

## OMK 10 - Orthesen und Prothesen

# Menschlicher Gang Biomechanik Theorie Orthetik/Prothetik

Andres Yves  
Benz-Negele Anika

## Kurze Vorstellungsrunde...



Anika  
Dipl. Orthopädie-Techniker Meisterin  
Bereichsleitung bei Negele Orthopädie



Yves  
Dipl. OSM  
Dipl. Orthopädie-Techniker-Meister



OMK Orthesen/Prothesen

2

## Kursprogramm

### Tag 1

- ▶ Kurze Vorstellungsrunde
- ▶ IPERKA
- ▶ Der menschliche Gang
- ▶ Pathologien des menschlichen Ganges
- ▶ Biomechanik
- ▶ Orthesen
- ▶ Prothesen

### Tag 2

- ▶ div. Fertigungstechniken
- ▶ Arbeitsschutz
- ▶ Fallbeispiele Orthetik und Prothetik, zugehörige Materialkunde
- ▶ Reproduzierbarkeit und Werkstattdossier
- ▶ Aufgabenverteilung und Besprechung
- ▶ Vorzeigen gewisser Arbeitsschritte

OMK Orthesen/Prothesen

### Tag 3-5

- ▶ Praxis anhand der vorbereiteten Aufgaben
- ▶ Austausch der Werkstattdossiers

### Abschlusstheorie

- ▶ Schlussbesprechung der gefertigten Hilfsmittel
- ▶ Halbfabrikate versus Massanfertigung
- ▶ Grundlagen zum Tarif

3

3

## Die IPERKA-Arbeitsmethode

- Arbeitsvorbereitung, Arbeitsdurchführung und Arbeitsbewertung = Arbeiten planen, Vorgaben erfüllen, Auftrag prüfen



## IPERKA-Methode bei Orthesen/Prothesen

### Informieren

- Indikation, Gangbild, ärztliche Verordnung, Materialallergien, Design-Wünsche, geeignete Schuhe vorhanden?...

### Planen

- Ausführung planen mit nötigen Funktionen und Kantenverlauf (Wohn-/Arbeits-/Aktivitätsgrad)

### Entscheiden

- Materialbestellung, Zeitpunkt der Herstellung und Lieferung bestimmen, Zwischenziele definieren

### Realisieren

- Evtl. vorab nur Produktion zur Anprobe und spätere Fertigstellung

### Kontrollieren

- Am Patienten. Passform? Funktion? Druckstellen?

### Auswerten

- Reflektieren und Dokumentieren

OMK Orthesen/Prothesen

5

## Ziel nach Abschluss der Berufsprüfung im Fachbereich Orthetik und Prothetik

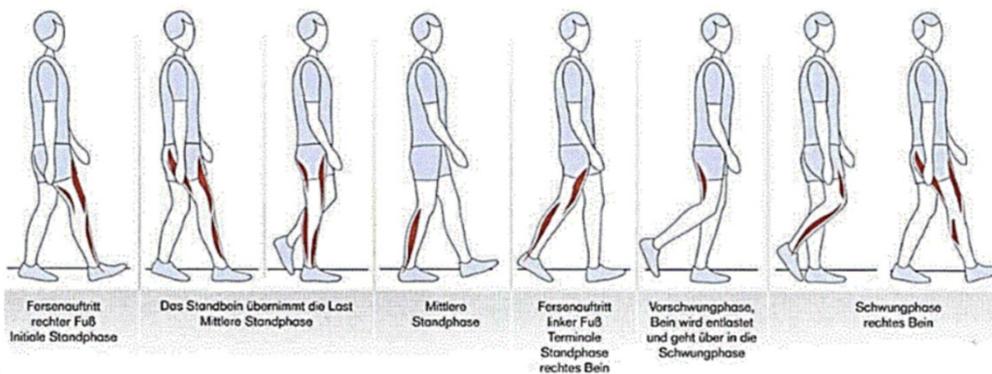


OMK Orthesen/Prothesen

6

# Der menschliche Gang Pathologien des Ganges Biomechanik

## Die Gangphase



Initial Contact - Loading Response - Midstance - Terminal Stance - Prewswing - Initial Swing - Midswing - Terminal Swing

### Voraussetzungen für einen natürlichen Gangbild

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Natürliche Stossdämpfer    | Fersenpolster, Längsgewölbe, Knieflexion, Menisci, Hüftabsenkung, federnde Bewegung des ISG (=Nutation), Bandscheiben, S-Form der WS, Liquor |
| Exzentrische Muskelarbeit  | Negativ-dynamisch, Ursprung und Ansatz entfernen sich, Muskel verlängert sich, „strecken“  |
| Konzentrische Muskelarbeit | Positiv-dynamisch, Ursprung und Ansatz des Muskels näher sich, Verkürzung des Muskels (Stossdämpfung), „beugen“                              |
| Isometrische Muskelarbeit  | Haltungsstabilität, statisch, intramuskuläre Spannungsänderungen   |
| Central Pattern Generator  | Zentraler Muskelgenerator, motorische Programme sind gespeichert, Muskel werden antagonistisch aktiviert/gehemmt                             |
| Rocker-Funktion            | Heel Rocker = runde Ferse<br>Ankle-Rocker = OSG<br>Forefoot Rocker = Ballenabrollung   |

*Das Gehen wird im Kindesalter erlernt: Synaptische Verbindungen entstehen motorische Programme laufen später unbewusst ab  
Lernprozess lebenslang, ständige Kontrolle durch Sensoren/Rezeptoren*

9

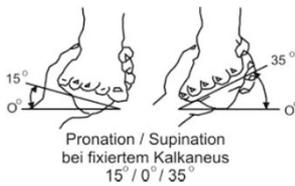
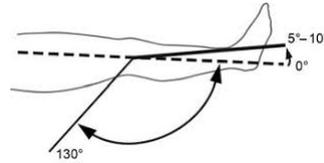
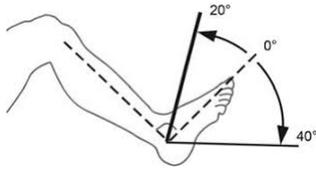
## Vokabular

|             |   |
|-------------|---|
| Biologie    | Lehre der belebten Natur  |
| Mechanik    | Teilgebiet der Physik, u.a. Lehre der Dynamik mit Untergebieten Kinetik, Statik und Kinematik   |
| Kinetik     | Trägheits-Kräfte, die aus der Kombination aus Körpermasse und Bewegung resultieren  |
| Statik      | Gleichgewicht von Kraft am ruhenden Körper wirkender Kräfte   |
| Kinematik   | Bewegungen eines Körpers ohne die Ursache der Bewegung (Kraft) zu berücksichtigen   |
| Biomechanik | Erforschung, Lehre und Anwendung mechanischer Gesetze in der belebten Natur (Bsp. rehabilitative, orthetische und prothetische Versorgung am menschlichen Körper) |

OMK Orthesen/Prothesen

10

## ROM = Range of Motion Neutral-Null-Methode



Pronation / Supination  
bei fixiertem Kalkaneus  
15° / 0° / 35°

OMK Orthesen/Prothesen

Beispiel Neutrallnullmethode anhand des Knies:

