

Luftwiderstand einer Garaventa Standseilbahnkabine

Fluidmechanik / Betreuer: Lukas Moser

Projektpartner: Garaventa AG, Gwatt / Experte: Dr. Dietmar Kramer

Beim Neu- oder Umbau einer Standseilbahn muss der Hersteller nachweisen, dass die Fahrzeuge bei einem vorgegebenen Windstaudruck nicht kippen. Dieser Nachweis muss mit dem in der Norm definierten Beiwert für Wind, kurz C_w -Wert, geführt werden. Dieser Wert wurde in der Schweiz aufgrund der Normenharmonisierung zur CEN-Norm von 1.3 auf 1.6 erhöht. Das heisst, die Windkraft ist als deutlich grösser anzunehmen. Die Norm lässt aber zu den effektiven Beiwert einer Kabine einzusetzen, falls dieser mit einer Berechnung nachgewiesen werden kann. Diese Berechnung ist das Ziel dieser Thesis.

Ausgangslage

Im Rahmen der Projektarbeit 2 wurden die Grundlagen für die Simulationen an den Standseilbahnkabinen erarbeitet. Dabei wurde untersucht, welchen Einfluss einzelne Simulationsparameter auf das Ergebnis ausüben. Die Ergebnisse wurden mit Theoriewerten verglichen und entsprechend wurden die Parameter für sämtliche Simulationen festgelegt. Um eine Abschätzung über die Simulationszeit zu erhalten, wurde ein erstes, stark vereinfachtes Standseilbahnkabinenmodell simuliert. Weiter wurde eine Auswahl getroffen, welche Kabinenmodelle untersucht werden sollen.

Ziele

Ziel dieser Thesis ist, den C_w – Wert von Standseilbahnkabinen mittels CFD (computer fluid dynamics) zu ermitteln. Dabei werden die verschiedenen Parameter und Einflüsse, die auf eine Standseilbahn einwirken, untersucht. Weiter

ist das Ziel, einen Windkanalversuch vollständig auszulegen. Mit diesem Versuch sollen die erhaltenen Resultate verifiziert werden.

Vorgehen

Als erstes wird der Simulationsaufbau mit dem Standardkabinenmodell entwickelt. Das beinhaltet die Auslegung der Windkanalgrösse und der Vernetzung. Auf Grundlage des Standardkabinenmodells werden dann verschiedene Anströmgeschwindigkeiten, Kabinengrössen, Geometrieparameter, Umgebungseinflüsse, Massstäbe und Kabinentypen untersucht. Die Ergebnisse werden mit der Norm und der Theorie verglichen und eingeordnet.

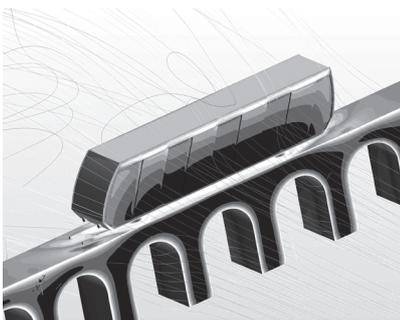
Ergebnisse

Die Simulationen zeigen, dass eine mittlere Standseilbahnkabine mit einer Länge von 14 m ungefähr einen Widerstandsbeiwert von 1.53 aufweist. Bei längeren Kabinen wird maximal ein Wert von unge-

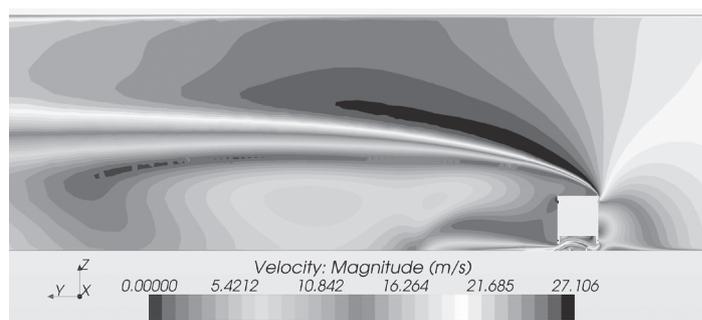
fähr 2.0 erreicht. Der Wert ist dabei kaum abhängig von der angeströmten Windgeschwindigkeit. Geometrische Details an der Kabine haben nur einen geringen Einfluss auf den Widerstandsbeiwert. Der Wert wird hauptsächlich durch die Aussenabmessungen vorgegeben. Befindet sich die Kabine in Fahrt, so steigt der seitliche Widerstand an und die Kabine kippt eher. Die Untersuchung der Norm ergibt, dass für die verschiedenen Bahntypen unbedingt auch verschiedene Beiwerte vorgegeben werden müssen. Der Beiwert für Standseilbahnen muss zusätzlich von der Länge der Kabine abhängig gemacht werden. Der Windkanalversuch liegt zur Ausführung bereit in der Schublade. Die Auslegung erfolgt für den AWTE Windkanal der RUAG in Emmen. Dieser hat eine Höhe von 1.6 m und eine Breite von 2.5 m. Das ausgewählte Kabinenmodell hat einen Massstab von 1 : 10. Die Kosten für den Versuch belaufen sich auf mindestens 20'000 CHF.



Raphael Grossenbacher



Standseilbahn auf Steinviadukt:
Strömungslinien, Druck an den Oberflächen



Längsschnitt CFD-Windkanal:
Geschwindigkeits-Skalar