

CADFEM Users Meeting 2018, HSR

ENTWICKLUNG EINES MODULAREN ORTHESENSYSTEMS MIT COMPOSITE-FEDERN



INSTITUT FÜR WERKSTOFFTECHNIK
UND KUNSTSTOFFVERARBEITUNG

Prof. Dr. Gion A. Barandun

Faserverbundtechnik und Leichtbau

Rapperswil, 14. Juni 2018



HSR

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL

FHO Fachhochschule Ostschweiz



- **Einleitung**
- **Stand der Technik im Bereich Orthesen**
- **Vision: individuelle, mitwachsendes Orthesensystem**
- **Entwicklungsprozess**
 - Aus der Sicht der Medizin
 - Aus der Sicht der Kunden
 - Aus der Sicht des Ingenieurs
 - Synthese
- **Schlussfolgerungen und Ausblick**

- **Orthesen sind medizinische Hilfsmittel zur Führung von Gliedmassen**
- **Die betroffenen Gliedmassen sind vorhanden (keine Amputation), übernehmen aber nur noch einen Teil ihrer Funktion bzw. die Funktion wird nicht korrekt**
- **Die Orthese hilft dem Patienten dabei, wieder ein möglichst “normales“ Gangbild zu erlangen**
- **Die Orthese darf den Patienten in keiner Weise stören und soll möglichst leicht und unsichtbar sein (im Schuh integriert, unter dem Hosenbein getragen)**
- **Eine optimale Funktionalität ist erreicht, wenn die beabsichtigte Gangkorrektur erfolgen kann**
- **Aufgrund von Veränderungen beim Patienten kann es sein, dass eine Orthese mehrfach angepasst werden muss (Grösse, Form, Steifigkeit/Federwirkung)**

■ Hirnschlagpatient

- 6 Monate nach Schlaganfall
- Partielle Hemiplegie (halbseitige Lähmung) → eingeschränkte Gehfähigkeit
 - Fussheberschwäche
 - Schwäche in Kniestrecker
 - Probleme mit Balance

■ Medizintechnische Massnahmen

- **Assistiv:** Orthese (Fussheberschwäche)
- **Therapeutisch:** Gehtraining in der Physio- und Ergotherapie (Muskelschwäche, Balance)

■ Ca. 13'500 Fälle/Jahr in CH

■ Total mit weiteren Krankheitsbildern:

- ca. 40'000 Fälle/Jahr (CH)
- Ca. 400'000 Fälle/Jahr (D)



Quelle: reh4mat

Ziel: Erreichen eines möglichst «natürlichen» Gangbildes durch eine passive Orthese

■ Herausforderungen

- Was bedeutet «natürlich»?
- Gangbild vs. Gefühl des Patienten
- Individuelle Anpassung

■ Aus Sicht des Ingenieurs

- | | | | | |
|----------------|---|---|---|------------------------|
| ■ Materialwahl | } | ? | } | ■ Verformung |
| ■ Geometrie | | | | ■ Spannungen/Dehnungen |
| ■ Herstellung | | | | ■ Reaktionskräfte |
- Konstruktion & Auslegung???



