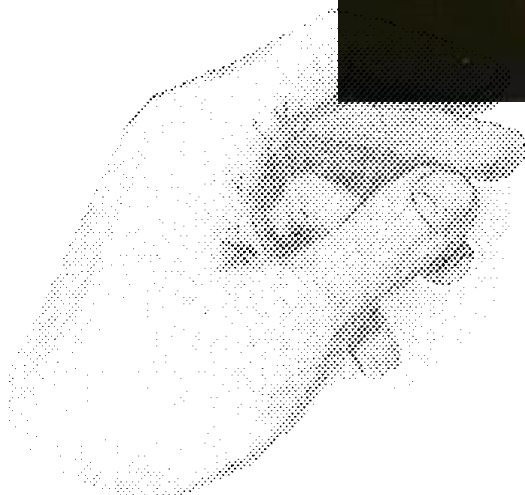


Elektrische Oberarmprothese mit Fußsteuerung

Peter Weltner





Herausgegeben im Juli 1998
von

Peter Weltner

Meister für Orthopädiemechnik
Dipl.-Techniker für Orthopädie

© 1998 Studio für technische Handorthopädie, P. Weltner, D-97070
Würzburg

© 2006 Office Peter Weltner, Hammelburg - Siegen

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das der Übersetzung in fremde
Sprachen.

Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verfassers ist eine
Vervielfältigung dieser

Abhandlung oder Teile daraus in irgend einer Form nicht gestattet.

Kontakt:

Office Peter Weltner

www.peter-weltner.de

office@peter-weltner.de

Inhalt

Intro	4
Problem - Idee - Lösung	5
Trainings- und Diagnose-System	9
Die Armprothese	13
Nachtrag	14

Intro

Die Armprothetik hat durch neue technische Ausgleichsmöglichkeiten von Funktionsdefiziten mittlerweile einen zu großen Stellenwert erhalten um innerhalb der Orthopädietechnik nur als Randgebiet behandelt zu werden. Ebenso wie sich die Handchirurgie zum eigenständigen Wirkungskreis entwickelte, wo utopische Wunschträume von gestern heute bereits Routineoperationen sind, zeigen sich, nach meiner Auffassung, jetzt in der Orthopädietechnik ähnliche Entwicklungen ab. Ob Rehabilitationstechnik, Beinprothetik oder Orthetik, die einzelnen Gebiete sind mittlerweile zu umfangreich geworden, um den Technikern in allen Gebieten einen zeitgerechten Wissens- und Fertigungsstand zu ermöglichen. Spezialisierungen werden vermehrt eintreten, denn nur Spezialisten sind in der Lage, Versehrte optimal und wirtschaftlich zu versorgen. Dies gilt selbstredend auch für die technische Handorthopädie. Die Gebiete der myoelektrischen Arm- und Handprothesenversorgung, die prothetische Versorgung von Kleinkindern und die funktionelle Versorgung von Teilhanddefekten seien hier nur als Beispiele von notwendigem Spezialistentum erwähnt. Das in diesem Skript gezeigte Versorgungsproblem ist durch seine zweifellos unorthodoxe Sondersteuerung ein absolutes Unikat und ein Paradebeispiel von notwendiger hochqualifizierter Kompetenz und verdient es, in einem eigenständigen Skript abgehandelt zu werden.

Problem - Idee - Lösung

Patientenbeschreibung: Eine 48-jährige Frau ist auf Grund einer linksseitigen Komplettlähmung und einer Amputation des rechten Oberarmes vollständig pflegebedürftig und in allen Bereichen des täglichen Lebens auf fremde Hilfe angewiesen. Der Oberarmstumpf ist halblang und im distalen Bereich auf Grund einer schlechten Durchblutung nekros-trocken. Das Schultergelenk ist zur Zeit des ersten Kontaktes in allen Bewegungsebenen fast vollständig kontrakt. Die schlechte Durchblutungssituation war auch Grund der Amputation nach einer fehlgeschlagenen Gefäßoperation und findet in einer vorher durchgeführten Karzinom-Strahlentherapie ihre Ursache.

