

B. Bertram, F. Braatz, M. Alimusaj

Gestaltungsmöglichkeiten in der Versorgung nach transradialer Amputation und bei transversaler Dymelie im Bereich des Unterarms

Design Criteria for Upper Limb Protheses in Transradial Amputation and Forearm Dymelia

Die Versorgung mit Armprothesen ist immer ein Kompromiss zwischen den verschiedenen Ansprüchen der Patienten an Komfort, Funktion und Erscheinung. Die Aufgabe des Versorgungsteams besteht darin, diejenigen Komponenten und Bauformen auszuwählen, die dem Patienten den besten Kompromiss gewähren. Der Artikel beschreibt Auswahlkriterien und Konstruktionsmerkmale, die bei der Anfertigung einer Unterarmprothese in Betracht gezogen werden können, um eine zeitgemäße Versorgung zu gewährleisten.

The supply of upper limb prostheses is always a compromise between the manifold demands of the patients related to comfort, function and appearance. It is the task of the prosthetist to choose the components and the design that promise to offer the best compromise for the patient. This article describes selection criteria and design features which can be applied to the manufacture of an upper limb prosthesis to ensure a contemporary supply.

Einleitung

Das Fehlen von Körperteilen stellt die Betroffenen in aller Regel nicht nur physisch vor besondere Herausforderungen, auch psychisch ist die körperliche Versehrtheit häufig eine große Belastung. Umso bedeutsamer ist da die Aufgabe des Orthopädie-Technikers, ein Hilfsmittel anzubieten, das sowohl funktionell zumindest teilweise einige der verlorenen Funktionen wieder zurückbringt als auch kosmetisch das äußere Erscheinungsbild wieder herstellt. Häufig begegnet dem Techniker die Schwierigkeit, dass es entweder der funktionelle oder der kosmetische Aspekt ist, dem eine Prothese Rechnung tragen kann. Die Gewichtung des jeweiligen Schwerpunktes ist selbstverständlich stark von den Bedürfnissen und dem Anforderungsprofil des Patienten abhängig.

Besonders stark zeigt sich diese Problematik in der Versorgung der oberen Extremität. Die Hände dienen einerseits als Ausdrucksmittel bei der Kommunikation und sind in dieser zentralen Position immer stark dem Fokus des Gegenübers ausgesetzt. Die Erfahrungen der Gegenwart in der Wiederherstellung des äußeren Erscheinungsbildes führen derzeit stets zur individuell ausgeführten Silikonkosmetik als bestmögliche Versorgung für den kosmetischen Schwerpunkt. Andererseits erfüllt die menschliche Hand eine Unzahl von Funktionen. Diese Vielseitigkeit vermag heutzutage noch keine Prothese zu erset-

zen und es gibt in dieser Hinsicht noch viel Entwicklungspotential. Die Entwicklung eines adäquaten mechanischen und/oder elektronischen Ersatzes ist seit Jahren Gegenstand von Forschungsprojekten der verschiedensten Arbeitsgruppen in Universitäten und Firmen.

Die primäre Aufgabe des Orthopädie-Technikers ist es, die Bedürfnisse des Patienten zu erfragen, die passenden Bauteile aus der Vielzahl der Möglichkeiten für den jeweiligen Patienten auszuwählen und nicht zuletzt die Bauteile im Rahmen der Versorgung an den Patienten anzupassen. Diese Aufgabe erfüllt der Orthopädie-Techniker jedoch nicht alleine. Er ist Teil eines Teams verschiedener Berufsgruppen, das aus dem behandelnden Arzt und natürlich den Ergo- und Physiotherapeuten besteht. Denn neben den medizinischen Aspekten ist gerade bei funktionellen armprothetischen Versorgungen das Erlernen des Umgangs mit dem Hilfsmittel ein wesentlicher Bestandteil des Versorgungskonzeptes. Dabei geht es neben der Handhabung beim An- und Ausziehen insbesondere um die Integration des Hilfsmittels in den individuellen Alltag der Patienten. Hierbei kann es erforderlich sein, die Prothese im Laufe der Trainingsphase an die gestiegenen oder sich stetig verändernden Ansprüche des Patienten anzupassen. Die enge Zusammenarbeit der drei oder vier Disziplinen mit dem Patienten im Fokus stellt dabei die effizienteste Form der Hilfsmittelversorgung dar.

So viel Schaft wie nötig, aber so wenig wie möglich

Der Ausführung des Prothesenschaftes kommt an dieser Stelle die größte Bedeutung zu. Einigkeit



Abb. 1 Münsterschafte.

dürfte unter allen Beteiligten darüber bestehen, dass bei der Schaftgestaltung das Prinzip „so viel wie nötig, aber so wenig wie möglich“ gelten sollte. Dieser Prämisse folgend, war der sogenannte Münsterschafte (Abb. 1) seinerzeit eine Innovation gegenüber Systemen mit Oberarmabschluss, die häufig eine Atrophie der Weichteile des Oberarms zur Folge hatten. Die konturgenaue Einbettung der knöchernen Strukturen, gepaart mit der muskulären Verspreizung im Schaft, ist ein Prinzip, das auch heute noch im Bereich Ellenbogen übergreifender Schaftsysteme angewandt wird.

