

## Abenteuer Technik:

# Wie funktioniert ein Prothesenfuß?

Eigentlich sollte es für Michael Kramer ein anstrengendes und aufregendes Lehrgangswochenende in Neu-Astenberg am Fuße des Kahlen Asten im Sauerland werden. Doch es kam ein wenig anders.

**Kramer:** „Als ich, bereits seit mehreren Jahren Oberschenkelamputiert, im TV 1871 Hohenlimburg noch aktiv die Kampfkunst Jiu-Jitsu betrieb, gab es mehrmals im Jahr Angebote von Wochenend-Trainingslagern. Am freien Nachmittag des zweiten Lehrgangstages machte ich mit einigen Vereinskameraden einen Ausflug zum Gipfel des Kahlen Asten – den ich leider nie erreichte. Und das kam so: Vom Parkplatz am Fuße des Berges marschierten wir Richtung Gipfel. Bereits auf halbem Wege freute und wunderte ich mich über einen langsam werdenden Widerstand aus dem Zehenbereich der Prothese – angenehm deshalb, weil das Bergauflaufen wegen des starken Vorfußhebels aus dem Prothesenfuß ein wenig anstrengender ist. Nach kurzer Zeit mischte sich ein leises Knacken in das Abrollen des Prothesenfußes, und mir wurde allmählich klar dass hier etwas nicht mit rechten Dingen zugeht. Den letzten Schritt auf meinem Multiflex-Fuß beendete ich dann abrupt mit einem „Knack“ und gleichzeitigem Durchsacken um einige Zentimeter nach unten. Der Fuß war im Knöchel, wo sich die Rasten zum Einstellen des Fußes befinden, abgebrochen und baumelte, nur durch eine Socke am Herabfallen gehindert, an der Unterschenkelverkleidung. Meine Kameraden stützten mich auf dem Rückweg zum Parkplatz, zu dem ich notgedrungen zurück humpeln musste. Den Rest des Wochenendes bewegte ich mich mit meinen Unterarmgehstützen fort.“

Ein durchbrechender Prothesenfuß stellt zum Glück die Ausnahme dar. Im Regelfall halten Prothesenfüße mehrere Jahre lang. Gleichwohl zeigt das Beispiel deutlich, welchen starken Belastungen ein solches Bauteil im Alltag ausgesetzt ist, und dass ein Prothesenfuß fast niemals ohne Vorankündigung versagt. Ein kurzer Blick auf die Belastungen, die beim Abrollen des Fußes auftreten, verdeutlicht das Problem.

### 1. Fersenauftritt



Der Fuß berührt mit der Ferse den Boden. Eine nennenswerte Belastung findet noch nicht statt.

### 2. vollflächiger Fußkontakt



Die Ferse wird nun mit dem gesamten Körpergewicht belastet. Die Fußsohle berührt den Boden komplett. Der Fuß wird im „Knöchel“ nach unten gedrückt.

### 3. mittlere Standphase



Der gesamte Fuß wird mittig mit etwas mehr als dem kompletten Körpergewicht belastet. Der „Knöchel“ wird durch die Kraft des Fußhebels kaum belastet.

### 4. Ferse hebt ab



Der Vorfuß wird immer stärker belastet, der Fuß wird im „Knöchel“ zunehmend nach oben gedrückt.

### 5. Zehen heben ab



Die Zehen tragen kurz mehr als das gesamte Körpergewicht. Der Fuß wird im „Knöchel“ mit großer Kraft nach oben gedrückt.

Es ist leicht zu erkennen, dass der „Knöchel“ als Drehpunkt bei jedem Schritt erst nach unten, und dann kräftig nach oben gedrückt wird. Der vordere Teil des Fußes wird dadurch, dass der Benutzer am Ende des Standes mit dem gesamten Körpergewicht auf den „Zehen“ steht, stark durchgebogen. Diese „Walkbewegung“ wirkt zermürend auf das Material des Prothesenfußes, insbesondere auf den „Knöchelanschluß“ und den Vorfußbereich. In der Praxis muss ein Prothesenfuß noch deutlich mehr leisten: Beim schnellen Gehen zum Beispiel oder einem Stolpern auf die Ferse geht über den Rückfußhebel eine enorme Spitzenbelastung in den „Knöchelbereich“. Beim Treppaufgehen oder beim Stehen auf einer Leiter wird der Fuß in der anderen Richtung extrem belastet. Zusätzlich wird der Vorfuß sehr stark durchgebogen.

