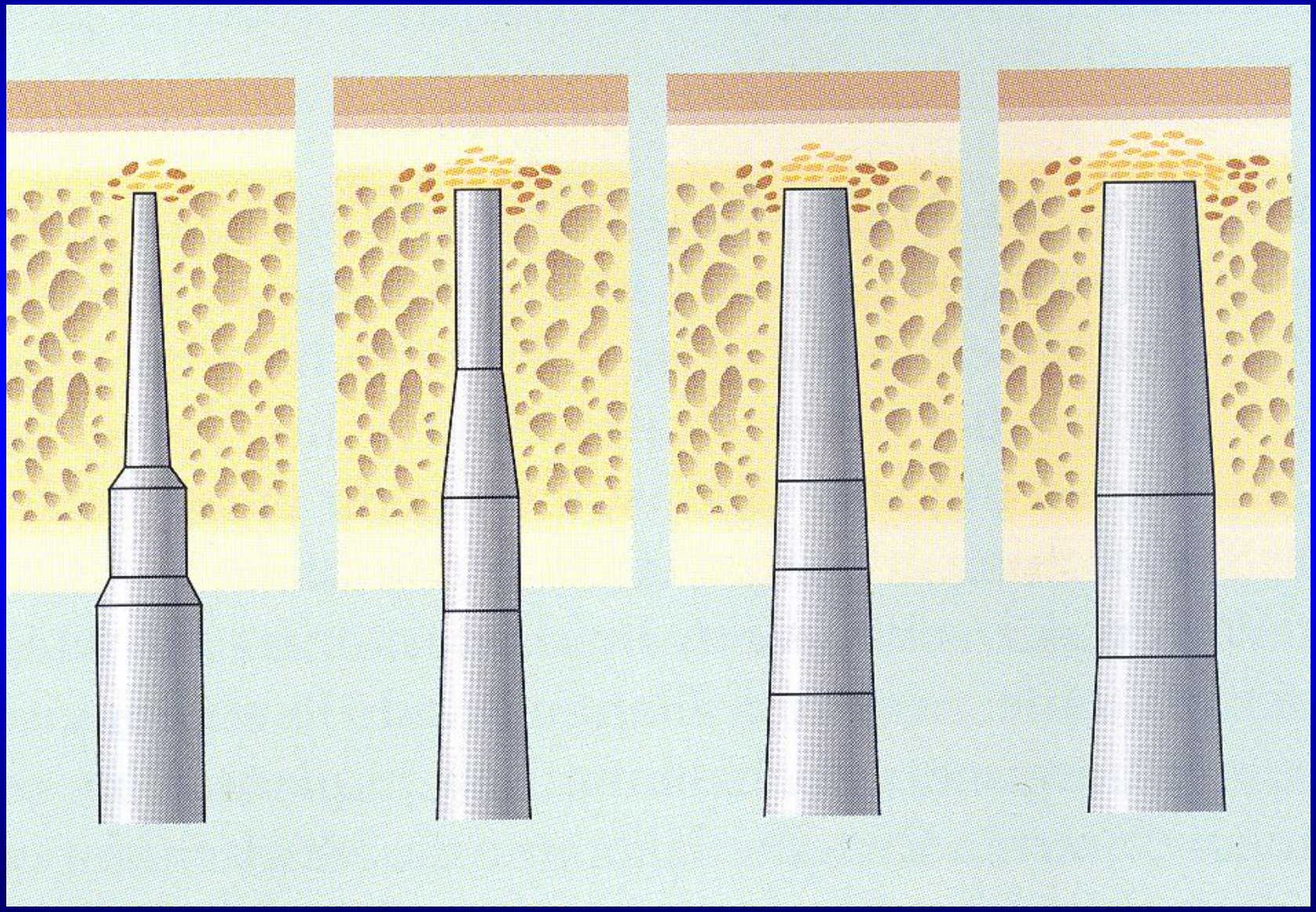
Implantatformen mit verschiedenen Primärstabilitäten



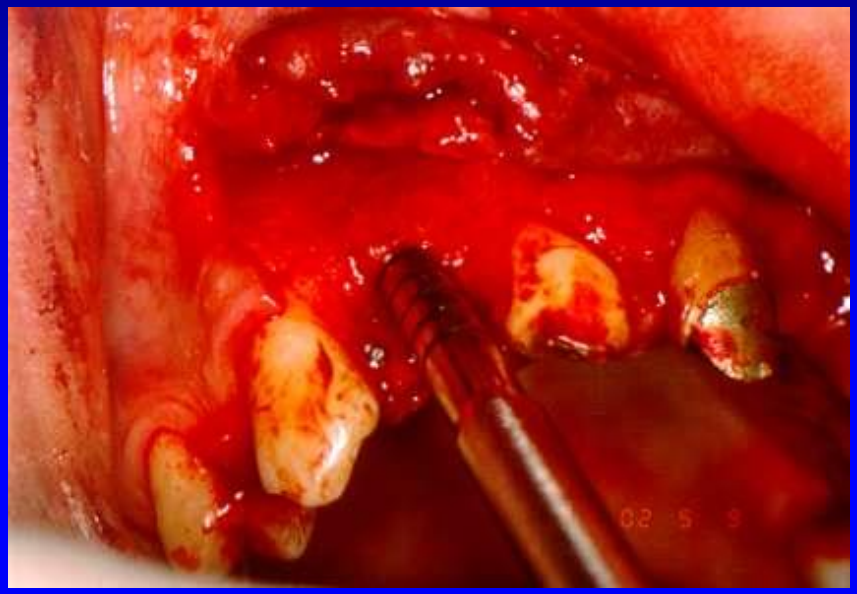
Faktoren beeinflussen die primär stabilität von Implantaten

- Knochen-qualität
- Form des Implantats
- Chirurgische Technik

Knochenverdichtung mit Osteotomen



Osteotom Technik



Die Faktoren beeinflussen die Sofortbelastung:

- Kaukraft
- Knochen-qualität
- **Optimale Kraftverteilung**

OPTIMALE KRAFTVERTEILUNG

- maximale Implantatum Oberfläche
- Verblockung der Implantaten
- balanzierte Okklusion

Die möglichen Zeitpunkte der Belastung nach der Insertion von Implantaten:

/ITI Consensus Conference 2008/

- **Sofort Belastung:** in einer Woche
- **Früh Belastung :** 1-8 Wochen
- **Spät Belastung:** nach 2 Monaten

Frühbelastung:

Implantatbelastung am Anfang der Knochenheilung

/cca. 3 Wochen nach Implantation/

Aus klinischer Sicht, bedeutet die Möglichkeit für Frühbelastung, die Förderung der Osseointegration