Die Patientin ist in einem Pflegeheim untergebracht und befindet sich z.Zt. bis auf ein, zwei Stunden täglich im Bett. Für einen effektiven Protheseneinsatz wird ein längerer Aufenthalt außerhalb des Bettes erforderlich sein. Therapeutische Maßnahmen zur entsprechenden Konditionssteigerung sind deshalb erforderlich.



Versorgungsziel ist es, der Patientin zunächst kurzfristig eine weitgehende Unabhängigkeit beim Essen und Trinken zu beschaffen. Das Benutzen von Gabel bzw. Löffel, mit der durch Helfer angelegte Prothese, soll z.B. die Aufnahme von zerkleinerten festen bzw. breiförmigen und flüssigen Nahrungsmitteln ermöglichen. Das Zum-Mund-führen eines Trinkbechers bzw. Trinkglases soll das Trinken ohne fremde Hilfe ermöglichen und außerdem ist die Bedienung einer TV-Fernsteuerung erforderlich. Bereits dies würde für die Patientin ein großer Schritt in Richtung Unabhängigkeit und wesentlich mehr Lebensqualität bedeuten. Langfristig ist auch die Steuerung eines Elektrorollstuhles angedacht und weitere mögliche Aktivitäten des täglichen Lebens werden durch die Routine erkannt werden. So wird sicherlich z.B. auch das Aufheben heruntergefallener Gegenstände aus einer sitzenden Position heraus möglich sein.



Das **Problem** der Prothesensteuerung ergibt sich aus der Stumpfsituation. Die Kontraktur des Schultergelenkes spricht positiv auf krankengymnastisch-therapeutische Maßnahmen an. Der Stumpf jedoch ist schmerzempfindlich und das Stumpfe ist hart und druckempfindlich. Eine Nachoperation ist bei der Durchblutungssituation derzeit nicht angedacht. Myosignale am Stumpf sind, wegen der Schmerzsituation bei entsprechenden Muskelaktivitäten, nicht nachweisbar. Die geplante Armprothese darf deshalb nur über eine lockere Stumpfeinbettung verfügen. Der Einsatz myoelektrischer Steuerungselemente ist nicht möglich. Auch die Möglichkeit einer Zugschalterbetätigung durch Schulterzug der gegenüberliegenden Seite fällt wegen der vorhandenen Hemiplegie aus.

Die **Lösung** bietet deshalb ein externes Schaltersystem. Als einziges noch funktionierendes Erfolgsorgan verfügt die Patientin noch über das rechte Bein. D.h., die liegende bzw. sitzende Patientin könnte durch Zehen- und Fußbewegungen die Funktionen der elektromechanischen Prothesengelenke mit entsprechend platzierten Schaltern steuern. Diese Idee stand Pate für die Durchführung der notwendigen Prothesenversorgung.



