

Entwicklung eines pneumatischen Antriebs für eine Kniegelenksorthese

Bachelorarbeit 60
12.11.2019

Hintergrund

- Mit zunehmendem Alter ist der Mensch einer natürlichen Degeneration des Bewegungsapparates ausgesetzt. Die wirkt sich auf die Mobilität, die Selbstständigkeit und letztlich auf die Lebensqualität der Betroffenen aus.
- Eine aktive Kniegelenksorthese unterstützt die Beinmuskulatur des Patienten, sodass eine Wiederherstellung der Mobilität erfolgt.
- Bei 60% der bekannten Antriebssysteme für aktive Kniegelenksorthesen kommen elektrische Antriebe zum Einsatz. Aufgrund der geringen Energiedichte der Akkumulatoren, steht bei diesen eine ausreichende Energieversorgung des Systems einer kompakten und leichten Antriebseinheit gegenüber [1].
- Pneumatische Antriebe haben, im Gegensatz zu elektrischen Antrieben, eine viel höhere Energie- und Leistungsdichte [1].

Ziele

- Es soll ein Konzept für einen in zwei Richtungen wirksamen Schwenk-antrieb mit einem Winkel von 110° und einem Drehmoment von maximal 50Nm erarbeitet werden.
- Sowohl fluidische Muskeln als auch konventionelle Pneumatikzylinder, die mit einem Feder/Dämpfer-Element versehen sind, sollen eingesetzt werden können. Als Medium soll flüssiges Kohlenstoffdioxid (CO_2) verwendet werden, da CO_2 ein viel geringeres Volumen einnimmt als Druckluft [2].
- Ziele sind die Entwicklung, der Aufbau und die Validierung der Funktion eines pneumatischen Antriebs für eine Kniegelenksorthese.

Ergebnisse

- Ein pneumatischer Antrieb, mit den Maßen 640mm x 240mm x 140mm des Rahmens und einem Hebelarm von 350mm, wurde konstruiert und aufgebaut (vgl. Abb.1 und Abb.2).
- Die Kraftübertragung erfolgt mit Hilfe von einem Zahnriemen und einer Zahnriemenscheibe ($\varnothing 70\text{mm}$).
- Die Aufnahme der Last ist mit Schrauben am Schwenkarm befestigt und kann, abhängig von der angehängten Last, eingestellt werden.
- Der pneumatische Antrieb ist für einen Betriebsdruck von 6bar, einem maximalen Drehmoment von 50Nm und einem Winkelausmaß von 110° ausgelegt.
- Die Tests, zur Validierung der Funktion, haben gezeigt, dass ein Winkel-ausmaß von 114° , bei vollständiger Ausnutzung des Zylinderhubes, möglich ist. Ein Drehmoment von 50Nm kann vom Antrieb aufgebracht werden.
- Eine Kombination aus dem maximalen Drehmoment von 50Nm und einem Winkel von 110° kann mit dem eingesetzten 5/3-Wegeventil nicht gezeigt werden. Da die Kraft, die im System herrscht, wenn beide Pneumatikzylinder eingefahren sind und der Zahnriemen vorgespannt ist, zu einem Versagen des Systems führt.
- Bei der benötigten Vorspannung des Zahnriemens, einem Betriebsdruck von 4bar und einem Drehmoment von 34,34Nm wird ein Winkelausmaß von 110° erreicht.

