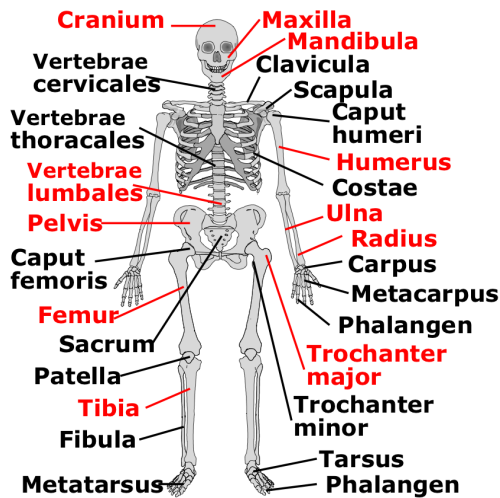


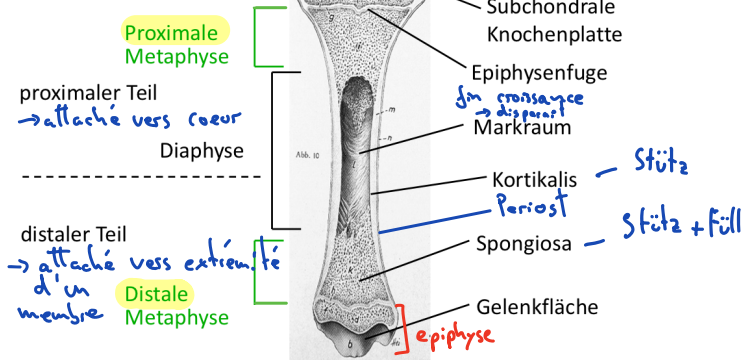
# Technique médicale II

## 1. Anatomie et appareil locomoteur



Aktiver Bew. Apparat: Muskulatur, Sehnen  
 Passiv: Knochen, Bänder

### Knochenaufbau epiphyse



→ différentes vis pour différentes parties de l'os (filet plus fin ou si est dur)

Periost: "peau" autour de l'os  
 → Blutversorgung, Nerven, Frakturheilung

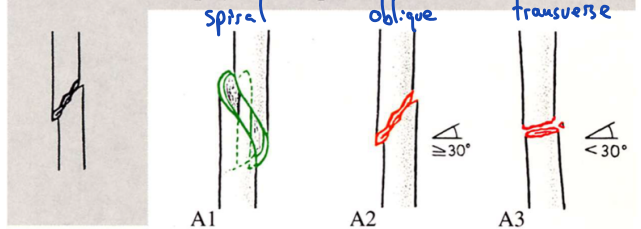
1/3 vaisseaux sanguins à l'intérieur de l'os  
 2/3 à l'extérieur et dans périoste.

### Fractures et soin

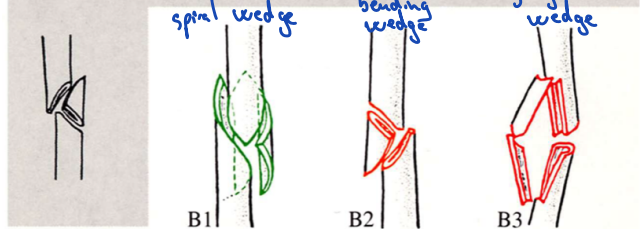
Si les vaisseaux et nerfs ne sont pas touchés  
 → pas de douleur

Implant pour fractures ne sont pas faits pour rester dans le corps

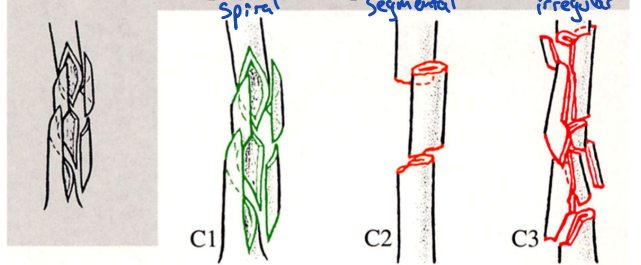
32-A Femur diaphysis, simple fracture



32-B Femur diaphysis, wedge fracture



32-C Femur diaphysis, complex fracture



Quand des morceaux de l'os ne sont plus innervés et contenu dans le périoste, alors ils deviennent inertes et inutiles → réopération...

