

Marco Fratino

Diplomand	Marco Fratino
Examinator	Prof. Dr. Hanspeter Gysin
Experte	Prof. Dr. Hans Gut, Güdel AG, Langenthal, BE
Themengebiet	Simulationstechnik
Projektpartner	Schindler Elevator Ltd., Ebikon, LU

## Parametrisierung von Seilschwingungen an hohen Personenaufzügen

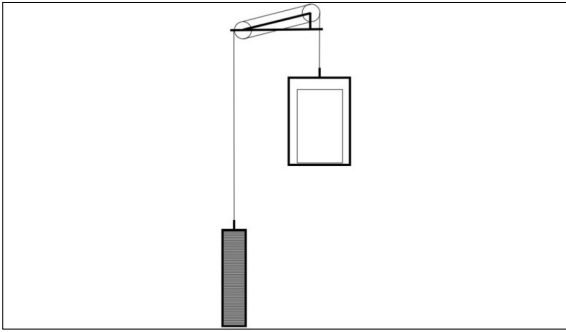


Abbildung 1: Modellvorstellung des Aufzugs  
Eigene Darstellung

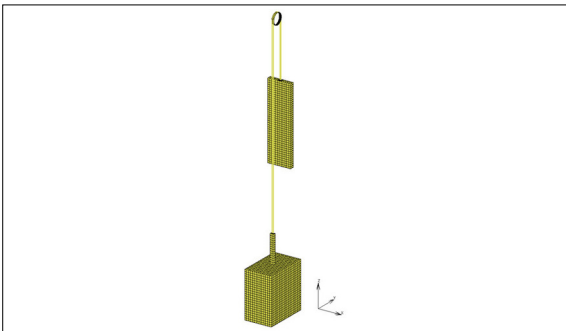


Abbildung 2: Modellaufbau mit finiten Elementen (Balken & Schalen)  
Eigene Darstellung

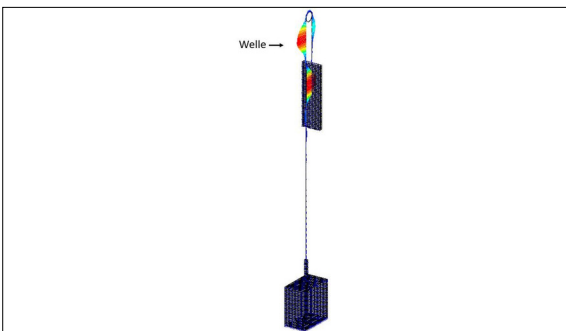


Abbildung 3: Seilauslenkungen durch Sinus-förmige Horizontal-Bewegung der Umlenkrolle  
Eigene Darstellung

**Ausgangslage:** Bei hohen Seilaufzügen können u.a. durch bestimmte Ausseneinflüsse Auslenkungen des Stahlseils entstehen. Diese Seilschwingungen verursachen einige Probleme, die unterschiedliche Effekte auf das gesamte System zur Folge haben. Dazu gehören unsauberes Fahrverhalten, Schäden an Aufzugsbestandteilen und Umgebung, Lärmentwicklung, Aufschwingen von Komponenten etc. Das Ziel der vorliegenden Bachelorarbeit ist es, ein Programm im FE-Tool Marc-Mentat zu entwickeln, bei dem durch Variation der vordefinierten Parameter die Seilauslenkungen bei einem Sinus-Input beobachtet werden können. Die Validierung der Simulation beruht auf Messungen, welche bei Schindler in einem 50 m hohen Messturm durchgeführt wurden. Bei den Messungen im Messturm wurden zwei unterschiedliche Arten von Messmittel eingesetzt. Einerseits wurden mehrere Frequenzganganalysen des Seils bei unterschiedlichen Fahrstuhlhöhen durchgeführt. Die gesammelten Daten dienen der Auswertung und dem Vergleich von Simulation mit dem realen System. Andererseits wurden die Seilschwingungen mittels Vibrometer begutachtet, um mögliche Fehlerquellen mit der Frequenzganganalyse auszuschliessen.

Um die oben definierten Ziele zu erreichen, wurde strikte nach der Methodik von eigenen Pilotstudien gearbeitet, die die Funktionalität der vorliegenden Bedingungen prüfen. Dafür wurde zuerst ein einfaches Modell festgelegt (siehe Abbildung 1), das Schritt für Schritt durch Pilotstudien zum Gesamtmodell verfeinert wurde. Dabei wurden jeweils weitere Details der Funktionalität hinzugefügt, so dass das Modell realitätsnaher geworden ist.

**Ergebnis:** Es wurde ein Excel-Dokument mit der Programmiersprache "Virtual Basic" erarbeitet, das durch Parametereingaben wie Abmasse, Fahrstuhlhöhe, Seildurchmesser, Inputschwingung u.a. FE-Modelle (siehe Abbildung 2) erstellt, die bei Bedarf zu Auswertungszwecken aufbaut und weiterverarbeitet werden können. Dabei werden durch ein Pop-Up-Fenster die Parameter ins FE-Programm Marc Mentat geladen und mittels vordefiniertem Code aufgebaut.

Der Vergleich der Seilauslenkungen von Messung und Simulation variiert in positiver sowie in negativer Richtung (siehe Abbildung 3). Eine gesicherte Aussage ist nicht möglich, weil der verwendete Mess-Puls nur ungenügend mit dem FEM-Puls korreliert. Bei hohen Personenaufzügen sind bestimmte Seillängen kritisch. Bei einer Auslenkung der Treibscheibe um 0.01 m wurde bei einer Seillänge von 172 m ein ca. doppelt so hohes Auslenken des Seils beobachtet. Dabei ist in diesem Seillängenbereich ein Aufschwingen des Seils zu beobachten, was Aussagen bezüglich der Resonanzfrequenz des Gesamtsystems erlaubt. Weitere kritische Frequenzen müssen bei jeder Parametervariation neu beurteilt werden.

**Fazit:** Das Excel-Dokument leistet gute Voraussetzungen dafür, das Modell bei jeder Konfiguration zu analysieren. Der Vergleich von Simulation mit den realen Messwerten erfüllt zwar die definierten Anforderungen, ist aber aufgrund der doch starken Abweichung verbesserungswürdig. Es wird viel Potential in dem Programm gesehen, das bei der Weiterentwicklung ausgeschöpft werden kann. Die gesammelten Informationen, Erfahrungswerte und Schlussfolgerungen können zur weiteren Optimierung des Programms beitragen.