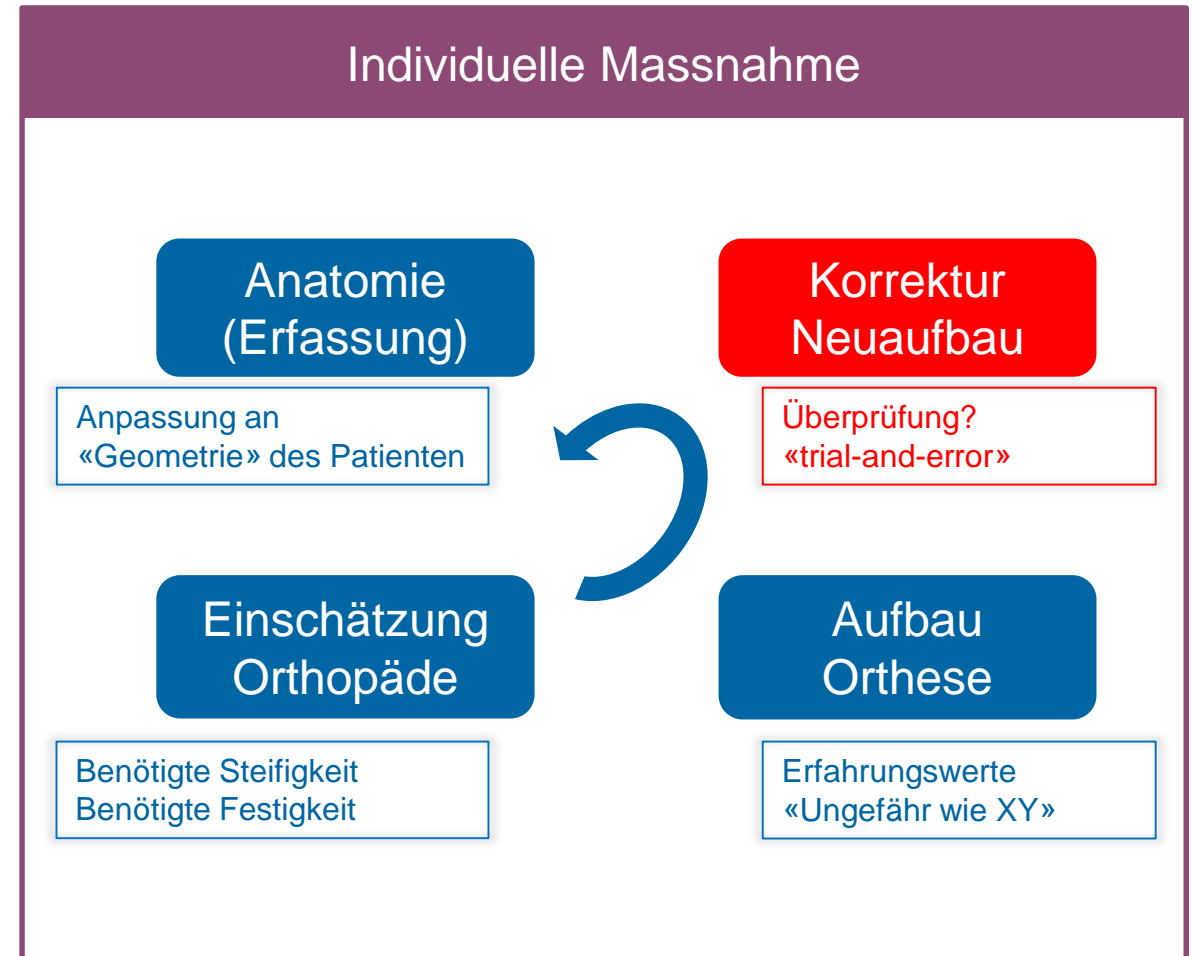
Orthese ca. 1914-24
(Quelle: DHMD)



Quelle: Basko Healthcare

Orthesen: Entwicklung und Anpassungsprozess heute

- Heute: Entwicklung stark „trial-and-error“ basiert
- Erfahrung der Orthopäden als Hauptauslegungsbasis
- Relativ wenig (bewusste, wissenschaftliche) Kenntnisse über Materialverhalten, Anisotropie, ... vorhanden
- Abschätzung von benötigten Kennwerten aufgrund vorangegangener Umsetzungen
- Die Anpassung erfolgt unter Umständen „spontan“
- Das führt zu unbefriedigenden Ergebnissen und Iterationen



Alternative: Benutzung Standard-Orthese

- Einige Firmen bieten “Standard-Orthesen“ an (few sizes fit all)
- Dies erlaubt eine rel. kostengünstige Fertigung, da nur wenige Grössen in wenigen Stärken (Steifigkeiten) produziert werden
- Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Standard-Orthese bei einem Patienten eine optimale Unterstützung bietet, ist relativ klein
- In der Folge ist der Patient nicht korrekt versorgt!

