

# Recoverysystem

## Verbesserung des Fallschirms und der Entfaltung für die Höhenforschungsrakete EULER

### Diplomand



Roman Böhi

**Ausgangslage:** Die Akademische Raumfahrt Initiative Schweiz, kurz ARIS, nimmt am jährlichen Spaceport America Cup teil. Dazu wird eine Sounding Rocket konzipiert, gebaut und getestet. Diese soll nach Erreichen der gewünschten Höhe von 30'000 ft (9.15 km) durch ein Recoverysystem abgebremst und sicher auf der Erdoberfläche gelandet werden, damit eine Wiederverwendung sichergestellt ist. Bei der momentanen Lösung des Fallschirmsystems treten bei der Auslösung hohe Öffnungskräfte in Form von Schockkräften auf, welche sich negativ auf das Gesamtsystem auswirken. Weiter spielt die Sinkgeschwindigkeit eine grosse Rolle. Um einen übermässigen Drift zu vermeiden, muss die Rakete schnell sinken. Sie soll jedoch mit einer Endgeschwindigkeit von 6 m/s auf die Erdoberfläche aufsetzen.

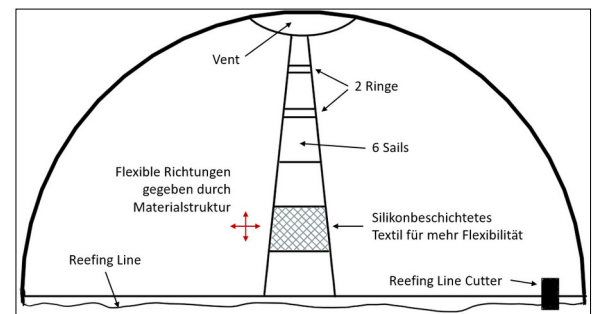
**Vorgehen:** In der Arbeit wurden, nach einer umfangreichen Literaturrecherche, diverse Möglichkeiten von Recoverysystemen zusammengestellt. Diese beinhalten unter anderem auch Lösungsvarianten, die Rakete nicht mit einem Fallschirm zu landen, sondern mithilfe anderer Recoveryvarianten, wie beispielsweise einem Ballon. Mit der Auswertung der Ideen wurde die Auswahl des bisher eingesetzten Fallschirms, ein Ringsail Parachute, kritisch hinterfragt und verifiziert. Ein neuer Fallschirm wurde auf Basis von Design-Richtlinien und Normen für Fallschirme grundlegend neu berechnet und entworfen. Der Prototyp in Form eines Modells, soll anschliessend in einem Feldtest, sowie im Windkanal getestet werden.

**Ergebnis:** In dieser Arbeit wurde ein neuer Fallschirm konzipiert, entworfen, ausgearbeitet und getestet. Dabei wurde ein verbesserter Ringsail Parachute hergestellt, welcher im Vergleich zum Ursprünglichen, aus einem flexibleren Material besteht, um bei den hohen Öffnungskräften eine Verformung zu erlauben. Zusätzlich wurde mithilfe einer Gummileine die Anbindung an die Rakete schockabsorbierend gestaltet. Mit diversen Anpassungen in den Berechnungen des neuen Fallschirms konnten bestehende Elemente, meistens in Form von Grössenverhältnissen, für geringere Schockkräfte optimiert werden. Weiterhin wird die Methode des Reefings eingesetzt, bei welcher der Fallschirm beim Auswurf vorerst nicht komplett geöffnet wird. Somit werden die Öffnungskräfte auf zwei Teilöffnungen verteilt und ein schnelles Absinken kann gewährleistet werden, damit das Gesamtsystem möglichst wenig vom Kurs abdriftet. Um beim Auswurf tiefe Öffnungskräfte sicherzustellen, wird der Fallschirm im gepackten Zustand mit den Lines umwickelt, damit er sich erst öffnen kann, wenn diese vollständig gestreckt sind (Abbildung: Gepackter Fallschirm).

Eine Woche nach Einreichung des Abstracts fand der

Feldtest mit einer Modellrakete statt, daher sind dessen Resultate hier nicht enthalten. Der Windkanaltest ist aufgrund hoher Auslastungen im August 2023 geplant.

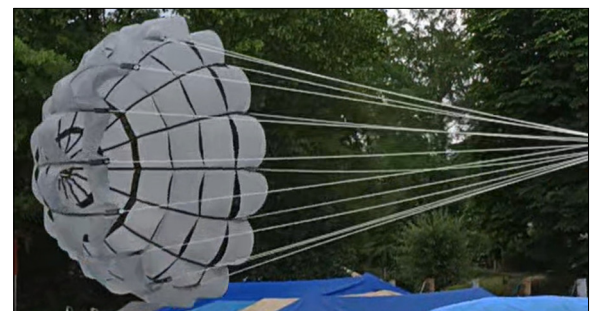
**Skizze des neuen Ringsails:** Das Gore besteht aus 2 Ringen und 6 Sails und ist in Umfangsrichtung 14-mal angeordnet. Eigene Darstellung



**Gepackter Fallschirm:** Der Ringsail wurde gefaltet und mit den Lines umwickelt, damit er in die Rakete passt. Eigene Darstellung



**Geöffneter Fallschirm:** Um den offenen Ringsail abzubilden wurde er am See in Rapperswil gegen den Wind gehalten. Eigene Darstellung



### Referent

Prof. Hanspeter Keel

### Korreferent

Dr. Jürg Krauer, Büchi AG, Uster, ZH

### Themengebiet

Produktentwicklung

### Projektpartner

ARIS - Akademische Raumfahrt Initiative Schweiz, Dübendorf, ZH