Die Implantat-Oberflächen, ermöglichen die Frühbelastung

• ITI-Straumann	SLA, SLActive
• Nobel Biocare	Ti Unite
• 3 I	Osseotite
• Ankylos	Ankylos – Plus
• Pitt – Easy	Puretex

primär Stabilität =

Die Fixation des Implantatats im Knochen während der Operation

Sekundär Stabilität=

biologische Stabilität des Implantats im Knochen nach der Osseointegration

zur Erinnerung:

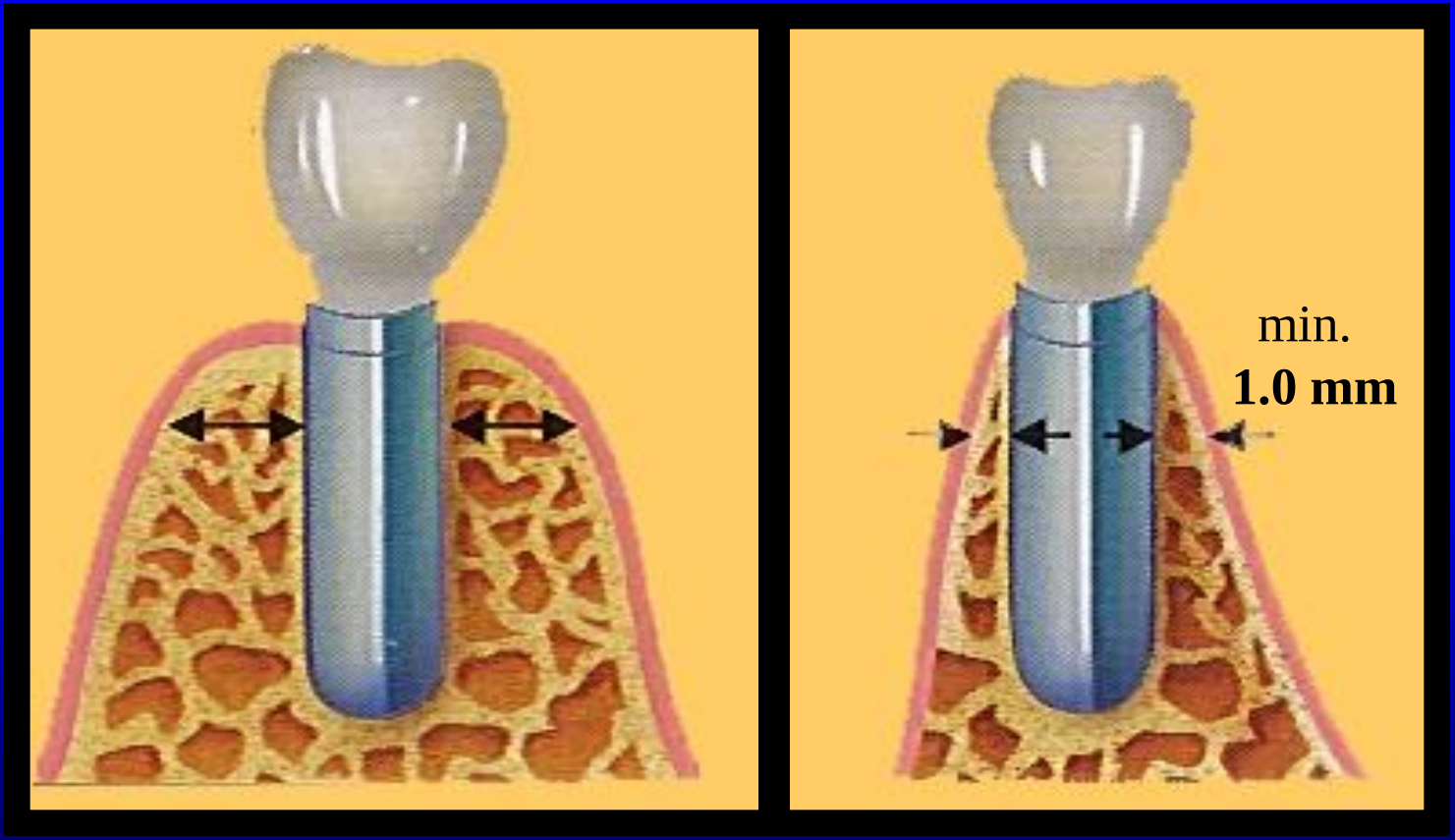
PROGRESSIVE OSSEOINTEGRATION

Die direkte Verbindung zwischen Implantat und Knochen vergrössert sich mit dem Umbau des Knochens