Die Auswahl des Werkstoffs jedoch muss man in der heutigen Zeit in Bezug auf Neuversorgungen kritisch hinterfragen. Unabhängig von persönlichen Vorlieben der Patienten liegen die Nachteile des klassischen rigiden Münsterschafte in der Gefahr der Quetschung der dorsalen Weichteile oberhalb des Olecranon, was sich zunächst als Bewegungseinschränkung in der Extension zeigt

und im Laufe der Zeit eine Atrophie der Weichteile zur Folge haben kann. Als Folge davon kann sich eine Schmerzsymptomatik entwickeln, welche allein das Tragen der Prothese unerträglich macht. Auch die Variation eines Hart-Weichgusses schafft hier nur eine geringfügige Verbesserung, da die Flexibilität des weichen Gießharzes eingeschränkt ist und sich nach einiger Zeit aufgrund einer schleichenden Materialverhärtung weiter verringert. Die Randgestaltung muss in dieser Variation zur Sicherstellung der benötigten Verklammerung recht voluminös ausfallen.

Die jüngere Alternative zum klassischen Münsterschafte ist die Anfertigung eines Innenschafte aus flexiblem thermoplastischem Material. Die Flexibilität des Materials hat ihre Vorteile bei der Randgestaltung. Die materialintensive Rundung des Münsterschafte wird durch den sich selbst flexibel anpassenden Rand überflüssig. Während zunächst die Vorteile des Materials nur im Randverlauf genutzt wurden und der äußere Gießharzschaft das Olecranon noch umschloss, so empfiehlt es sich heute, das Olecranon in den meisten Fällen komplett freizugeben und den Außenschafte auf Höhe der Epicondylen enden zu lassen. In Extension gleitet das Olecranon in die Fossa Olecrani, die Kontur des

durch die Übergreifung der Epicondylen, der muskulären Verspreizung und der Umgreifung oberhalb des Olecranon. Voraussetzung für einen großzügigen Freischnitt ist eine ausreichende knöcherne Stumpflänge, damit sich der Stumpf nicht durch die dorsale Öffnung heraushebeln kann. Die Reduzierung auf einen Streifen im proximalen Schafttrand unterstützt dabei die Flexibilität des Materials, das zunehmend dehnbarer wird und die Extension weniger einschränkt als die klassische Variante (Abb. 2a u.b).

Sowohl der Münsterschafte als auch der flexible Innenschafte können mit einem Einzugsrohr versehen werden, das die Verwendung einer Anziehhilfe ermöglicht, durch die die Weichteile in den Schaft gezogen werden können. Bei einem straffen Unterhautgewebe mit geringer Verschiebbarkeit und bei kurzen Unterarmstümpfen kann bei dem flexiblen Innenschafte mit Fensterung auf die Verwendung einer klassischen Anziehhilfe und damit auf eine Öffnung im distalen Schaftbereich verzichtet werden. Um leicht in die Prothese hineinzugleiten, kann ein Gleitmittel auf Wasserbasis benutzt werden. Es zieht rasch in die Haut ein, ohne einen Fettfilm zu hinterlassen, und setzt kurzzeitig die Haftreibung zwischen Haut und Schaftmaterial

außer Kraft. Die Weichteile können durch die Fensterung im Schaft mit massierenden Bewegungen hineingezogen werden.

Silikon als Stand der Technik

Der aktuelle Stand der Versorgungstechnik, besonders im Bereich der oberen Extremität, besteht jedoch in der Verwendung von Silikon als

Schaftmaterial mit Hautkontakt. Silikon zeichnet sich unter anderem durch hervorragende hygienische Eigenschaften aus, ist allergiefrei, langlebig, flexibel und kann maximal an die individuellen Anforderungen des Patienten angepasst werden. Der bedeutendste Vorteil dieses Materials in der Schafttechnik ist jedoch die hohe

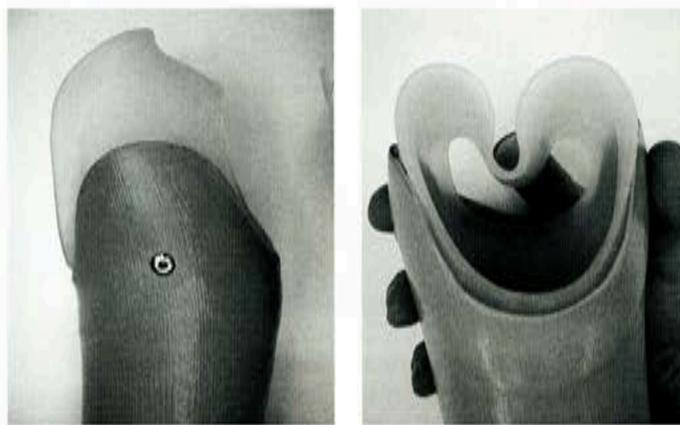


Abb. 2a u. b Flexibler Innenschafte.