### Physiologisch

Flexion/Extension 130-0-10

### Pathologisch, Beispiele

F/E 90-0-10

F/E 0-0-10

F/E 130-90-0

11

### Muskelstatus nach Janda

|   |  |
|---|--|
| 0 | keine erkennbare Muskelkontraktion: 0% Muskelkraft   |
| 1 | erkennbare Reaktion, nicht ausreichend für eine Bewegung: ca. 10% Muskelkraft                                    |
| 2 | Bewegung in vollem Umfang, ohne Arbeit gegen die Schwerkraft, d.h. in horizontaler Lagerung: ca. 25% Muskelkraft |
| 3 | Bewegung in vollem Umfang, entgegen der Schwerkraft, ohne zusätzlichen Widerstand von außen: ca. 50% Muskelkraft |
| 4 | Bewegung in vollem Umfang gegen einen leichten bis mittelgroßen Widerstand: ca. 75% Muskelkraft                  |
| 5 | Bewegung in vollem Umfang, sogar gegen einen starken äußeren Widerstand: 100% der physiologischen Muskelkraft    |

OMK Orthesen/Prothesen

12

## Aktivität

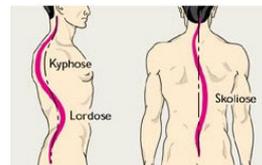


OMK Orthesen/Prothesen

13

## Vorbereitung zur Ganganalyse

- ▶ Kontrolle der Beinlänge und Skoliose sitzend/stehend  
C7, Michaelisraute, Beckenkämme, SIAS
- ▶ Rotationsfehlstellungen des Femurs prüfen  
Antetorsion des Femurs (Coxa antetorta) Innenrotation des Beines  
Retrotorsion des Femurs (Coxa retortorta) Aussenrotation des Beines
- ▶ Knieachsen prüfen  
Patient stellt beide Füße aussenrotiert aneinander: es passen 2 Finger zw. die Kniegelenke.
- ▶ Supination/Pronation des Fusses überprüfen  
Bsp. → pathologisch zu viel Pronation (Knickfuss):  
Eine vermehrte Supination bewirkt eine Aussenrotation des Beines (= weniger Genu valgum), ein rückkippen des Beckens, Entlordosierung der LWS, Entkyphosierung der BWS, Entlordosierung der HWS
- ▶ Andere körperliche/psychische Gegebenheiten beurteilen  
Muskelstatus, Gelenkfunktionen, Stoffwechselforgänge im Gehirn, kardiovaskuläres System, Optik und Gleichgewicht,...



OMK Orthesen/Prothesen

14

## Ganganalyse

- ▶ Faktoren die beim gesunden Menschen den Gang beeinflussen:  
Körperbau, Gewicht, Masseverteilung, Stoffhemmung (Kleidung), Lebensumstände  
momentane Stimmung, Muskelkater, Stress, Unsicherheit,  
Bodenbeschaffenheit (rutschig, Hindernisse), Schuhwerk, vorgegebenes  
Tempo (Bsp. Laufband), Gleichgewichtsstörung
- ▶ Visuelle Beurteilung des Gangbildes, evtl. Video unterstützt (Zeitlupe),  
jeweils nur ein Bein beurteilen, Beurteilungsbogen ausfüllen
- ▶ Feststellbare Parameter  
Spurbreite, Schrittlänge, Fuss-/Knierotation, Gehgeschwindigkeit (Meter pro  
Sekunde), Kadenz (Schritte pro Minute), Armschwung, Ausrichtung der  
Passagiereinheit über dem Lokomotor, Gelenkwinkel,...

**Ziel des Gehens ist es, möglichst wenig Energie zu verbrauchen**  
*Die Körpermodulation sorgt dafür, dass der Körperschwerpunkt nur wenig von der  
Geraden abweicht (je 2cm nach vertikal und horizontal)*  
*Das heißt (aus Sicht des Referenzbeines) beim gesundem Gang:*  
**Alle Muskeln arbeiten exzentrisch!**

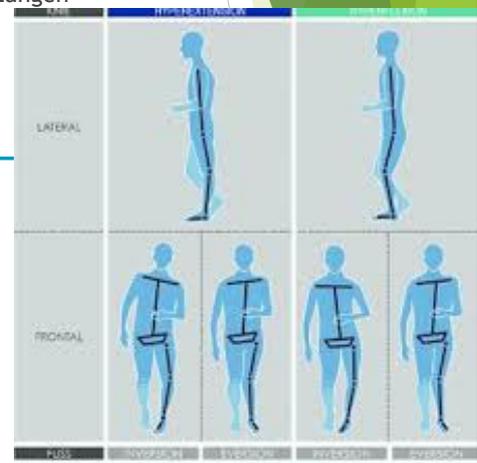
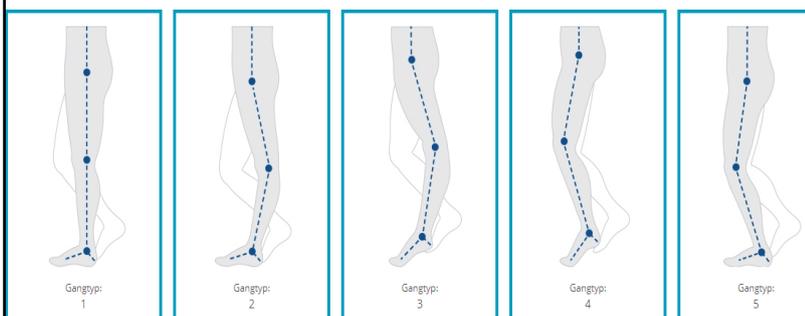
*Bsp.: M. Quadriceps femoris streckt nicht, er bremst die Beugung*

OMK Orthesen/Prothesen

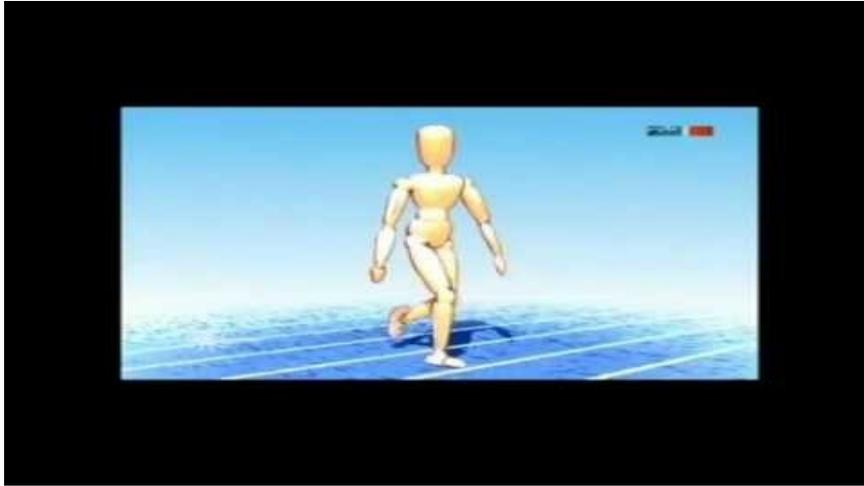
15

## Pathologien des natürlichen Gangbildes

- ▶ (Neuro-) Muskuläres Ungleichgewicht
- ▶ z.B. nach Apoplexie, Tumor, CP, MS,  
posttraumatisch, Operationsfehler,  
kongenital oder idiopathisch
- ▶ Zentrale, spinale oder periphere  
Lähmung
- ▶ Fussheberschwäche
- ▶ Amputationen
- ▶ Kontrakturen, Verkürzungen
- ▶ ...