► **Cellules**

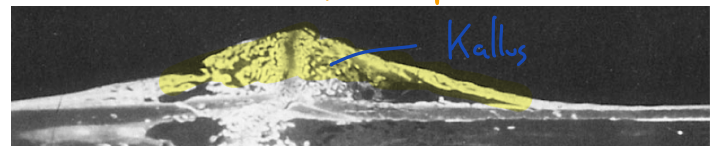
- Osteozyten: transform mechanisches signal → biosignal
- Osteomen: canaux contenant os avec innervation et vaisseaux à l'intérieur + cellules
- Osteoblasten: Knochenaufbau
- Osteoklasten: Knochenabbau

### Heilung

→ doit être stable et immobile pour régénérer  
 → mobilisation pour amener du sang

Indirect: l'os crée d'abord le Kallus pour stabiliser l'os (section plus large). Et régénère le centre de l'os

aussi: appelé Kallus-, Spontan-, Spelt, Sek.heilung



Direct: l'os est stable (peut-être stabilisé artificiellement) et se régénère sans Kallus.  
 → reconstruction des ostéons

aussi: appelé Kontakt- oder Primärheilung

## 2. Osteosynthese

Assemblage chirurgical de fragments osseux

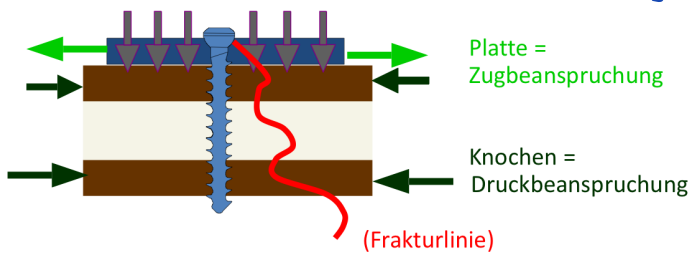
But: stabilité, fonction, guérison

- Principes:
1. reposition fragments
  2. stabilisation
  3. Maintien apport sanguin, périoste
  4. Remobilisation rapide du patient
  5. Maintien des tissus mous
  6. Minimum implants possible

Choix selon: emplacement, type / complexité fracture  
classification, multiple fractures

### Plattenosteosynthese

- Principes: guérison primaire (sans Kallus)
- mise en compression fracture
  - la plaque prend les forces tractions
  - limiter contact avec l'os pour préserver afflux sanguin / périoste
  - faible volume, adaptable au patient  
→ Bending intra-op



→ La fracture doit rester en compression

La plaque ne soutient qu'une partie de la force

Exemple rés. flexion (pas dans test)

Diagram of a circular cross-section of a bone with a central hole for a plate. The plate is labeled 'Platten' and the bone 'os'.

$$J_{yp} = \frac{b \cdot h^3}{12} = 64 \text{ mm}^4$$

$$J_{yk} = \left( \frac{\pi \cdot r^4}{4} \right) = \frac{\pi}{4} (R^4 - r^4) = 23475 \text{ mm}^4$$

$$\beta = E \cdot J_y$$

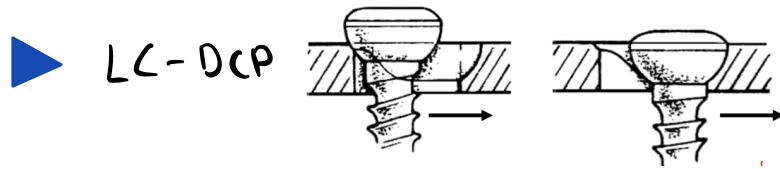
Verhältnis:

$$\frac{\beta_k}{\beta_p} = \frac{E_k \cdot J_{yk}}{E_p \cdot J_{yp}} \approx 7,3$$

