

Modulares Plattenosteosynthesystem für periprothetische Frakturen

Theoretische und experimentelle Ergebnisse

Dipl.-Phys. Nils Kästner

Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Fachgebiet-Mechatronik

8. Februar 2014



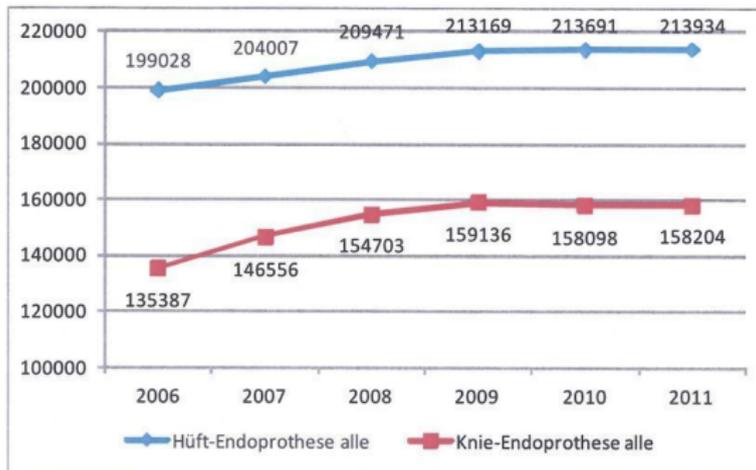
Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung
- 2 Konzept: Modulares Plattensystem
- 3 Praktische Anwendung am Leichenpräparat
- 4 Theoretische und experimentelle Festigkeitsuntersuchungen
- 5 Zusammenfassung und Ausblick

Inhaltsverzeichnis

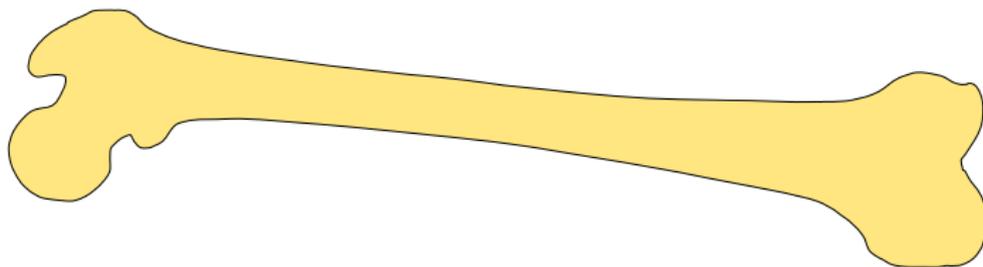
- 1 Einleitung
- 2 Konzept: Modulares Plattensystem
- 3 Praktische Anwendung am Leichenpräperat
- 4 Theoretische und experimentelle Festigkeitsuntersuchungen
- 5 Zusammenfassung und Ausblick

Ausgangssituation



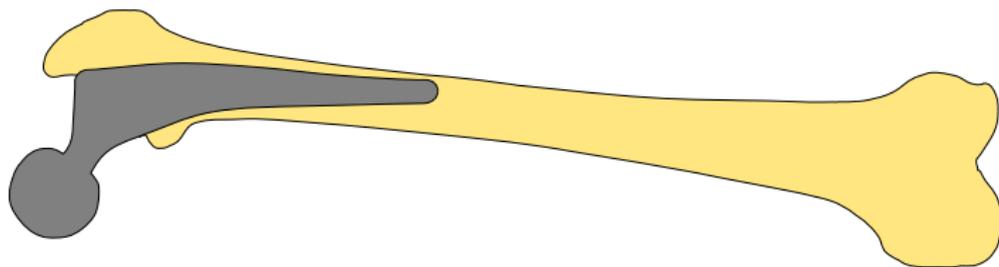
Komplikationen

- Verschleiss der Prothesenkomponenten
- Lockerung
- Infekte
- Periprothetische Fraktur