Armes flacht sich so tendenziell ab und die Ausformung des Ellenbogens im Schaft verbleibt als ungenutzter Hohlraum. In diesen Hohlraum ein- und ausströmende Luft kann bei Bewegungen zu unangenehmen Schmatzgeräuschen führen – einen zusätzlichen Halt vermittelt dieser Hohlraum nicht. Der Halt dieser Konstruktion erfolgt

Haftreibung zwischen dem Silikon und der Haut, die zudem noch im Herstellungsprozess an die Bedürfnisse angepasst werden kann. Durch die Verwendung von Silikon kann die gesamte Hautoberfläche zusätzlich für den Halt der Prothese verwendet werden, je nach Versorgungsniveau auch ohne eine besonders hohe Kompression.

Bei mittellangen bis langen Unterarmstümpfen empfiehlt sich die Verwendung eines Silikonliners. In der Auswahl der geeigneten Konstruktion gilt es, sich individuell am Patienten zu orientieren. Bewertet werden müssen die Konsistenz der Weichteile, die Narbensituation, die knöcherne Situation, die zu erreichende Rotationsstabilität und die Weichteilverschieblichkeit.

Lockerer Weichteilgewebe legt die Ausführung als beschichteter Liner nahe, der sich auch ohne die Zuhilfenahme von Gleitmitteln wie Alkohol auf links wenden lässt, um anschließend auf den Stumpf aufgerollt werden zu können. Nur durch die Verwendung eines Roll-Liners kann eine geeignete Kompression bei einfacher Handhabung erzielt werden. Die textile Beschichtung erleichtert das Aufrollen, da die Haftreibung des Silikons gegeneinander aufgehoben wird. Nachteil dieser Variante ist, dass auch die Haftreibung des Silikons im Schaft aufgehoben wird und die Haftung zwischen Liner und Prothese allein durch den Haltemechanismus erzeugt wird. Bei festem Unterhautgewebe ist ein unbeschichteter Schlupfliner denkbar. Da sich beim Anziehen die Weichteile nicht so stark verschieben, kann der Patient den Liner mithilfe eines Anziehungsmittels, etwa einem Puder auf Talkumbasis, auf den Stumpf aufziehen. Der Stumpf wird in diesem Falle eingepudert, wodurch die Haftreibung zwischen Haut und Silikon anfänglich herabgesetzt wird, um besser in den Liner hineinschlüpfen zu können. Der Vorteil dieser Variante ist, wie dargelegt wurde, dass die Haftreibung zwischen dem Silikon und dem Schaft aufrechterhalten bleibt.

Einer problematischen Narbensituation (Abb. 3) und prominenten Knochenspitzen kann bei der Konstruktion des Liners durch Einarbeitung von Silikonspots oder Gelschichten mit einer geringeren



Abb. 3 Unterarmstumpf mit Spalthaut und prominenten Knochenspitzen.

Shore-Härte Rechnung getragen werden. Keine andere Methode außer der Silikonfertigung bietet derartige Versorgungsmöglichkeiten. Als Grundsatz in der Linerversorgung aller Versorgungsniveaus gilt auch hier, dass ein kontinuierlicher Kontakt zwischen Liner und Haut erzielt werden muss, damit

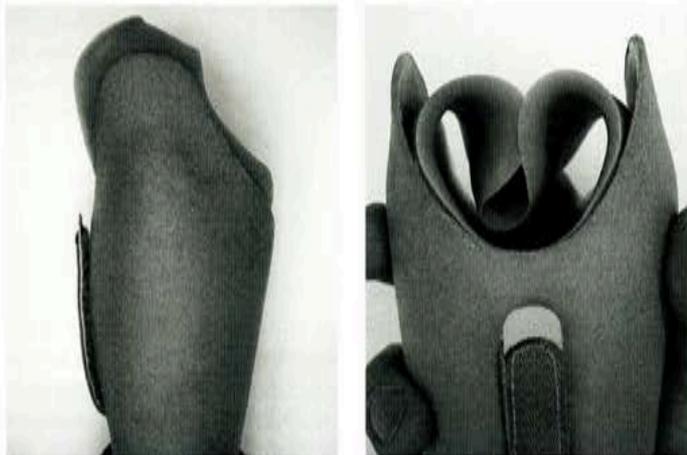


Abb. 4a u. b Schaft in Linertechnik.

sich keine Feuchtigkeit sammelt, die die Haut aufweicht und schädigt.

Die zu erreichende Rotationsstabilität ist ein Kriterium, welches zur Entscheidung über die proximale Länge des Schaftes beiträgt. Ist eine ausreichende Rotationsstabilität

durch die Stumpfform, ein straffes Unterhautgewebe, eine zweckmodellerte Abflachung parallel zu Radius und Ulna und/oder den Verschlussmechanismus erzielbar, so kann in vielen Fällen auf eine Ellenbogen übergreifende Schaftform verzichtet werden. Dabei muss allerdings eine angemessene Kompression durch den Liner erfolgen, um die Haftung sicherzustellen. Der Liner muss in diesem Fall auf den Stumpf aufgerollt werden, wodurch sich, unabhängig von der Weichteilsituation, die Verwendung eines beschichteten Liners empfiehlt.