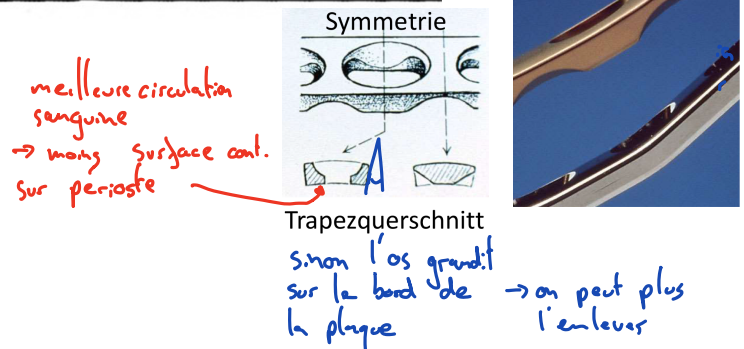
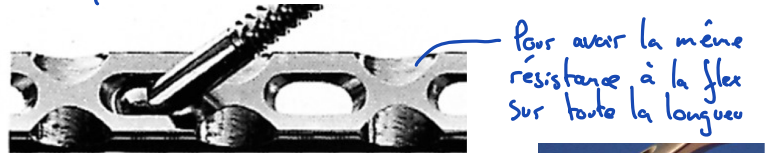
Parameters:

- $R = 15 \text{ mm}$
- $r = 10 \text{ mm}$
- $E_p = 100\,000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
- $E_k = 2000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

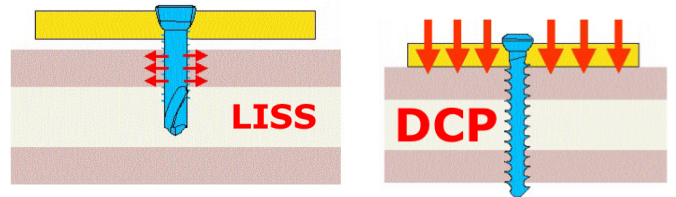
Types: DCP: dynamic compression plate  
LC: limited contact  
→ LC-DCP  
DLS: dynamic locking screws  
LISS+DCP



→ On peut aussi utiliser des plaques pre-bent qui se redresse en vissant



### Less invasive stabilization system



→ monocorticale, la vis ne doit pas vrakeln dans la plaque!

### LISS+DCP (LCP)



### DLS (Kallus-heilung)

But: augmenter le mouvement "stimulis" sur la fracture en maintenant la stabilité angulaire  
→ pas vraiment utilisé en pratique



# ► Choix de l'implant

## ► Einflussparameter:

- Knochensegment, Frakturtyp, Knochenqualität
- Anatomie, Belastung:
  - Stärke und Ansatzpunkte von Muskeln
  - Bewegung/Mobilität des Patienten

## ► Funktion der Osteosyntheseplatte:

- Kompressions- / Zuggurtungsplatte
- Abstützplatte
- Neutralisationsplatte

## ► Belastungen:

- Grosse Beanspruchung (begrenztes Volumen):  
Kombination aus Zug, Druck, Biegung und/oder Torsion
- Elastizität (Duktilität): ev. Formanpassung (intraoperativ)

## ► Instrukions-App:

- «Osteosynthesis» app (AO Davos): <https://osapp.ch>

→ Working length: distance entre vis autour de la fracture.  
⇒ si les vis sont trop proches, peut donner des stress-zones sur implant

# ► Fabrication

Matériau brute: normes, spécifications..  
analyse: chimique, mécanique, métallographie

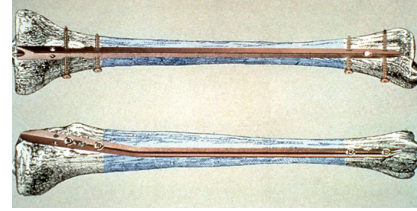
Process: par extrusion  
par enlèvement copeaux  
déformation à froid/chaud  
traitement thermique

Contrôle: Inprocess, Zwischenkontrolle, Endprüfung  
→ hygiène, env. de fabrication

Normes! ISO, ASTM, MDD, MDR

# ► Osteosynthese via Marknagelung

- Kallusheilung, innere Schienung (attelle interne)
- Pour os creux (fémur, tibia, humerus)
- Pour garder le périoste et tissu moelleux intacte



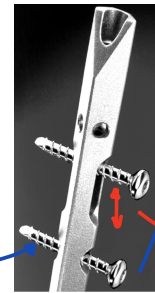
# ► OP-Technik

L'os est percé et le clou inséré. Souvent contrôle par imagerie "live"

## Variante creux:

→ Problèmes: l'implant tournait sur lui-même quand il était inséré (implant creux)

- aufgebohrte / nicht aufgebohrte MN (thermische Schädigung)
- offene / geschlossene MN (mit/ohne operativem Zugang bei der Fraktur)
- ohne / mit Verriegelungsschrauben (Dynamisierung)



la vis est enlevée après un certain temps pour accel. la guérison stimulus de l'os

# ► Utilisations spécifiques

En cas d'ostéoporose, utilisation de vis creuse et remplissage avec du "ciment"  
→ pas de retour en arrière!

