

## Biomechanik



Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen  
Materialkunde 13.

1

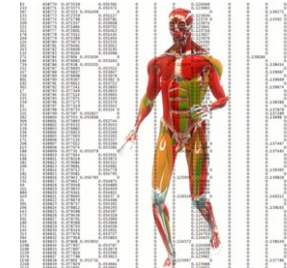
## Kräfte und Drehmomente im Körper

Äußere Kräfte:

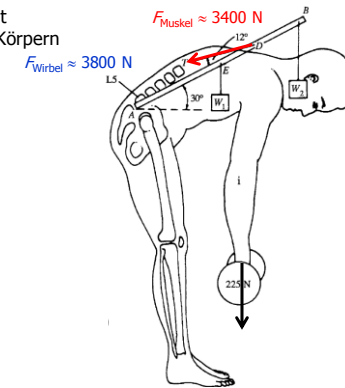
- Schwerkraft – Gewicht
- Kontakt mit anderen Körpern

Innere Kräfte:

- Muskelkontraktion
- Flüssigkeitsströmung
- Osmotischer Druck



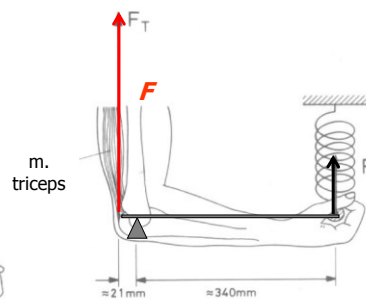
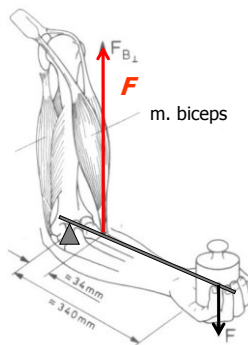
<http://www.motekmedical.com/products/hbm/>



2

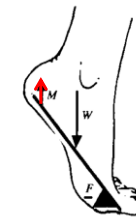
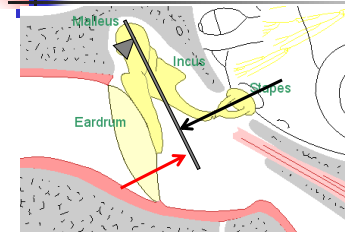
## Hebel im Körper

Arm:

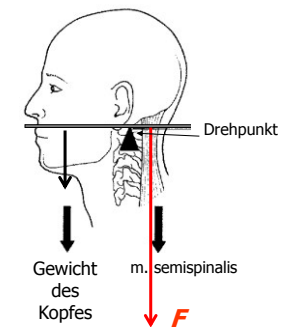


3

## Gehörknöchelchen:

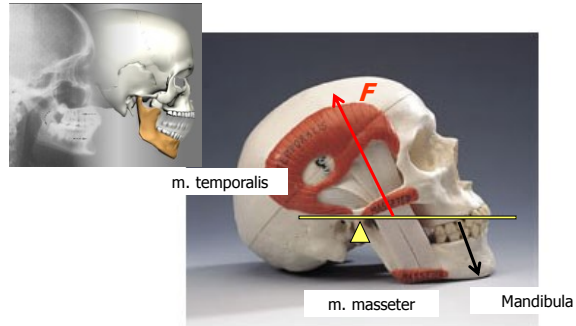


Kopfhaltung:



4

## Die Mandibula als Hebel

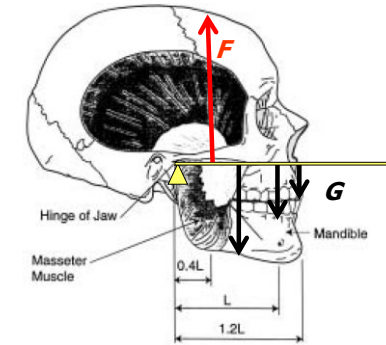
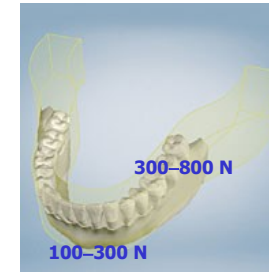


5

## Kaukräfte

(Guinness: bei Mensch - 4000 N)

