

# Modulares Plattenosteosynthesystem für periprothetische Frakturen

## Theoretische und experimentelle Ergebnisse

Dipl.-Phys. Nils Kästner

Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena  
Fachgebiet-Mechatronik

8. Februar 2014





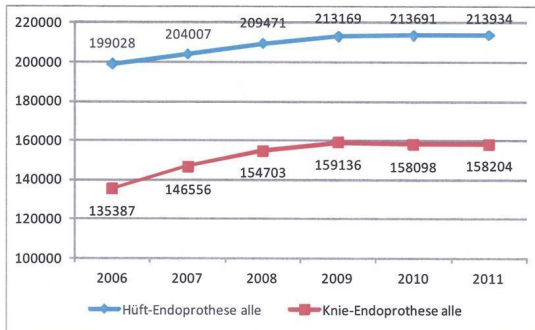
# Inhaltsverzeichnis

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

# Inhaltsverzeichnis

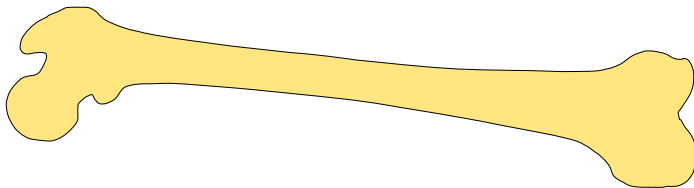
- 1 Einleitung
- 2 Konzept: Modulares Plattensystem
- 3 Praktische Anwendung am Leichenpräperat
- 4 Theoretische und experimentelle Festigkeitsuntersuchungen
- 5 Zusammenfassung und Ausblick

# Ausgangssituation



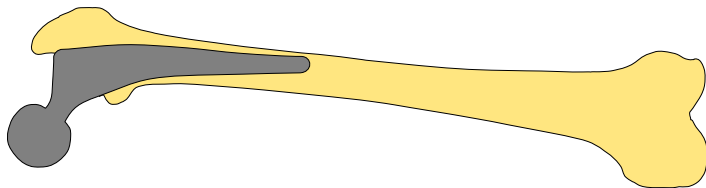
# Komplikationen

- Verschleiss der Prothesenkomponenten
- Lockerung
- Infekte
- Periprothetische Fraktur



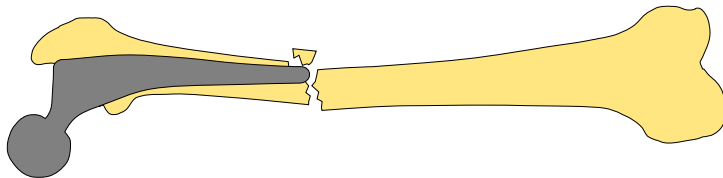
# Komplikationen

- Verschleiss der Prothesenkomponenten
- Lockerung
- Infekte
- Periprothetische Fraktur



# Komplikationen

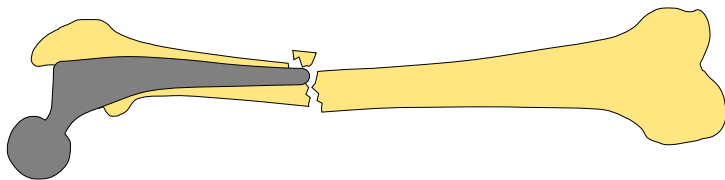
- Verschleiss der Prothesenkomponenten
- Lockerung
- Infekte
- Periprothetische Fraktur