**Die meisten modernen Prothesenfüße** werden heute aus carbonfaserverstärktem Kunststoff, sogenannten Carbonfedern, hergestellt. Die Federkonstruktion als eigentliche Fußprothese wird mit einer weichen Kunststoffhülle in der Form des menschlichen Fußes überzogen. Ein Beispiel für die heute üblichen Carbonfüße ist der Medipro Flex A von Medi. Eine äußere Kosmetikhülle umgibt einen inneren Funktionseinsatz, hier aus carbonfaserverstärktem Kunststoff. Der Funktionseinsatz ist in der Mitte zur besseren Beweglichkeit geteilt, am oberen Ende ist der metallene „Pyramidenkopf“ zum An-



**Der Medipro Flex A von medi:** Eine äußere Kosmetikhülle umgibt einen inneren Funktionseinsatz

schluss an die restliche Prothese zu erkennen. Die optische Qualität der Prothesenfüße lässt sich durch spezielle Maßnahmen verbessern. Fast alle Hersteller von Prothesenpassteilen bieten Silikonüberzüge oder spezielle Beschichtungen an, die das Aussehen nicht nur des Prothesenfußes, sondern der gesamten Prothese verbessern. Da die Kostenträger in den seltensten Fällen die Kosten für diese Maßnahmen übernehmen, bleibt häufig nur der Griff in das eigene Portemonnaie oder das Bescheiden mit der zweitbesten Lösung.

**Das Verhalten des Prothesenfußes ist abhängig** von seiner Konstruktion. Dabei spielt die zur Verfügung stehende Einbauhöhe eine entscheidende Rolle: Bei Menschen, denen nur ein Teil des Fußes fehlt, steht eine geringe Einbauhöhe zur Verfügung. Das macht es sehr schwer, die auftretenden Kräfte im Knöchelbereich in die Prothese zu übertragen. Darüber hinaus ist es schwer, das Abrollverhalten des Fußes komfortabel zu gestalten. Steht im Gegensatz dazu viel Einbauhöhe zur Verfügung, wie bei Unter- und Oberschenkelamputierten, kann die zusätzliche Höhe für den Einbau von besser abgestimmten Federn und sonstigen Funktionsteilen (Torsionsadapter etc.) genutzt werden. Die Prothesenfüße können dann durchaus auch extreme Formen annehmen, und damit extremen Anforderungen gerecht werden, wie beispielsweise beim Sprint oder Weitsprung in der Leichtathletik.



**Heinrich Popow:** Weitsprung mit speziell angefertigter Carbonfeder

Beim knieexartikulierten Paralympics-Bronzemedaillengewinner Heinrich Popow ist der Prothesenfuß auf eine speziell angefertigte Carbonfeder reduziert. Für spezielle sportliche Anforderung wie etwa den Weitsprung kann beim Prothesenfuß auf einen Rückfußhebel verzichtet werden, daher ist die Reduzierung auf eine sichelförmige Feder möglich.

**Ältere Konstruktionen bestehen aus** kunststoffumschäumten Holzkernen, die als Träger von puffernden und beweglichen Einbauten dienen. Der 1A30 Greissinger Plus der Firma Otto Bock ist ein Vertreter der älteren, bewährten, und heute immer noch gebräuchlichen geschäumten Bauweise. Dieser seit vielen Jahren bewährte Prothesenfuß besteht aus



**Nach wie vor gefragt: der 1A30 Greissinger Plus von Otto Bock**

einem Holzkern, auf den eine nach vorn und hinten puffernde „Wippe“ aufgebracht ist, welche wiederum nach oben über den sogenannten „Pyramidenkopf“ einen Anschluss an die restliche Prothese hat. Die Form des Fußes wird durch einen Kunststoffschäum erzeugt; optische Elemente und Funktionselemente sind hier nicht getrennt. Bei diesen Konstruktionen sind kosmetische Details wie getrennte Großzehen realisierbar.