<https://www.youtube.com/watch?v=UC80xHtqJR8>



OMK Orthesen/Prothesen

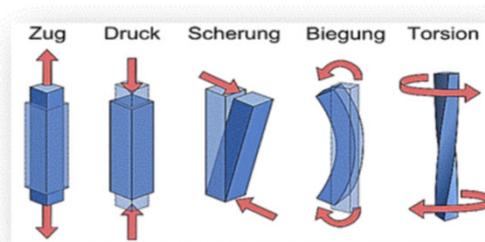
17

## Biomechanik

Ein Hilfsmittel...

- ▶ wird dreidimensional (A-P, M-L, vertikal) nach bestimmten Kriterien aufgebaut, muss also Druckkräfte, Zugkräfte, Biegemomente, Drehmomente und Torsionsmomente aufnehmen.
- ▶ muss statisch sicher und dynamisch funktionsfähig sein.

**Achtung bei den Gesetzen der Hebelwirkungen oder Drehmomenten:**  
→ **verstärkt die Beanspruchung!**



18

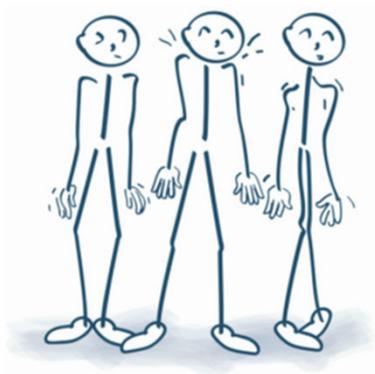
### Biomechanische Auswirkung von Konstruktionselementen

|   |   |
|---|---|
| Vorverlagerung Abrollachse                  | in Verbindung mit DE-Anschlag = Kniesicherheit und vergrößerte Schrittlänge               |
| Rückverlagerung Abrollachse                 | Kleinere Schrittlänge; in Verbindung mit DE-Anschlag = wenig Verzögerung der Kniebewegung |
| Steife/rückversetzte Fersenkonstruktion     | Schnellerer Fussvollkontakt, schnellere Kniebeugung                                       |
| Vorverlagerung Knöchelgelenk                | Verzögerte Bewegungsmöglichkeit im OSG, sanfte Kniestreckung/Kniestabilität               |
| DE-Anschlag                                 | Kniestreckung, eher abrupt  |
| DE-Anschlag und gesperrtes Kniegelenk       | Hüftstreckung   |
| Langsohlig, rigide Fusssohle                | Kniestabilität  |
| Federvorbringer am freien Kniegelenk        | Kniestabilität, Schwungphasensteuerung  |
| Rückverlagerung Kniegelenk, mit DE-Anschlag | Kniestabilität  |

OMK Orthesen/Prothesen

19

### Fragen von euch?



OMK Orthesen/Prothesen

20

## Repetitionsfragen von mir... 😊

- ▶ Welche Auswirkungen hat ein steife Sohle auf das Knie?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Was bewirkt ein Dorsalanschlag im OSG auf das Knie?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Bei einem Muskelstatus n. Janda 4 sind wieviel % der Muskelaktivität zu erwarten?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Welche Aktivitäts-Grade werden in der Orthopädietechnik unterschieden?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Für was steht die Abkürzung ROM? Mit welcher Methode lässt sich dies einteilen?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Welcher Absatz-Typ beeinflusst das Knie, sodass es schneller in Beugung kommt?  
\_\_\_\_\_

OMK Orthesen/Prothesen

21

# Orthesen

## Definition und Grundfunktionen von Orthesen

- ▶ Extern angebrachte Vorrichtung, die aus einem einzelnen Bauteil oder aus einer Baugruppe besteht und untere sowie obere Gliedmassen, Rumpf, Kopf oder Hals und deren Zwischengelenke ganz oder teilweise erfasst, um die neuromuskulären und skeletalen Systeme zu beeinflussen

Kompensation (funktionell, Längenausgleich)

Fixation/Stabilisation/Ruhigstellung/Führung

Redression/Korrektur

Entlastung

Kompression

23

## Orthesen zur Kompensation



Kompensation der Beinlänge



Kompensation der Fussheberschwäche

OMK Orthesen/Prothesen

24

## Orthesen zur Fixation



Fixation des OSG, dauerhaft oder temporär

OMK Orthesen/Prothesen

25

## Orthesen zur Redression



Redression der Spitzfußstellung mit Gummizügen oder Caroli-Gelenk

Redression HV und Zehen

OMK Orthesen/Prothesen

«3-Punkte Prinzip»

26

## Orthesen zur Entlastung



«Allgöwer-Apparat»  
zur Fersentlastung

OMK Orthesen/Prothesen



Entlastung des Ulcus an Fusssohle  
Teil der Lastaufnahme über Knie/Unterschenkel

27

## Orthesen zur Kompression



Flachgestrickte Kompressionstherapie

OMK Orthesen/Prothesen



Bandagen bei diversen Problemen

28

## Orthetik: So viel wie nötig, so wenig wie möglich...

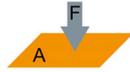
- Motto: «Was absteht kann man abschneiden»

Grundsätzlich gilt:

Grossflächige Anlagen: bei starken Fehlstellungen oder vielen schlaffen Weichteilen,  
Nachteil: vermehrte Atrophie

Kleine Anlagen/Aussparungen: geringeres Gewicht, weniger schwitzen, dafür weniger Fläche  
= mehr Druckstellen...

$$\text{Druck (p)} = \frac{\text{Kraft (F}_n\text{)}}{\text{Fläche (A)}}$$



- Möglichst den funktionierenden Teil des Bewegungsapparates nicht beeinträchtigen! Vorhandene Muskulatur nicht zu Inaktivität zwingen.

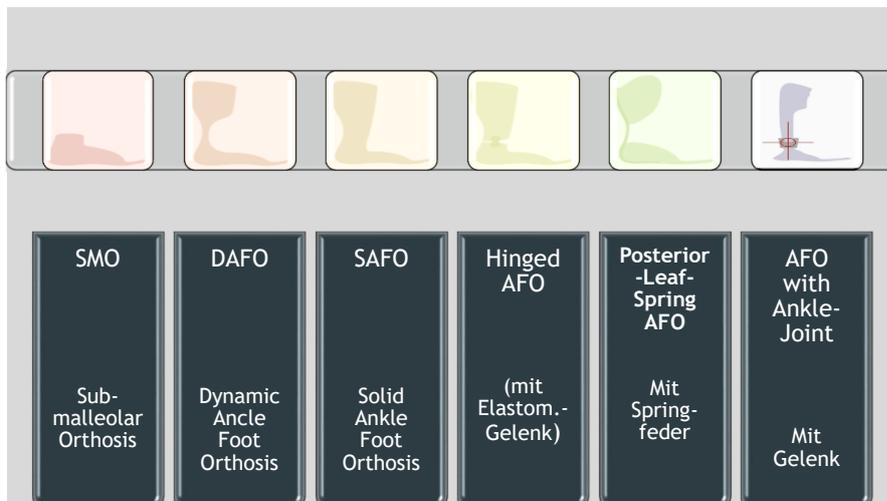
Negativbeispiele bei kompletter Immobilisation:

- Muskel-/Knochenatrophie
- Kontrakturen durch Kapselverklebung, Knorpelernährungsstörung
- Zirkulationsstörung (fehlende Muskelpumpe), Thrombosegefahr (Kompressionsstrümpfe!)
- Verschlechterte Narbenheilung

