

Piezoelektrischer Linearmotor

Studiengang: BSc in Medizininformatik

Betreuer: Prof. Roland Rombach

Experte: Dr. Rudolf Bauer

In vielen Bereichen der Technik bietet die Entwicklung von künstlichen Muskeln ein grosses Potenzial. Sei dies zur Realisierung von humanoiden Robotern, Rehabilitationsroboter oder Fingergreifer für industrielle Anwendungen. Diese Arbeit behandelt die Entwicklung eines Linearmotors, welcher die Bewegungen der Proteinmolekülen in der menschlichen Muskelzelle mit piezoelektrischen Keramikelementen nachahmt. Das Resultat dieser Arbeit ist ein funktionsfähiges Vorzeigemodell.

Ausgangslage

Bisherige Konzepte zur Realisierung von künstlichen Muskeln betrachten nur die Kontraktion des gesamten Muskels und nicht die Bewegungsvorgänge in den einzelnen Muskelzellen. Diese natürlichen Bewegungsmuster der Proteinmoleküle, Myosin und Aktin, bilden die Basis zur Entwicklung eines neuen Konzeptes von Linearmotoren. Für dessen Nachahmung bieten sich piezoelektrische Keramiken an, da sie frei formbar und praktisch beliebig skalierbar sind. Durch gezieltes Anordnen und Ansteuern von Piezoelementen können auf kleinstem Raum Bewegungsvorgänge erzeugt werden.

Ziel

In dieser Arbeit wird ein Antriebskonzept zur Realisierung eines Linearmotors mit Piezoelementen entwickelt, welches die Funktion einer Muskelzelle nachahmt. Um praktische Erfahrungen zu sammeln, wird ein lauffähiges Vorzeigemodell entwickelt und hergestellt.

Vorgehen

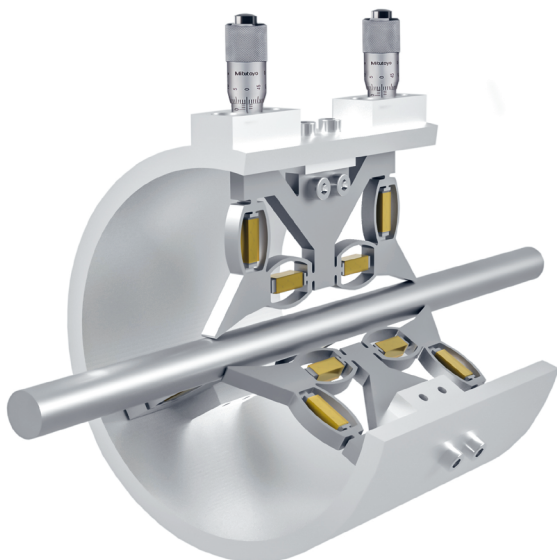
Die Grundlagen zur Funktion von Muskeln und die physikalischen Modelle von Piezokeramiken werden behandelt. Die Erkenntnisse aus dieser Analyse dienen zur Entwicklung und Konstruktion eines Anschauungsmodells. Nach einer FEM-Simulation des Modells, wird dieses hergestellt, montiert und betrieben. Die Simulation soll anschliessend mit Messungen validiert werden. Die gewonnenen Erfahrungen aus der Praxis fliessen in ein theoretisches Konzept für einen piezoelektrischen Mikro-Linearmotor ein.

Ergebnis

Mit einem Durchmesser von rund 90 mm und einer Länge von 100 mm wurde ein handliches Vorzeigemodell entwickelt. Zwei Piezostacks führen mit einer Klemm- und Hubbewegung das Bewegungsmuster aus um den Läufer zu bewegen, wobei ein Hub von $<1\text{ }\mu\text{m}$ möglich ist. Diese Anordnung ist gespiegelt und die vier Piezostacks sind in einen Halter montiert (siehe Abbildung). Drei solche Halter sind mit einem Winkel von 120° zueinander montiert, um den Läufer, ein geschliffener Zylinder $\varnothing 10\text{ mm}$, zu zentrieren. Durch die gespiegelte Anordnung, ist der Läufer zu jedem Zeitpunkt geklemmt und es ist keine zusätzliche Lagerung nötig. Da die drei Halter mit einer Genauigkeit von $5\text{ }\mu\text{m}$ zum Läufer positioniert werden müssen, wird die Feineinstellung mit zwei Präzision-Einbauschrauben durchgeführt. Die Ergebnisse aus der FEM-Simulation des Vorzeigemodells konnten erfolgreich mit Messungen validiert werden. Bei einer präzisen Positionierung der Aktoren, kann gemäss der Simulation eine Geschwindigkeit des Läufers von rund 16 mm/s erreicht werden.



Patrick Riem



Schnittansicht des Anschauungsmodells