

Entwicklung einer fliehkraftbetätigten Magnetbremse für den eClimber

Studiengang : BSc in Maschinentechnik
Betreuer : Prof. Roland Fischer
Experte : Hanspeter Aeschlimann
Industriepartner : eClimber, Biel

eClimber, ein BFH-Startup, hat einen elektrischen Auto-Belay entwickelt, der das Klettern für Menschen mit Einschränkungen ermöglicht. Dank eines Algorithmus reguliert das System die Zugkraft, wodurch der Nutzer beim Aufstieg gezielt unterstützt wird. Doch beim Klettern zählt nicht nur der Aufstieg, auch ein kontrollierter Abstieg ist entscheidend. Eine Magnetbremse bietet hierfür die ideale Lösung, da sie leicht und kompakt ist und zuverlässig sowie kontaktfrei arbeitet.

Ausgangslage

Klettern ist ein Sport, der sowohl physische Aspekte wie Kraft und Ausdauer als auch mentale Fähigkeiten wie Strategie, Konzentration und Überwindung vereint. Obwohl die Disziplin auch für therapeutische Zwecke geeignet ist, birgt sie erhebliche Risiken: Bereits Stürze aus geringen Höhen können zu gefährlichen Situationen führen, weshalb zuverlässige Bremssysteme eine zentrale Sicherheitskomponente darstellen. Konventionelle Bremssysteme arbeiten meist mit mechanischen Komponenten, die Verschleiss unterliegen und regelmässige Wartung erfordern. Daher besteht die Notwendigkeit eines kompakten, wartungsarmen und reproduzierbar wirkenden Bremssystems.

Ziel

Ziel dieser Bachelorarbeit ist die Entwicklung einer magnetischen Bremse als Alternative zur aktuell im eClimber eingesetzten mechanischen Bremseinheit. Im Mittelpunkt stehen das Design und die Konstruktion eines kompakten und funktionsfähigen Prototyps einer magnetischen Bremse, der eine sichere und zuverlässige Bremswirkung für Lasten von 10 kg bis 150 kg bei einer maximalen Absenkgeschwindigkeit von 2 m/s gewährleistet. Darüber hinaus verfolgt die Arbeit das Ziel, sowohl das Gesamtgewicht als auch den Wartungsaufwand des Systems zu reduzieren, ohne die sicherheitsrelevanten oder funktionalen Anforderungen zu beeinträchtigen.

Implementation

Zur Umsetzung der Magnetbremse wurden die theoretischen Grundlagen der Wirbelstrombremse untersucht und direkt auf das Design des Prototyps übertragen, wobei die Randbedingungen des eClimbers berücksichtigt wurden. Eine Magnetbremse funktioniert, indem die Bewegung einer leitfähigen Scheibe im Magnetfeld Wirbelströme erzeugt, die der Rotation entgegenwirken und somit eine verschleissfreie Bremskraft erzeugen.

Auf dieser Basis wurden zwei Prototypen entwickelt, bestehend aus einer Aluminiumscheibe als Wirbelstromkörper sowie einem Magnetsystem aus Neodym-Permanentmagneten, die in ein vereinfachtes eClimber-Modell integriert wurden. Anschliessend erfolgten Messreihen mit unterschiedlichen Lasten und Absenkhöhen, um das Bremsverhalten zu charakterisieren und die Leistungsfähigkeit der Magnetbremse mit der bestehenden mechanischen Lösung zu vergleichen.

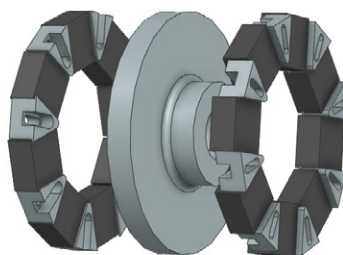
Der ursprünglich vorgesehene fliehkraftbasierte Betätigungsmechanismus wurde in den Prototypen nicht umgesetzt, da bestehende patentrechtliche Einschränkungen eine Realisierung innerhalb des Projektumfangs nicht ermöglichten.

Resultate

Die Ergebnisse zeigen, dass der erste Prototyp unter den gegebenen Randbedingungen Lasten bis 100 kg sicher abbremsen kann, während der zweite Prototyp für Lasten bis 150 kg optimiert wurde. Die Untersuchungen bestätigen, dass das entwickelte System eine vielversprechende Alternative zu herkömmlichen mechanischen Bremssystemen darstellt. Zudem zeigt die Magnetbremse ein hohes Potenzial hinsichtlich Wartungsreduktion, Gewichtersparnis und vielseitiger Einsatzmöglichkeiten.



Jose Nicolas Benjumea Herrera
benjumea.nicolas@hotmail.com



Darstellung der Kernelemente des zweiten Magnetbremse-Prototyps mit Permanentmagneten, leitfähiger Bremscheibe