Cca. 10 000 N

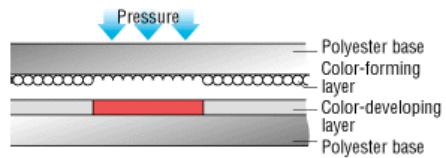


L = 8 cm (Mann)  
6,5 cm (Frau)

6

## Messung der Kaukräfte

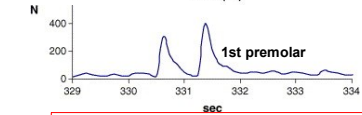
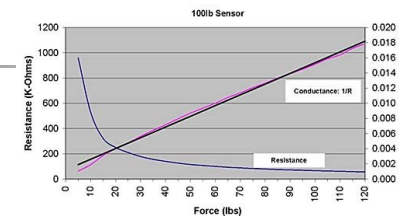
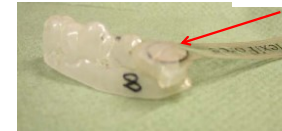
Farbstoff-Folie:



Piezoelektrischer Sensor:



7



**Die Kaukräfte wirken kurzzeitig!!!**

Sonstige  
(subjektive)  
Methoden:



8

## Druckwerte beim Kauen

Der Druck hängt ausserhalb der Kräfte auch noch von der Fläche ab:



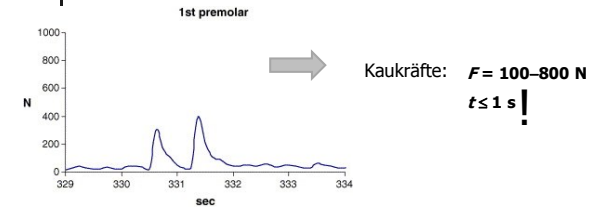
Ein extremes Beispiel:



$p \approx 300 \text{ MPa} !$

9

## Auswirkung der Kaukräfte auf den Knochen



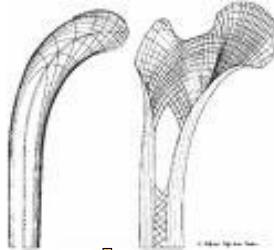
Wenn die Kaukräfte dauerhaft wirken würden:

3-5 Sekunden	⇒	Schmerz
≈ Stunde	⇒	Schädigung
7-14 Tage	⇒	Lockerung des Zahnes

10

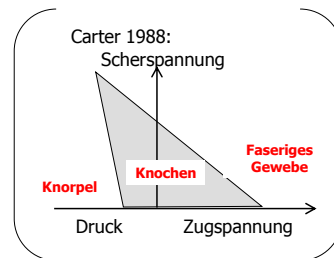
## Knochenumbau (remodeling)

Wolff-Gesetz 1870



Rolle der mechanischen Belastung

Druck  $\Rightarrow$  Abbau  
Zugspannung  $\Rightarrow$  Aufbau

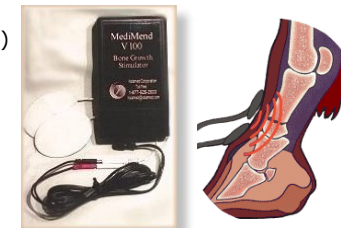


11

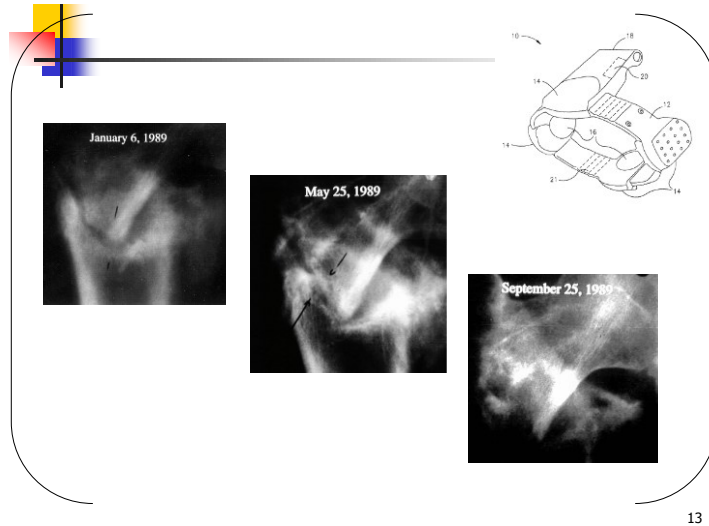
## Mechanismus des Knochenbaus

mechanische Belastung  
↓  
elektrisches Signal  
(Piezoelektrisches/Strömungspotenzial)  
↓  
Regulierung des Osteogenesis  
↓  
mechanische Adaptation

