

Entwicklung einer dynamischen Orthese für die Obere Extremität

Nangue, A.

Stütz- und Bewegungsorganen bilden das größte Organsystem des menschlichen Körpers. Sie können von Formveränderungen, Funktionsstörungen, Verletzungen ...usw. betroffen sein und das Leben eines Menschen deutlich erschweren. In den meisten Fällen wird die Orthese einerseits zur Fixation und andererseits zur Korrektur von Gliedmaßen und Rumpf verwendet. In diesem Artikel werden die Schritte der Entwicklung einer dynamischen Orthese zur Bewegungsrückgewinnung der oberen Extremität beschrieben.



Support and motion organs build the main organ system of the human body. They are therefore vulnerable to diseases, injuries, dysfunctions, shape changes...etc. and can negatively affect people's life. In most cases an orthosis is used to restrict the movement in a given direction on one hand or to guide, assist and correct it on the other hand for limbs and torso. The different steps in designing a dynamic orthosis to regain the upper limb mobility will be described in this article

1 Einleitung

Infolge eines Traumas jeglicher Art, sehen sich viele Menschen mit der Situation konfrontiert ihr Leben zukünftig nur mit einem gesunden Arm bewältigen zu müssen. Der betroffene Arm bleibt Teil des Körpers, folgt aber nicht mehr dem Willen des Geistes. Neben der Einschränkung der Handlungsmöglichkeit, stellt dieser Widerspruch zwischen Physis und Funktion für den Patienten eine schwere Last dar. Eine Orthese ist ein orthopädischer Apparat, welcher die Funktion der Extremitäten unterstützt oder korrigiert. Durch den Einsatz von moderner Steuerungs- und Antriebstechnik kombiniert mit der erforderlichen Mechanik bzw. Biomechanik, kann es nun möglich sein solche Menschen in ihrer schwierigen Lage helfen zu können. Durch die Einfassung des betroffenen Arms in einer solchen Orthese, welche durch die entsprechende Steuerungseinheit zu selbstständiger Bewegung fähig ist, kann der Arm des Patienten wieder an Grundfunktionen gewinnen.

2 **Aufgabestellung**

Ziel dieser Arbeit ist es, eine aktive Orthese zu erarbeiten und zu gestalten, welche es dem Benutzer ermöglicht den betroffenen Arm wieder bewegen zu können, um eine gewisse Selbstständigkeit zu erlangen. Dabei sollen erstmals die Grundbewegungen: Flexion / Extension (Nr.4 in Abbildung 1) und Pronation/Supination (Nr.5 in Abbildung 1) wiederhergestellt werden. Des Weiteren soll das System so ausgelegt werden, dass eine leichte Integration dieses in den Alltag des Betroffenen möglich macht

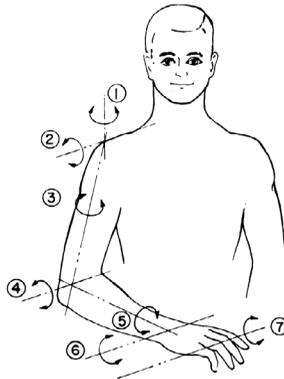


Abbildung 1: Mögliche Freiheitsgrade der oberen Extremität

3 **Anforderungsliste**

Die aus der Aufgabestellung vorgegebenen sowie während der Lösungssuche entstandenen Anforderungen werden über die ständige aktualisierende Anforderungsliste (Abbildung 2) dokumentiert und auf Stand gehalten. Sie dient im Wesentlichen dazu eine Übersicht zu behalten, Hauptfunktionen zu erkennen sowie Teilfunktionen einfacher herauszuarbeiten. Später ist sie von großer Bedeutung bei der Lösungssuche für die einzelnen herausgearbeiteten Haupt- und Teilfunktionen sowie ihre Abarbeitung.