Ist die Rotationsstabilität nicht durch die oben genannten Maßnahmen zu erzielen, so sollte der Schaft das Ellenbogengelenk mit einbeziehen. Der Randverlauf ähnelt in diesem Fall dem beschriebenen Verlauf des flexiblen Innenschafts. Das Olecranon selbst wird nicht überspannt, da das Material bei der Extension absteht und es bei Flexion unter Umständen Druck und Scherkräfte auf die Prominenz des Olecranons ausüben könnte. Es bleibt ein Streifen proximal des Olecranons, der der Form des flexiblen Liners Stabilität gibt und zusätzlichen Halt verleiht, da die Kompression bei dieser Variante nicht so stark erfolgen muss wie in der Ellenbogen freien Version. Da Silikon dehnbarer ist als die handelsüblichen Materialien für flexible Innenschafts,

wird die Extension kaum mehr eingeschränkt. Die Rotationsstabilität wird über den auf die Epicondylen gezogenen Außenschaft erreicht (Abb. 4a u. b).

Als Haltemechanismen für Liner kommen im Bereich der oberen Extremität im Wesentlichen drei Möglichkeiten in Frage: die Pin-Adaption, ein Gurtband mit Klettverschluss sowie die Einarbeitung von Silikonkeilen in den Liner. Von der Verwendung einer Pin-Adaption ist bei sehr

langen Stümpfen abzuraten, da der Adapter im Vergleich zur kontralateralen Seite eine Überlänge verursachen würde. Das Gurtband ist in diesem Fall der Verschlussmechanismus mit geringerer Aufbauhöhe, bei gleichzeitig reduziertem Gewicht. Bei hohen kosmetischen

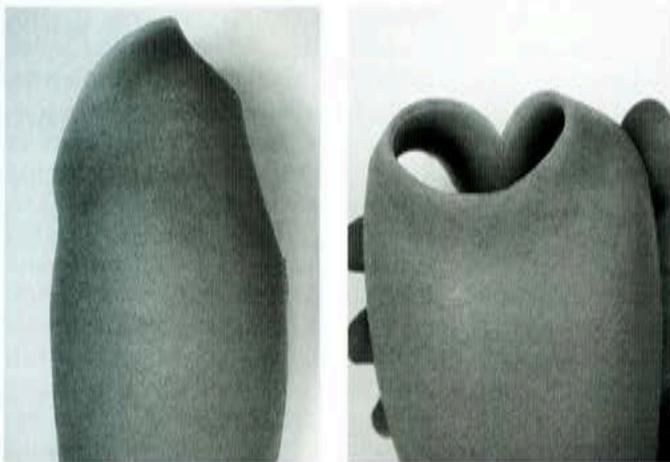


Abb. 5a u. b Silikonhaftkontaktschaft.

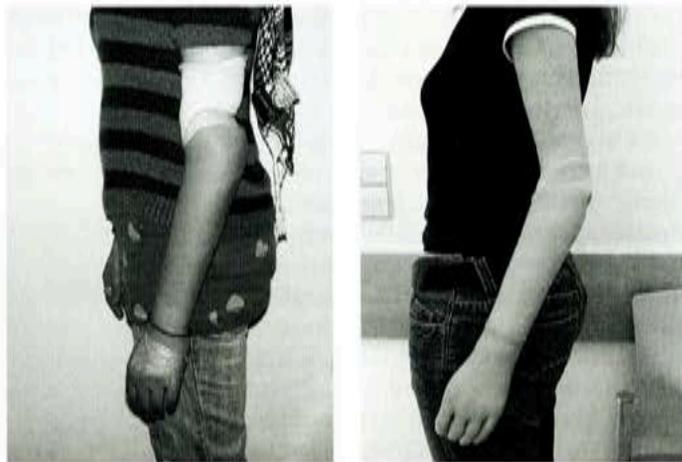


Abb. 6a u. b Extensionsbeschränkung beim Münsterschaft (links) und bei einer Silikonversorgung (rechts).

Ansprüchen ist der Pinverschluss bei passender Stumpflänge jedoch die bessere Variante, da sich der Auslösemechanismus leicht unterhalb der Kosmetik verbergen lässt. Die Einarbeitung von Silikonkeilen in den Liner, die im Schaft einrasten können, erfordert ein geeignetes Unterhautgewebe. Es muss genügend nachgeben, damit die Keile bis in die Hinterschneidung rutschen können, darf aber auch nicht zu weich sein, damit sich die Keile nicht zu leicht herausziehen können. Auch ist bei diesem Haltemechanismus ein zusätzlicher Aufbau für die Hinterschneidung zu erwarten. Sehr wohl begünstigt aber dieses System, wie auch die Verwendung eines Gurtverschlusses, eine Rotationsstabilität des Schaftes zum Liner.

Bei der Versorgung kurzer Unterarmstümpfe kann auf die Verwendung eines Liners verzichtet werden. Der Silikonhaftkontaktschaft ist hier die Methode der Wahl (Abb. 5a u. b). Bei diesem Schaftsystem ist der Silikonenschaft kein separates Bauteil, sondern fest in der Prothese verankert. Das Anziehen erfolgt auch hier durch den Einsatz eines Gleitmittels. Da die Kontinuität des Silikons auf der Haut erhalten bleiben muss, ist es wie bei einer Linerversorgung nicht ohne Weiteres möglich, ein Einzugsloch zu integrieren. Daher ist die Verwendung einer klassischen Anziehhilfe ausgeschlossen und es zeigt sich, dass diese Versorgung aus diesem Grund am ehesten für kurze Unterarmstümpfe geeignet ist. In Ausnahmefällen können auch längere Stümpfe mit diesem System versorgt werden – Grundvoraussetzung ist dann allerdings ein straffes Unter-

hautgewebe. Wichtig ist, dass sich die Weichteile nicht beim Anziehen im proximalen Bereich des Schaftes stauen. Die bei der Linerversorgung beschriebenen Gestaltungsmöglichkeiten in Bezug auf die besondere Einbettung von knöchernen Prominenz und Narbengewebe gelten auch beim Silikonhaftkontaktschaft ohne Einschränkung.