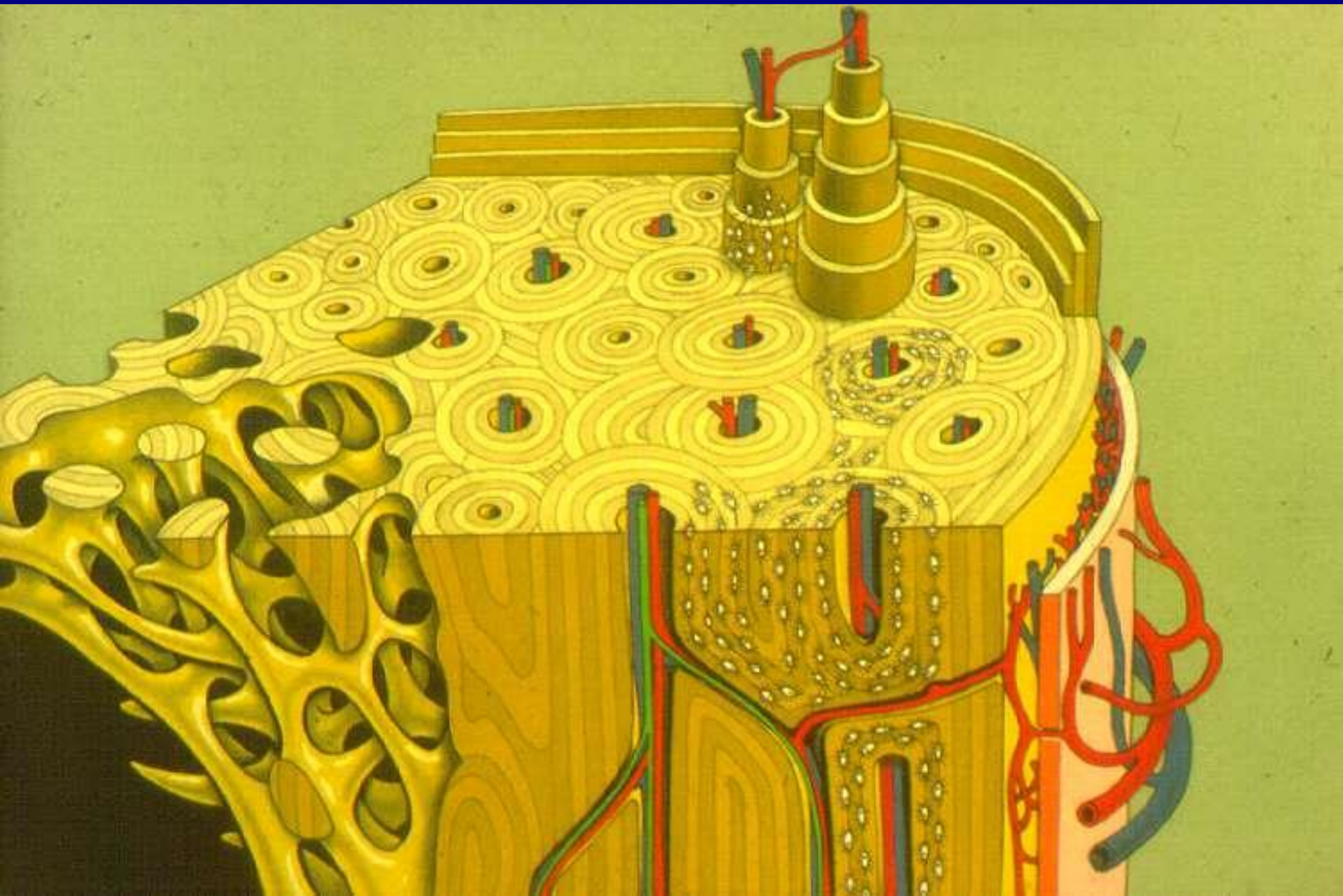
DIE BELASTBARKEIT BEEINFLUSSENDE FAKTOREN VON ENOSSALEN IMPLANTATEN

- Die Art der Einheilung
- **Die Eigenschaften des Knochens**
- Der Werkstoff des Implantats
- Die Form des Implantats
- Die Oberfläche des Implantats
- Die Krafteinwirkung

DIE KNOCHENMENGE UM DAS IMPLANTAT

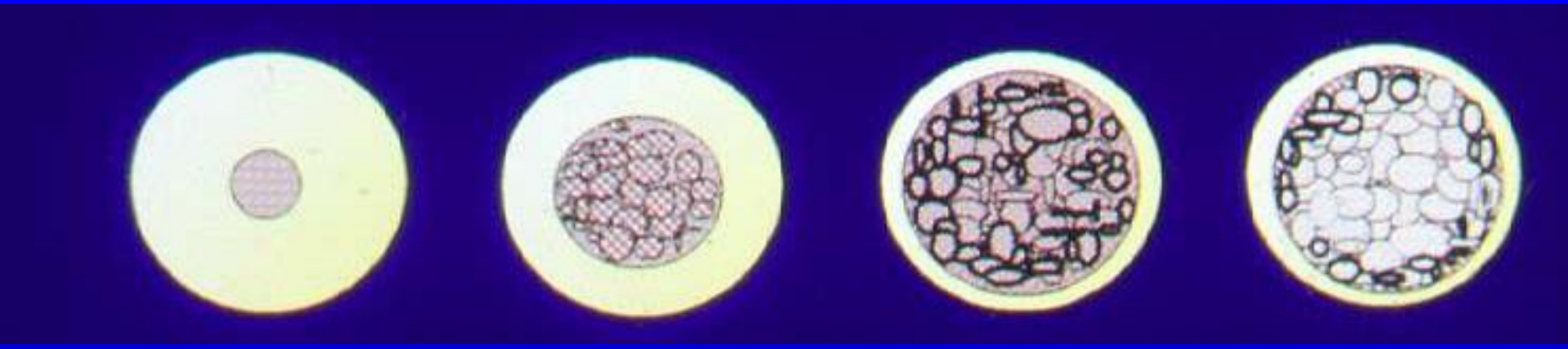


Anatomischer Aufbau des Knochens



Klassifizierung der Knochenqualität

(LEKHOLM, ZARB)

