

Wendeltreppenfähiger Rollstuhl

Neuentwicklung eines Treppensteigmechanismus für den Rennrollstuhl des Robility Enhanced Teams

Diplomand



Sandro De Paoli

Ausgangslage: Der Cybathlon, initiiert von der ETH Zürich, bietet eine Plattform für technische Innovationen, welche Menschen mit motorischen Einschränkungen den Alltag erleichtert. Seit Beginn nimmt das MEDTECH LAB-Team der OST teil, um Lösungen für Disziplinen wie die Rollstuhlgänglichkeit zu entwickeln. Beim Cybathlon-Rollstuhlrennen müssen Hindernisse wie Treppen und unebene Untergründe bewältigt werden. Der Rollstuhl ZED 3.0 überzeugte 2020 mit seinem Treppensteigmechanismus, der aus zwei höhenverstellbaren, etwa einen Meter langen Raupenpaketen besteht.

Für die Wettbewerbe 2024 und 2028 stellt jedoch die neu eingeführte Wendeltreppe („Winding Stairs“) eine Herausforderung dar, da der aktuelle Aufbau des ZED 3.0 nicht ausreicht. Analysen identifizierten drei Hauptprobleme: Instabilität durch nur drei Auflagepunkte, Verformung der Radaufhängung durch seitliche Belastungen und fehlende Dämpfung beim Herunterfahren, was Komfort und Struktur belastet. Ziel ist es, einen Treppensteigmechanismus zu entwickeln, der diese Probleme löst und zugleich die Überwindung anderer Hindernisse weiterhin ermöglicht.

Vorgehen: Die Entwicklung folgte der Richtlinie VDI 2221, die in vier Phasen unterteilt ist: Klären, Konzipieren, Entwerfen und Realisieren. Zunächst wurden die Anforderungen erfasst und im Pflichtenheft dokumentiert. Die Analyse des Prozessablaufs lieferte notwendige Funktionen und Teifunktionen.

In der Konzeptionsphase wurden kreative Ideen durch Workshops mit Methoden wie Crazy-Eight und 6-3-5 entwickelt und konkretisiert. Vier Konzepte wurden erstellt und dem Auftraggeber präsentiert. Das ausgewählte Konzept wurde mit einem Holz-Mockup als Proof of Concept umgesetzt. Durch Berechnungen wie Lastverteilung und Anpassung an verschiedene Untergründe entstand eine Konstruktion, die an einer Wendeltreppe getestet wurde. Dabei wurden die Funktionen und Anforderungen überprüft.

Ergebnis: Aus der Ideenfindung entstanden zwei Konzepte für die Weiterentwicklung: eine Verbesserung des bestehenden Scherenhubmechanismus und die Entwicklung eines neuartigen Trikes mit drei Raupen – zwei symmetrische hinten und eine zentral verdrehbare vorne. Aufgrund des innovativen Potenzials und der Möglichkeit des Know-how Aufbaus in dieser Technologie wurde beschlossen, sich auf letzteres Konzept zu konzentrieren. Die Versuche zur Überwindung von Wendeltreppen mit dem entwickelten Aufbau zeigten funktionale Fortschritte, aber auch Schwächen. Während der Übergang vom Boden zur Treppe und das Hinaufsteigen einzelner Stufen überwiegend funktionierten, traten unter Last

Herausforderungen bei der Steuerung und Stabilität auf. Insbesondere Dämpfer und Raupenauslenkung führten zu unkontrollierten Bewegungen und Seitenneigungen. Fixierungen und manuelle Anpassungen verbesserten das Verhalten, konnten die Probleme jedoch nicht vollständig lösen. Auf geraden Treppen verliefen die Tests stabiler, jedoch blieben Steigungen eine Herausforderung. Für die Weiterentwicklung wird empfohlen, die Steuerung der Raupen zu optimieren, die Dämpfung anzupassen und die Stabilität durch Schwerpunktverlagerung zu verbessern, um eine zuverlässige Nutzung auf verschiedenen Treppenarten zu gewährleisten.

Bestehender Treppensteiger ZED 3.0
Abbildung aus der Aufgabenstellung



Mockup aus Holz des ausgewählten Konzepts "Raupen-Trike"
Eigene Darstellung



Entwickeltes Proof of Concept des Raupentrikes mit Hindernis der Wendeltreppe
Eigene Darstellung



Referent

Peter Eichenberger

Korreferent

Robert Zehnder,
Grieser AG, Aadorf,
TG

Themengebiet
Produktentwicklung