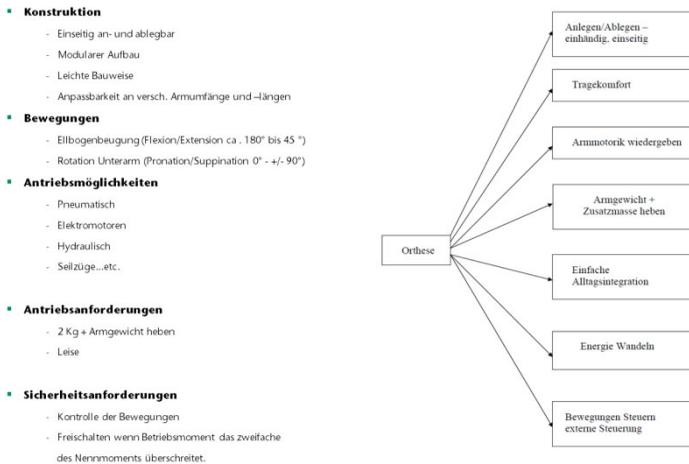


Abbildung 2: Anforderungsliste der dynamischen Orthese

4 Lösungssuche und -findung

Eine dynamische bzw. aktive Orthese bezeichnet eine Orthese, welche den betroffenen Körperteil des Patienten nicht nur durch Form und Aufbau stützend oder führend, sondern auch dynamisch beeinflusst. Ausgehend von dieser Definition, eignet sich als Methode zur Lösungsfindung die Bionik kombiniert mit dem klassischen Brainstorming. Mit anderen Worten: Die Natur gibt es vor und wir können es nachahmen.

4.1 Lösungssuche für die Flexion/Extension

Die menschliche Obere Extremität ist ein anatomisch und physiologisch sehr komplexer Apparat. Eine vereinfachte Betrachtung der Gegebenheiten (Abbildung 3) und hierbei speziell den Bereich des Ellbogens sowie Ober- und Unterarms soll als Ausgang und Grundstein für die weitere Arbeit sowie dem besseren Verständnis der Flexion bzw. Extension dienen. Sämtliche Muskeln und Gewebe werden bis auf eine Muskel, welche für die Streckung und Beugung des Arms verantwortlich ist, vernachlässigt. Für die Realisierung dieser Bewegungen sind eine Menge einzelner Lösungen entstanden worden, die aber später auf Realisierbarkeit und Kompatibilität bewertet werden müssen. Die Abbildung 3 zeigt eine Lösung der Armstreckung bzw. -beugung anhand eines elektrischen angetriebenen Schneckenrads.

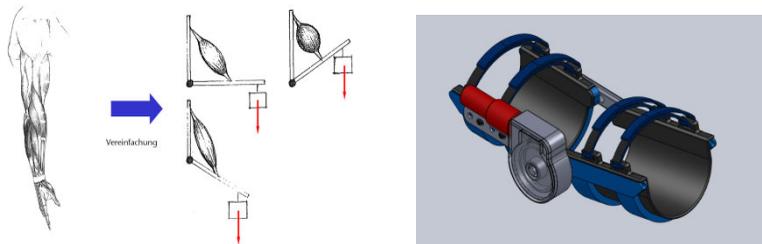


Abbildung 3: Lösungssuche für die Flexion/Extension

4.2 Lösungssuche für Pronation/Supination

Ähnlich wie bei der Flexion und Extension stellt die Lösungssuche bei der Pronation/Supination eine gewisse Herausforderung dar. Die Nachbildung dieser Bewegungen erfolgt über ein besseres Verständnis der Anatomischen Hintergründe (Abbildung 4).

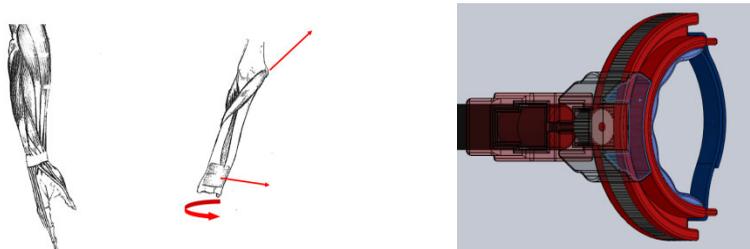


Abbildung 4: Lösungssuche für die Pronation/Supination

4.3 Lösungsfindung und -bewertung

Die Orthese soll in der Lage sein beide Bewegungen getrennt oder kombiniert wiedergeben zu können. Außerdem müssen sich die Lösungen den vorgegebenen sowie neu entstandenen Anforderungen anpassen (Abbildung 5). Die Bewertung und Ausscheidung erfolgt iterativ über technisch und wirtschaftlich festgelegte Gewichtungsfaktoren. Große Vorteile bringt die Bauart nach dem Baukastenprinzip. Der modulare Aufbau ermöglicht einfache Montageprozesse sowie Reparatur durch Austausch fehlerhafter Komponente. Das System ist außerdem durch seine hohe Flexibilität (Anpassungsfähigkeit) ge-

kennzeichnet. Unterschiedliche Module stehen zur Verfügung und können angebracht, entfernt, gewechselt...etc. werden und somit kann sich das System an neue Bedingungen anpassen. Das ist z.B. der Fall, wenn die Orthese für unterschiedliche Armlängen bzw. -umfänge verwendet werden soll.