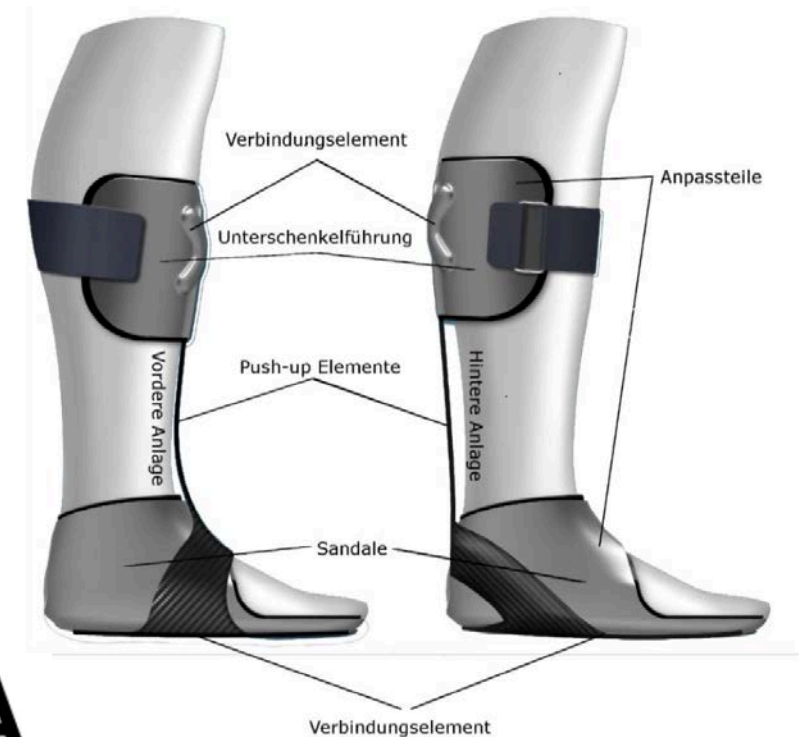
Neuer Ansatz: MOWA – MOdular WAlking

Vision

- Individuell anpassbare Orthese
- Keine Gipsabformungen mehr, sondern 3D Erfassung und perfekte Passgenauigkeit durch additive Fertigung der Anpassteile
- Auswahl der Orthese (Grösse, Stärke) basierend auf wissenschaftlichen Daten
- Deutliche Beschleunigung der Versorgung
- Möglichkeit der Anpassung bei Veränderungen beim Patienten