Anwendung von elektrischen Feldern für beschleunigung der Knochenheilung: Elektrotherapie



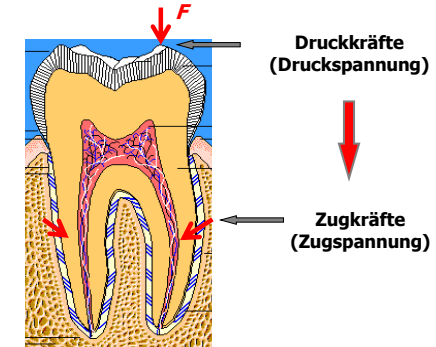
12



13

## Übertragung der Kaukräfte und des Kaudruckes auf den Knochen

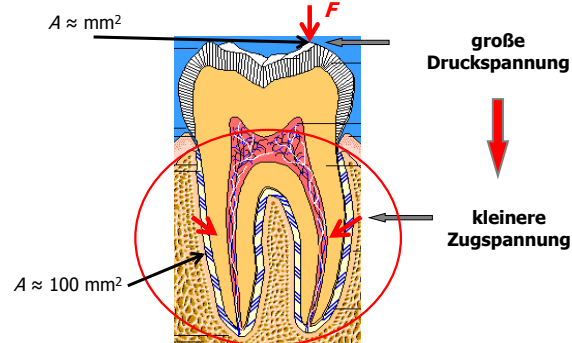
1. Der Zahn hängt auf den Kollagenfasern (PDL)!



14

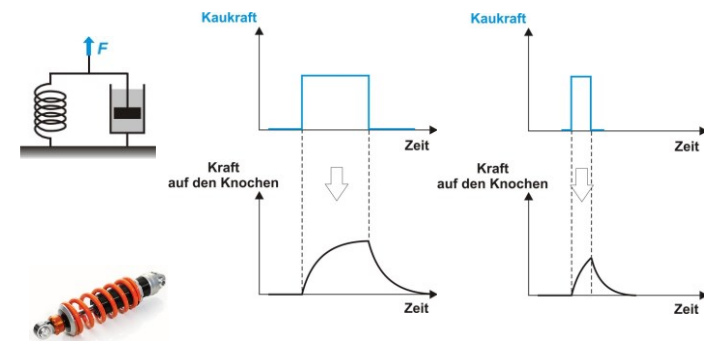
## Übertragung der Kaukräfte und des Kaudruckes auf den Knochen