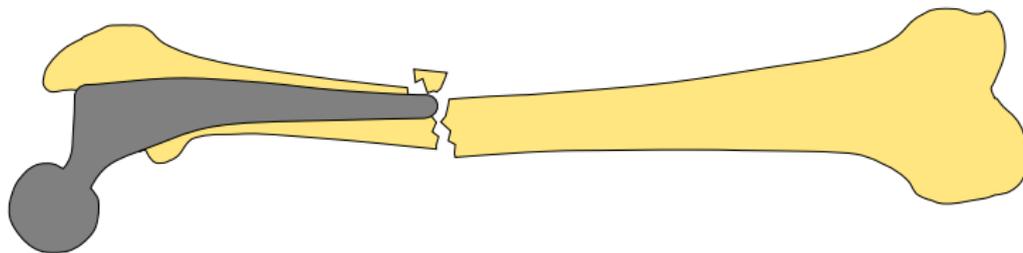
Komplikationen

- Verschleiss der Prothesenkomponenten
- Lockerung
- Infekte
- Periprothetische Fraktur



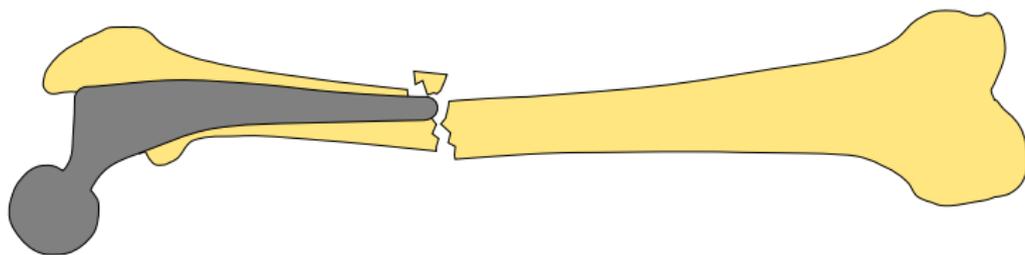
Komplikationen

- Verschleiss der Prothesenkomponenten
- Lockerung
- Infekte
- Periprothetische Fraktur



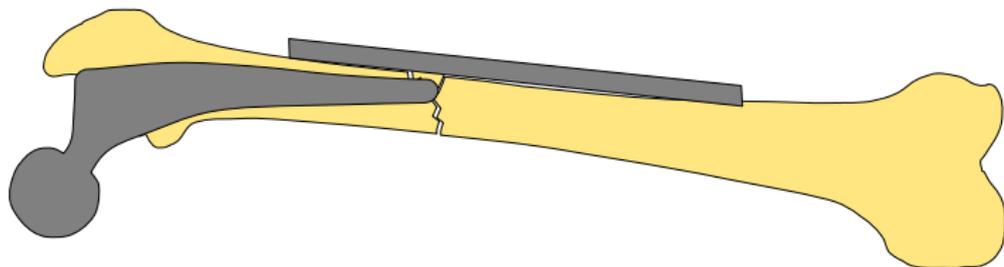
Behandlungsstrategien

- Verschiedene Klassifikationen der Frakturen
entsprechende Behandlungsstrategien
- Sitzt die Prothese fest?
 - Nein:** Endoprothesenwechsel mit gleichzeitiger Frakturversorgung
 - Ja:** Versorgung durch Plattenosteosynthese



Behandlungsstrategien

- Verschiedene Klassifikationen der Frakturen entsprechende Behandlungsstrategien
- Sitzt die Prothese fest?
 - Nein:** Endoprothesenwechsel mit gleichzeitiger Frakturversorgung
 - Ja:** Versorgung durch Plattenosteosynthese



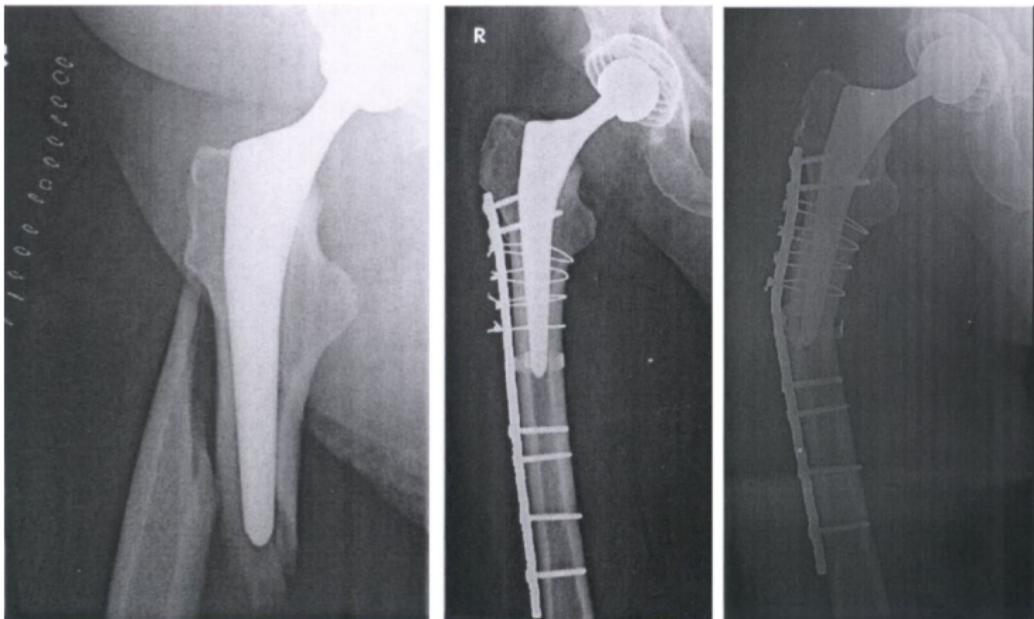
Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung
- 2 Konzept: Modulares Plattensystem**
- 3 Praktische Anwendung am Leichenpräperat
- 4 Theoretische und experimentelle Festigkeitsuntersuchungen
- 5 Zusammenfassung und Ausblick