Fracture col fémur →



Spiralklinge →  
bei osteoporotischem Knochen



# ► Funktionstests

- Axiale Druckbelastung
- Biegeprüfung
- Torsionsbelastung

## ► Fixateur externe

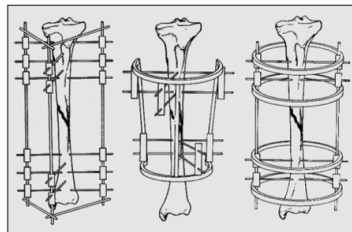
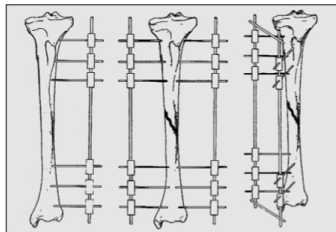
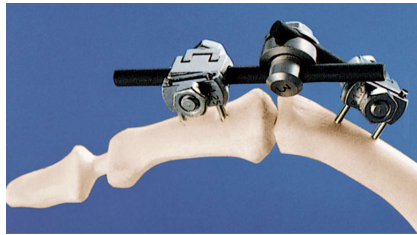
→ souvent pour fracture ouvertes comme premier moyen

→ fracture articulation  
⇒ prévenir que l'art. se "soude": léger move.

→ Gros dégâts tissus

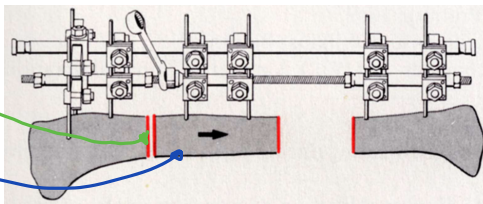
⇒ Risque infection

→ multiples fragments / gros défauts



→ Ostéotomie (couper os en deux et corriger)

→ Verlängerung  
le nouveau os peut grandir et en changer la position  
on allonge l'os

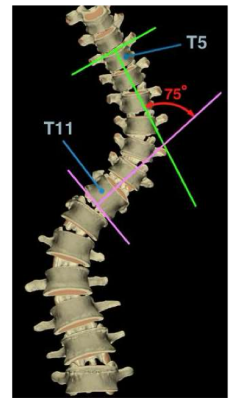


⇒ par exemple bout manquant à cause tumeur

## ► Fixateur interne (vertèbres)

► Indikationen:

- Frakturen
- Tumore
- Degenerative Erkrankungen der Bandscheibe (Abnützung, Alterung)
- Spondylolisthese (Wirbelkörpergleiten, -vorfall)
- Skoliose (Wachstumsstörungen)
- Spondylitis (Entzündungen)



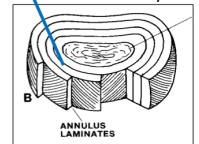
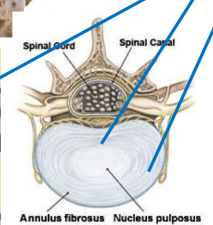
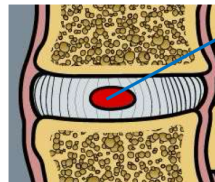
## ► Disque vertébral

Fonction: élasticité, damping, charges dynamiques  
→ axe de rotation momentané



Bandscheibe:

- Endplatten: Übergang Annulus/Wirbelknochen
- Nucleus: 70-90% Wasser
- Annulus: 10-20 Collagenfaser-schichten in +/- 30°



## ► Implants

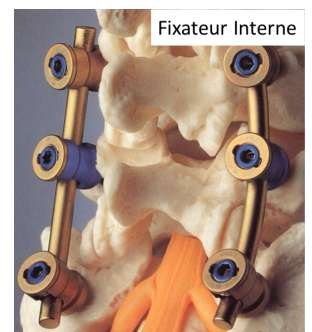
WS-cage  
→ L'os grandit dans la cage  
→ Remplacer disque  
⇒ "fusion vertèbres"