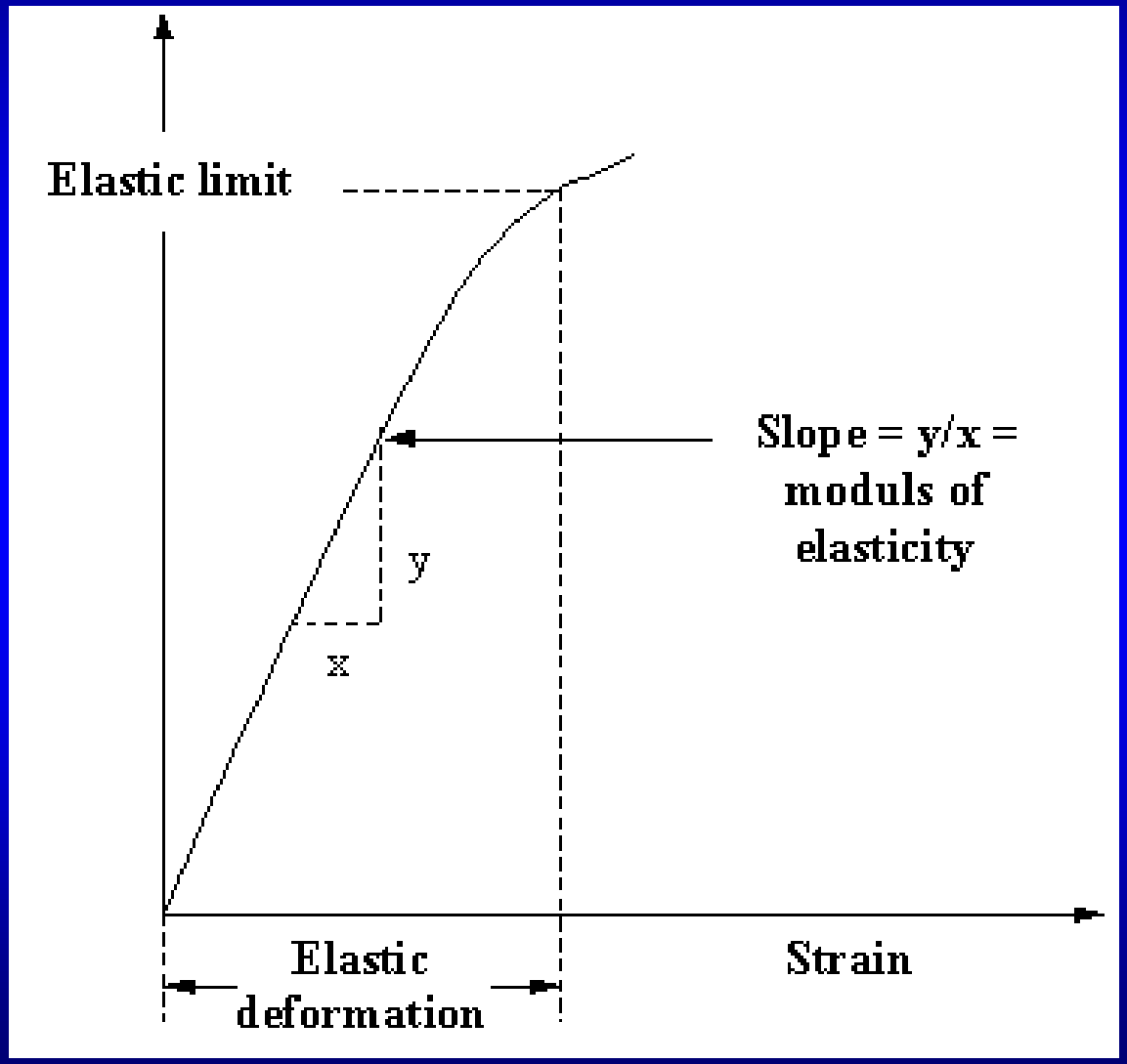


1. **2.** **3.** **4.**

DIE BELASTBARKEIT BEEINFLUSSENDE FAKTOREN VON ENOSSALEN IMPLANTATEN

- Die Art der Einheilung
- Die Eigenschaften des Knochens
- **Der Werkstoff des Implantats**
- Die Form des Implantats
- Die Oberfläche des Implantats
- Die Krafteinwirkungen

E-MODULUS



Das Verhältniss zwischen Krafteinwirkung und Spannung

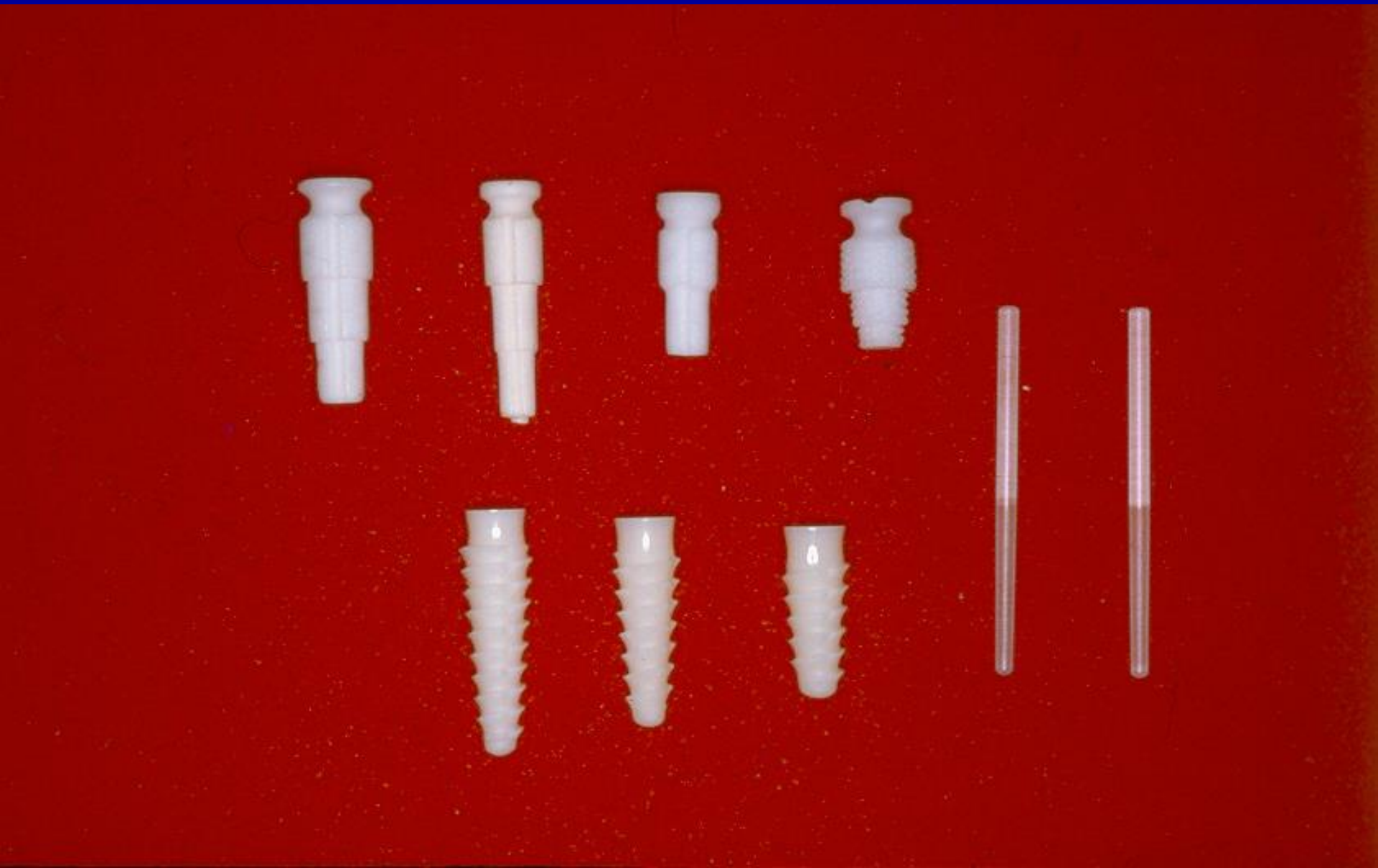
Mechanische Eigenschaften von Biomaterialien I

Material	Kortikalis	Au-Pt Legierung	Stahllegierung 70Fe-18Cr--12Ni	Co-Leg. 66Co-27-Cr--7Mo
Reißfestigkeit (N/mm^2)	30-60	700-800	900-1500	900-1000
E-modulus ($10^3 N/mm^2$)	~20	100	200	250

Mechanische Eigenschaften von Biomaterialien II.