Plattenosteosynthese



Fallbeispiel 1 – Trauma/Überbelastung



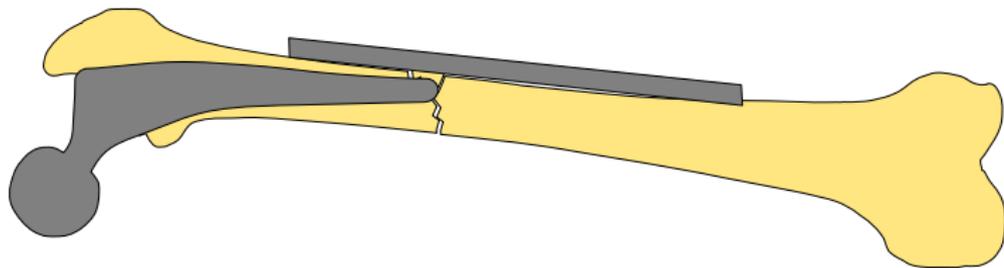
Fallbeispiel 2 – Implantatversagen durch Ermüdungsbruch



Anforderungen an das modulare System

Zusätzliche Versteifung der Frakturzone

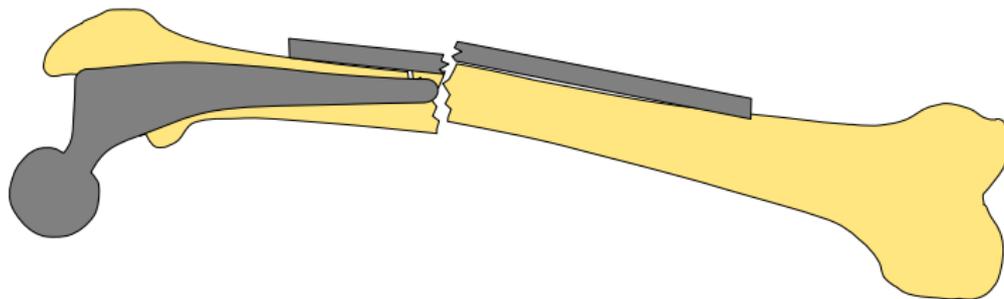
- Belastungsstabile Osteosynthese
- Wenig Implantatmaterial
- Patientenspezifische Versorgung
- Osteosynthese zur dauerhaften Stabilisierung



Anforderungen an das modulare System

Zusätzliche Versteifung der Frakturzone

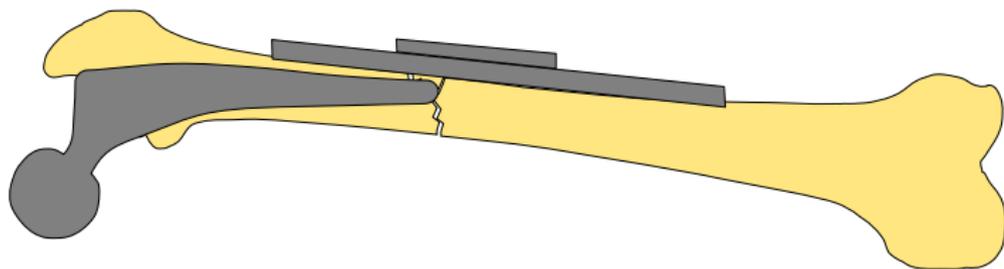
- Belastungsstabile Osteosynthese
- Wenig Implantatmaterial
- Patientenspezifische Versorgung
- Osteosynthese zur dauerhaften Stabilisierung



