

# CFD-Simulation eines Raketen-Fallschirmsystems

## Akademische Raumfahrtsinitiative Schweiz

### Diplomand



Fabio Hadorn

**Problemstellung:** Der Verein ARIS - Akademische Raumfahrt Initiative Schweiz - nimmt am „Spaceport America Cup 2024“ teil. Eine gebaute „Sounding Rocket“ soll bis auf eine Höhe von 30'000 ft fliegen. Im Wettbewerb wird die Rakete separiert und muss mit einem Fallschirmsystem geborgen werden.

**Ziel der Arbeit:** Ziel der Arbeit sind die Möglichkeiten für Fallschirmsimulationen anzuwenden. Ein Windkanaltest aus der vergangenen Bachelorarbeit [Senn 2022] gilt es virtuell abzubilden. Es sollen Erkenntnisse gesammelt und Empfehlungen abgegeben werden.

Es wird nach „Systems Engineering“ für die Betrachtung der Gesamtmission gearbeitet. Eine Ablauforganisation wird als Unterstützung erstellt. Während der CFD-Simulation wird nach den erlernten Schritten in dem Modul „Virtuelles Entwickeln 7“ vorgegangen.

**Ergebnis:** Das Erstellen des virtuellen Modells teilt sich in die folgenden vier Schritte auf:

1. Vermessung des Fallschirmmusters
2. Anwendung von Normen
3. Mögliche Bildmessungen
4. Erstellung des Simulationsmodells

Es werden sechs unterschiedliche Simulationsmodelle im Programm ANSYS-CFX erstellt und miteinander verglichen. Simuliert wird der Fallschirm in einem bestimmten vollständig geöffneten Bereich.

Das erste Fallschirmmodell wird mit dem vergangenen Windkanaltest (Testfall 3) aus der BA [Senn 2022], mit einer Abweichung von 0.26% angenähert. Die vollständig wirkende Kraft auf den Fallschirm wird als Vergleichswert angewandt.

Die Mittelstütze befestigt den Fallschirm im Windkanal RUAG. Diese wird in den Simulationsmodellen entfernt, um den Unterschied beurteilen zu können. Die Kraft auf den Durchmesser 1.5 m Fallschirm erhöht sich um 7.49 %.

Ein grösserer Fallschirm mit Durchmesser 3 m wird geplant. Dieser wird simuliert und mit dem kleineren Modell verglichen. Der Windkanal besitzt Wandbedingungen, welche im Freien entfallen. Im Vergleich dieser Unterschiede, besitzt der Fallschirm mit d 1.5m eine Abweichung von -5.79% und der d 3.0m -25.26%. Es wird empfohlen den grösseren Fallschirm unter realen Bedingungen zu testen.

Eine Studie zur Erhöhung der Windgeschwindigkeit, bis zum Versagen des Fallschirmes, sowie eine Geometrieangepassung ohne Entlüftung wird simuliert.

### Referent

Prof. Hanspeter Keel

### Korreferent

Dr. Jürg Krauer, Büchi AG, Uster, ZH

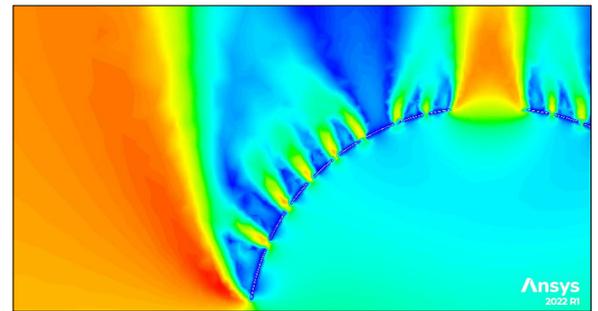
### Themengebiet

Simulationstechnik, Produktentwicklung

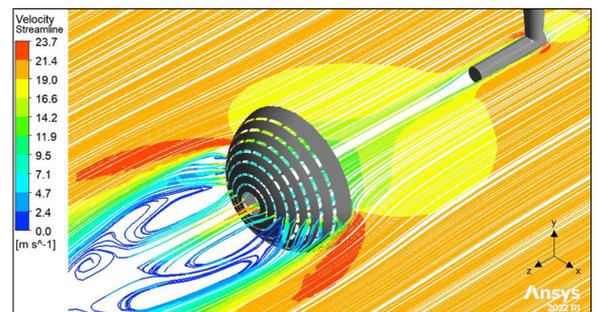
### Projektpartner

ARIS, Dübendorf, ZH

Fallschirm d1.5-900-03, Velocity plane 2 (ZX), 70km/h, lokal, ANSYS 2022 R1, CFX-Post  
Eigene Darstellung



Fallschirm d1.5-900-03, Velocity plane 2 (ZX), mit Befestigung, 70km/h, lokal, ANSYS 2022 R1, CFX-Post  
Eigene Darstellung



Netzstudie Fallschirm d1.5-900-01-02-03  
ANSYS 2022 R1, Meshing  
Eigene Darstellung