Seite 7

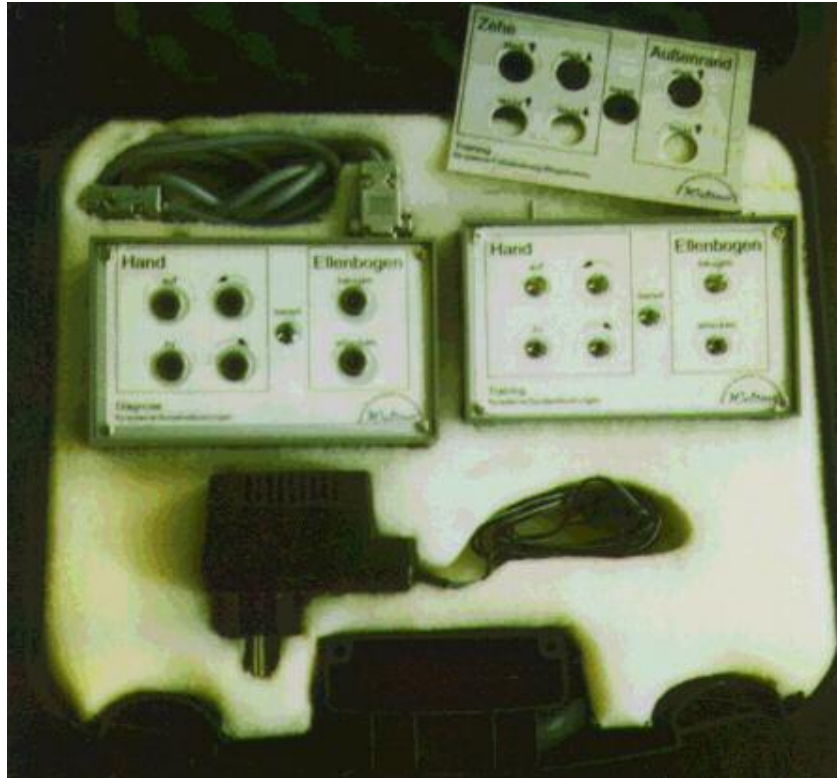
Für ein funktionierendes Versorgungssystem sind mehrere Komponenten erforderlich. Neben den begleitenden therapeutischen Maßnahmen durch Krankengymnastik und Ergotherapie, ist ein Trainingsmodul erforderlich, welches der Patientin das Erlernen der Prothesensteuerung ermöglicht.

Die Armprothese wird über eine Elektrohand verfügen, welche durch Schalter geöffnet bzw. geschlossen werden kann. Ein Handgelenk wird ebenfalls durch Schalter proniert (nach innen gedreht) bzw. supiniert (nach außen gedreht). Außerdem verfügt ein eingebautes Ellenbogengelenk per Schalter über Flexion (Beugung) und Extension (Streckung). Die Bewegungen der Hand bzw. des Handgelenkes sollten nach Möglichkeit mit dem Ellenbogengelenk kombiniert werden können.

Die Schalter werden in ein Fußteil integriert und müssen so angebracht sein, dass bei Streckung bzw. Beugung der Großzehe und bei Druck des vorderen Fußaußenrandes nach unten, jeweils ein 2-stufiger Druckschalter betätigt werden kann. Jedem der drei Schalter werden somit zwei Prothesenfunktionen zugeordnet. Diese sechs Funktionen stehen dann für Hand-auf, Hand-zu, Pronation, Supination, Ellenbogen beugen und strecken. Durch ein Steuerungskabel, welches unter der Kleidung die Verbindung zwischen Fußteil und Armprothese herstellen wird, kann zu Trainingszwecken anstatt der Armprothese das Trainingsmodul angeschlossen werden. Anstatt der Bewegung der entsprechenden Prothesengelenke übernehmen hier zugeordnete Leuchtdioden die Erfolgsmeldung .

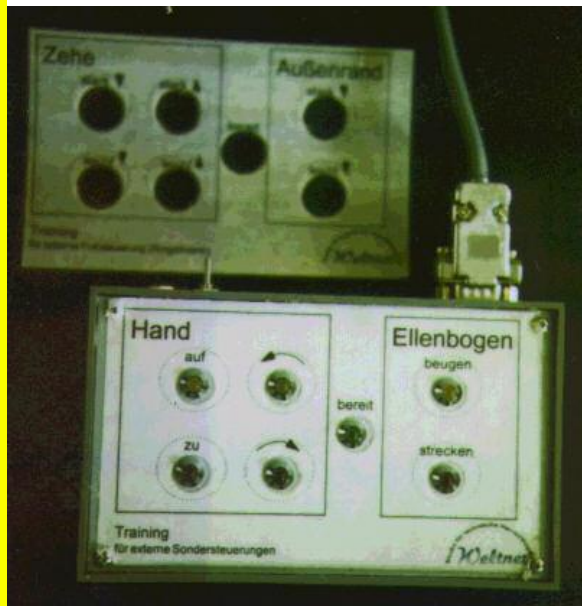
Für dieses System werden die einzelnen Komponenten als Sonderanfertigung hergestellt, bzw. industrielle Bauteile modifiziert. D.h., mit der Herstellung muss gleichzeitig an die spätere Systemwartung gedacht werden. Ein Diagnosemodul ist deshalb ebenfalls erforderlich.