Abb. 7 Flexible Schaftgestaltung.

Gegenüber dem Münsterschaft und dem flexiblen Innenschaft zeichnet sich der Silikonhaftkontaktschaft neben den übrigen Vorteilen einer Silikonversorgung durch seine hohe Flexibilität aus. Die Bewegung im Ellenbogengelenk, vor allem in Extension, wird in diesem Schaft kaum mehr eingeschränkt (Abb. 6a u. b).

Gegenüber einer Linerversorgung bestehen die Vorteile der vereinfachten Handhabung im Anle-

gen der Prothese, im Verzicht auf ein zusätzliches Bauteil und in dem reduzierten Verschleiß, etwa am Verschluss-System. Der im Silikon eingebettete Gießharzschaft kann am proximalen Randverlauf so weit ausgedünnt werden, dass ein Übergang zwischen Container und Schafttrand kaum mehr spürbar ist. Die Gesamtflexibilität ist dadurch erhöht und trägt zum besonderen Komfort des Silikonhaftkontaktschaftes bei (Abb. 7). Die Haltemechanismen bestehen auch in dieser Ausführung in der konturierten Umgreifung der Epicondylen und des Olecranon, der muskulären Verklammerung sowie der hohen Haftreibung zwischen Silikon und Hautoberfläche.

Die notwendige Einbettung des Gießharzschaftes im Silikon hat zur Folge, dass die gesamte äußere Oberfläche der Prothese bis zum Handansatz mit einer Silikonschicht abschließt. Was im proximalen Schaftbereich für die Stabilität und Haltbarkeit der Prothese notwendig ist, bietet Vorteile auch im distalen Aufbau. Das texturierte und färbare Silikon schafft einen durchgehenden Übergang über die gesamte Oberfläche bis hin zum Handansatz. Es nimmt Verschmutzungen nicht so leicht auf wie andere Oberflächenbeschichtungen und lässt sich leicht reinigen. Dadurch erhöht es die Akzeptanz beim Patienten, da so auch bei hochfunktionellen Prothesen der kosmetische Aspekt berücksichtigt werden kann. Zudem schützt die Silikonschicht die innen liegenden Komponenten, etwa die empfindliche Elektronik, vor Staub und in Maßen auch vor Feuchtigkeit. Entscheidend ist dafür die Unversehr-

heit der Silikonschicht. Dadurch, dass die Silikonschicht proximal mit dem Silikoninnenschaft verbunden ist und daher nur von distal aufgerollt werden kann, kommen wechselbare Akkusysteme prinzipiell nicht in Frage. Von den integrierten Akkusystemen führt in aller Regel nur eine Ladebuchse und manchmal ein Schalter nach außen, die beide distal unter der Silikonschicht eingebaut werden, und somit gut zugänglich, aber dennoch geschützt sind (Abb. 8).

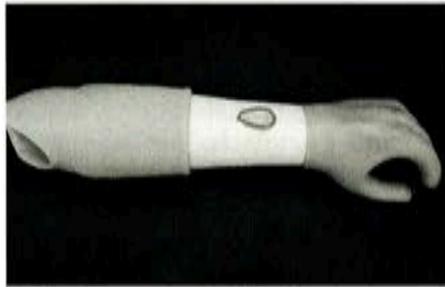


Abb. 8 Versteckte Ladebuchse des internen Akkus.

Der Einsatz von Silikonschläften als Liner oder Haftkontaktschaft ist arbeits- und somit kostenintensiv. Eine nachträgliche Anpassung ist oftmals nicht möglich, wodurch eine intensive Probephase unerlässlich wird. Als Ergebnis aber erhalten die Patienten eine Prothese, deren Schaft ihnen Sicherheit vermittelt, ohne das Bewegungsausmaß im Ellenbogengelenk einzuschränken. Durch die Verwendung zeitgemäßer Materialien wird der Kompromiss zwischen Sicherheit, Funktion und Kosmetik zusehends geringer. Spätfolgen in Form von Weichteilveränderungen, Atrophie und Schmerzsymptomatiken werden reduziert.