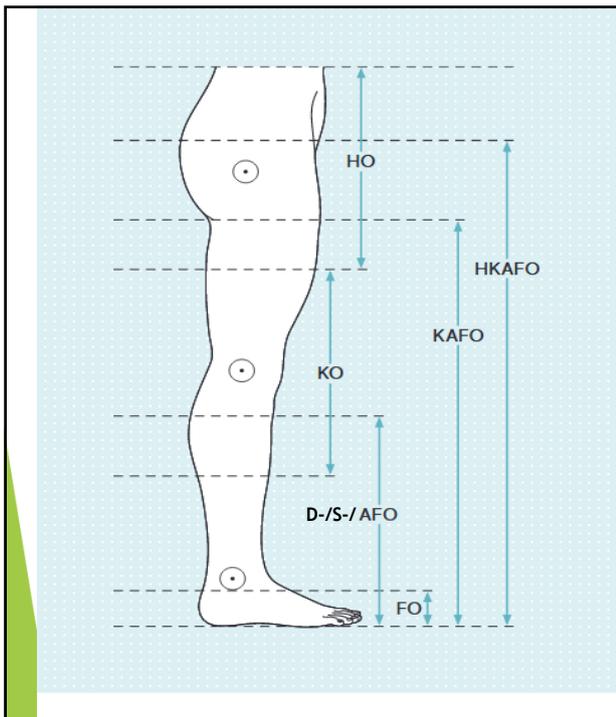
OMK Orthesen/Prothesen

29

## Einteilungsmöglichkeit, international



30



Die globale Vernetzung hat sich auch im medizinisch-technischen Sektor durchgesetzt. Um international mit den gleichen Begriffen zu arbeiten, haben sich die Abkürzungen der englischen Ausdrücke für die unterschiedlichen Typen von Orthesen durchgesetzt.

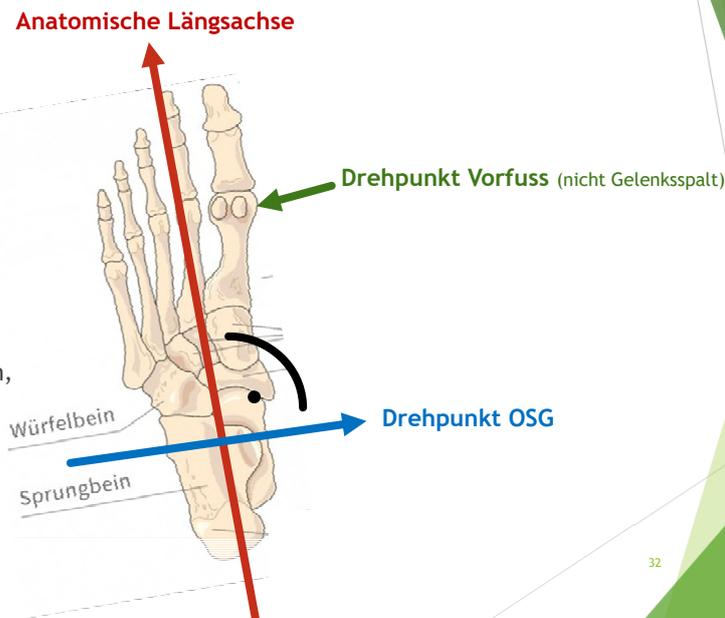
Diese werden bereits in vielen Ländern in den entsprechenden Versorgungs- bzw. Hilfsmittellisten verwendet. In der nebenstehenden Übersicht werden nur die für die Orthesen der unteren Extremität gebräuchlichen Abkürzungen aufgeführt, sie sind aber für den gesamten Bereich des Bewegungsapparates üblich.

#### Orthesentypen der unteren Extremität

|              |   |
|--------------|---|
| <b>HO</b>    | Hip Orthosis<br>Hüftorthese   |
| <b>HKAFO</b> | Hip-Knee-Ankle-Foot Orthosis<br>Hüft-übergreifende Ganzbeinorthese, reziproke Gehorthesen (RGO) |
| <b>KAFO</b>  | Knee-Ankle-Foot Orthosis<br>Ganzbeinorthese   |
| <b>KO</b>    | Knee Orthosis<br>Knieorthese  |
| <b>AFO</b>   | Ankle-Foot Orthosis<br>Unterschenkelorthese   |
| <b>FO</b>    | Foot Orthosis<br>Fußorthese   |

## Mechanische Drehpunkte und Achsen

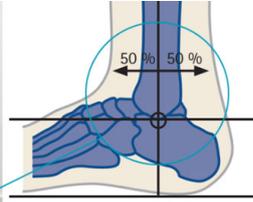
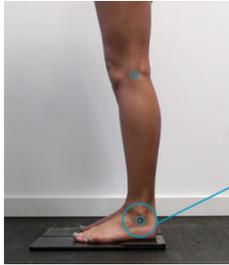
- Die Vorfussabrollung kann mit der Orthese beeinflusst werden! z.B. mit einem Torsionsschnitt (Versteifung der Kleinzehenseite oder der Grosszehenseite)
- Beim Zuschnitt der Orthese darauf achten, dass bei beweglichem Fussteil eine Fläche entsteht (keine Rundung/Fassung des Fusses)



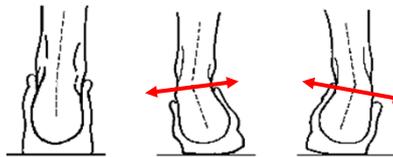
OMK Orthesen/Prothesen

32

## Mechanischer Drehpunkt Sprunggelenk



- ▶ = Kompromissdrehpunkt
- ▶ «Höchste Konvexität des lateralen Malleolus nach medial übertragen» (= ca. Unterkante medialer Malleolus)
- ▶ Auf dieser Höhe sagittal ca. 50:50, eher weiter vorn
- ▶ Dabei auf korrekte Aussenrotation des Fusses achten! (90° zur Gehrichtung!)
- ▶ Stark kontrakter Valgus oder Varus macht, dass die Achse nicht horizontal verläuft
- ▶ Wenn die Achse nicht stimmt, entsteht «Hub»



<https://www.fior-gentz.de/orthesenbau/online-tutorials/modelltechnik/mechanische-drehpunkt-orthetik.html>

33

### Knöchelkonstruktionen

#### Frei bewegliches Knöchelgelenk

- Wenn seitliche Fehlbewegungen stabilisiert werden müssen
- Wenn Fussteil nur die Aufgabe hat, die Orthese an der richtigen Position zu halten
- Bei **Vorverlagerung** eines frei beweglichen Knöchelgelenks erzielt man einen **kniesichernden** Effekt (sanftere Wirkung als bei Dorsalanschlag)

#### Frei bewegliches Knöchelgelenk mit Anschlägen

- Bewegungskontrolle, schmerzhafte Bewegungen vermeiden
- Kontrolle der benachbarten Gelenke, Bsp. Knie (Dorsalanschlag)

#### Starres Knöchelgelenk

- Wenn OSG versteift ist
- Bessere Kosmetik und weniger Gewicht
- Unphysiologische Gelenkachse, welcher ein mechanisches Gelenk nicht gerecht wird