Trainings- und Diagnose-System



Die Sondersteuerung ist eine spezielle Entwicklung von mir. Weitere Verwendungsmöglichkeiten in entsprechend abgeänderten Formen sind hierdurch gleichzeitig erschlossen. Der Bau eines Trainingsmoduls, welches dem Patienten bereits in der Präversorgungsphase leihweise zur Verfügung steht, war grundsätzlich notwendig. Die Unterbringung dieses Systems in einem handlichen Koffer erschien darüber hinaus sinnvoll. Die Aushändigung an den Patienten erfolgt ohne das Diagnosemodul. Dieses wird ausschließlich zum Bau der Armprothese bzw. deren Wartung oder zur Wartung des Trainingsmoduls benötigt.

Das Zifferblatt des Trainingsmoduls ist in zwei Funktionsfelder eingeteilt. Ein Feld beinhaltet die Leuchtdioden für die Handfunktionen öffnen (gelb), schließen (rot), linksdrehen (gelb), rechtsdrehen (rot), und im 2. Feld befinden sich die Leuchtdioden für die Ellenbogenfunktionen beugen (gelb) und strecken (rot). Zwischen diesen Feldern gibt es eine weitere Leuchtdiode für die Bereitschaftsanzeige (grün). Sie leuchtet, wenn das Netzteil an der Geräterückseite und am Stromnetz angeschlossen und der Hauptschalter eingeschaltet ist. Das Zifferblatt ist fest am Gerät montiert, hat die Bezeichnung "Training für externe Sondersteuerungen" und kommt erst in der zweiten Trainingsphase zum Einsatz. Vorher wird ein loses zweites Zifferblatt mit der Bezeichnung "Training für externe Fußsteuerung" benutzt. Es ist für die vorgenannten Leuchtdioden gefenstert, hat jedoch andere Bezeichnungen. Analog zu den Feldbezeichnungen des fest montierten Zifferblattes "Hand" und Ellenbogen" steht auf dem losen Zifferblatt "Zehe" (Großzehe) und Außenrand" (Fußaußenrand). Die Bezeichnungen der Leuchtdioden und Pfeile nach unten bzw. oben mit den Zusätzen "stark" bzw. "schwach". Durch die neunpolige Steckbuchse an der Rückseite wird über ein Steuerkabel die Verbindung zum Fußteil bzw. zum Diagnose-Modul hergestellt.

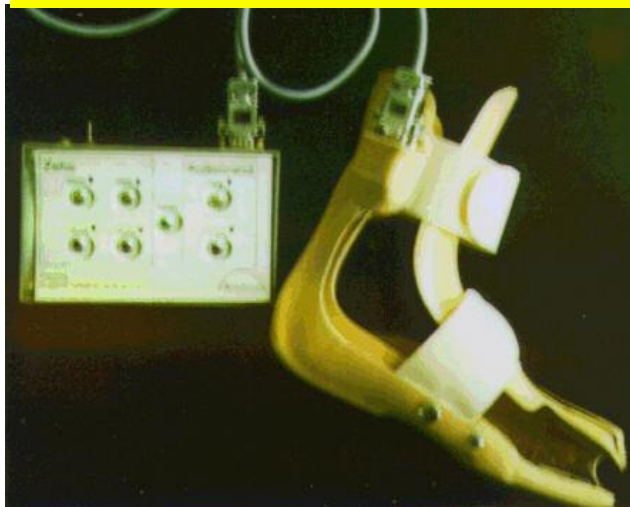


Das Zifferblatt ist fest am Gerät montiert, hat die Bezeichnung "Training für externe Sondersteuerungen" und kommt erst in der zweiten Trainingsphase zum Einsatz. Vorher wird ein loses zweites Zifferblatt mit der Bezeichnung "Training für externe Fußsteuerung" benutzt. Es ist für die vorgenannten Leuchtdioden gefenstert, hat jedoch andere Bezeichnungen. Analog zu den Feldbezeichnungen des fest montierten Zifferblattes "Hand" und Ellenbogen" steht auf dem losen Zifferblatt "Zehe" (Großzehe) und Außenrand" (Fußaußenrand). Die Bezeichnungen der Leuchtdioden und Pfeile nach unten bzw. oben mit den Zusätzen "stark" bzw. "schwach". Durch die neunpolige Steckbuchse an der Rückseite wird über ein Steuerkabel die Verbindung zum Fußteil bzw. zum Diagnose-Modul hergestellt.