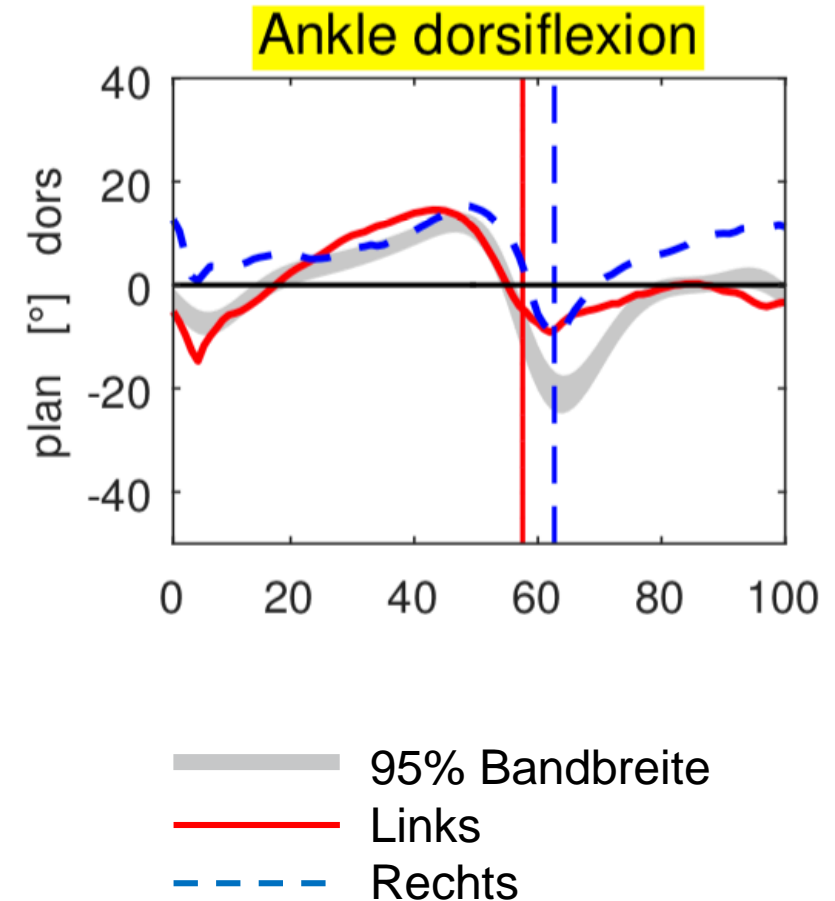
Voraussetzungen

- Interdisziplinärer Ansatz (Medizin – Technik – Orthopädie)
- Echte Individualisierung durch Digitalisierung
- Einsatz von Simulation in der Produktentwicklung