#### Fusshebendes Gelenk

- Bei Fussheberschwäche
- Zur Redression einer Spitzfussstellung

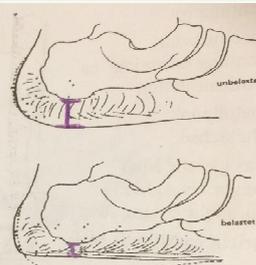
### Konstruktionshilfen in der Orthetik

| Problemstellung:                       | Lösung:   |
|--|---|
| Verrutschen der Orthese                | <ul style="list-style-type: none"> <li>An Muskelbäuchen aufhängen</li> <li>Hinterschneidungen nutzen, Bsp. Bisgaard-Kulisse</li> <li>Dorsaler Gegenhalt am Fussrücken, passendes Schuhwerk</li> </ul> |
| Ödemneigung, «Fensterödem»             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Möglichst grossflächig «einpacken»</li> <li>Evtl. mit Laschen</li> <li>Flachstrick-Kompressionsversorgung</li> </ul>   |
| Konstruktion ist nicht rotationsstabil | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fasserrichtung?</li> <li>Rotationsstabil durch mehr Umfassung (Einstieg beachten...)</li> </ul>  |

Mechanischer Drehpunkt stimmt nicht (Weichteilverdrängung am Fersen)

OMK Orthesen/Prothesen

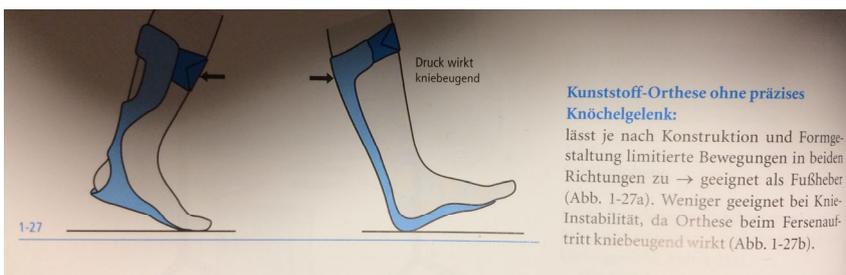
- Die Dicke der Fersenhaut beträgt durchschnittlich 18-19 mm
- Die Fußsohle verformt sich bei Belastung progressiv
- Der Dämpfungsweg beträgt bis zu 12 mm
- Vorsicht bei unbelasteten Gipsabdrücken!



35

## Biomechanik in der Orthetik

(aus Orthopädietechnische Indikationen von André R Baehler und Stefan Bieringer, ISBN 978-3-456-83938-7)



OMK Orthesen/Prothesen



### Statische Möglichkeiten der Orthesen-Versorgung

Bei leichter bis schwerer Quadriceps-Lähmung:

- Unterschenkel-Orthese mit Dorsalanschlag des mechanischen Fußgelenks bei 90° bis 95° (Boden-Unterschenkel, Absatzhöhe eingeschlossen und langer, starrer Einlage → verstärkte Kniesicherheit im Stand und Schritt (Abb. 17-1 und 17-2).

Zur Sicherung des Kniegelenks:  
Knöchelgelenk-Anschlag bei genau 90°, mit Einbezug des Schuhabsatzes und möglichst langer starrer Einlage (Abb. 1-30)!  
(Bei schwachem Quadrizeps evtl. Vorbringer-Zug nötig.)

**17.6 Multiple Sklerose (MS)**

**Definition**  
Erkrankung des Gehirns und Rückenmarks: Bildung zahlreicher sklerotischer Entmarkungsherde. Führt zu Glanzstarbungen, spastischen Lähmungen in Schüben!

**Behandlung**  
Krankengymnastik steht im Vordergrund! Erhaltene Funktionen müssen gefördert werden! Orthopädiertechnische Behandlung ist sehr limitiert. Empfehlenswert: leichte OSG-fixierende Unterschenkel-Orthesen aus Kunststoff (Ortholen, Polypropylen, Polyäthylen) in Neutralstellung (Abb. 17-91 und 17-92).

Bodenfläche – Unterschenkelstellung 90°, schränkt Fußbewegung ein und stabilisiert dadurch Stehen und Gehen. Pufferabsatz empfehlenswert (Abb. 17-93)!

Fortgeschrittenes Stadium = Rollstuhlversorgung

**Talus-Repositions-Ringorthese**

frontale Ansicht      laterale Ansicht

Abb.1      Quelle: M. Baste, K. Pohlig

## Hilsmittel bis zum Knie

Stützen seitlich der Femurkondylen = **Kondylenfassung**

- ▶ Für seitliche Stabilität im Knie in der Unterschenkel-Orthetik
- ▶ Sicherer Halt für Knieorthesen
- ▶ Zur Halterung der Prothese
- ▶ Steht beim Sitzen ab. Allfälliger Verschluss unterhalb Knie!

Abstützen am **Tibiaplateau** und **zwischen Tibia und Fibula**

- ▶ Relativ belastbare Region, z.B. für (Teil-)Lastaufnahme zur Entlastung des Fusses.
- ▶ **Fibula-Köpfchen** immer **unbelastet!!!** (Nervus peroneus superficialis)

▶ Ansicht von hinten

▶ Medial tiefer (Beugesehnen-Ausschnitt)

**Merkmale der Kondylenführung:**

- ▶ **Medial** aufgrund der Knieanatomie tiefere Eingreifen möglich, v.a. in der hinteren Hälfte
- ▶ **Lateral** ist der «Tractus iliotibialis» zu hart also Kondylenführung eher flächig gestalten.
- ▶ **Hinten** bei Modell Fläche auftragen, sodass Beugung möglich ist. Dabei auch Beugesehnen «ausstülpen» (ca. Höhe Unterkante Kniescheibe)

OMK Orthesen/Prothesen

## Orthetik und «Elektronik»

- ▶ CPM = Continued passive Motion = «Motorbewegungs-Orthese»
- ▶ Mechanische Gelenke, elektronisch gesteuert, Bsp. Knie, E-Mag-Active (freie Schwungphase und gesperrte Standphase):

*Während des Gehens misst ein intelligentes Sensor-System die Position des Beines und schaltet dementsprechend das Orthesengelenk. Das Kniegelenk wird während des Gehens also automatisch geöffnet: das Bein kann durchschwingen. Durch die PreLock-Funktion wird Ihr Kniegelenk für die Standphase bereits gesichert, auch wenn der Patient noch nicht die volle Bein Streckung erreicht haben.*

- ▶ Funktionelle Elektrostimulation  
fördert Wiederaufbau der Muskulatur, der Gelenkbeweglichkeit und die Durchblutung

*Erhält ein intakter Nerv vom zentralen Nervensystem (ZNS) kein Signal mehr, dann muss es doch möglich sein, den Impuls an den Nerv künstlich zu erzeugen! Zu diesem Schluss gelangten Forscher - und entwickelten funktionelle Elektrostimulation (FES) für den Körper. FES ist die fortschrittlichste Versorgung im Bereich der Neurorehabilitation. MyGait (Otto Bock) beispielweise ist ein Oberflächenstimulator, der bei einer Fußheberschwäche den Nerv von außen stimuliert. Der Nerv gibt schließlich das Signal an den Muskel weiter - und Sie bewegen sich.*

39

## Passendes Schuhwerk nicht vergessen...

- ▶ Schuhabänderung nötig?
- ▶ Orthesenschuh bestellen?  
Schein (Zbinden)?  
Perpedes?  
...?



- ▶ Oder kann gar der Schuh die Orthesenfunktion übernehmen?  
Bsp.: Spitzfussstellung



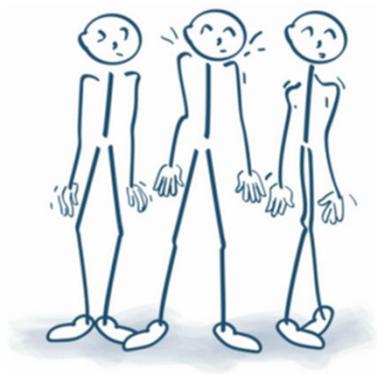
OMK Orthesen/Prothesen

40

## Sammelsurium Fotos von Lehrlingswettbewerb 2018



## Fragen von euch?



## Repetitionsfragen von mir... 😊

- ▶ Was sind die Nachteile von grossflächigen Anlagen bei einer Orthese?