## Fixateur interne

► Varianten:

- Cerclage (Drahtfixation)
- Verschraubung
- Verplattung
- Stabsysteme mit Haken
- Fix interne
- Cages



→ stabiliser fracture (osteosynthese)

→ Prise des charges

→ Réduction amp. mouvements pendant guérison

## ► Zahnimplantate

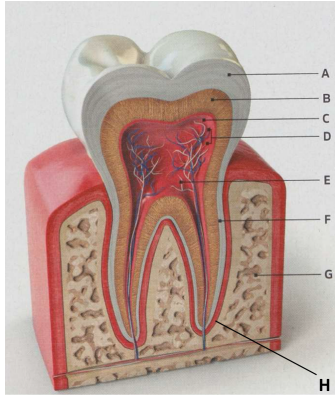
Si l'os n'est pas chargé, il se rétracte, meurt  
→ s'il manque des dents trop longtemps, l'os n'est plus bon.

Cas : → Trauma  
→ Caries  
→ Maladie

A penser : → mastication  
→ Sprechfunktion  
→ esthétique

Principe: ancrage de l'implant dans l'os spongieux (trabéculaire)

Limitation: quantité d'os encore présent  
→ plus compliqué pour mâchoire supérieure car moins épais



## ► Types

Transdentel → fixation sur autre dent  
Implant sous muqueuse → vissé

Divers plaque / structures pour cas complexe

## ► Base

Rein Titan / Keramik



## ► Matériaux

### ► Kronen:

Titanlegierungen,  
Goldlegierungen

### ► Aufbauelemente:

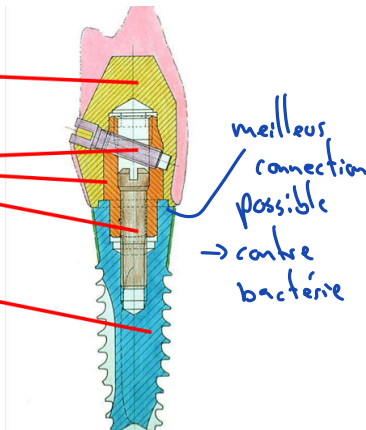
Reintitan,  
Titanlegierungen

### ► Implantate:

Reintitan

### ► In den letzten Jahren auch:

Vollkeramikimplantate  
(Ästhetik, Metallallergie)



## ► Technique - OP

Δ chaleur créée lors du drilling

→ cellules supportent max 50-60°C

→ Processus en plusieurs étapes pour vérifier le positionnement

→ Sofortbelastung vs Spät belastung

⇒ utilisation de "caps" pour protéger l'implant le temps qu'il se soude à la mâchoire

## ► Surface

Variantes:

- Sablage

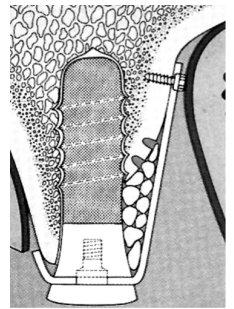
- Titan-Plasma-beschichtung

- SLA

→ Améliorer l'ancrage

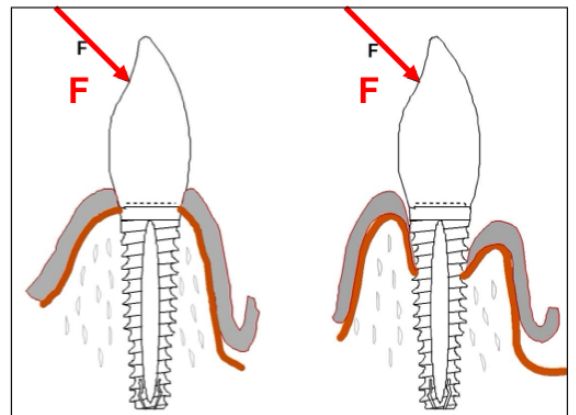
## ► Membrantechnik

Augmenter la taille de l'os en libérant de l'espace avec une membrane spéciale dans laquelle on met des fragments d'os pour qu'il se régénère



## ► Contraintes

Contraintes doivent être équilibrées pour ne pas causer résorption de l'os (s: pas soumis à des forces mécaniques)



## ▶ Oberflächen

La surface influence la biologie  
(mécanique, physique, chimique)