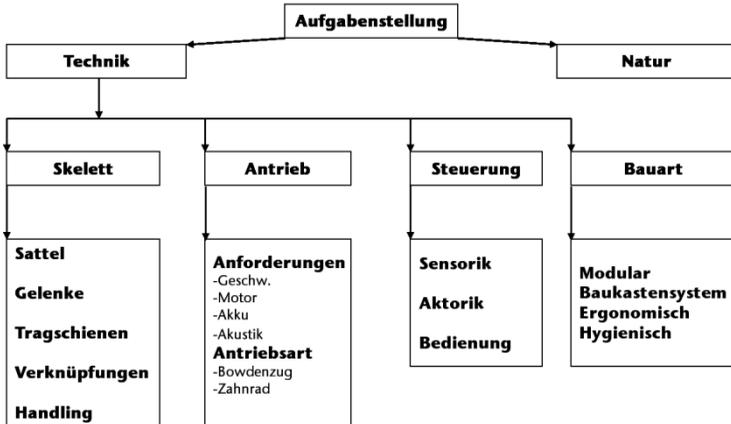


Abbildung 5: Konstruktionsbaum der Orthese mit Funktionen

Aus dem Konstruktionsbaum konnten die besten Lösungen für die Haupt- und Teilfunktionen ausgewählt und kombiniert werden.

In der Abbildung 6 wird ein Prototyp der entwickelten Orthese dargestellt.

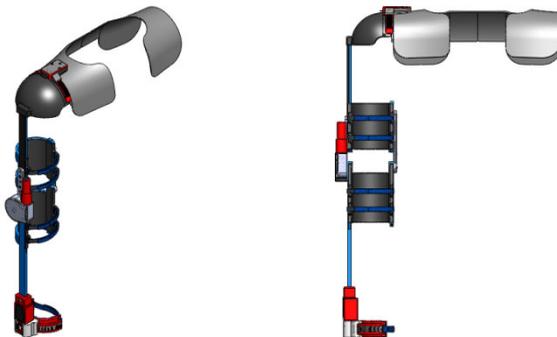


Abbildung 6: Prototyp einer aktiven Orthese

5 Zusammenfassung

Ein Prototyp der Orthese wurde ebenfalls angefertigt und getestet. Es folgten weitere Schritte für die Antriebsauslegung sowie die Steuerung, die aber hier nicht dokumentiert wurden. Der Prototyp wies sich als sehr robust auf und konnte die wesentlichen Anforderungsmerkmale erfüllen. Die Bewegungen ließen sich zusammen und getrennt durchführen. Allerdings die Extension bzw. Flexion des Unterarms mit geringer Geschwindigkeit. Der Orthese muss als nächstes ein Optimierungsprozess unterzogen werden, womit sich die Schwachstellen des Apparats beseitigen lassen. Dabei muss vor allem an die Festigkeitsanforderungen, sowie Leichtbau und weiterhin kompakten Aufbau geachtet werden.

6 Literatur

- /1/ Lohrengel, A.: Konstruktionslehre I und II, Vorlesungsskript, IMW Clausthal 2009
- /2/ Müller, N.: Rechnerintegrierte Fertigung (CIM), Vorlesungsskript, IMW Clausthal 2009
- /3/ Cochran, G. V. B.: Orthopädische Biomechanik. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart 1988
- /4/ Slack, M. Berbrayer, D. : A myoelectrically controlled wrist-hand orthosis for brachial plexus injury: A case study. JPO 1992, Vol 4, Num 3, p 171
- /5/ Vernon L., Karchak A.: Electrically powered orthotic systems The Journal of bone & Joint surgery Needham 1969