---

- ▶ Wie kann ich einer Thrombose bei einem gelähmten Bein vorbeugen?

---

- ▶ Nenne drei Möglichkeiten eine fusshebende Funktion zu erreichen:

---

- ▶ Was bedeutet DAFO ausgeschrieben?

---

- ▶ Nenne Beispiele für Orthesen zur Kompensation

---

- ▶ Wie definiert sich der Drehpunkt des OSG?

---

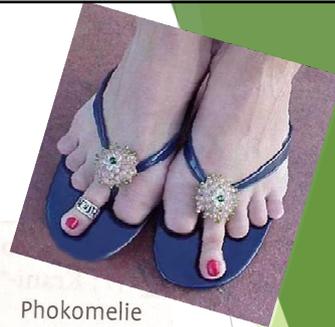
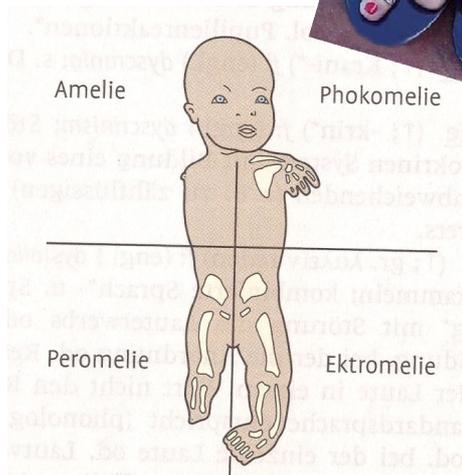
OMK Orthesen/Prothesen

43

# Fuss-Prothesen

## Ursachen von Amputationen

- ▶ AVK
- ▶ Diabetische Angiopathie
- ▶ Andere Durchblutungsstörungen
- ▶ Angeborene Fehlbildungen ----->
- ▶ Drucknekrosen
- ▶ Infektionen
- ▶ Traumas
- ▶ Tumore
- ▶ Erfrierungen/Verbrennungen
- ▶ ...



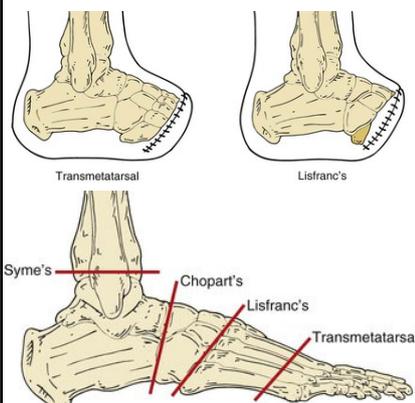
OMK Orthesen/Prothesen

## Amputationshöhen

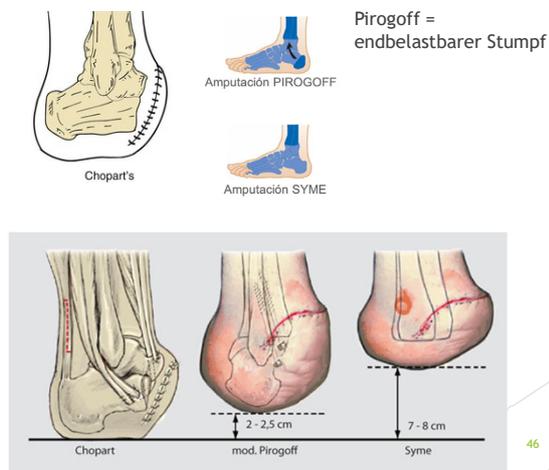


Abb. 6.26 Mit jeder Kürzung eines Fußstumpfes erhöht sich der Druck auf der Sohle im Einbeinstand. Beispiel: Gewicht 70kg, Schuhgröße 40. Zudem verringert sich mit jeder Kürzung die trapezförmige Standfläche.

- 1: Keine Amputation (140 cm<sup>2</sup>): 500 g/cm<sup>2</sup>
- 2: Amputation 1. Strahl (120 cm<sup>2</sup>): 580 g/cm<sup>2</sup>
- 3: Amputation nach Lisfranc (80 cm<sup>2</sup>): 875 g/cm<sup>2</sup>
- 4: Amputation nach Pirogoff (26 cm<sup>2</sup>): 2700 g/cm<sup>2</sup> (nach Wietfeld)



OMK Orthesen/Prothesen



46

| Amputationshöhe   | Folgen   |
|---|--|
| Amputation der Zehen  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Lücke wird durch Valgus-/Varusstellung der übrigen Zehen «gefüllt», lässt sich kaum verhindern (auch nicht durch Platzhalter o.ä.).</li> <li>Übrige Zehen und OSG sind mehrbelastet.</li> </ul>   |
| Mittelfuss-Amputationen<br><i>(Sharp, Sharp-Jäger, Lisfranc, Bona-Jäger, Chopart)</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Verlust der Nullstellung («Schein-Supination»)</li> <li>Keine Fussgewölbe mehr (Auflagefläche MTK fehlt...)</li> <li>durch Grosszehenverlust kann Körperschwerpunkt nicht mehr angehoben werden</li> <li>Ansätze der Muskeln gehen verloren - Gefahr für Fehlstellungen!</li> <li>Randständige Knochen (Naviculare, Cuboid) können sich durch Zug der Sehnen verlagern</li> </ul> |
| Rückfussamputationen<br>(im Fusswurzel-Bereich)<br><i>(Pirogoff, Syme, Chopart)</i>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Selten mit Kurzprothesen zu versorgen. Bei Belastung würde Ferse supinieren und Spitzfuss entstehen (gestörtes Muskelgleichgewicht)</li> <li>Bei nicht/nur teilbelastbaren Stumpfenden muss unterhalb der Tibiakondylen abgestützt werden.</li> </ul>   |

OMK Orthesen/Prothesen 47

| Versorgungsmöglichkeiten - Übersicht                            |   |  |
|---|---|--|
| Fussbettungen,<br>Schuhsohlenarbeiten,<br>kosmetische Epithesen | Amputationen der Zehen  |  |
| Kurzprothesen<br>(sprunggelenksfrei)                            | Mittelfussamputationen,<br>abhängig der Mobilitätsklasse mit<br>knöchelübergreifenden Elementen |  |
| Knöchelübergreifende<br>Prothesen                               | Bei Chopart und ähnlichen Stümpfen  |  |
| «Langprothesen»   | Mit Kunstfuss, z.B. nach Syme<br>Amputation   |  |

## Grundkonstruktion



- ▶ **Fussbettung und Polster, in der Front viel Polsterung!**
- ▶ **Steife Schale, Bsp. Carbon**
- ▶ **Flexible Lasche, oben «ausschleifen», weicher Übergang, Bsp. Erkoflex**
- ▶ **Auf Lotlinie stellen**
- ▶ **Vorfuss ansetzen: Abrollrichtung kontrollieren, Kleberichtung beachten, evtl. mit «Weichspickel»**

OMK Orthesen/Prothesen

Bei Doppelseitiger Amputation Körperproportion als Anhaltspunkt: Fusslänge = Unterarmlänge