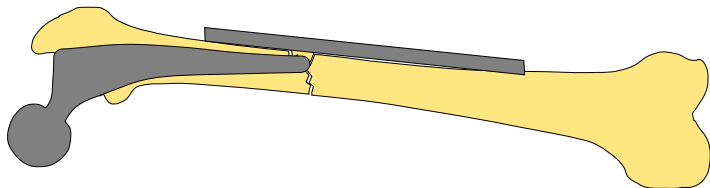
# Behandlungsstrategien

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



# Behandlungsstrategien

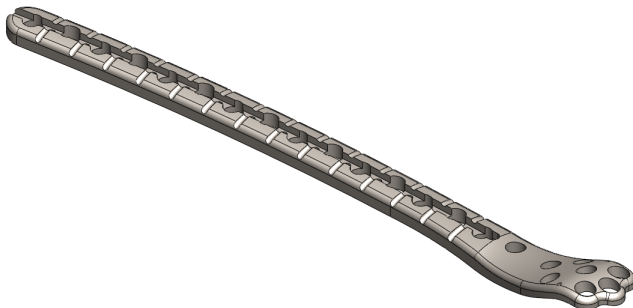
- Verschiedene Klassifikationen der Frakturen entsprechende Behandlungsstrategien
- Sitzt die Prothese fest?
  - Nein:** Endoprothesenwechsel mit gleichzeitiger Frakturversorgung
  - Ja:** Versorgung durch Plattenosteosynthese



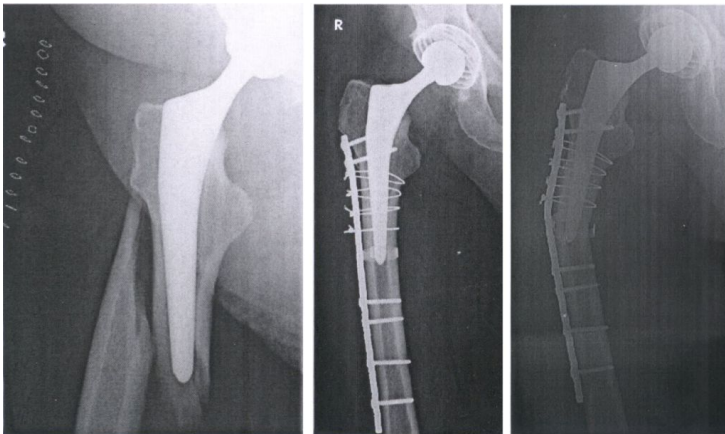
# Inhaltsverzeichnis

- 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



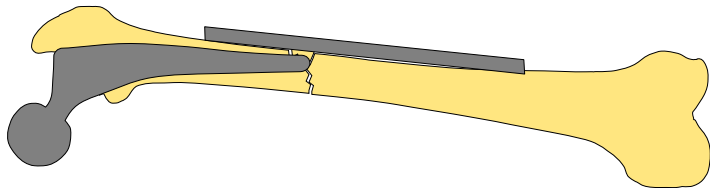
# Fallbeispiel 2 – Implantatversagen durch Ermüdungsbruch



# Anforderungen an das modulare System

## Zusätzliche Versteifung der Frakturzone

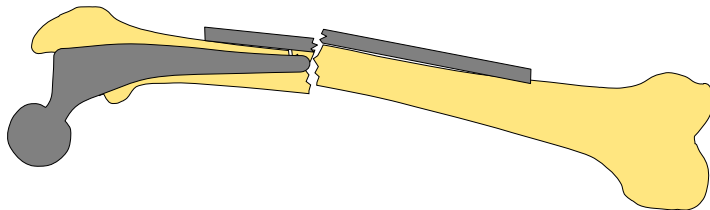
- Belastungsstabile Osteosynthese
- Wenig Implantatmaterial
- Patientenspezifische Versorgung
- Osteosynthese zur dauerhaften Stabilisierung