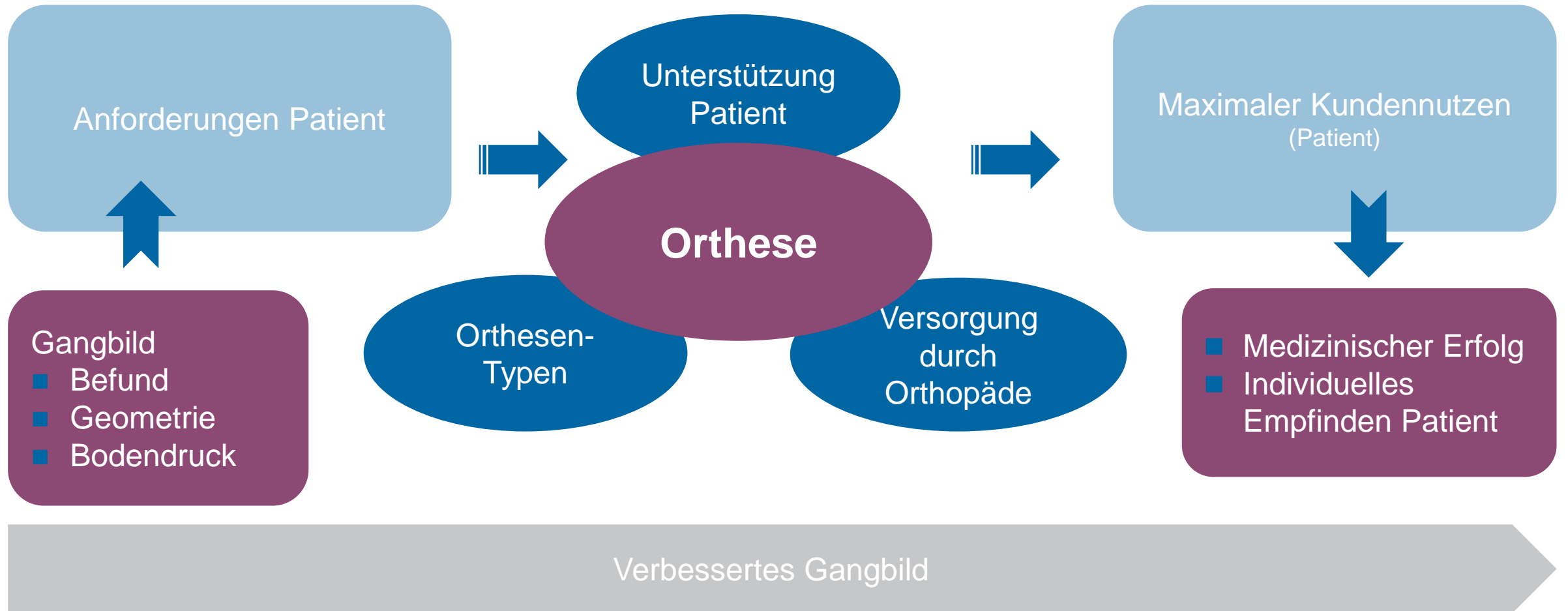


Neuer Ansatz: MOWA – MOdular WAlking

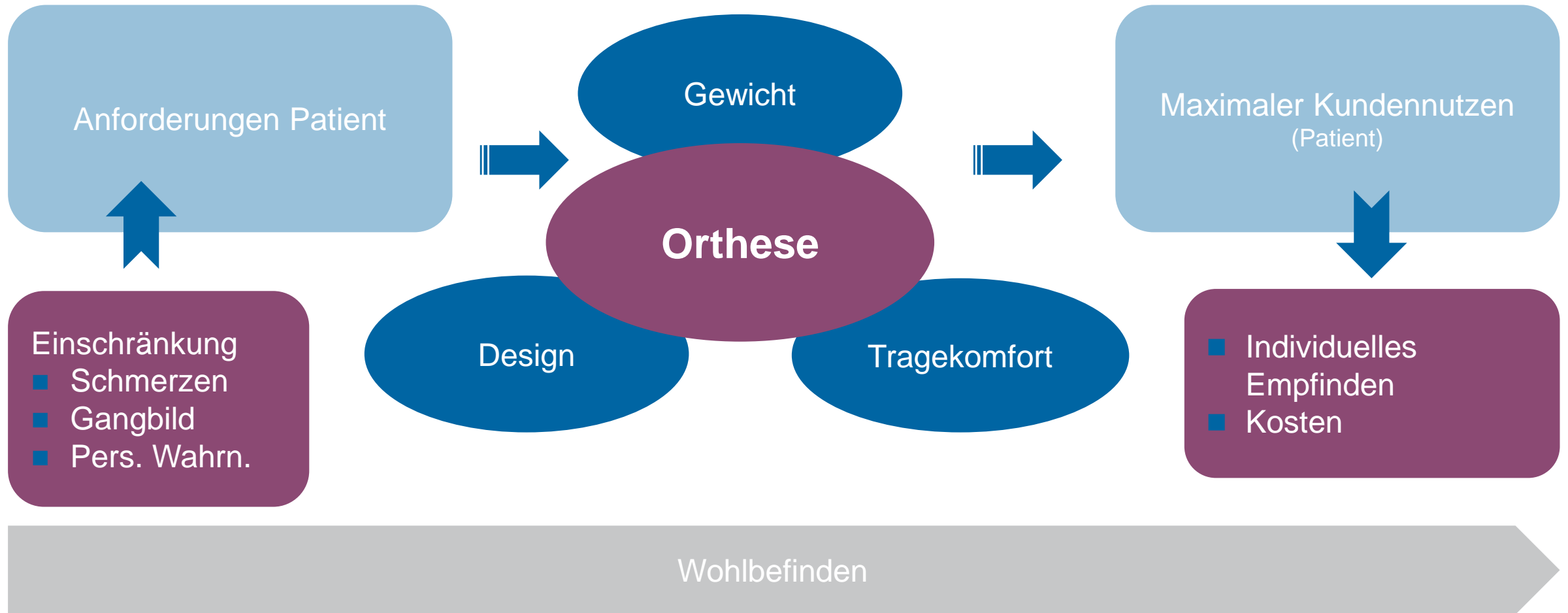
- Korrektur Bewegungsablauf individuell steuern
- Ziel: Natürliches Gangbild erreichen, im Sinne einer Bandbreite an Winkel zwischen Sohle und Unterschenkel über einen Schrittzyklus
- Wichtige Einflussfaktoren
 - Größenanpassung (Abmessungen) → Abstufung von unterschiedlichen Größen
 - Stärkenanpassung (Steifigkeit) → Einstellbarkeit der Steifigkeit der „Feder“ → **Simulation!**
 - Anlageformen (seitlich/vorne/hinten) → Variabilität der Geometrie der Orthese → **Simulation!**