Mögliche Akkusysteme

Die Konstruktion einer myoelektrischen Prothese beinhaltet immer auch Überlegungen zur Energieversorgung. Klassisch ist die Verwendung von Wechselakkus. Die Akkus werden in einen Rahmen im Prothesenschaft eingesetzt und können zum Laden entnommen werden. Diese Lösung hat den Vorteil, dass geladene Wechselakkus mitgeführt werden können und der Patient somit einen längeren Zeitraum zur Verfügung hat, in dem die Prothese benutzt werden kann, ohne dass sie eine Netzversorgung für die Wiederaufladung benötigt. Von

Nachteil sind Wechselakkus jedoch stets für den kosmetischen Aspekt einer Prothese. Nur in wenigen Fällen fügt sich der Akkurahmen in die Form ohne sichtbare Kanten ein; bei Kinderversorgungen mit einem solchen System ist eine unauffällige Variante nahezu unmöglich. Abhilfe soll hier eine Auslagerung des Akkus schaffen, welcher an einem Kabel durch den Ärmel geführt und etwa an der Hose befestigt werden soll (Abb. 9). Eine solche Energieversorgung ist jedoch anfällig für Verschleiß, Kabelbruch und Abriss durch unbedachte Bewegungen. Die Integration des Akkus in den Prothesenschaft sollte daher angestrebt werden, um eine Prothese aus einem Stück zu erhalten.

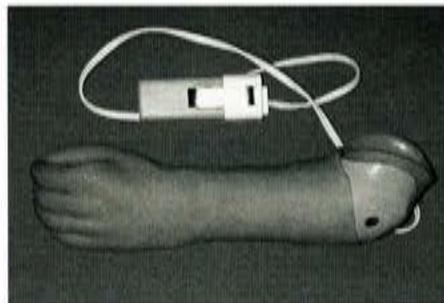


Abb. 9 Prothese mit externem Akku.

Für Erwachsenen-Systeme liefern Hersteller bereits seit einiger Zeit praktikable Lösungen. Die Akkus zeichnen sich durch eine hohe Kapazität und eine flexible Bauart aus, wodurch sie häufig unauffällig in die kosmetische Gestaltung der Prothese integriert werden können. Diese Systeme sind jedoch aufgrund ihrer Betriebsspannung nicht für Kindersysteme geeignet, wodurch auch hier eine Sonderanfertigung notwendig wird. Akkusysteme im Sonderbau weisen gar die fünffache Kapazität der handelsüblichen Wechselakkumulatoren für Kindersysteme auf. Die erhöhte Kapazität der Akkuelemente verlängert die Betriebsdauer der Prothese, die bei Verwendung dieser Bauteile bei durchschnittlicher Benutzung in der Regel problemlos mehrere Tage ohne Funktionsbeeinträchtigung eingesetzt werden kann, bevor ein Ladevorgang stattfinden muss. Dadurch entfällt der Vorteil eines Standardakkus zum Auswechseln. Darüber hinaus tragen integrierte Akkus zu einer ansprechenden Gestaltung der Prothese mit

einer natürlicheren Erscheinungsform bei (Abb. 10). Zudem reduziert sich die Gefahr des Eindringens von Schmutz, Staub und Feuchtigkeit durch den großzügigen Rahmen, da lediglich eine kleine Ladebuchse nach außen führt, die in der Regel leicht und vergleichsweise sicher unter der Kosmetik verborgen werden kann.

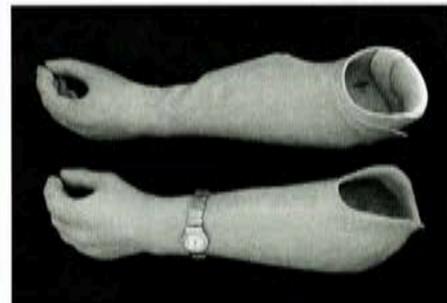


Abb. 10 Vergleich externer und integrierter Akku (unten).

Kosmetische Aspekte

Die Wiederherstellung des äußeren Erscheinungsbildes ist ein nicht zu vernachlässigender Aspekt in der Herstellung von Armprothesen. Nicht selten verfolgen Kostenträger eine rein funktionsorientierte Diskussion. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass besonders ansprechende Kosmetiken einen Gebrauchswert vorweisen können, der über den eines klassischen hart gegossenen Außenschaftes hinausgeht. So ist eine Schaumstoffkosmetik nicht nur in der Lage, Bauteile, die aus Platzmangel nicht in den Schaft integriert werden können, zu verdecken, sie schützt sie zudem vor äußerer Gewalteinwirkung. Die nachträglich aufgebrachte Schaumstoffbeschichtung vermag Uneben-



heiten des harten Schaftes auszugleichen, mit denen der Patient häufig hängen bleibt und die dadurch eine Einschränkung der Haltbarkeit von Kleidung und Prothese verursachen. Eine weichere Oberflächenbeschaffenheit wirkt haptisch natürlicher, wodurch die Akzeptanz besonders seitens jüngerer Patienten höher ist. Zudem ersetzt eine Schaumstoffkosmetik das ehemals obligatorische Ärmelschutzpolster zur Schonung der Kleidung. Die Schaumstoffkosmetik allein zeigt sich empfindlich und ihre verklebte und beschliffene Oberfläche kommt dem natürlichen Erscheinungsbild nicht gerade näher. Eine Beschichtung ist daher unerlässlich, da Kosmetikhandschuhe diesen Dienst aufgrund fehlender Länge und mangelndem Formschluss nicht leisten können. Als Verfahren bewährt sich die Beschichtung mit einem elastischen Überzug, etwa dem Super-skin (Otto Bock), der die Oberfläche der Schaumstoffkosmetik robuster macht und dadurch zur Lebensdauer der Prothese beiträgt. Eine äußere Lage Silikon, wie sie beim Silikonhaftkontaktschaft unabdingbarer Bestandteil des Schaftsystems