49

## Konstruktionselemente Mittelfussamputation

- ▶ Um Überbelastung zu vermeiden jeweils Lastaufnahme auf möglichst der ganzen Sohlenfläche.  
Abstützungen: Erhaltung des übrig gebliebenen Fussgewölbes: Sustentalculum Tali stützen, Abstützen des Quergewölbes = Entlastung der Stumpfspitze
- ▶ Funktion des Sprunggelenks erhalten (kniesichernd!), Fuss in «Schein-Hakenfuss»-Stellung einbetten (Patient kann aktiv noch 10-15° Dorsalextension) und «Schein-Supination» bei transmetatarsaler Amputation beachten (mediale Abstützung und hoher lat. Rand als Gegenhalt)
- ▶ Auftrittsstossdämpfung da Heel-Rocker nicht mehr komplett
- ▶ Sohlenversteifung: Zwischen Stumpf und Sohlenversteifung Freiraum (dickes Polster) um beim Abrollen keinen Druck auf Stumpfende zu erhalten, falls keine komplette Versteifung nötig, möglichst 90° zur Gangrichtung oder der Gegenseite angeglichen
- ▶ Vorfuss eher hart (abgestuft weicher werdend): harmonisches Gangbild, erfordert mehr Kraft für aktive Patienten mit Stumpfendbelastbarkeit
- ▶ Vorfuss eher weich: schlechteres Gangbild (kürzere Schritte), höhere Gangsicherheit, stumpfentlastend

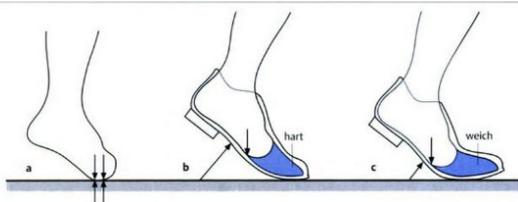


Abb. 6.37 a-c

a Ein gut gerundeter und gepolsterter Stumpf ist für den Barfußgang geeignet.

b Bei steilem Vorfußersatz und Sohle muss der Stumpf über den „Berg“ der Prothese steigen. Dadurch erhöht sich der Druck auf die Stumpfspitze. Es entsteht ein symmetrischeres Gangbild: geeignet für junge, kräftige Amputierte.

c Bei empfindlichen Stümpfen oder allgemein reduzierter Kraft ist die Stumpfspitze ebenfalls starr und exakt einzubetten. Der Vorfußersatz besteht jedoch aus weichem Material. Gang kurzschrittiger, jedoch schonender und sicherer, besonders bei geriatrischen Patienten.

## Bellmann Prothese

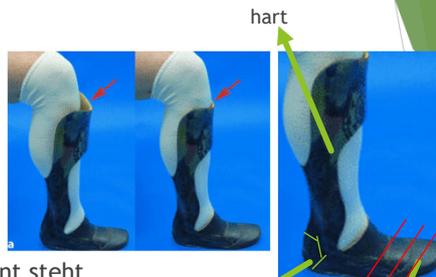
- ▶ Für kurze Mittelfuss-Amputationen
- ▶ Fuss hat Vollkontakt mit medialer Unterstützung und lateral hochgezogenem Rand
- ▶ Exakte, steife Fassung oberhalb der Ferse
- ▶ An Stumpfspitze 1cm Polster, dann evtl. Carbonschale
- ▶ Bei aktiven Patienten: vordere Lasche (je höher desto weniger schlüpft die Ferse)
- ▶ Funktion:
  - flexibler Innenschaft in dem der Stumpf optimal entlastet und eingebettet ist.
  - spezielle Modellierung = gute Haftung am Stumpf, Bsp. mit Erkoflex (oft ohne Socken)
  - Die Beweglichkeit des oberen und unteren Sprunggelenks bleibt komplett frei.
  - kosmetisch einfach zu lösen, in vielen Schuhen und teils auch Barfuss anwendbar.
  - der Stumpf evtl. in einem verwindungssteifen Karbonrahmen gehalten. Diese Konstruktion erlaubt eine gute Führung der Prothese ohne Druckstellenbildung am Stumpfende.
  - es kommt auch hier am Ende der Abstoßphase zu einem Einknicken der Zehen.
- ▶ Nachteile: häufiges Nachanpassen bei Erstversorgungen, Silikonprothesen oft zu schwer.
- ▶ <http://bellmann.ch/vorfussprothesen/>



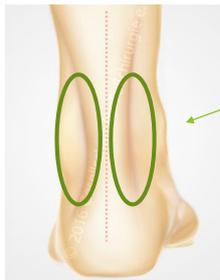
51

## Rahmen-Prothese nach Botta

- ▶ Bei Amputationen bis Lisfranc-Linie
- ▶ Gute Führung, steife Basis im Fersenbereich
- ▶ OSG bleibt 10-20° beweglich ----->
- ▶ Leichts Anziehen ohne Verschluss
- ▶ Gipsabdruck klassischerweise im Stehen, Patient steht auf 1 cm Plastazote, Fuss leicht in Dorsalextension
- ▶ Bisgaard-Kulisse sehr gut anmodelliert und stabil!



hart



Ferse evtl. ausgespart, **Bisgaard-Kulisse** anmodelliert

Schräg geschichtet!  
= mehr Klebefläche,  
weniger Sollbruchstellen,  
bessere Formhaltung  
(weniger Verformung nach oben/dorsal)

52

## Hilfsmittelkombinationen

- ▶ Vorfussprothesen bei erhöhter Belastung (z.B. beim Sport) ergänzen mit Fussheberorthese (konfektioniert oder massgefertigt):
- ▶ Bellmann-Prothese mit abnehmbarem US-Schaft ----->
- ▶ Abrollhilfe und Puffer nicht vergessen
- ▶ Gegenseite ist nun deutlich mehrbelastet, eine Versorgung ist meist auch da indiziert!
- ▶ <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2004/1615/pdf/LaserichDirk-2004-01-12.pdf>
- ▶ <https://books.google.ch/books?id=UOjQ3dbWTMC&pg=PA132&lpq=PA132&dq=prothese+nach+botta&source=bl&ots=SJFtkPb%20Sf&sig=9tV2vxl0JFCFFYaP9aaJS5jzaCl&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwj1to3xhZDcAhWrNOwKHd45DZoQ6AEIYDAG#v=onepage&q=rothese%20nach%20botta&f=false>



OMK Orthesen/Prothesen

53

## Prothesen mit Kunstfuss

- ▶ Bsp. Carbonfederfuss von Otto Bock:  
<https://www.ottobock.de/prothetik/produkte-a-bis-z/prothesenfuesse/prothesenfuss-prosymes-1c20/>
- ▶ Justierschrauben um die exakte Stellung «auszuprobieren» mittels Pyramidenadapter

### Prothesenfuß 1C20 ProSymes



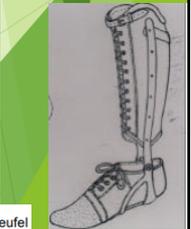
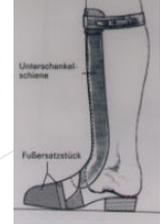
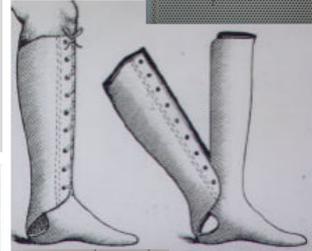
#### Justierbarer Prothesenfuß für Symes-Amputierte

Nach einer Amputation wünschen sich Patienten eine prothetische Versorgung, die ihnen neben einer hohen Funktionalität auch eine perfekte Einstellung ihrer Fußposition garantiert. Für Patienten mit einer Amputation nach der Methode des schottischen Chirurgen James Syme haben wir den Prothesenfuß ProSymes 1C20 mit einer einzigartigen Aufbau- und Anwendungstechnik entwickelt. Sein spezielles Justierkonzept erlaubt nämlich die Korrektur der Fußposition während der Anprobe und sogar nach der Fertigstellung der Prothese. Der ProSymes 1C20 ist geeignet für Symes-Amputierte, die einen zuverlässigen und dynamischen Prothesenfuß mit exzellenter Fersenfederung benötigen.