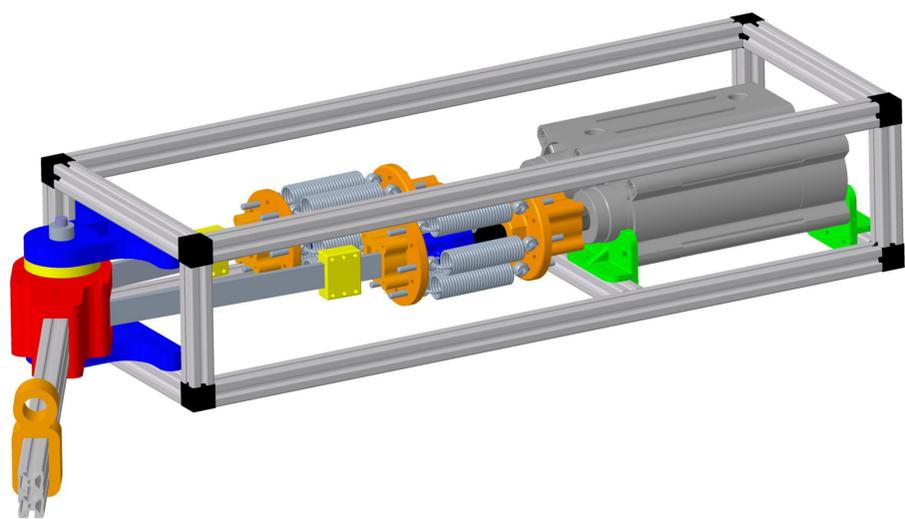


Abbildung 1: Konstruierter pneumatischer Antrieb

Methoden

- Zur Entwicklung des Konzeptes wurde die Richtlinie VDI 2221 „Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme“ angewendet.
- Die Bewertung der Konzeptvarianten erfolgte nach der Richtlinie VDI 2225 „Technisch-wirtschaftliches Konstruieren“.
- Um die Anzahl an Zukaufteilen gering zu halten, wurden die benötigten Einzelteile, sofern möglich, mittels der 3D-Drucktechnologie *Fused Deposition Modeling* (FDM) gefertigt.
- Zur Validierung der Funktion des pneumatischen Antriebs wurden verschiedene Tests durchgeführt.

Der pneumatische Antrieb

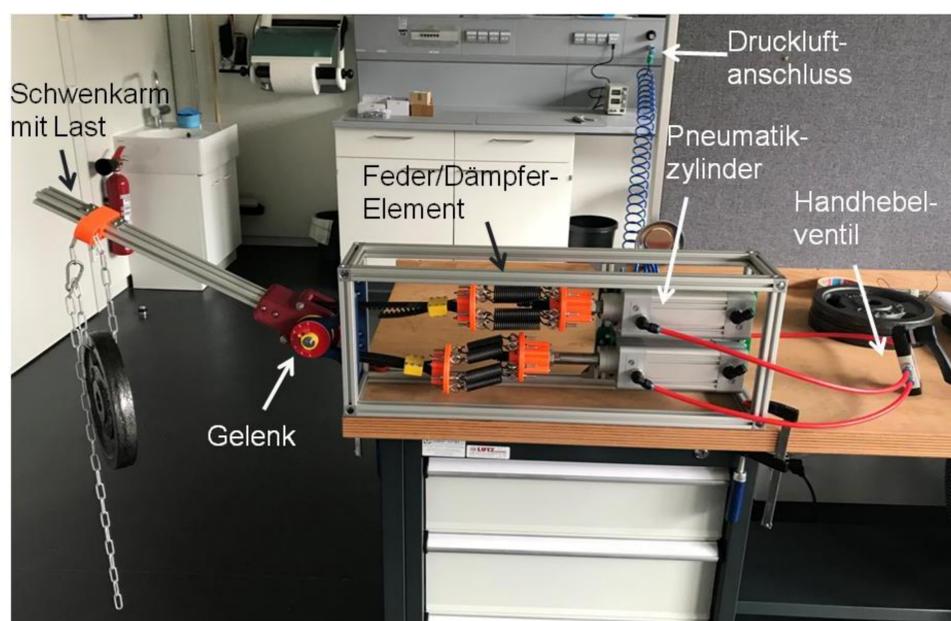


Abbildung 2: Gesamtaufbau des pneumatischen Antriebs

Fazit

- Die pneumatische Aktuierung einer Kniegelenksorthese mittels zwei doppelwirkenden Pneumatikzylindern, die einfachwirkend im Zug-Modus betrieben werden, und zwei Feder/Dämpfer-Elementen ist möglich.
- Das Ersetzen des 5/3-Wegeventils, durch beispielsweise eine Kombination aus zwei 2/2-Wegeventilen pro Aktor, ist erforderlich, um einen Winkel von 110° bei einem Drehmoment von 50Nm zu erreichen, ohne dass der Antrieb versagt.
- Die Gasdruckversorgung wurde mittels Druckluft realisiert. Der Betriebsdruck liegt bei 6bar.
- Der Einsatz von fluidischen Muskeln und die Umsetzung der Gasdruckversorgung mittels CO_2 stehen noch aus.
- Die Realisierung der Ansteuerungselektronik, die Regelung des Antriebs sowie die Implementierung in eine Kniegelenksorthese ist in weiterführenden Arbeiten umzusetzen.

Literatur

[1] R. Müller, „Leichtbauantriebe mit hohen Kräften für Orthesengelenke“, Technische Universität Darmstadt; 2017

[2] L. Schwenkel, „Chemische Druckerzeugung für mobile pneumatische Orthesen“, Institut für Medizingerätetechnik, Universität Stuttgart; 2019.