Material	Kortikalis	Titan	Tantal	Al_2O_3 Keramik
Reißfestigkeit (N/mm^2)	30-60	600-1000	930	300
E-modulus ($10^3 N/mm^2$)	~20	120	180	350-400

Aluminium-Oxid Keramik Implantaten



osseointegriertes
aluminium-oxid
Implantat

mit Krone

Fraktuiertes aluminim-oxid Implantat

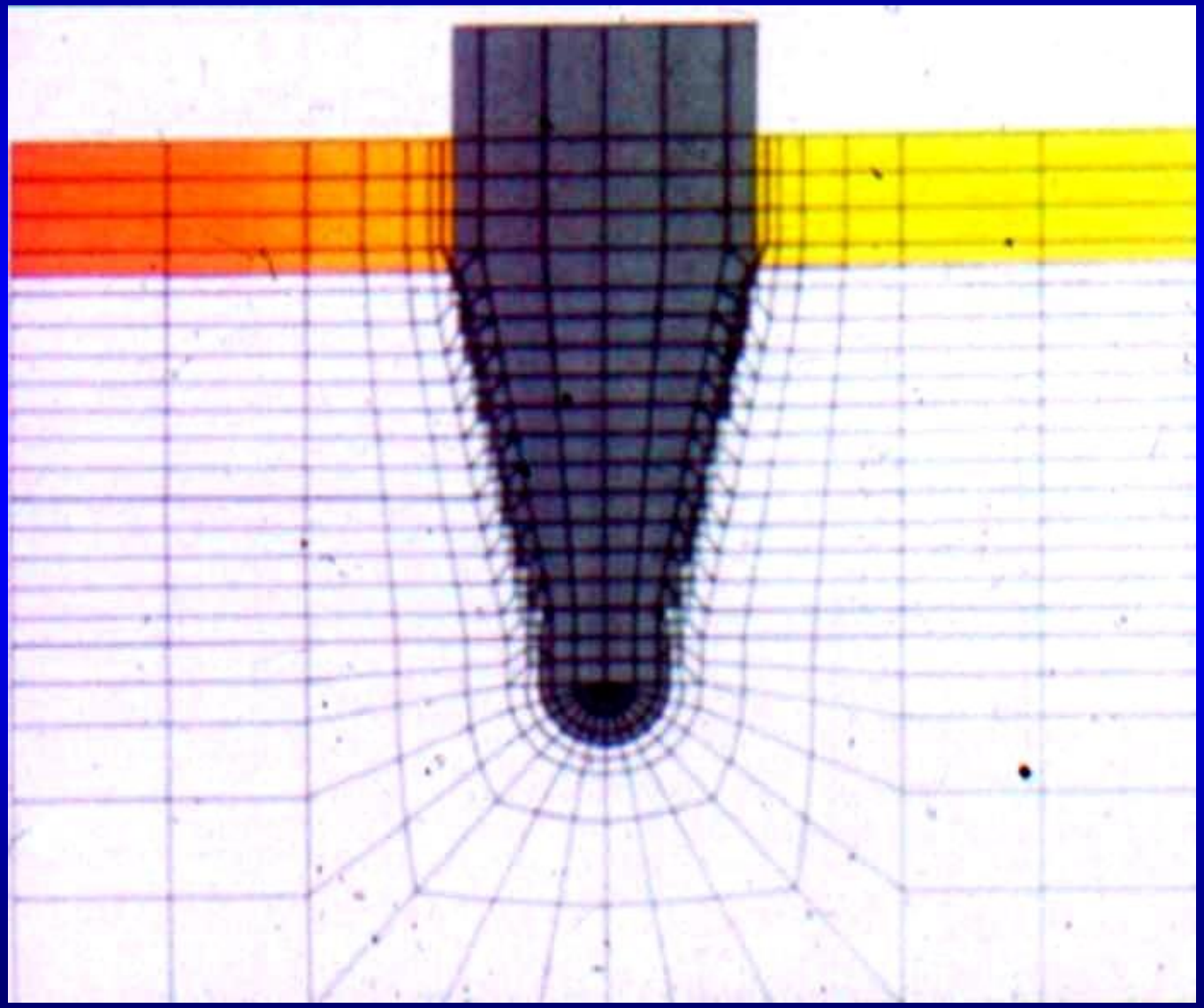
DIE BELASTBARKEIT BEEINFLUSSENDE FAKTOREN VON ENOSSALEN IMPLANTATEN

- Die Art der Einheilung
- Die Eigenschaften des Knochens
- Der Werkstoff des Implantats
- **Die Form des Implantats**
- Die Oberfläche des Implantats
- Die Krafteinwirkungen