**Wird der Fuß nicht durch das Körpergewicht belastet,** bleibt er etwa im rechten Winkel stehen. Sitzt der Amputierte bequem auf einem Stuhl, steht die Fußspitze unnatürlich weit hoch und wird zur Stolperfalle für alle, die nah am Sitzenden vorbei wollen. Aber auch im belasteten Zustand gibt es Begrenzungen. Beim Treppabgehen beispielsweise muss der Amputierte seinen Prothesenfuß deutlich über die Stufenkante hervorstehen lassen, um das Knie (egal ob künstlich oder natürlich) beim hinabsteigen richtig einknicken zu lassen, denn jeder Prothesenfuß ist im Knöchelbereich so steif, dass er sich nicht stark nach oben drücken lässt. Das muss so sein, sonst würde man beim Gehen in der Ebene kurz vor der Zehenablösung einsinken. Ein Gehen wie in einer Moorgrube wäre die Folge. Damit der Prothesenfuß sich trotzdem genügend bewegt, und somit die Bewegung im Kniegelenk zulassen kann, muss er deutlich über die Stufenkante hinaus gucken und über die Ferse an der Stufenkante abrollen. Die Steifigkeit des Knöchels ist auch der Grund dafür, dass Beinamputierte in der Regel nicht Schuhe mit verschiedenen hohen Absätzen tragen können.

**Die Firma Össur hat einen elektronisch** gesteuerten Fuß, den „Proprio-Foot“, auf den Markt gebracht, der automatisch aktiv die Fußspitze heben und senken kann, je nach Anforderung. Udo Lorenz (71) lächelt, wenn er an die Begrenzungen in der Beweglichkeit herkömmlicher Prothesenfüße denkt. „Mein Proprio-Foot erleichtert mir das Gehen in allen Bereichen. Beim Gehen in der Ebene hebt der Fuß in der Schwungphase die Fußspitze zwei Zentimeter an, so dass ich mehr Bodenfreiheit habe und selbst an uneben verlegten Bürgersteigplatten nicht mehr hängen bleibe. Gehe ich bergab, so neigt sich die Fußspitze stärker zum Boden und ich kann aufrechter hinab gehen; außerdem wird mein Schienbein im Schaft entlastet. Beim Bergaufgehen unterstützt mich der Fuß durch seine Bewegung so, dass ich das Gefühl habe einen Keil unter die Ferse geschoben zu bekommen, der mich zusätzlich nach oben drückt. Auch an der Treppe macht sich der Fuß positiv bemerkbar. Gehe ich hinauf, wird die Fußspitze angehoben und ich bleibe nicht so leicht unter den Stufenkanten hängen; um-



Werbefoto mit dem „Proprio-Foot“: Udo Lorenz mit seiner Frau Christa

gekehrt kann ich beim Treppabgehen mit dem ganzen Fuß auf die Stufe auf-treten. Bei allen anderen Füßen muss ich mit der Ferse auf der Stufe auf-treten, weil ich sonst einen zu großen Widerstand im



Knie spüre. Beim Proprio-Foot habe ich diesen Widerstand nicht. Am allerbesten gefällt mir aber, dass unterschiedliche Absatzhöhen kein Thema mehr sind, denn ich kann den Fuß über zwei Einstellknöpfe auf unterschiedliche Absatzhöhen einstellen, von barfuß bis Absatzschuh.“

Auf einem Werbefoto des Herstellers Össur, das Udo Lorenz mit seiner Frau Christa zeigt, ist sehr schön die „Relax-Stellung“ des Prothesenfußes zu sehen - die Zehenspitze zeigt nicht wie bei herkömmlichen Füßen nach oben. Auch sonst sehen Christa und Udo Lorenz sehr „relaxed“ aus ...

**Wie man sieht, bleibt die Entwicklung** auch bei Prothesenfüßen nicht stehen. Gestern geglaubte Begrenzungen können heute schon aufgehoben werden. Und morgen haben wir vielleicht Möglichkeiten, die uns über die Begrenztheit von heute lächeln lassen werden – bleiben wir gespannt!

Michael Kramer

Anzeige

## Zawatzky macht mobil ...



... bei uns erhalten Sie seit mehr als 40 Jahren gezielte **Beratung und Betreuung** für Ihre **Fahrzeug-anpassung**.