Bezüglich einer unauffälligen, optisch ansprechenden Fußkosmetik berät Sie gern Ihr Orthopädiefachmann.

54

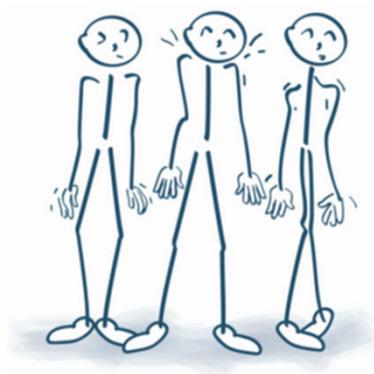
## Sammelsurium...



OMK Orthesen/Prothesen

Innenschuhprothese nach Teufel

## Fragen von euch?



OMK Orthesen/Prothesen

## Repetitionsfragen von mir... 😊

- ▶ Was können Nachteile einer Kurzprothese sein (also mit freiliegendem OSG)?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Wieviel Höhenverlust hat eine Symeamputation i.d.R. zur Folge?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Weshalb muss bei einem Vorfuss-Aufbau auf schräge Klebeflächen geachtet werden?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Weshalb muss eine Versteifung der Schale bei Vorfussamputierten um den Stumpf herum leicht umschliessend sein?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Resultieren aus einem weichen Vorfuss kurze oder lange Schritte?  
\_\_\_\_\_
- ▶ Wie können stabile, langlebige Materialien beim Vorfussersatz gut mit weichen kombiniert werden?  
\_\_\_\_\_

OMK Orthesen/Prothesen

57

# Orthoprothesen

### Modularbauteile

Schraubadapter  
*standard, abgewinkelt, verschiebbar*

- einseitig mit Justierkernaufnahme (= Schaft und Fusspassteil)
- einseitig mit Rohraufnahme



Eingussanker mit Justierkern



Rohradapter



Prothesenfuss mit Justierkern



OMK Orthesen/Prothesen

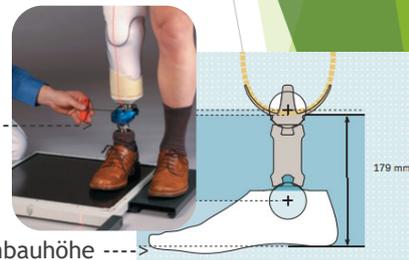
59

### Vokabular

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| SACH                          | Solid ankle cushion heel  |
| Prothese mit Modularbauteilen | also mit Rohr, Adapter... justierbar                            |
| Prothese in Schalenbauweise   | «Kosmetik» ist das tragende Element, keine Justiermöglichkeiten |

Modularbauteile auswählen:

- ▶ Für dauerhaften Einsatz oder nur für die Erstjustierung -----
- ▶ nach Mobilitätsgrad und Patientengewicht, Funktionalität und Einbauhöhe ---->
- ▶ Nach «Machart», Modular oder Schalenbauweise ----->
- ▶ Preis (je nach Kostenträger...)



OMK Orthesen/Prothesen

60

## Grundaufbau

- ▶ Orthoprothese herstellen
- ▶ Unterhalb des Stumpfes (oder Ferse) eine Fläche aufschäumen und Adapter anbringen (Siegelharz,...).  
= Testphase, evtl. mehrmals neu positionieren (statische Anprobe).

Jede (Ortho-)Prothese wird dreidimensional (A-P; M-L, vertikal) nach bestimmten Kriterien aufgebaut. Alle Kräfte werden durch die Stumpf-Schaft-Kontaktfläche übertragen. Sie muss statisch sicher und dynamisch funktionsfähig sein.

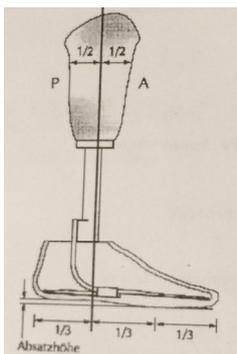
Sagital: Beginnend beim Trochanter Major fällt das Lot durch die Kompromissdrehachse am Knie, dann in einem Verhältnis von ca. 50:50 durch den Prothesenschaft bis zum Fusspassteil (je nach Herstellerangaben, ca. Vorfuss 70%; Rückfuss 30% (auf Schuhabsatz))

Frontal: Fusspassteil leicht aussenrotiert (Knie und Gegenseite als Anhaltspunkt), auf Schuhabsatz eingestellt, im Lot (evtl. leicht lateralisiert) aufgebaut

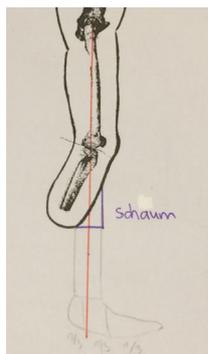
- ▶ Übergiessen
- ▶ Passteile anbringen, dynamische Anprobe mit Justiermöglichkeiten
- ▶ Fertigstellung, Kosmetik.

61

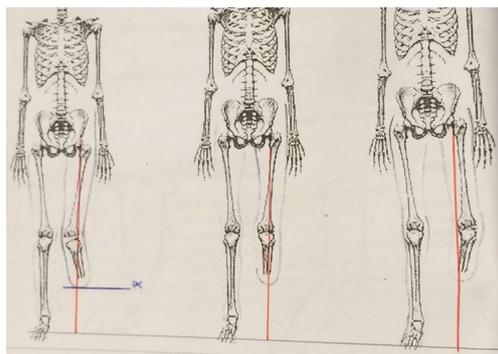
## Aufbaulinien, Lotlinien (auch für Orthoprothesen)



Sagital: Standard



Sagital: Beugekontraktur  
(kosmetisch schwierig)



Frontal: X - Standard - O



Frontale Linie trifft zwischen  
Dig 1 und Dig 2

OMK Orthesen/Prothesen

62

### Dynamische Anprobe (Beispiele)

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Vorverschieben des Fusspassteiles  | Kniesichernd<br>Wenn Patient zu früh in Kniebeugung kommt  |
| Rückverschiebung des Fusspassteils | Kniesicherheit leidet<br>Wenn Patient ins Recurvatum kippt*  |
| Fusspassteil nach medial schieben  | Es entsteht ein lateralkippendes Moment im Schaftbereich<br>(Druckerhöhung im Schaftbereich)                             |
| Fusspassteil nach lateral schieben | Breitspuriges Gehen = Sicherheit   |
| Plantarflexion des Fusses          | Ein Schnellerer Fussvollkontakt wird erreicht, wirkt als wäre der Vorfuss «härter»                                       |
| Dorsalextension des Fusses         | Leichteres Abrollen, Vorfuss wirkt «weicher»,<br>wenn Patient mit der Fussspitze hängen bleibt oder «über den Berg» muss |

- ▶ \*Recurvatum kann auch durch falsche Absatzeinstellung entstehen

## Sammelsurium

