



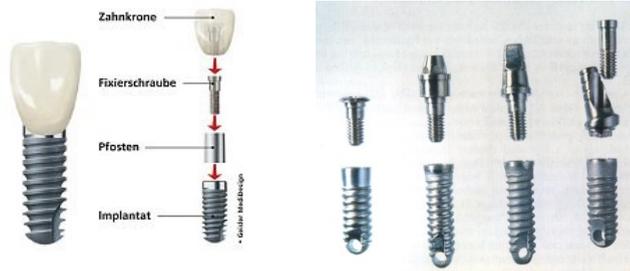
## Biomechanik 2. Biomechanische Grundlagen der Implantologie



Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Materialkunde 13.

1

## Schraubenimplantate

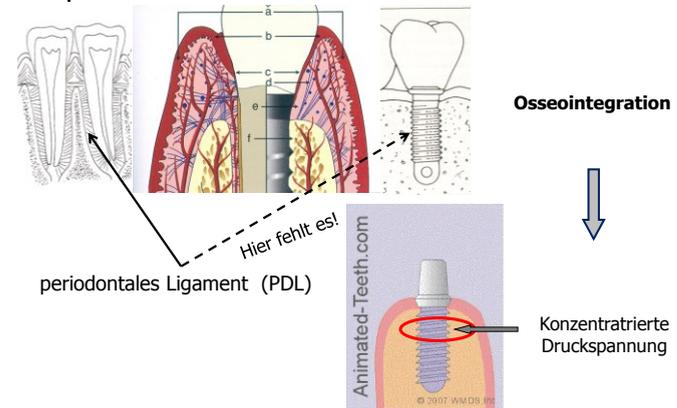


3

## Biomechanische Prinzipien des Implantierens

- Optimale Kraftverteilung
- Minimale Spannungen
- Minderung der horizontalen Kräfte
- Minderung der Drehmomente
- Kraftdämpfung

## Kraftübertragung von Implantaten – Natürlicher Zahn vs. Implantat



4

## Untersuchungsmethoden der Spannungsverteilung

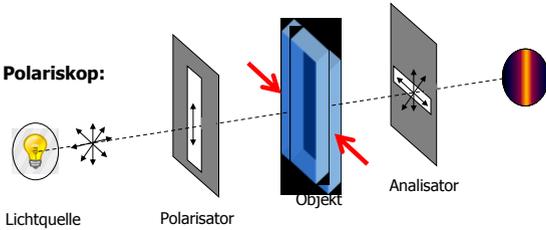
• Spannungsoptik



• Finite-Elemente-Methode



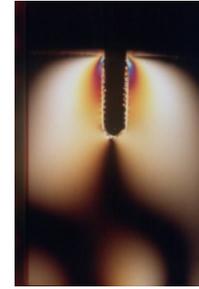
**Polariskop:**



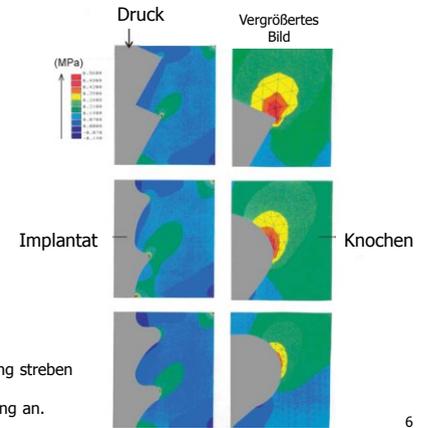
5

## Spannungen bei Implantaten

Spannungsoptik:



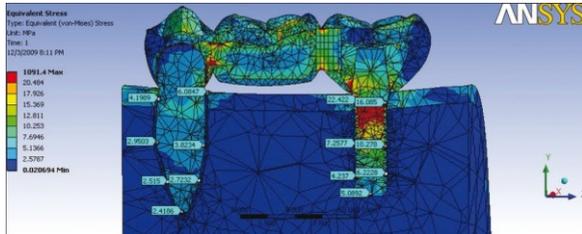
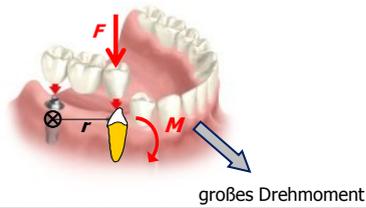
Finite-Elemente-Methode:



Die Forschung und die Entwicklung streben die kleinere Spannungen und die gleichmässige Spannungsverteilung an.