Gleiches gilt für die Verwendung von Kosmetikhandschuhen aus Silikon. Diese sind zwar zunächst in der Anschaffung teurer als Kosmetikhandschuhe aus PVC und bringen zusätzliches Gewicht mit sich, sehen aber auch als Konfektionsware häufig natürlicher aus

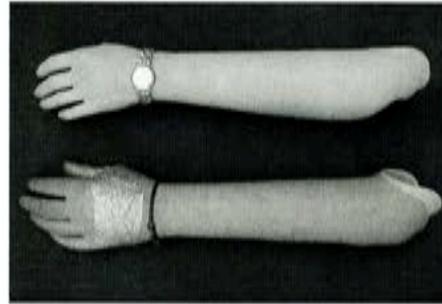


Abb. 11 Vergleich klassische PVC- und Silikonkosmetik (oben).

und behalten dieses Erscheinungsbild wesentlich länger als PVC-Handschuhe, die sehr anfällig für Verunreinigungen und kaum zu reinigen sind (Abb. 11).

Nicht unerwähnt bleiben soll in diesem Zusammenhang die Versorgung mit individuell gefertigten Silikonkosmetiken. Diese stellen das heutige Höchstmaß in der prothetischen Wiederherstellung des

Grenzfälle klassischer Schaftgestaltung

Besonders lange oder kurze Unterarmstümpfe schaffen Grenzen für die Versorgung mit Unterarmschäften gleich welcher voran genannten Bauart. Lange Unterarmstümpfe und besonders Carpal-, Metacarpal- und Teilhandamputationen sowie Dismelien mit Ausprägung im Handbereich lassen die Konstruktion mechanischer oder elektrischer Prothesen zu einer Überlänge tendieren. Die Hersteller von Handpassteilen tragen diesem Problem mit Produkten mit geringer Aufbauhöhe Rechnung. Auf Kupplungen und Rotationselemente kann zugunsten der korrekten Länge verzichtet werden. Die Adaption der Prothese durch einen Liner mit Gurtband oder Silikonkeilen ist die Lösung mit dem größten Gebrauchsvorteil für den Anwender. Fälle, in denen eine Überlänge unvermeidlich und nicht tolerierbar ist, stellen die Indikation für eine Versorgung mit Silikon-teilhandprothesen dar (Abb. 12a u. b).

Eine solche Versorgung ist freilich zum derzeitigen Zeitpunkt nicht in der Lage, mechanische



Abb. 12a u. b Stumpfbild eines langen Unterarmstumpfes und die Versorgung mit einer Silikon-teilhandprothese (rechts).



Abb. 13a u. b Stumpfbild eines ultrakurzen Unterarms und die Versorgung (rechts).

ist, kann auch bei anderen Schaftsystemen Verwendung finden. In diesem Falle hat ein Silikon-schutzüberzug nicht nur einen hohen kosmetischen Wert, sondern auch die größte Schutzwirkung für die Weichschaumkosmetik und die im Inneren verborgenen Komponenten. Der Schutzüberzug ist robust, unempfindlich gegen Verunreinigungen, leicht zu reinigen und bedingt feuchtigkeitsabweisend.

äußeren Erscheinungsbildes für Patienten mit besonders hohen Ansprüchen an den kosmetischen Aspekt dar. Sie lassen sich prinzipiell mit allen Schaftformen kombinieren, haben jedoch bis dato die Einschränkung, dass sie nicht in Verbindung mit mechanischen oder elektrischen Prothesen genutzt werden können.

Zusammengefasst wird mit all diesen Maßnahmen die Akzeptanz der Versorgung wesentlich erhöht.

oder myoelektrische Komponenten mit einzubeziehen, verschafft dem Patienten aber dennoch funktionelle Vorteile, zum Beispiel als Gehgehalt für die erhaltene Seite. Die Rotation des Unterarms, die sich in einer prothetischen Versorgung mit einem Prothesenschaft nur bedingt nutzen lässt, ist bei dieser Versorgung voll ausschöpfbar.

Die Prothese ist eine Hebelverlängerung und kann nicht nur optisch, sondern auch funktionell auf

die individuellen Bedürfnisse abgestimmt werden.

Besonders kurze Unterarmstümpfe können funktionell wie ein Oberarmstumpf behandelt werden. Meist finden sie in einem reinen Unterarmschaft keinen Halt oder aber die Hebelverhältnisse sind zu extrem, als dass allein der Unterarmstumpf das Gewicht der Prothese auf Dauer heben könnte. Bei einem gewissen Resthebel ist eine offene Konstruktion denkbar, bei der der Unterarm eine tragende Rolle wie bei der Versorgung einer Winkelosteotomie nach Marquardt einnehmen kann. Lässt die Weichteilsituation dies nicht zu, so kann funktionell ein Oberarmschaft konstruiert werden (Abb. 13a u. b). Dadurch, dass die Epicondylen bei dieser Versorgung vorhanden oder zumindest angelegt sind, ist in der Regel eine Rotationsstabilität erreichbar, sodass auf die Einbeziehung des Schultergelenks verzichtet werden kann und so die Bewegung in diesem Gelenk nicht beeinträchtigt wird. Ein klassisches prothetisches Ellenbogenpassteil kann in beiden Fällen aufgrund der uneingeschränkten Länge des Oberarms nicht verwendet werden. Mechanisch sperrbare Gelenkschienen, die durch einen Zug ver- und entriegelt werden können, ermöglichen es, den Gelenkdrehpunkt der Prothese anatomisch korrekt zu reproduzieren. Die Ansteuerung erfolgt hier mechanisch und kann entweder klassisch, durch eine Schulterbandage, oder in einer umgedrehten Abwandlung, durch einen Auslöser im Bereich des Unterarms, mithilfe der Gegenseite betätigt werden.