... besuchen Sie uns auf der **REHACARE** in Düsseldorf.

vom **03.- 06. Oktober 2007**

Halle 6, Stand D 79

Servicepartner:  
 Braunschweig: 0531/37 30 78  
 Augsburg: 0821/9 10 33  
 Dresden: 0351/8 49 29 33  
 Weitere Servicepartner auf Anfrage



CARONY-System: Kombination von Autositz und Rollstuhl



Kofferraumlift Joey für schwere Rollstühle



Schwenk-Hubsitz TURNY



- Kfz-Anpassungen bei Mobilitätseinschränkung
- Spezialfahrschule
- Fahrbegutachtung



Mit Ihrem ENTERVAN zum Geiranger Fjord

**Mobilcenter Zawatzky GmbH**  
 Bemansbruch 2-4  
 D-74909 Meckesheim bei Heidelberg  
**Telefon +49(0)6226/9217-0**  
**Telefax +49(0)6226/9217-92**  
 info@mobilcenter.de  
**www.mobilcenter.de**

# Achthundert Quadratmeter Trainingsfläche Gehparcours eingeweiht

Ein in der Bundesrepublik einmaliges Angebot für Beinamputierte bietet die Orthopädie + Vital Zentrum Biedermann-Piro GmbH (OVZ) in Villingen-Schwenningen ihren Kunden an: Auf stattlichen 800 Quadratmetern Fläche modellierte Inhaber Marcus Piro einen Test- und Trainingsparcours für seine beinamputierten Kunden.



Teilnehmer des C-LEG Workshop begutachten den neuen Geh-Parcours im OVZ



Ausschnitt des Gehparcours mit unterschiedlichen Untergründen und unterschiedlichem Gefälle

„Der Parcours ist an die Mobilitätsklasseneinteilung angelehnt. Hier können die Amputierten unterschiedliche Passteile in der Praxis ausprobieren und ihre Fähigkeiten im Umgang mit der Prothese erweitern.“ erklärt Piro.

Das OVZ feierte am 30. Juni 2007 nach einem Dreivierteljahr Bauzeit die Einweihung seines rund 1200 Quadratmeter großen Werkstattneubaus und des 800 Quadratmeter großen Gehparcours mit einem Tag der offenen Tür, und 650 Gäste aus dem gesamten Bundesgebiet feierten mit. Neben Vorträgen zu verschiedenen Themen der Orthopädiertechnik, Ausstellungen zu den Themen „Garten im Alter“ und „Behindertengerechte Fahrzeuge“, elektronischer Fußdruckmessung und Venenfunktionsmessung wurden als besonderes Highlight für die beinamputierten Kunden ein „C-LEG-Workshop“ durch die Firma Otto Bock und ein „Bionic-Workshop“ durch die Firma Össur auf dem Gehparcours angeboten. Diese beiden nacheinander abgehaltenen Workshops boten den interessierten Teilnehmern die Möglichkeit, sich hautnah und direkt in der Praxis auf dem Gehparcours mit den besonderen Eigenschaften des C-LEG Kniegelenksystems, des Rheo - Knees und des Proprio-Foots auseinanderzusetzen.

Im ersten Workshop optimierten Mitarbeiter des OVZ sowie der Firma Otto Bock den statischen Aufbau der Prothesen

interessierter Kunden mit Hilfe des LASAR Posture und überprüften die softwareseitige Einstellung der computergesteuerten Beinprothesen. Hier konnten wertvolle Tipps gegeben, sowie interessante Details zur Prothesentechnik vermittelt werden. Anschließend wurde eine Gruppe von 25 interessierten Beinamputierten unter der Führung und Anleitung von Gehtrainer Michael Kramer aus Dortmund über den Gehparcours geführt und in die Besonderheiten des Gehens im schwierigen Gelände eingeführt.

Im zweiten Workshop demonstrierte Udo Lorenz für die Firma Össur die Vorzüge des Proprio-Foot sowohl in der Ebene als auch im Gelände. Dieser Prothesenfuß trägt durch aktive Bewegungen zur Entlastung des Prothesenträgers bei

Abgerundet wurde die Eröffnungsfeier durch eine Veranstaltungsreihe für Kinder, die sich in verschiedenen Programmen zur Bewegung austoben konnten.

Michael Kramer



Hier werden hohe Anforderungen an die Koordination der Bewegung durch den Patienten gestellt