## ▶ Kontakt

Processus moléculaires:

Oxydation

Diffusion

Adsorption, desorption

MAKRO-Bereich [ $10^{-3}$ m]:

→ Design

MIKRO-Bereich [ $10^{-6}$ m]:

→ Topographie

→ Rauigkeit

NANO-Bereich [ $10^{-9}$ m]:

→ Strukturierung

→ Biochemie

## ▶ Mechanische Verfahren

Process standard

Enlèvement copeaux, ébavurage, nettoyage, ponçage

Surface: sablage, Kugelstrahlen

→ rendre rugueux, nettoyage, plus solide

## ▶ Chemische / Elektrochemische

But: surface homogène stable

Décapage, passivation, électropolissage  
anodisation, ätzen

## ▶ Andere Verfahren

Waschen Ultraschall reinigen

Verpacken in unterschiedlichen Milieus

Sterilisation → Thermique, vapeur  $120-140^{\circ}\text{C}$   
ou à sec  $160-200^{\circ}\text{C}$

→ gaz

→ rayonnement gamma

→ plasma

## ▶ Verunreinigungen

→ Bearbeitungsrückstände

→ Einlagerung Fremdpartikel

→ unerwartete Wechselwirkungen

→ Infekthematik:

- Schweiz / Jahr: Spitalinfektionen = 70'000 Krankheits- und 2'000 Todesfälle  
(6 % Health Care assoziierte Infektionen; Swiss Medtech, Sep 2021)

- ca. 1 % implantat-assoziierte Infekte: Katheter, Orthop. Implantate, etc.

→ etc., etc., ...

... darum:

→ definierte, stabile und saubere Oberfläche

→ anwendungsspezifisch gewählte, optimierte, validierte und kontrollierte Verfahren

## ▶ Implantaten prüfen

## ▶ Bezug Anwendung

→ Biocompatibilité: matériaux normés...

→ Fonctionnalités attendues?

## ▶ Analytische Methoden

Modellrechnungen

Festigkeit, Steifigkeit: Abschätzungen

FEM Detailanalysen, optimierung

## ▶ Experimentelle Methoden

Messungen, Untersuchungen

Essais normés

Simulation du milieu

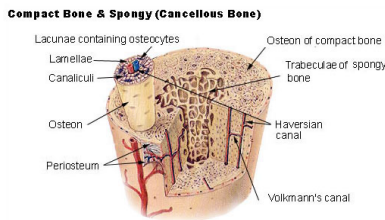
Essais statique

Essais dynamiques, fatigue

# ► Knochenersatz

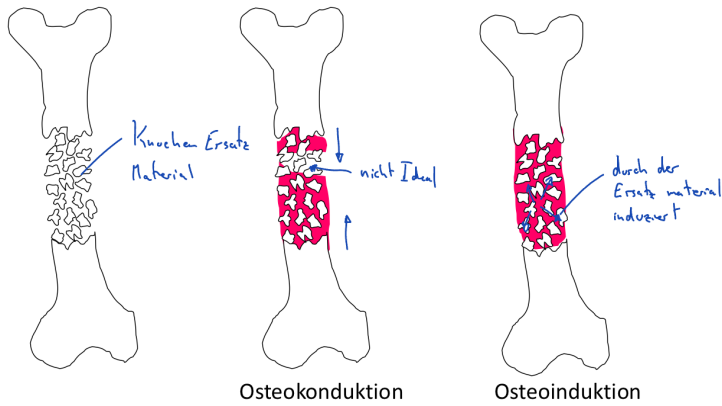
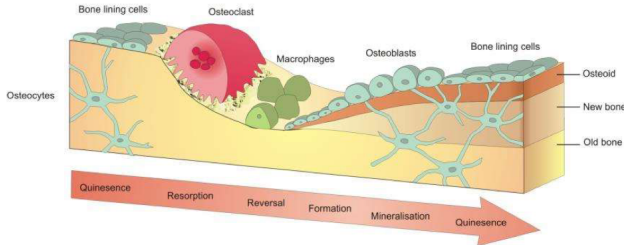
## ► Was ist Knochen

- 65% anorganique  
→ 85% Hydroxylapatit
- 25% organique  
→ Zellen, etc
- 10% Wasser



## ► Rekonstruktion

- Ständiger Umbau des Skeletts
- Knochenabbau / -resorption: Osteoklasten
- Knochenaufbau / -bildung: Osteoblasten



## ► Knochenverlust

Infektion, Tumore, Frakturen, Osteoporose <sup>disease</sup>

## ► Types

Autograft: os du patient même

Allograft: os d'un autre humain, Osteokond.  
Δ transfert maladie parfois Osteomd.