BIOMECHANISCHE UNTERSUCHUNGSMETHODEN

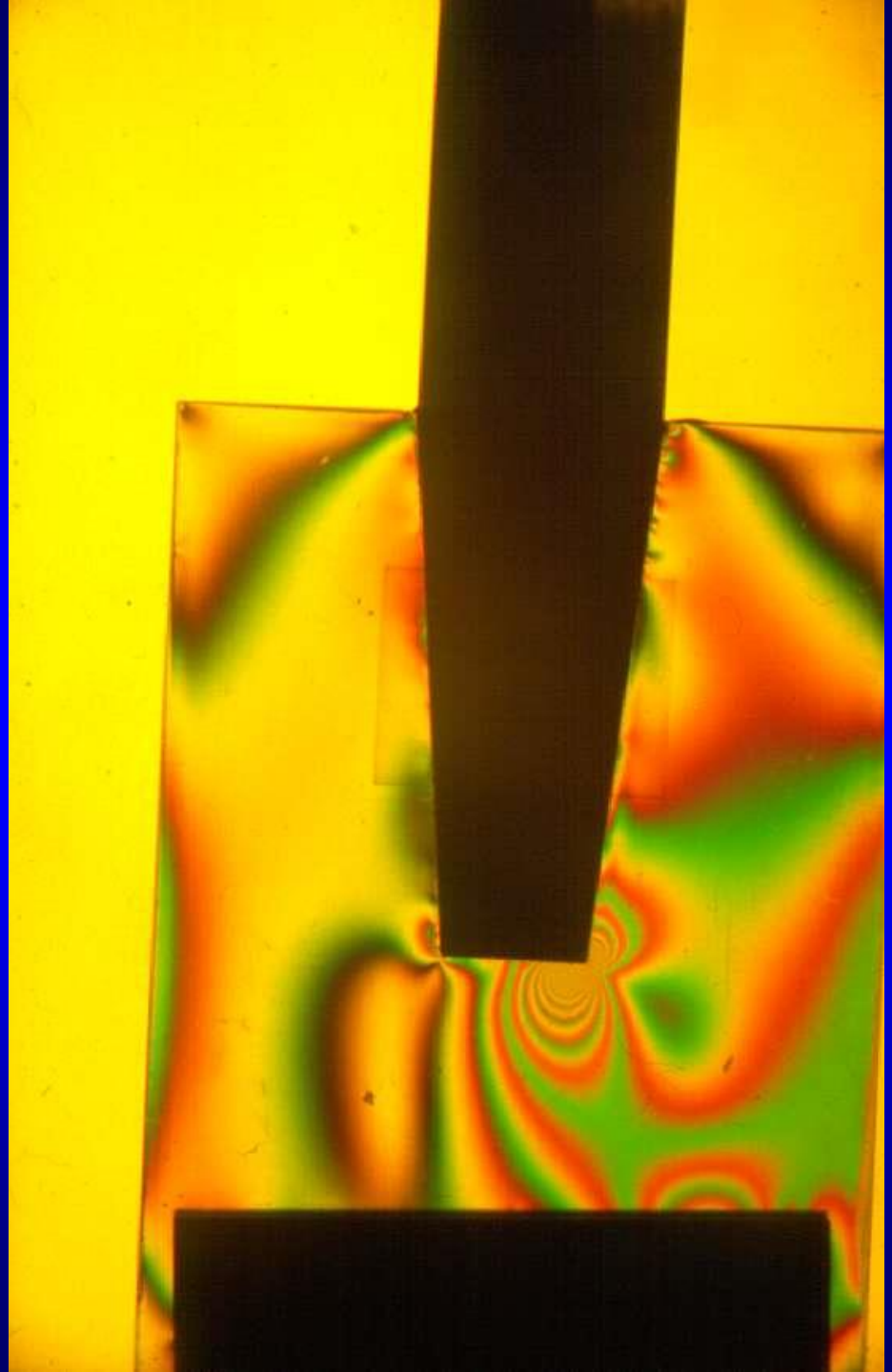
- **Finite-Element Analyse**

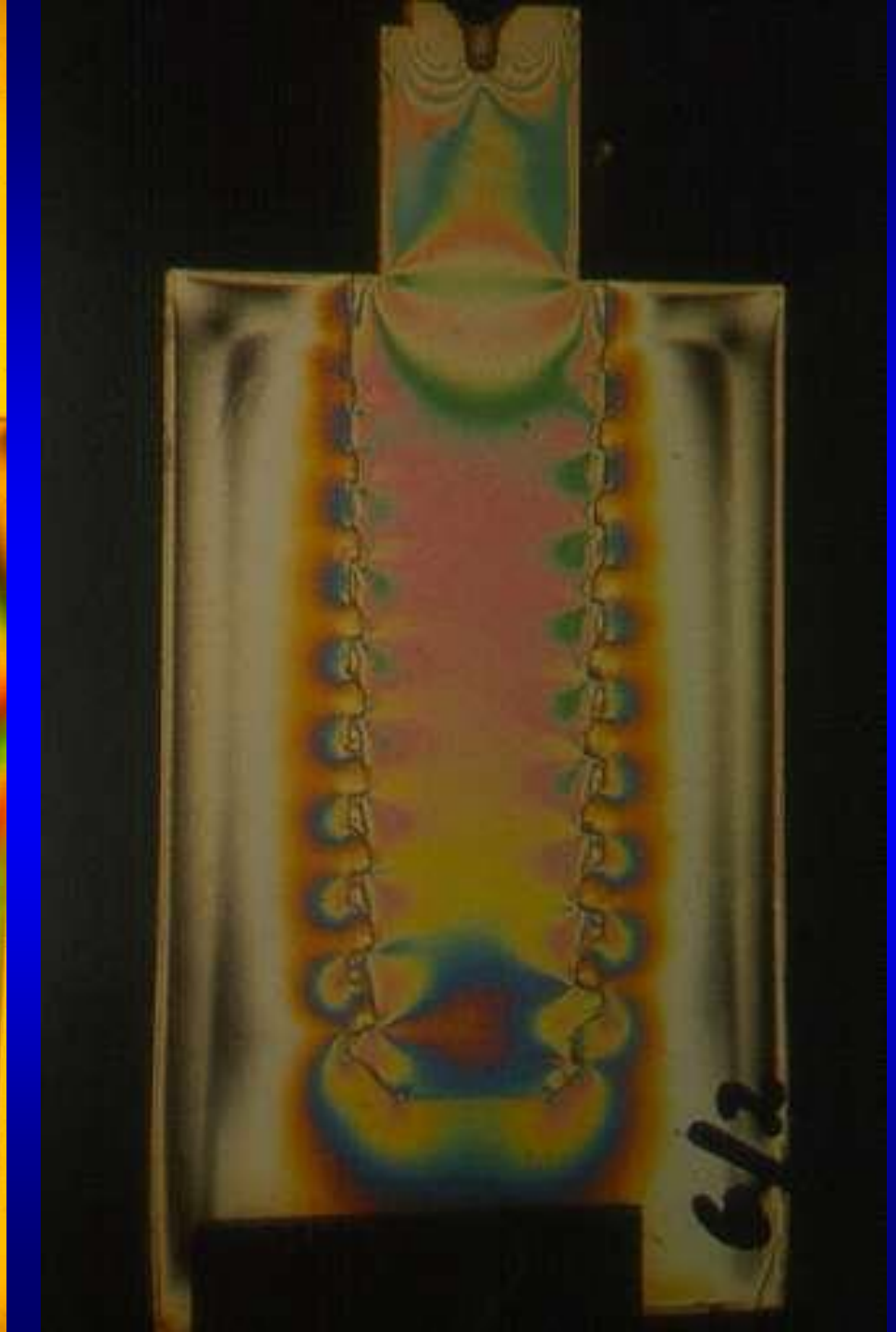
FINITE-ELEMENT MODEL



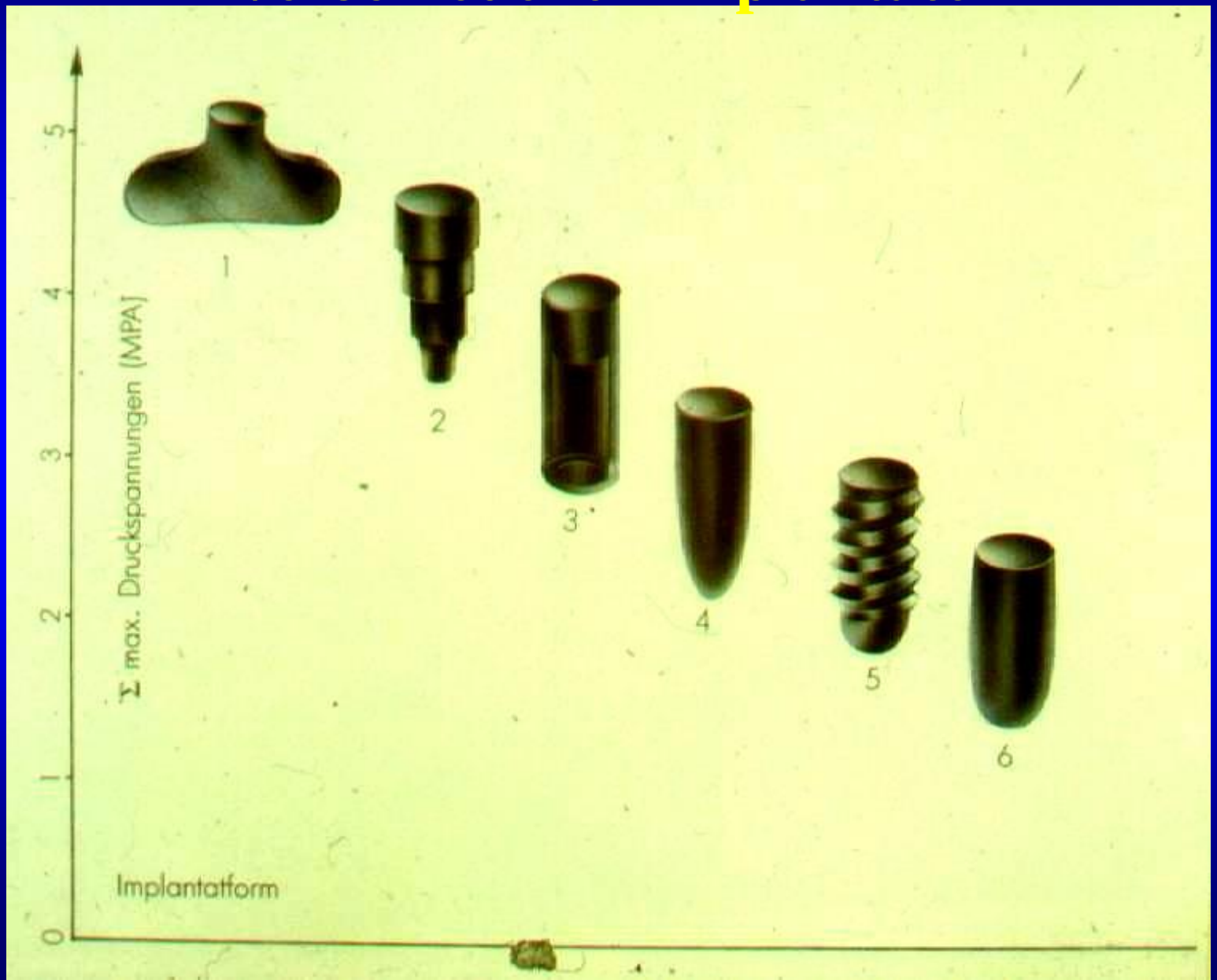
Biomechanische Untersuchungsmethoden

- Finite- Element Analyse
- Spannungsoptische Untersuchung




6/2

Die Grössenordnung der Druckspannungen verschiedener Implantate



DIE BELASTBARKEIT BEEINFLUSSENDE FAKTOREN VON ENOSSALEN IMPLANTATEN

- Die Art der Einheilung