Anforderungen an das modulare System

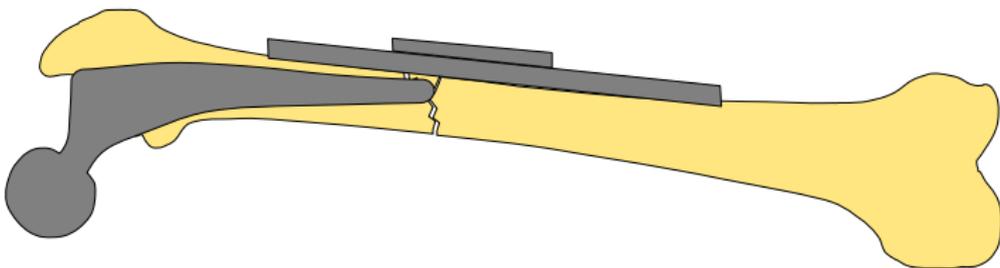
Zusätzliche Versteifung der Frakturzone

- Belastungsstabile Osteosynthese
- Wenig Implantatmaterial
- Patientenspezifische Versorgung
- Osteosynthese zur dauerhaften Stabilisierung



Lösungsansatz

- Monolithische Platte
- Modulares System aus Grundplatte und Aufsatz



Grundbestandteile des Osteosynthesesystems



Grundplatte

- Schaftplatte oder anatomisch geformte Platte (distale Femurplatte)
- Standardschrauben oder winkelstabile Verschraubung (mono-/bikortikal)
- Kombination mit Cerclageseilen möglich

Grundbestandteile des Osteosynthesesystems



Aufsatzplatte

- Aufsatzplatte in verschiedenen Längen beliebig auf der Grundplatte verschiebbar
- Befestigung an der Grundplatte unabhängig von den Knochenschrauben
- Kombination von Cerclageseilen sowie Schrauben möglich

Grundbestandteile des Osteosynthesystems



Anwendungsmöglichkeiten

- Offene Operation oder minimalinvasiv
- Platte und Aufsatz vormontieren und gemeinsam implantieren
- Platte fixieren, und Aufsatz nachträglich befestigen

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung
- 2 Konzept: Modulares Plattensystem
- 3 Praktische Anwendung am Leichenpräparat**
- 4 Theoretische und experimentelle Festigkeitsuntersuchungen
- 5 Zusammenfassung und Ausblick

Minimalinvasivität

- Minimalinvasiver Einsatz möglich
- Vormontiert oder nachträglich verschraubt (Stege des U-Profiles dienen als Führung)



Verschraubung

- Konventionelle und winkelstabile Verschraubung auch auf Aufsatzhöhe möglich



Seilcerclagen

- Verplombung der Seilcerclagen neben der Platte möglich

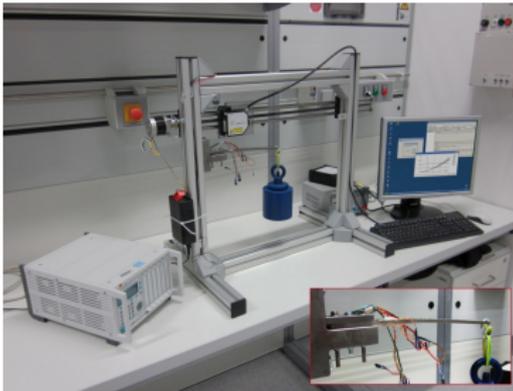


Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung
- 2 Konzept: Modulares Plattensystem
- 3 Praktische Anwendung am Leichenpräparat
- 4 Theoretische und experimentelle Festigkeitsuntersuchungen**
- 5 Zusammenfassung und Ausblick

Festigkeitsuntersuchungen

1. Vereinfachung des Problems auf rechteckige Platten zur theoretischen & experimentellen Untersuchung
2. FEM-Berechnungen des Systems