Mit Ergotherapeuten als Partner zum Erfolg

Alle Bemühungen, dem Patienten mit einer technisch einwandfreien und modernen Prothese den Lebensalltag zu erleichtern, scheitern jedoch ohne ausreichende Übung. Der sicheren Benutzung einer mechanischen oder elektrischen Prothese geht ein umfangreicher Lernprozess voraus. Obgleich bei der Konstruktion einer Prothese stets das Ziel verfolgt wird, die Steuerung über Bandagen oder Elektroden so intuitiv wie möglich zu gestalten, so sind es im Falle einer Amputation doch nie exakt diesel-

ben Bewegungsmuster, die genutzt werden können, um die Prothese anzusteuern. Bei Dismelien ist der Lernprozess zu Beginn gar noch schwieriger, da die Situation vergleichbare Bewegungsmuster im Vorfeld gar nicht vorsieht und Bewegungsmuster, die bei voll ausgebildeten Gliedmaßen bereits spielerisch ab der Geburt trainiert werden, erst viel später erlernt werden müssen.

Besonders bei Erstversorgungen ist daher eine begleitende Ergotherapie im Sinne einer Prothesengebrauchsschulung erforderlich, um eine insgesamt erfolgreiche Versorgung zu erzielen. Diese muss in enger Zusammenarbeit zwischen Orthopädie-Technikern, Therapeuten und Ärzten im Team erfolgen. Fortschritte können dann unmittelbar in der Schaftgestaltung und der Einstellung der funktionellen Komponenten umgesetzt werden. In der Universitätsklinik Heidelberg werden daher seit jeher Probeversorgungen in enger Zusammenarbeit mit der ergotherapeutischen Abteilung durchgeführt, um dem Patienten eine funktionell hervorragende Versorgung und dem Kostenträger ein wirtschaftliches Hilfsmittel zu verschaffen.

Fazit

Die Versorgung mit Armprothesen ist ein sensibles Feld, das hohen Erwartungen der Patienten gerecht werden muss. Wie jede prothetische Versorgung ist sie eine Gratwanderung zwischen den funktionellen und kosmetischen Ansprüchen. Um diese möglichst gering zu halten, müssen die unterschiedlichen Anforderungen der Patienten

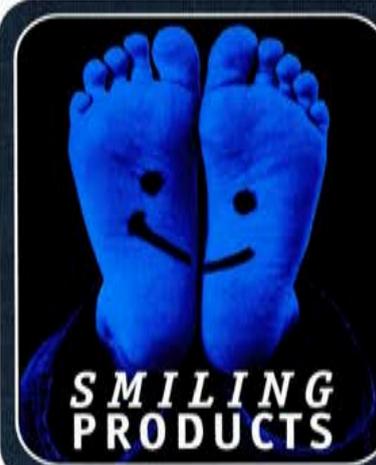
bei der Konzeptionierung der Prothese einfließen. Ein offenes Ohr, Kenntnis über die vielfältigen Möglichkeiten sowie der Einsatz zeitgemäßer Materialien und Passteile sind dafür Grundvoraussetzungen. Besonders die Kostenträger reagieren zurückhaltend auf die vermeintlich teuren Versorgungen. Angesichts des Gebrauchsvorteils für die Patienten ist es jedoch denkbar, dass eine Prothese, die komfortabel, funktionell und ästhetisch ist, ein Maximum an Nutzung erfährt. Damit kann eine effektive Hilfsmittelversorgung, eine schnellere Rehabilitation und somit eine Steigerung der Lebensqualität erreicht werden. Denn nur ein Hilfsmittel, dessen Nutzen aufgrund falscher Sparmaßnahmen nicht vollkommen ausgeschöpft werden kann, ist wirklich ein unwirtschaftliches Hilfsmittel.

Für die Autoren:

Boris Bertram, OTM
Universitätsklinikum Heidelberg
Abteilung Technische Orthopädie
Schlierbacher Landstraße 200a
69118 Heidelberg

Literatur:

- [1] Jentschura, G., E. Marquardt, E.-M. Rudel: Behandlung und Versorgung bei Fehlbildungen und Amputationen der oberen Extremität, 1. Auflage, Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 1963
- [2] Thormann, J.: Akzeptanz von Armprothesen im Kindes- und Jugendalter, Dissertation, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 2007



Mit **Asti**-Schäumen haben Sie gut lachen.

BEIL

Moderne Orthopädie Kunststoffe
BEIL GmbH, Lehmkuhlenweg 9, 31224 Peine
Tel. 0 51 71 / 70 99-0, Fax 0 51 71 / 70 99-29
service@beil-peine.de