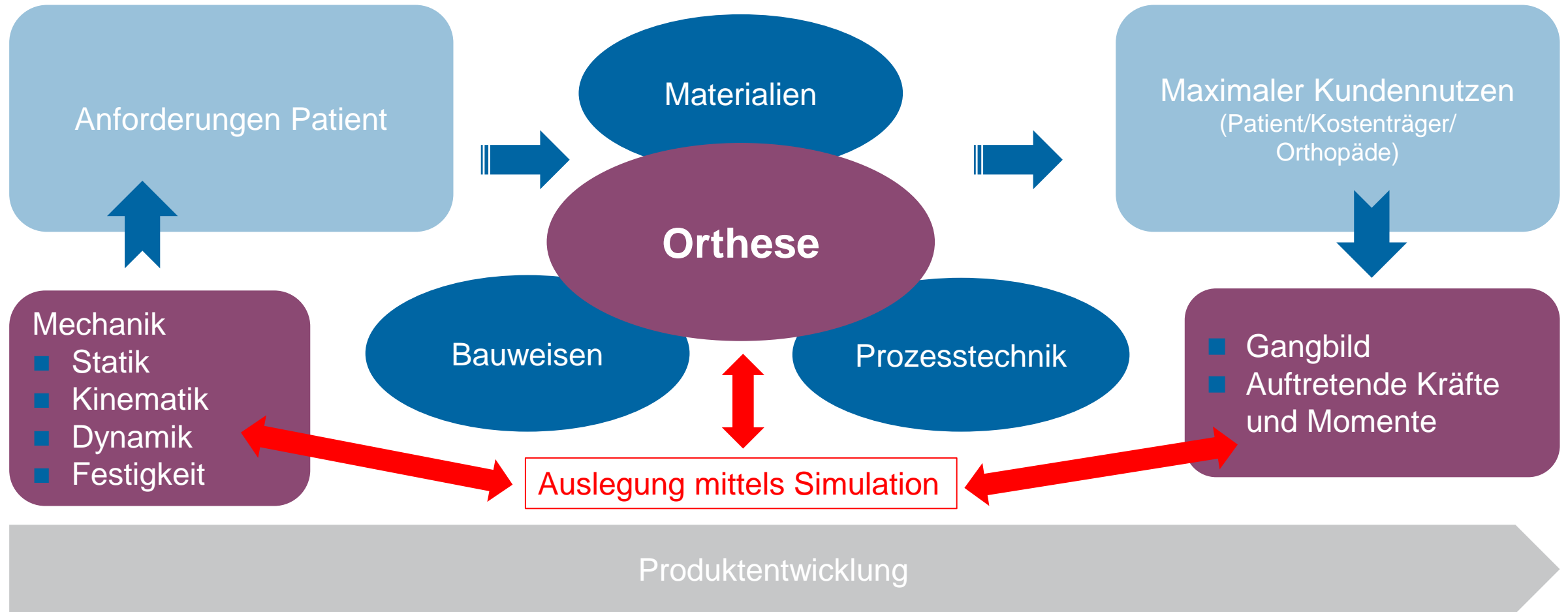
Entwicklungsprozess – aus der Sicht der Medizin



Entwicklungsprozess – aus der Sicht des Patienten



Entwicklungsprozess – aus der Sicht des Ingenieurs



Entwicklungsprozess – welche Materialien?