- Die Eigenschaften des Knochens
- Der Werkstoff des Implantats
- Die Form des Implantats
- **Die Oberfläche des Implantats**
- Die Krafteinwirkungen

MAKROMORPHOLOGIE

- Entsprechende biomechanische Form
- Implantatvolumen

MIKROMORPHOLOGIE

- Oberflächenbeschichtung
- Oberflächenrauhigkeit

Methoden der Herstellung der Oberflächenrauhigkeit

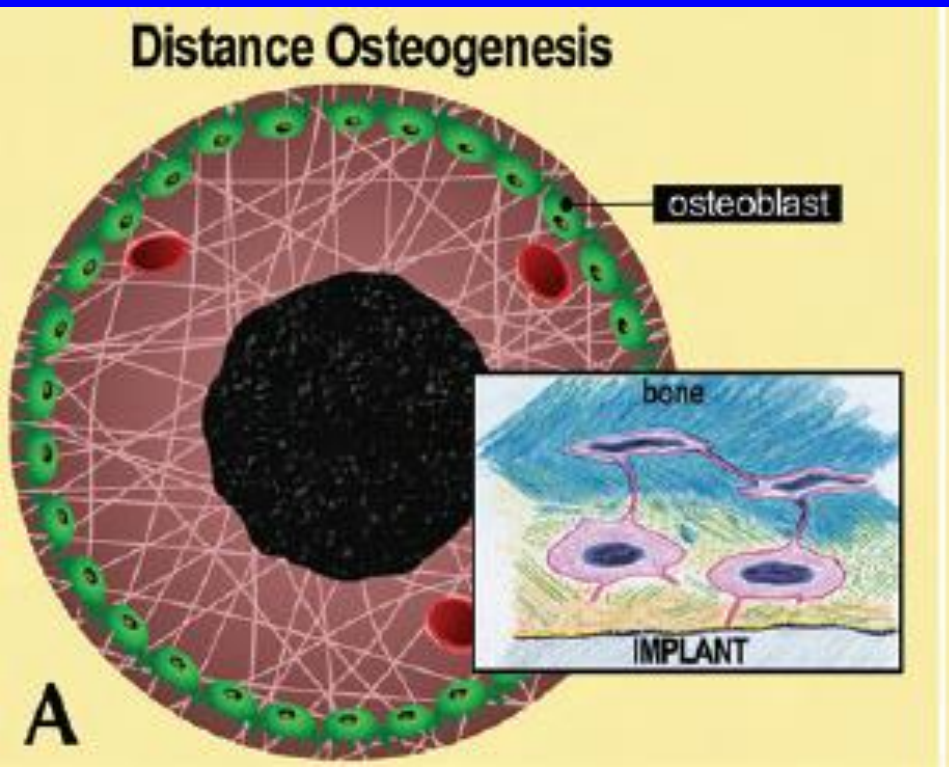
- Plasmaspray/TPS/
- Beschichtung mit bioaktiven Materialien
- Sandbestrahlung
- Säureätzung