Das Diagnose-Modul ist baugleich mit dem Trainingsmodul, unterscheidet sich jedoch dadurch, dass anstatt der Leuchtdioden für die Bewegungsfunktionen Drucktaster angebracht sind. Außerdem gibt es keinen Ein-Aus-Schalter. Durch die neunpolige Steckbuchse an der Rückseite wird über ein Steuerkabel die Verbindung zum Trainingsmodul bzw. zur Armprothese hergestellt. Die grüne Leuchtdiode leuchtet, wenn das Steuerkabel Verbindung zum betriebsbereiten Trainingsmodul herstellt, bzw. wenn Verbindung zur Armprothese mit betriebsbereiten Akkus besteht. Die Bezeichnung für dieses Gerät auf dem Zifferblatt lautet "Diagnose für externe Sondersteuerungen".

Durch Betätigung der Drucktaster bei bestehender Verbindung zum Trainingsmodul, leuchten die entsprechenden Leuchtdioden auf, bzw. bei Verbindung zur Armprothese werden die entsprechenden Bewegungen ausgeführt. Es ist somit sowohl am Trainingsmodul als auch an der Armprothese die Ursache von Funktionsausfällen bereits im Vorfeld eingrenzbar.

Das Fußteil wird stiefelförmig am Fuß adaptiert. Hierdurch werden drei zweistufige Druckschalter platziert. Einer sitzt unterhalb der Großzehe. Bei leichtem Druck wird Schaltstufe eins aktiv. Sie steuert die Hand-zu-Funktion der digitalen Elektrohand. Fester Druck gegen diesen Schalter steuert die 2. Schaltstufe und somit die Hand-auf-Funktion der Elektrohand an.



sich oberhalb der Großzehe. Bei leichtem Druck wird Schaltstufe eins aktiv. Sie steuert die Linksdrehung des Handgelenkes. Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine rechte Prothese, d.h., Linksdrehung ist gleichbedeutend mit Pronation. Fester Druck gegen diesen Schalter steuert die zweite Schaltstufe und somit die Rechtsdrehung (hier Supination) an. Der dritte Schalter ist unterhalb des 5.

Mittelfußköpfchens angebracht. Schaltstufe eins steuert die Streckung des elektrischen Ellenbogengelenkes und Stufe zwei die Beugung.

Mit dem losen Zifferblatt des Trainingsmoduls lernt die Patientin zuerst die einzelnen Bewegungsabläufe isoliert durchzuführen und hat durch die einzelnen Leuchtdioden eine entsprechende Kontrolle.

Das Fußteil wird durch eine Hilfsperson am Fuß der Patientin angelegt, und das Trainingsmodul wird angeschlossen. Die Patientin kann sitzend oder liegend trainieren und bestimmt selbst die Zeiträume und Intervalle. Erfolgen die einzelnen Bewegungsabläufe kontrolliert, kann die 2. Trainingsphase beginnen. Das lose Zifferblatt des Trainingsmoduls wird entfernt und die Patientin lernt nun die einzelnen Bewegungsabläufe des Großzehes bzw. des Fußaußenrandes den einzelnen Prothesenfunktionen zuzuordnen, denn nun sind die Leuchtdioden mit den Funktionen der Prothese bezeichnet. Diese zweite Trainingsphase überschneidet sich mit dem praktischen Prothesentraining. Das Trainingssystem wird erst nach routinemäßigem Beherrschen der Armprothese zurückgenommen.