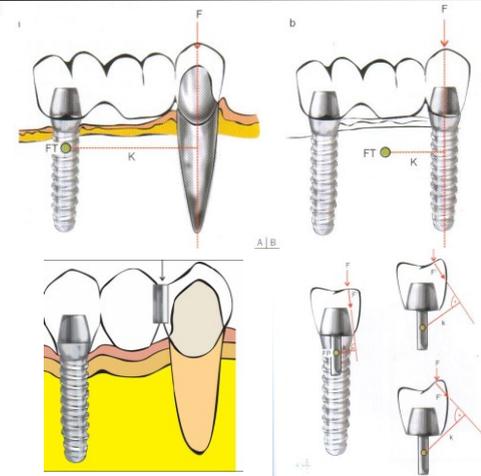
6

## Ein weiteres Problem: das Drehmoment



7

## Minderung der Drehmomente



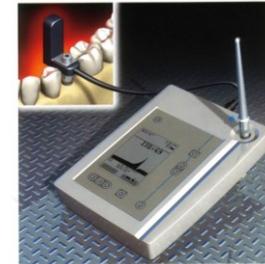
## Untersuchung der Stabilität von Implantaten

- Radiologische Untersuchung
- Manuelle Untersuchung
- Instrumentelle Untersuchungsmethoden:
  - Resonanzfrequenzanalyse
  - Periotest

9

### • Resonanzfrequenzanalyse (RFA)

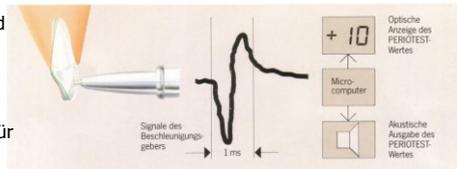
Mithilfe eines Transduzers wird eine periodische Erregungskraft auf das Implantat übertragen ⇒ erzwungene Schwingung.  
 Die Resonanzfrequenz wird bestimmt. Die Resonanzfrequenz hängt von der Stabilität des Implantats ab.  
 Eine relative Zahl (ISQ) wird gegeben.



10

### • Periotest

Eine kleine Metallstange wird aus dem Messkopf auf das Implantat geschossen. Der zeitliche Verlauf des Rückstoßes wird untersucht, und eine relative Zahl wird für die Stabilität gegeben.



11

## Implantatmaterialien

### Metalle

- Titan (Ti)



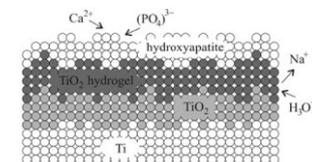
- Titanlegierungen (Z.B. Ti-6Al-4V)
- Kobaltlegierungen (Co-Cr-Mo)

### Keramiken

- Aluminiumoxid
- Zirkon (Zirkoniumdioxid)
- HAP
- Biogläser



### Metalle mit Keramikbeschichtung



12

# Titan



Günstige Eigenschaften von **Titan**:

- Kleine Dichte (4,5 g/cm<sup>3</sup>)
- Hohe Festigkeit
- Kleine Steifigkeit (Young-Modul)
- Kleine elektrische und Wärmeleitfähigkeit
- Biokompatibel
- Nicht ferromagnetisch → geeignet für MRT-Untersuchungen



Material	$\sigma_{max}$ (MPa)
Knochen	100
kohlenstofffaserverstärktes (61%) Epoxid	≈ 1700
Stahl	500
Titan	430
Aluminiumoxid	250
PMMA	≈ 50

Stoff	E (GPa)
Knochen	10-15
Aluminiumoxid	350-410
Stahl	220
Titan	110
PMMA	2,4-3,8

Stoff	$\sigma$ (S/m)
Silber	$6,8 \cdot 10^7$
Gold	$4,3 \cdot 10^7$
Platin	$0,94 \cdot 10^7$
Titan	$0,24 \cdot 10^7$

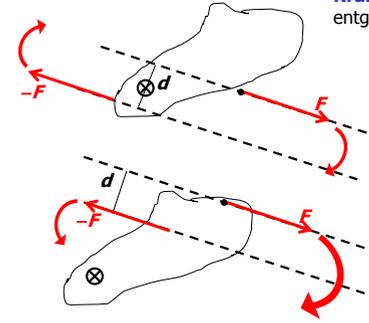
  

Stoff	$\lambda$ (W/(m·K))
Silber	420
Titan	22
Glas	1



13

# Kräftepaar, Ersetzung eines Kraftsystems



**Kräftepaar:** zwei gleich große Kräfte in entgegengesetzten Richtungen

Resultierende Kraft: 0

Resultierendes Drehmoment ( $M$ ):

$$M = d \cdot F$$

(unabhängig von der Drehachse)

→ „Kräftepaar = Drehmoment“

Jedes Kraftsystem kann mit einer Kraft und einer Kräftepaar ersetzt werden.

14