Vereinfachung des Problems



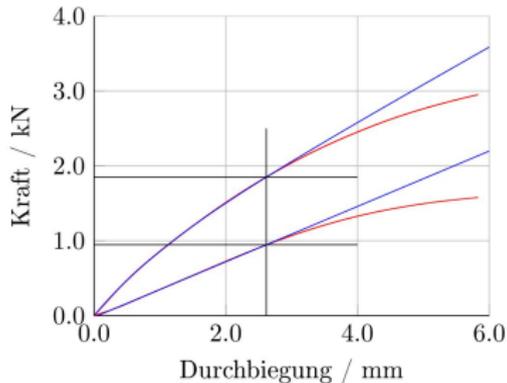
Statische Versuche

- Untersuchung im Drei-Punkt-Biegeversuch



Statische Versuche

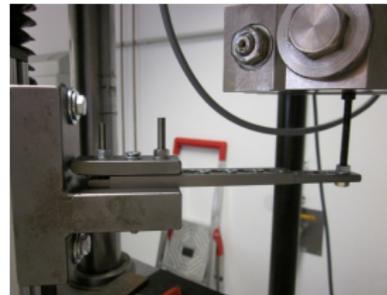
$$F(x) = \begin{cases} cx & , 0 < x_0 \\ v_0 k \left(1 - \exp\left(-\frac{c}{v_0 k} (x - x_0)\right)\right) + cx_0 & , x \geq x_0 \end{cases} \quad (1)$$



- Festigkeit erhöht sich um Faktor 1.9 (!)

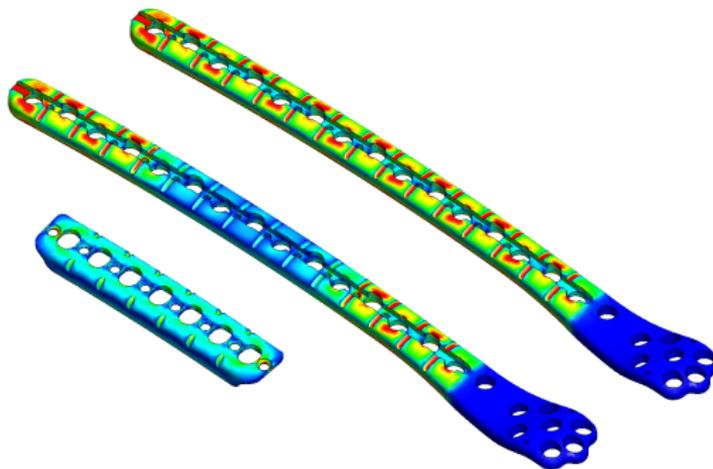
Wechselastversuche

- $f = \frac{Fl^3}{3EI}$ $v(x) = \frac{Fl^3}{3EI} \left(1 - \frac{3x}{2l} + \frac{x^3}{2l^3}\right)$
- $\sigma = \frac{Fl}{I} \frac{h}{2}$
- Wechsellastfestigkeit erhöht sich deutlich durch den Aufsatz



Spannungsanalyse der realen Implantatgeometrie

- Last verteilt sich auf Platte und Aufsatz
- Spannung sinkt um Faktor 2.4 (!)



Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung
- 2 Konzept: Modulares Plattensystem
- 3 Praktische Anwendung am Leichenpräperat
- 4 Theoretische und experimentelle Festigkeitsuntersuchungen
- 5 Zusammenfassung und Ausblick**

Zusammenfassung

- Periprothetische Frakturen - kompliziert und immer häufiger
- Patientenspezifische Versorgung durch modulares System
- Grundplatte & (optionaler) Aufsatz
- Deutlich erhöhte Stabilität im Frakturbereich
- Einsatz von Schrauben und Seilcerclagen uneingeschränkt möglich
- Minimalinvasive Operationstechnik

Erweiterungen des Systems

- Verschieden starke Grundplatten und Aufsätze
- Aufsätze als Überbrückung zwischen zwei Grundplatten

- Thüringer Aufbaubank

Beihilfe - Nr. N 331/2007 / Projekt - Nr. 2011 FE 9017

Das vom Freistaat Thüringen geförderte Projekt wurde durch Mittel der Europäischen Union im Rahmen des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) kofinanziert.

- Dr. Klaus-Jürgen Maier, Berater, RoMed-Klinik Bad Aibling,
- FSU Jena, Anatomisches Institut, Dr. Rosemarie Fröber



Modulares Plattenosteosynthesesystem für periprothetische Frakturen

Theoretische und experimentelle Ergebnisse

Dipl.-Phys. Nils Kästner

Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Fachgebiet-Mechatronik

8. Februar 2014