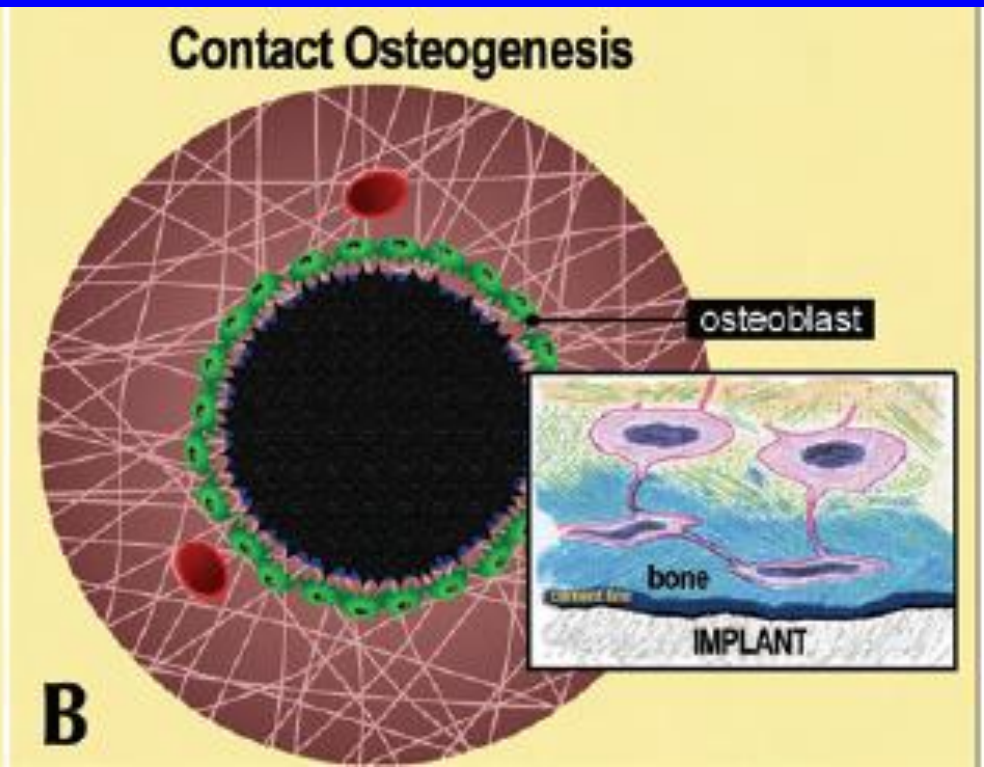
Entstehung der Osseointegration an der Oberfläche des Implantats

/Osborn JF.,Newesely H.1980 ,Davies JE. 2005/

A: maschinierte Oberfläche : Knochenneubildung auf dem alten Knochen

B: mikrostruktuierte Oberfläche : Knochenneubildung auf der Oberfläche des Implantats

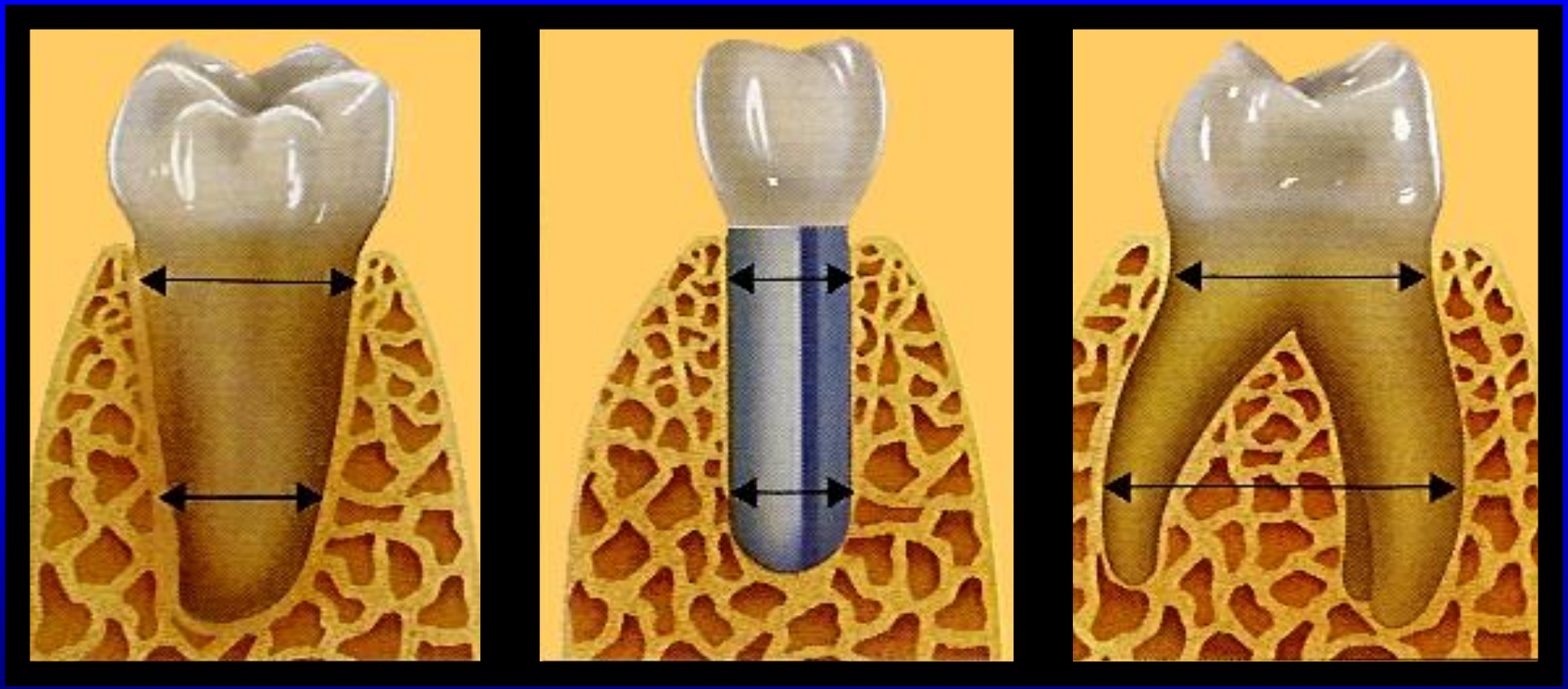




DIE BELASTBARKEIT BEEINFLUSSENDE FAKTOREN VON ENOSSALEN IMPLANTATEN

- Die Art der Einheilung
- Die Eigenschaften des Knochens
- Der Werkstoff des Implantats
- Die Form des Implantats
- Die Oberfläche des Implantats
- **Die Krafteinwirkung**

FORMEN DER NATÜRLICHEN ZÄHNEN UND DES IMPLANTATS



DIE BIOMECHANISCHE GRUNDPRINZIPIEN BEI HERSTELLUNG DER IMPLANTATPROTHESE

- Optimale Kraftverteilung
- Spannungsfreier Sitz des Aufbaues
- Minderung horizontale Kräfte
- Minderung des Drehmoments
- Kraftbrechende Wirkung