

# Leitfaden für Bergungssystem eines Raumflugkörpers

## Diplomand



Adrian Senn

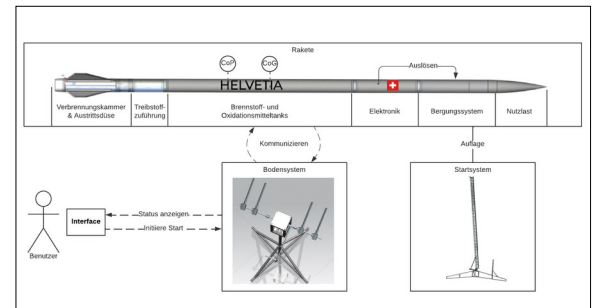
**Problemstellung:** Der Verein Akademische Raumfahrt Initiative Schweiz (ARIS) nimmt alljährlich am weltgrössten Wettbewerb und interkollegialen Konferenz für Raketentechnik teil und setzt sich das Ziel, im Jahr 2024 in der anspruchsvollsten Kategorie zu gewinnen. Die dazu benötigte Höhenforschungsrakete wird seit der Gründung des Vereins im Jahr 2017 stetig verbessert und getestet. Ihre Aufgabe ist es, auf eine Höhe von bis zu 9.1km (30'000ft) zu gelangen und anschliessend unversehrt am Boden zu landen. Die Landung geschieht durch mehrere Fallschirme, welche einerseits zum Bremsen der Rakete und andererseits zum Senken der Fallgeschwindigkeit dienen. Die Auslösung, die entstehenden Schocklasten, die Stabilität der Fallschirme, sowie noch weitere Kriterien werden immer relevanter, da ein Entwicklungstrend besteht, wodurch die Höhenforschungsrakete immer länger und schwerer wird.

**Ziel der Arbeit:** Das erste Ziel besteht darin, einen Leitfaden zum geeigneten Bergungssystem (recovery system) anhand der Anwendung zu erstellen, welcher eine Grundlage dafür schaffen soll, wie man ein solches System definiert. Daraufhin wird das zweite Ziel bearbeitet, welches vorsieht, dass der erarbeitete Leitfaden auf die Anwendung von ARIS angewendet wird. Daraus soll eine möglichst geeignete Bergungsvariante entstehen, welche den Problemen der bisherigen Varianten entgegenwirkt oder sie sogar vermeidet.

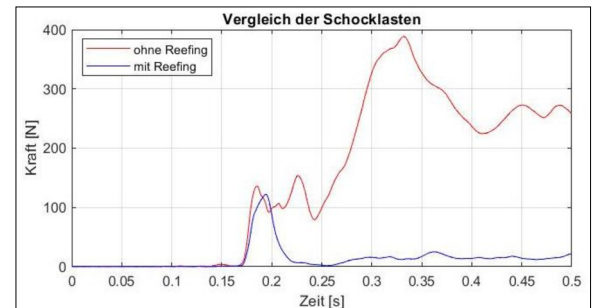
**Ergebnis:** Für die Anwendung von ARIS wird ein semikontrolliertes Bergungssystem mit einem einzigen gerefften Haupt-fallschirm gewählt. Die spezielle Form des Fallschirms, sowie das System an sich, begünstigen jegliche Kriterien. Durch einen Systemtest im Windkanal, wird die übliche

Stabilitätsförderung des semikontrollierten Auswurfs bei dieser Anwendung in Frage gestellt. Die dabei gemessenen Schocklasten des Systems, welche in Diagramm 1 aufgezeigt werden, stehen für den grossen Vorteil des Skirt-Reefings, nämlich die Minderung der Öffnungskraft auf ein Minimum. In Kombination mit der speziellen Form des Main-Fallschirms ergibt sich eine geringe Fehleranfälligkeit bei hoher Stabilität und das bei maximaler Einschränkung der Bezugsfläche.

**Abbildung 1: Kontextdiagramm Schwerpunkt Recovery**  
Eigene Darstellung, ARIS Helvetia 2022 System



**Diagramm 1: Gemessenen Schocklasten gerefft und ungerefft**  
Eigene Darstellung



**Abbildung 1: Gerefftes Fallschirm-System im Windkanal**  
Eigene Darstellung



## Referent

Prof. Hanspeter Keel

## Korreferent

Dr. Jürg Krauer, Büchi AG, Uster, ZH

## Themengebiet

Produktentwicklung

## Projektpartner

ETH Zürich, Zürich, ZH