Die Armprothese



Die Prothese ist aus Gießharz hergestellt und verfügt im Oberarmbereich über einen Innen- und Außenschaft. Am Körper fixiert wird die Prothese durch einen brustfreien Tragegurt. Im Außenschaft eingebaut sind zwei parallel geschaltete 6V-Wechselakkumulatoren der Fa. OTTO BOCK und zwei Schaltrelais für die Ellenbogen-Ansteuerung. Ein für unser Steuersystem umgebautes elektrisches Ellenbogengelenk der Firma HOSMER DORRANCE verbindet den Prothesenoberarm mit einem Gießharzunterarmteil, in welches ein elektrischer Hand-Dreh-Motor mit einem Getriebe der Fa. OTTO BOCK eingebaut ist. Zwei Relais für die Ansteuerung dieses Dreh-Systems, sowie die Verkabelung zum Handgelenkanschuß für eine digitale Elektrohand der Fa. OTTO BOCK sind ebenfalls im Unterarmteil untergebracht. Überzogen ist die Prothesenhand mit einem kosmetischen Handschuh. Die elektrischen Bauteile wurden der Kompatibilität zu meinem Trainings- und Diagnosesystem wegen entsprechend umgerüstet. Der Prothese sind neben den beiden Akkumulatoren zwei weitere Akkus zum Wechseln mit je einem dazugehörigen Ladegerät der Fa. OTTO BOCK beigefügt.

Das An- und Ablegen erfolgt durch eine Hilfsperson. Da die Prothese das einzige Greiforgan der Patientin darstellt, muss auch das Akkuwechseln durch die Hilfsperson erfolgen. Die durch die Versorgung erhaltene bescheidene Unabhängigkeit der Patientin beginnt praktisch erst nach dem Anlegen der betriebsbereiten Armprothese und endet mit dem Ablegen dieser. Trotzdem bedeutet dieser kleine Schritt für die Patientin ein Wesentliches an gewonnener Lebensqualität.

Nachtrag - weitere Komplikationen

Der Therapie-Komplikationen noch nicht genug - nachdem das Training mit dem Trainingsmodul bereits im fortgeschrittenem Stadium war, und die Prothese wechselweise mit einbezogen wurde, veränderte sich das bis dahin trocken gewesene nekrose Stumpfendgewebe und begann sich gangränartig aufzuweichen (vergleichbar mit Wundbrand). Eine sofortige Nachamputation war nun angesagt.

Primär war nun wichtig, den Stumpf in einen reizlosen Zustand zu versetzen. Dabei wurde bewusst die Möglichkeit in Kauf genommen, dass der Prothesenschaft nachher nicht mehr passen würde und entsprechend verändert - ja im Extremfall sogar erneuert werden muss.

Wichtig ist hierbei jedoch, dass das bisher erreichte Trainingsergebnis durch fleißiges Weiterüben nicht verloren geht und anschließend die Maßnahmen ganz von vorne beginnen müssen.

Es ist nach Abschluss der Rehabilitation eine erweiterte Neuauflage geplant. Wir dürfen gespannt sein, wie das darin gezeigte Rehabilitationsergebnis aussehen wird...

Bisher erschienene Aufsätze

Kontakt: Office Peter Weltner ** www.peter-weltner.de ** office@peter-weltner.de



Armprothesen und Teilhandersatz. Optimierung bei Versorgung durch Spezialisten.

Beschreibung gängiger Prothesenarten unter Aufteilung in Amputationshöhen (Versorgungsebenen). Der Stellenwert der Armprothetik innerhalb der Orthopädietechnik sowie optimierte Prothesenversorgung unter kostendämpfendem Gesichtspunkt wird hier aufgezeigt.

Aus dem Inhalt:

Ästhetischer Finger- und Teilhandersatz; Handgelenk-Exartikulation; Unterarm-Amputation; Ellenbogen-Exartikulation; Oberarm-Amputation; Schulter-Exartikulation

Information für Patienten, Verordner, Therapeuten und Kostenträger.