2. Große Fläche des Fasersystems (Wurzel)!



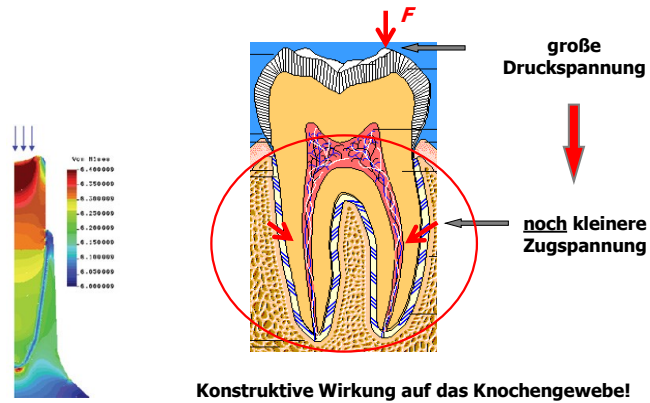
15

## Dämpfung durch die Viskoelastizität vom PDL



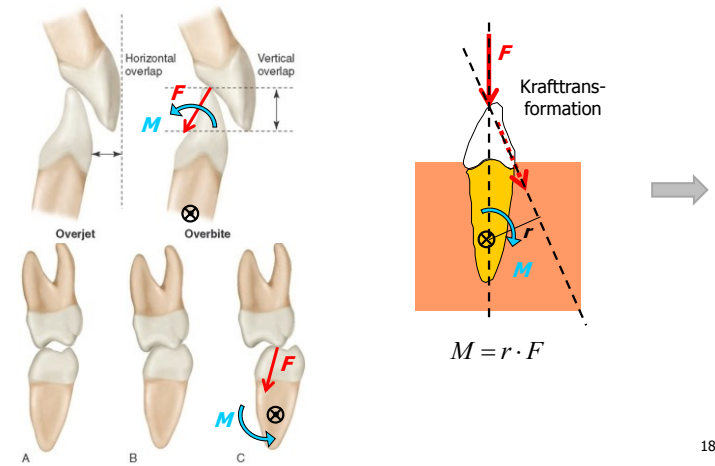
## Übertragung der Kaukräfte und des Kaudruckes auf den Knochen