■ Spezifische mechanische Eigenschaften

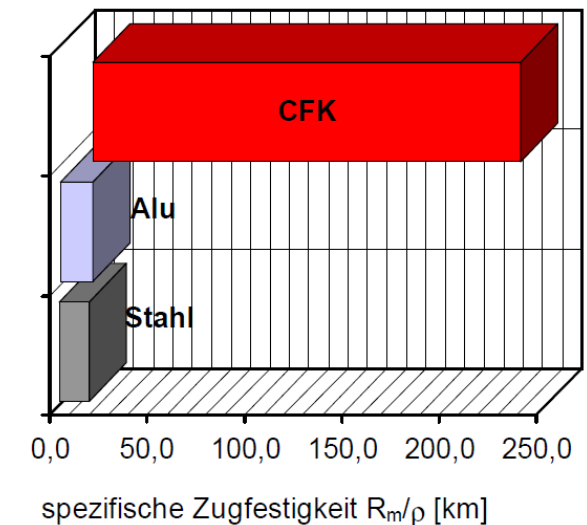
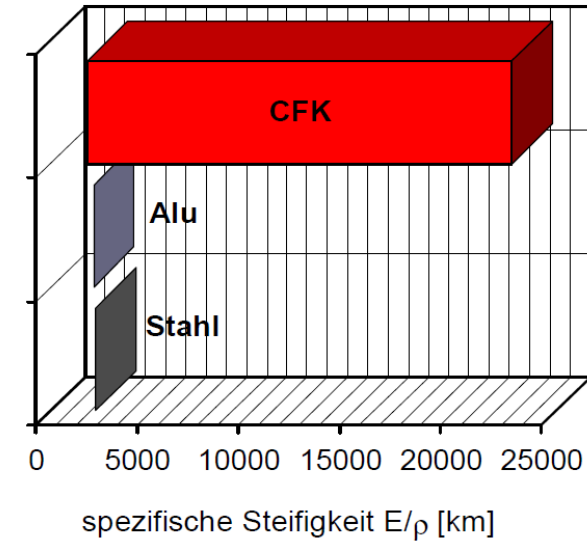
- Sehr hohe Steifigkeit und Festigkeit bei niedrigem Gewicht
- Hohe Ermüdungsfestigkeit und Formstabilität
- Einstellbare Eigenschaften (Anisotropie – Fasern – Matrix)

■ Weitere Vorteile

- Für Bildgebung optimal geeignet (Röntgen, MRI, CT)
- Bestrahlung möglich
- Keine Weichteiladhäsion (z.B. Traumaplatten)

■ Herausforderungen

- Biokompatibilität (abhängig von der Anwendung)
- Qualitätssicherung / Verarbeitung
- Bauweise – Material – Herstellungsprozess – Kosten