# Anforderungen an das modulare System

## Zusätzliche Versteifung der Frakturzone

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

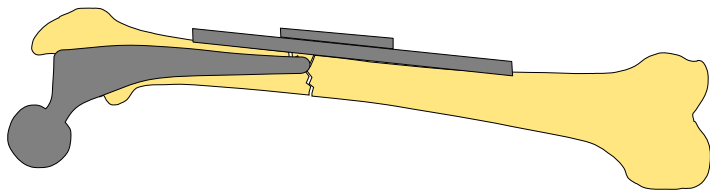




# Anforderungen an das modulare System

## Zusätzliche Versteifung der Frakturzone

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





# 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 Cerclage-seilen sowie Schrauben möglich

# Grundbestandteile des Osteosynthesesystems



## 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

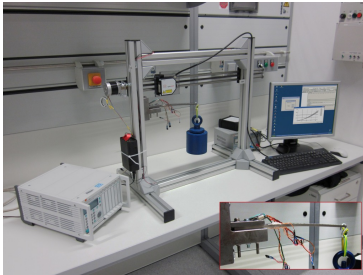


# Inhaltsverzeichnis

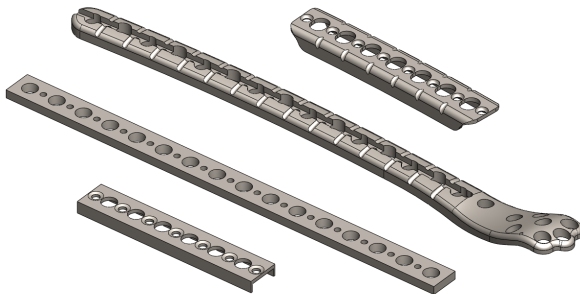
- ① Einleitung
- ② Konzept: Modulares Plattensystem
- ③ Praktische Anwendung am Leichenpräparat
- ④ Theoretische und experimentelle Festigkeitsuntersuchungen
- ⑤ Zusammenfassung und Ausblick

# Festigkeitsuntersuchungen

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

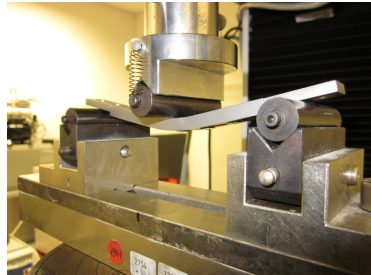
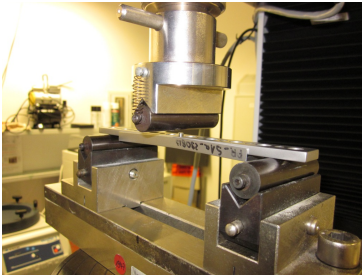


# Vereinfachung des Problems



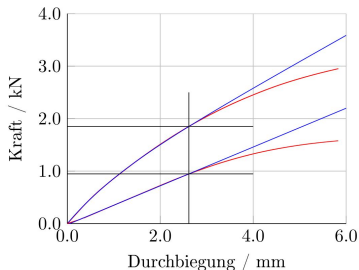
# Statische Versuche

- Untersuchung im Drei-Punkt-Biegeversuch



# Statische Versuche

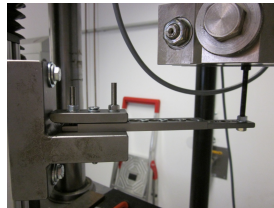
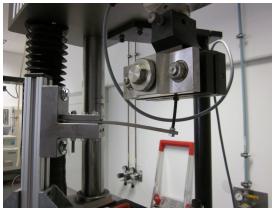
$$F(x) = \begin{cases} cx & , 0 < x_0 \\ v_0 k \left( 1 - \exp \left( -\frac{c}{v_0 k} (x - x_0) \right) \right) + cx_0 & , x \geq x_0 \end{cases} \quad (1)$$



- Festigkeit erhöht sich um Faktor 1.9 (!)

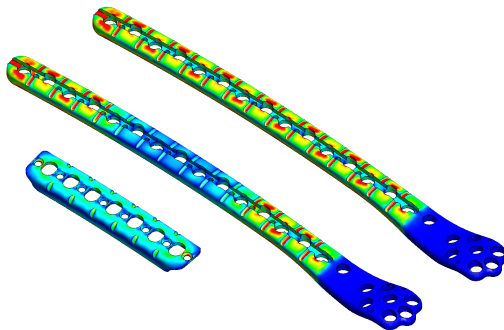
# Wechselastversuche

- $f = \frac{Fl^3}{3EI}$        $v(x) = \frac{Fl^3}{3EI} \left(1 - \frac{3x}{2l} + \frac{x^3}{2l^3}\right)$   
 $\sigma = \frac{Fl}{I} \frac{h}{2}$
- 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