Xenograft: autre animaux, aspect éthique  
Δ transfert maladie, immunoreaction

Synthetische: Koralline Produkt → Osteokonduktiv  
→ pas maladie

le mieux!

- nécessite 2 OP → prix ↑
- douleurs possibles à l'endroit d'ablation
- quantité limitée
- Souvent os du pelvis

# ► Synthetische Ersatz Material

## Calciumphosphate:

- biocompatible
- biodégradable
- Osteoconductif
- Hauptbestandteil des miner. Knochen

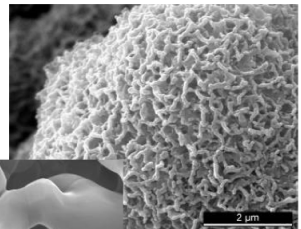
## Anforderungen:

- einfache Anwendung: Paste / Zement / Formkörper
- schnelle Umwandlung: biodegradierbar
- natürliche Struktur: offenporig
- fest: gute mech. Eigenschaften

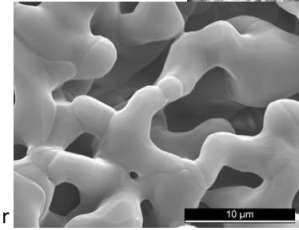
## Eigenschaften

- Chemische Zusammensetzung
- Anwendungsformen
  - Granulate, Formkörper
  - Zemente, Knetmassen
- Physikalische, mechanische und biologische Eigenschaften
- Spezifische Oberfläche
- Porosität
- Resorption
- Applikation und Handling

CDHA-Struktur



β-TCP-Struktur



## Klassierung

HA - Hydroxylapatit - langzeitbeständig  
TCP - Tricalciumphosphat - resorbierbar

### CaP - Knochenersatz

- gesinterte Keramik
  - Granulate/Blöcke
  - + Kosten
  - + Bio-Eigenschaften
  - Poren (> 50µm)
- hydraulische Zemente
  - Pasten
  - + Handling
  - + Zusammensetzung
  - keine Poren



- Formkörper
  - + Zusammensetzung
  - + Porosität
  - Druckfestigkeit
  - Reinheit



# ▶ Hüftgelenk (künstliches)

## ▶ Anatomie

## ▶ Indikation

Arthrose

Nekrose

Oberschenkelhalsbruch

Hüfttumor (Knochentumor)

Hüftimpingement (zu viel Knochen)

## ▶ Schaft

Important:

- alignement naturel de la jambe  
Géométrie optimale
- répartition des forces  
(stress Shielding)

Revision

Le plus il reste de l'os, le plus facile il est de renouveler le Gelenk

## Befestigung

- Zementiert
- Zementfreie  
→ einwachsen des Knochen

Pfanne

Kopf

## Prüfung von künstl Hüft

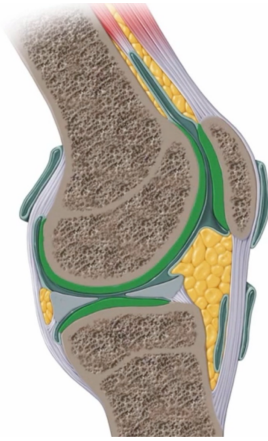
Primärstabilität  
→ Press fit

Sekundärstabilität  
→ Knochenwachstum

## ▶ Knie



Kondyle: Gleitsurface



## ▶ Anatomie

- Knochen
- Synovial
- Bänder
- Kapseln

## ▶ Indikationen

## ▶ Inlay

Kongruenz

- Grosse Kontaktfläche

Bänder

- on aimerait garder les bandes mais pas toujours possible
- ⇒ au moins garder la bande arrière

## ▶ Femur

## ▶ Tibia Plateau-Inlay

- ▶ Mobile bearing
- ▶ Rotating Platform\*



\*Hausaufgabe: Lesen Sie diese Publikation

Prüfung Frage