



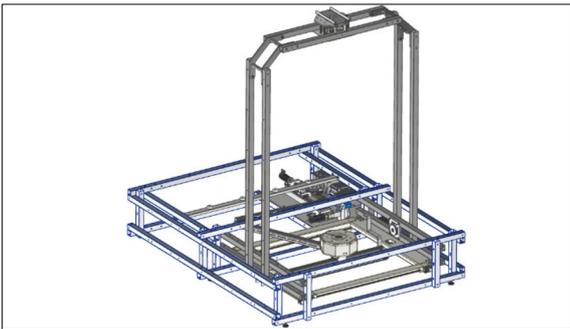
Michael
Kryenbühl

Student	Michael Kryenbühl
Examinator	Prof. Dr. Markus Henne
Themengebiet	Innovation in Products, Processes and Materials - Industrial Technologies
Projektpartner	VRMotion AG

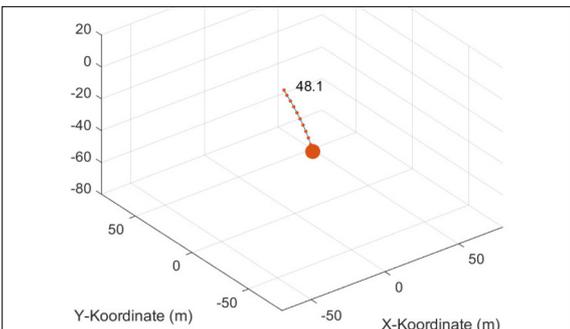
Seilsimulation für Helicopter Hoist Operations



Rega - AW139 mit Rescue Hoist
www.rega.ch/im-einsatz/so-helfen-wir-ihnen [04-02-2021]



Mechanik des Hoist Simulators
Eigene Darstellung



Seilanimation in Matlab
Eigene Darstellung

Ausgangslage: Im Rahmen einer Projektarbeit soll für einen Hoist Operator Trainer das mechanische Konzept, sowie eine Seilsimulation erstellt werden. Durch diesen Simulator sollen später Hoist Operators in der Lage sein, kostengünstig, umweltfreundlich und effizient zu trainieren. Anfangs dieser Arbeit ist der Stand der Technik von Simulatoren dieser Art betrachtet worden. Wenige solcher Simulatoren sind bereits auf dem Markt, andere befinden sich in Entwicklung. Dabei wird zwischen zwei verschiedenen Typen unterschieden. Bei den komplett physischen Modellen ist ein Kabinen Replika entweder fest auf einem Gerüst oder mit gewissen Freiheitsgraden am Deckenkran montiert. Ein Hoist Operator kann nun eine klassische Winde betätigen. Der grosse Nachteil dieser Anlagen ist der grosse Platzbedarf und der hohe Preis. Weiter sind Simulatoren auf dem Markt, die mittels VR die Umgebung abbilden. Dabei wird ein Drahtseil durch eine Mechanik entsprechend der Realität bewegt, damit der Operator ein haptisches Feedback hat. Diese Simulatoren sind deutlich kleiner und mit ihnen können verschiedene Szenarien simuliert und trainiert werden. Der Nachteil ist, dass die Zusammenarbeit mit den Leuten, die an der Winde hängen nicht trainiert werden kann. Da hier die Vorteile überwiegen, wird die Studie mit einem solchem Konzept erstellt.

Ergebnis: Für den mechanischen Aufbau sind in einem ersten Schritt die wichtigsten Elemente eruiert worden. Diese sind das Seil selbst, der Seilbewegungsmechanismus, die Seilspannvorrichtung, der Seilantrieb sowie die benötigten Sensoren, um die Einwirkung des Hoist Operators auf das Seil zu bestimmen. Auf der Abbildung links ist der ausgearbeitete mechanische Aufbau ersichtlich. Dabei muss erwähnt werden, dass während dieser Arbeit lediglich die Konzepte der einzelnen Elemente entwickelt wurden. Weiter wurde mit einigen Berechnungen die Realisierbarkeit überprüft, sowie Sensoren und Aktoren vorgeschlagen.

Ergebnis: Für die Seilsimulation selbst sind drei verschiedene Ansätze in Betracht gezogen worden. Der erste Ansatz ist, das Seil mit einer finiten Elemente Methode als langen und dünnen Balken zu betrachten. Der zweite Ansatz ist, ein Mehrkörpersystem holonomer Massepunkte zu erstellen. Mit dem Lagrange-Formalismus zweiter Art kann mit Hilfe der kinetischen und potenziellen Energie eine Bewegungsgleichung erstellt werden. Mit diesem Ansatz kann sehr einfach ein Multipendel berechnet werden. Der nächste Ansatz ist, das Seil nur mit Federn, Massen und Dämpfer zu berechnen. Diese Methode hat eine sehr einfache Grundgleichung und kann mit diversen weiteren Komponenten ergänzt werden. Dass während dieser Arbeit entstandene Modell kann im virtuellen Raum mit einstellbarem Wind bewegt werden. Das Modell berücksichtigt dabei die Steifigkeit in Längsrichtung, die Biegesteifigkeit, die Gravitation, die Massenträgheit, sowie ein variables Gewicht am Ende des Seils. Hierfür wurde zusätzlich eine Matlab-App mit diversen Schiebereglern entwickelt.