3. Das PDL ist viskoelastisch!



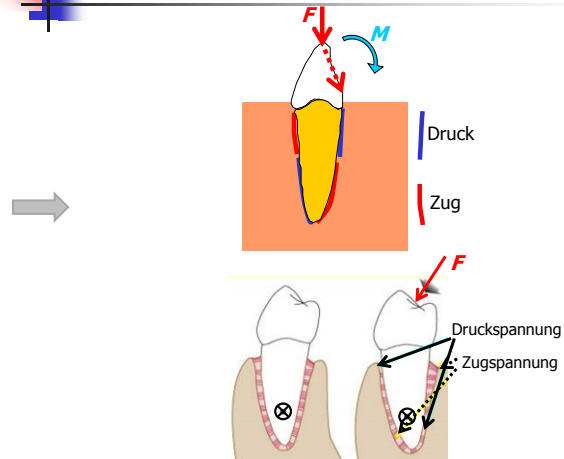
17

## Drehmoment einer Kaukraft



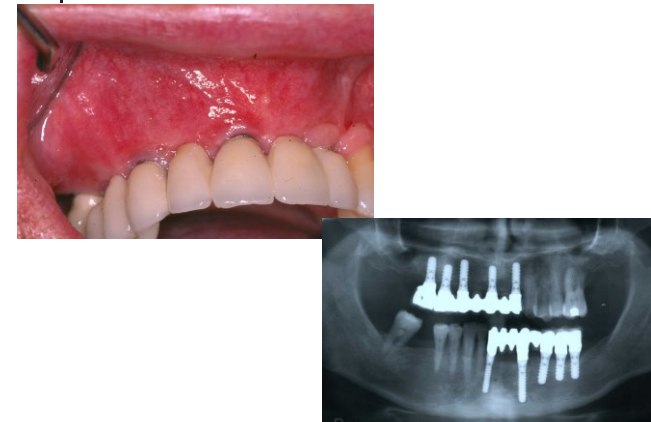
18

## Folgerung des Drehmoments



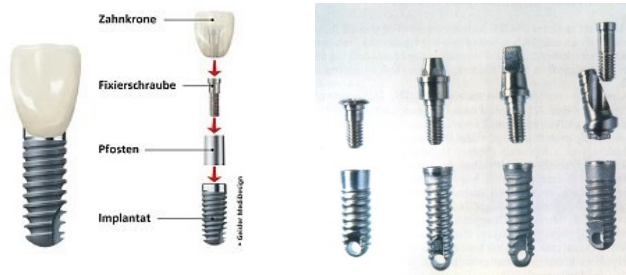
19

## Grundlagen der Implantologie



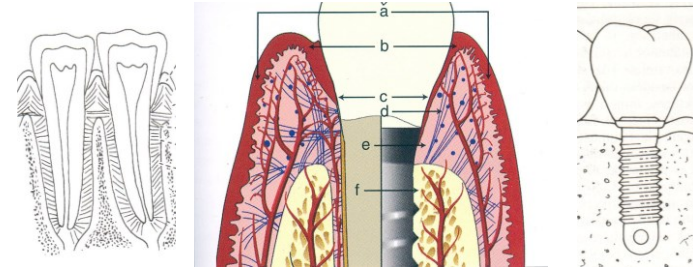
20

## Schraubenimplantate



21

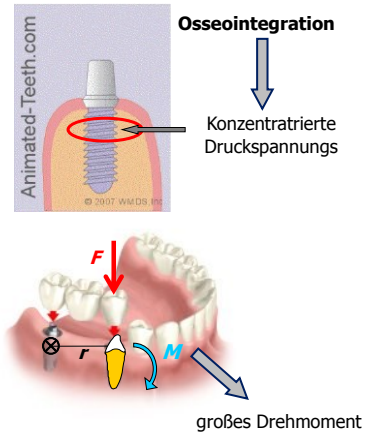
## Natürlicher Zahn vs. Implantat



22

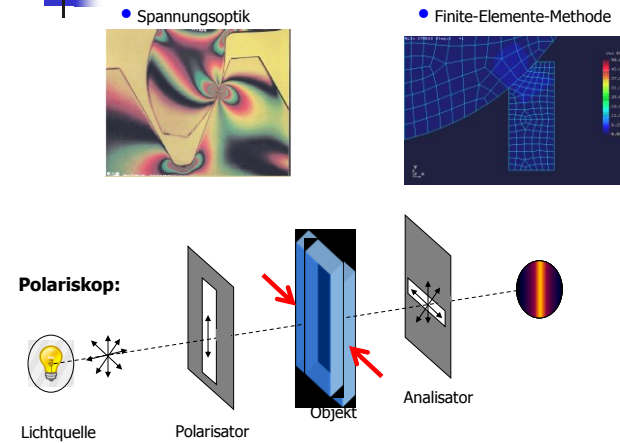
## Kraftübermittlung von Implantaten

Kraftübermittlung von Implantaten:



23

## Untersuchungsmethoden der Spannungsverteilung



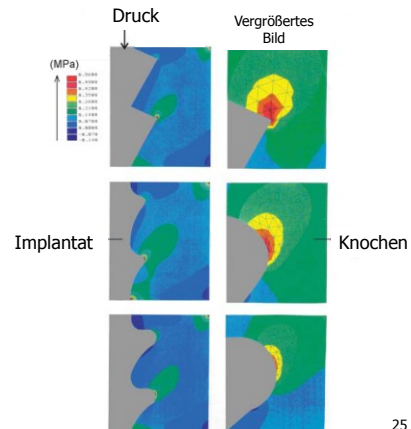
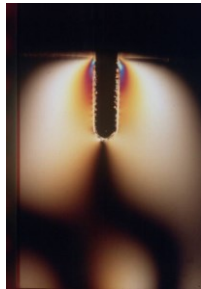
24



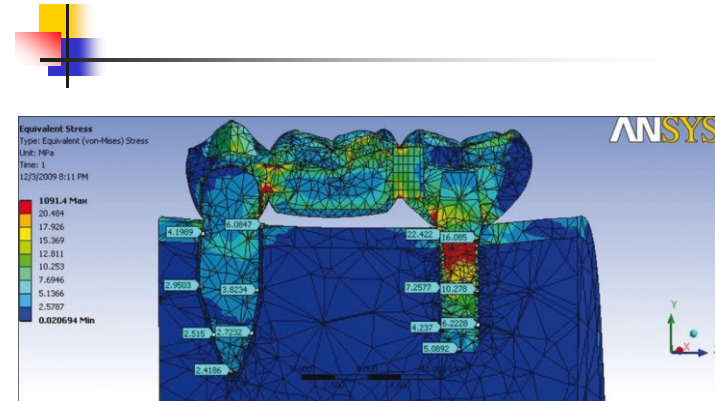
## Spannungen bei Implantaten

Finite-Elemente-Methode:

Spannungsoptik:



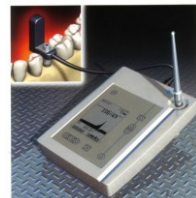
25



26

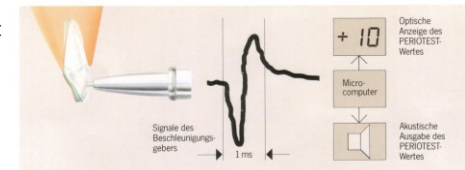
## Untersuchung der Stabilität von Implantaten

- Resonanzfrequenzanalyse (RFA)



27

- Periotest

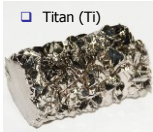


28

# Implantatmaterialien

## Metalle

- Titan (Ti)



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

## Keramiken

- Aluminiumoxid
- Zirkon (Zirkoniumdioxid)
- HAP
- Biogläser



## Metalle mit Keramikbeschichtung