Unterarmprothesen für Kinder. Von der Patschhand zur Myoelektrik

Zweifellos sind funktionelle Unterarmprothesen die effizientesten Prothesenversorgungen an der oberen Extremität, - wenn die Benutzer(innen) damit richtig umgehen gelernt haben. Betroffene Kinder frühzeitig für den Einsatz solcher Prothesentypen zu trainieren, ist Aufgabe der Teamgemeinschaft Therapeut-Prothesenbauer-Erzieher.

Dieser Aufsatz zeigt einige Unterarm-Versorgungsmöglichkeiten für Kinder auf und geht auf die Steigerung der Anforderung an das betroffene Kind zur Bedienung der einzelnen Prothesenfunktionen ein.

Aus dem Inhalt:

Das Funktionsorgan Hand; Kunststoff-Patschhand; Ästhetische Kunststoffhand; Passive Prothesehand; Einzug- und Zweizug-Prothesehand; Kraftzughooks für zugbetätigte Prothesen; Myoelektrische Prothesehand für das Kleinkind; Myoelektrische Prothesehand für Jugendliche; Die kindliche Körperentwicklung in der Übersicht; Checkliste I zur Vorbereitung einer Erstversorgung; Checkliste II zur Überprüfung von Paßform und Funktion.

Information für Eltern von Betroffenen, Verordner, Therapeuten und Kostenträger.



Die kindliche Armprothesenversorgung bei kongenitalem Stumpf.

Dieser Aufsatz geht auf die Problematik bei angeborenen Fehlbildungen ein. Er berücksichtigt das Umfeld der betroffenen Kleinkinder und erörtert die Versorgung durch Kunststoff-Patschhände als Einstieg in spätere funktionelle Armprothesen-Versorgungen. Eine Unterarm- und Oberarmversorgung werden als Beispiele dargestellt.

Aus dem Inhalt:

Rehabilitation mit oder ohne Prothese?; Der richtige Zeitpunkt; Das Problem; Das Funktionsorgan Hand; Das Hilfsmittel; Unterarmversorgung; Oberarmversorgung; Die kindliche Körperentwicklung in der Übersicht.

Information für Eltern von Betroffenen, Verordner, Therapeuten und Kostenträger.

Elektrische Oberarmprothese mit Fußsteuerung. (Aus der Reihe Sondersteuerungen der erste Aufsatz)

Dieser Aufsatz widmet sich einer nicht gerade alltäglichen Versorgung. Es wird dabei aufgezeigt, wie bei zunächst aussichtslosem Zustand doch noch ein Weg zu einer lebensqualitätsverbessernden Lösung gefunden wird. Eine vollständig pflegebedürftige Patientin verfügt als einziges noch funktionierendes Glied noch einen Fuß. Mit Druckschalterbetätigungen durch Fuß und Zehen werden die Funktionen einer Oberarmprothese gesteuert. Trainiert werden die Steuerungsbewegungen durch ein eigens hierfür entwickeltes Trainings- und Diagnose-System.

Aus dem Inhalt:

Problem-Idee-Lösung; Trainings- und Diagnose-System; Die Armprothese; Nachttag.

Information für Betroffene, Verordner, Therapeuten, Kostenträger und Berufskollegen.



Die Versorgung mit funktionellen Teilhandersatzstücken.

Als Randgebiet gelten funktionelle Prothesenversorgungen an Teilhand-Defekten. Zu unterschiedlich sind Anforderungen und Stumpfstadien, um einigermaßen rationelle Herstellungstechniken einsetzen zu können.

Betroffene Leser dieses Aufsatzes werden angeregt und motiviert, eigene Wünsche in die Herstellung mit einfließen zu lassen. Anhand der aufgeführten Beispiele wird die außerordentliche Effizienz dieser Prothesenart erkennbar.

Aus dem Inhalt:

Das Funktionsorgan Hand; Rehabilitation mit oder ohne Prothese?; Versorgungsbeispiele.

Information für Betroffene, Verordner, Therapeuten, Kostenträger und Berufskollegen.