Quelle: xperion

Kopplung Ganganalyse & Simulation

Erfassen der
Bewegungen im
Ganglabor

Analyse der
relativen
Verschiebungen

Bekannte
Steifigkeit der
Orthese

Rückschluss auf
tatsächlich
auftretende Kräfte

“Experiment“ im Ganglabor

Auswertung in Spezialsoftware & Excel

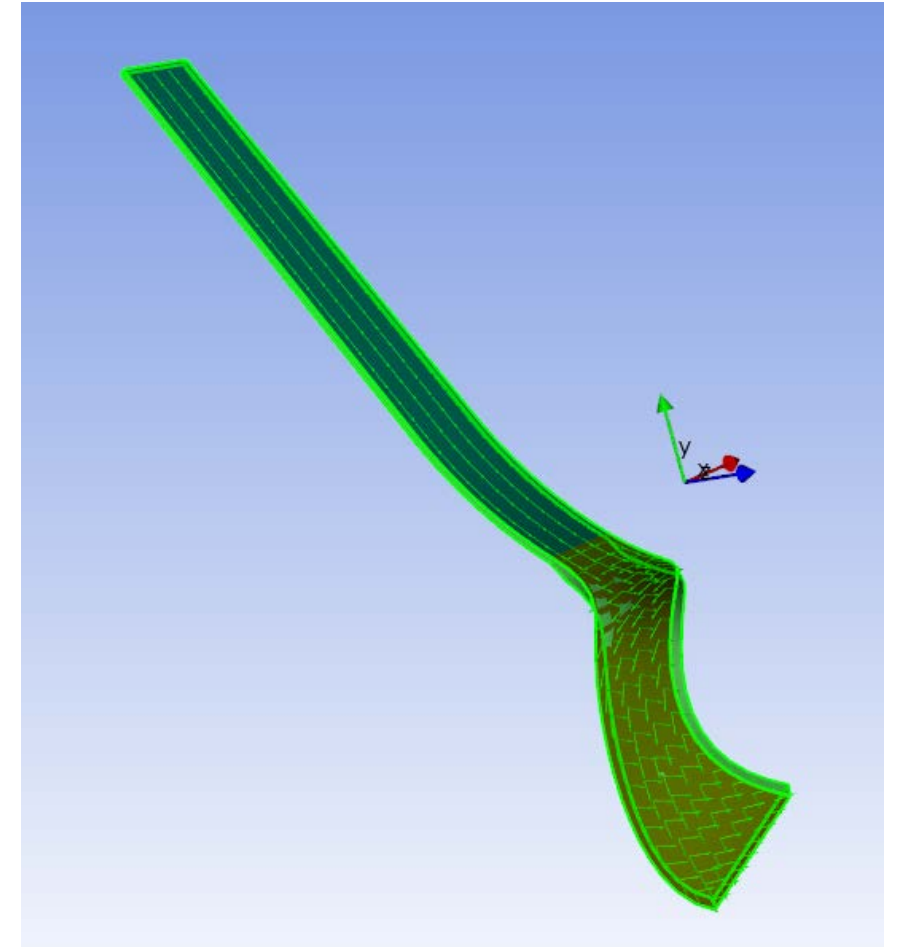
Simulation in ANSYS

Möglichkeit der Optimierung des
Deformationsverhaltens durch
unterschiedliche Steifigkeiten

- Geometrie
- Werkstoff (Fasern!)

Entwicklungszyklus (Synthese)

- Der anisotrope Lagenaufbau wird mit ANSYS ACP (Composite PrePost) simuliert
- Die Anordnung und Ausrichtung der Fasern hat einen direkten Einfluss auf das Steifigkeitsverhalten
- Da nun typischerweise auftretende Deformationen (Gangbild) bekannt sind, kann auf die Kräfte („reaction forces“) geschlossen werden
- Der Lagenaufbau kann an die gewünschten Verhaltensmuster angepasst und optimiert werden
- Durch den Einsatz der Simulation verkürzt sich der Entwicklungszyklus entscheidend
- Die aufgebaute Erfahrung kann in die Entwicklung neuer Orthesen einfließen



- Eine bestmögliche Patientenversorgung ist nur über eine Individualisierung der Orthese zu erreichen
- Die komplexen Zusammenhänge zwischen Gangbild, Einflussnahme durch die Orthese, individuellem Empfinden des Patienten und objektiven Daten erfordern einen interdisziplinären Ansatz
- Faserverbundmaterialien sind ideale Werkstoffe, um diese Individualisierung sicherzustellen
- Das komplexe Materialverhalten bedingt eine Produktentwicklung, die stark auf Simulation zurückgreift. Die Fertigung muss diesen Erkenntnissen angepasst werden
- Der Versorgungsprozess, angefangen bei der Patientenaufnahme bis hin zur Fertigung muss kosteneffizienter werden



Quelle: MOWA / orthopunkt

CADFEM Users Meeting 2018, HSR

ENTWICKLUNG EINES MODULAREN ORTHESENSYSTEMS MIT COMPOSITE-FEDERN



INSTITUT FÜR WERKSTOFFTECHNIK
UND KUNSTSTOFFVERARBEITUNG

Prof. Dr. Gion A. Barandun

gionandrea.barandun@hsr.ch, +41 55 222 47 79



HSR

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL

FHO Fachhochschule Ostschweiz

