



Diplomand Aebi Gabriel
Dozent Prof. Dr. Lodewyks Johann
Projektpartner Schindler Aufzüge AG
Experte Dipl. Ing. ETH Haller Ruedi
Themengebiet Produktentwicklung & Mechatronik

Prüfstands-Entwicklung zur Simulation des Kamineffektes an einer Aufzugstür

Ausgangslage

Die Aufzugsbranche stellt ein interessantes und weitreichendes Gebiet des Maschinenbaus dar. Das komplexe System eines Aufzuges erscheint auf den ersten Blick simpel und verständlich, aber die Herausforderungen liegen im Detail. Zahlreiche Komponenten müssen harmonisch zusammenarbeiten, um eine Aufzugskabine autonom von einem beliebigen Stockwerk zum nächsten befördern zu können.

Bei der logischen Aufgabe des Aufzugs gibt es Störgrößen, die bei der Konzeption berücksichtigt werden müssen. Ein solcher Faktor ist der Kamineffekt, der ab 50 m Schachthöhe (HS) als pfeifendes Geräusch wahrgenommen werden kann. Der Effekt ist hauptsächlich auf die Temperaturdifferenz zwischen dem Innenbereich des Gebäudes und der Aussentemperatur und der resultierenden Luftdichtedifferenz zurückzuführen (Klote, July 1991), wobei der Effekt im Winter stärker ausgeprägt ist. Besonders bei Hochhäusern stellt der Kamineffekt eine Herausforderung dar, da die Schächte überdurchschnittlich hoch sind. Das Temperaturgefälle kann einen Luftstrom im Schacht antreiben, welcher die Kraftbegrenzung (150 N) (Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 2020) einer Aufzugstür (Abb. 1) beim Schliess- oder Öffnungsvorgang ansprechen lassen kann. Die bewegte Luftmasse lässt den statischen Druck im unteren Bereich des Schachtes sinken und im oberen Bereich steigen. Dies hat zur Folge, dass der Druckunterschied zwischen Aussenbereich und Schacht eine orthogonale Kraft in Schliessrichtung gegen die Aufzugstürblätter ausübt. Die wirkende Kraft lässt die Reibkräfte in der Türmechanik die implementierte Kraftbegrenzung übersteigen oder die Mechanik der Aufzugstür versagt. In einem solchen Szenario kann der kontinuierliche Betrieb des Aufzuges nicht mehr gewährleistet werden.

Vorgehen

Der Fokus lag zunächst auf einer detaillierten Auseinandersetzung mit der Aufzugstechnik. Anschließend tauchte ich tief in das Konzept des Kamineffektes ein, wobei ich umfangreiche Recherchen durchführte. Mithilfe dieser Recherchen entwickelte ich ein mathematisches Modell, das ich erfolgreich mit Excel und Matlab umsetzte, um das physikalische Verhalten des Kamineffektes auf eine Aufzugstür zu simulieren.

Dies war notwendig, da im Rahmen dieser Arbeit keine Messwerte zur Verfügung standen und in naher Zukunft schwierig zu generieren sein werden. In einem nächsten Schritt konzentrierte ich mich auf darauf ein Prüfstandkonzept zu entwickeln, das eine physische Simulation des Effektes an einer Aufzugstür ermöglichen könnte. Der Abschluss meiner Arbeit bildet ein Proof of Concept, das belegt, dass das entwickelte Konzept praktisch umsetzbar ist.

Ergebnis

Die Arbeit beschäftigte sich intensiv mit der Untersuchung und Implementierung von Simulationsmöglichkeiten des Kamineffektes im Kontext von Aufzugstüren. Während der Konzeptphase wurden verschiedene Einwirkungsorte definiert, wobei die Analyse ergab, dass eine simple Lösung mit separaten Rollen auf jedem Türblatt vielversprechend ist.

Nach einer umfassenden Nutzwertanalyse wurde der Elektrozyliner von Cyltronic als optimaler Aktor ausgewählt, basierend auf seinem hohen Wirkungsgrad und der Deckung der benötigten Parameter wie Beschleunigungen, Geschwindigkeiten und Kräfte. Das entwickelte Konzept zeichnet sich durch eine einfache mechanische Struktur aus.

Eine potenzielle Anwendung des Konzepts besteht in der Implementierung eines Tests zur Begrenzung der Schließ- und Öffnungskraft.



Abb. 1: Aufzugstüre an einem Prüfstand montiert