



**Diplomand
Dozent
Projektpartner
Experte
Themengebiet**

**Patrik Wyrsh
Prof. Dr. Gerhard Stefan Székely
Maxon Motor AG
Dipl. Ing. ETH Paul Joachim Schüngel
Produktentwicklung & Mechatronik**

Mars-Windrad – Konzept und Analyse für Ausfallsystem

Ausgangslage

Derzeit existieren zwei Möglichkeiten der Energieerzeugung bei Mars-Missionen: Solarpanels und Radionuklid-Batterien. Durch die staubige Mars-Atmosphäre kann sich eine Staubschicht auf den Solarpanels ablagern und deren Leistung beeinträchtigen oder ganz ausschalten. Die Radionuklid-Batterien enthalten eine grosse Energiemenge, sind aber problematisch in der Handhabung und bringen ein hohes Risiko beim Start mit. Aus diesen Gründen wird nach weiteren Energieerzeugungs-Verfahren gesucht.

Auf dem Mars gibt es eine dünne Atmosphäre und Winde. Mit dem Flug der „Ingenuity“ (Abb. 1) konnte bewiesen werden, dass diese Atmosphäre genutzt werden kann, um Drohnen abheben zu lassen. Dieses Prinzip soll nun umgedreht werden, damit durch Windenergie Strom erzeugt werden kann. Dadurch hätte man ein Backup-Verfahren, um in Zukunft die Solarpanels und Radionuklid-Batterien zu ergänzen. Das Ziel dieser Arbeit ist es, ein Funktionsmodell für das Ausfaltkonzept eines Windrads zu entwickeln.



Abb. 1: Drohne „Ingenuity“ auf dem Mars

Vorgehen

Basierend auf verschiedenen Vorprojekten und den daraus gemachten Erfahrungen ist eine Anforderungsliste entstanden. Auf Grund dieser wurden verschiedene Lösungskonzepte generiert und verglichen. Anschliessend diente eine Nutzwertanalyse dazu, die bestmögliche Lösung auszuwählen. Ein morphologischer Kasten half die Lösungssuche zu verfeinern. Auf dieser Grundlage entstand die Konstruktion. Die Hauptbaugruppe ist in mehrere Unterbaugruppen aufgeteilt (Abb. 2). In diesen wurden die Einzelteile ausgearbeitet und optimiert. Mit Hilfe von analytischen Berechnungen und FEM-Analysen wurden die Strukturkomponenten auf Festigkeit überprüft.

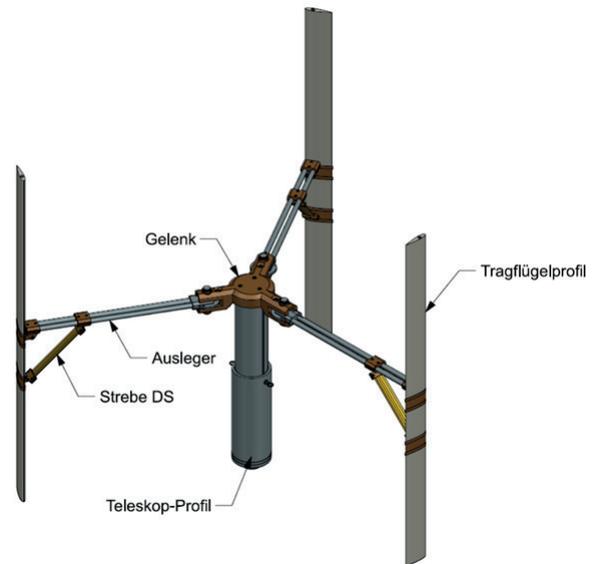


Abb. 2: CAD-Modell Hauptbaugruppe ausgefahren

Ergebnis

Als Endprodukt entstand eine fertige Konstruktion des Testmodells (Abb. 3), welche nun in Fertigung gehen kann. Ein Pneumatik-Zylinder dient dazu, das Teleskop-Profil auszufahren. Die Ausleger werden durch Schenkelfedern nach aussen geschwenkt. Eine spezielle Konstruktion aus «Deployable Structures» hilft mit, die Tragflügelprofile aufzuklappen und zu versteifen. Der Mechanismus wird durch Betätigen von zwei Rastbolzen und Entfernen eines Haltbügels ausgelöst. Danach kann die Konstruktion von Hand wieder in die Ursprungsform verstaut werden. Das Testmodell zeichnet sich durch eine einfache Bauweise, geringer Platzbedarf und gute Bedienbarkeit aus.

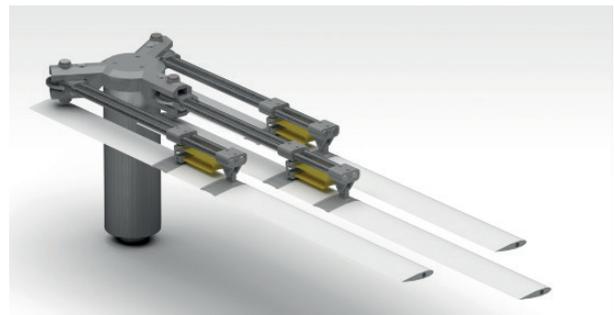


Abb. 3: Rendering Testmodell eingefahren