



Diplomand  
Dozent  
Projektpartner  
Experte  
Themengebiet

Janick Sidler  
Prof. Dr. Gerhard Székely  
maxon motor ag  
Dipl. Ing. ETH Paul Joachim Schüngel  
Produktenwicklung & Mechatronik

## Konzept eines Windgenerators für den Mars

### Ausgangslage

Die NASA plant für die Mars 2020 Mission, eine Helikopterdrohne auf dem Mars fliegen zu lassen. Daher kam die Idee, dieses Konzept umzudrehen, um auf dem Mars mit Windstrom zu produzieren. Die Atmosphäre des Mars besteht hauptsächlich aus  $\text{CO}_2$ , hat eine 100-mal kleinere Dichte als auf der Erde und erreicht bei Sturm Geschwindigkeiten bis 28 m/s. Aktuelle und geplante Rover haben einen Bedarf von ca. 120 W Stromleistung, was mit Windkraft durchaus erwirtschaftet werden kann (Abb. 1).

Windkraftanlagen sind gross und können nicht mit einer Sonde im fertigen Zustand zum Mars transportiert werden. Daher soll ein faltbarer Rotor entwickelt werden. Das Konzept soll zusammen mit Solarkollektoren ein autarkes Energiesystem bilden, welches auch bei Sandstürmen die Grundfunktion eines Mars Landers aufrechterhalten kann.

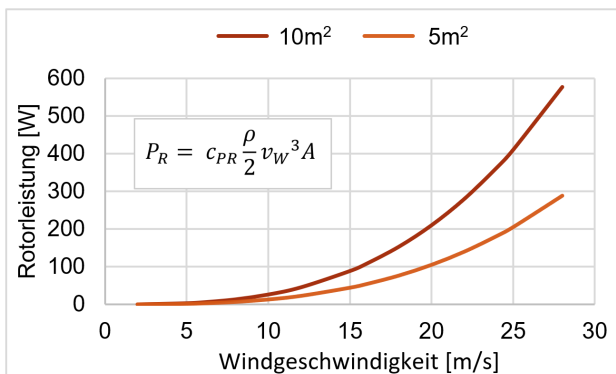


Abb. 1: Rotorleistung in Abhängigkeit der Anströmfläche des Rotors.

Parameter Marsatmosphäre:  $\rho = 0.015 \text{ kg/m}^3$ ,  $c_{PR} 0.3$

### Vorgehen

Basierend auf den Ergebnissen des vorangehenden Industrieprojekts und weiteren Kundenwünschen ist eine detaillierte Anforderungsliste entstanden. Die Wahl des Rotors fiel auf einen Vertikalachsrotor mit geraden Rotorblättern. Dieser hat den Vorteil, dass er windrichtungsunabhängig Strom produzieren kann. Die Grösse eines möglichen Marskonzepts wurde aus den Abmessungen des InSight Landers abgeleitet. Damit jedoch die Kernpunkte des Konzepts besser verstanden und geprüft werden können, soll in der Thesis ein Prototyp gebaut werden, dessen Dimensionen einerseits Aussagen erlauben, andererseits aber mit einem Personewagen gut transportabel ist. Die schnelle Umsetzbarkeit der Konstruktion wurde dabei stark gewichtet. Daher wurden viele Teile des Rotoraufbaus im Rapid Prototyping Verfahren hergestellt oder gelasert.

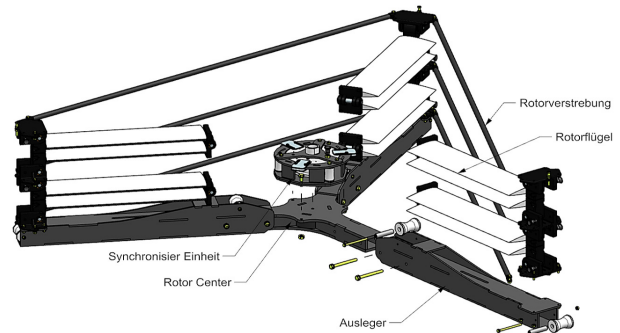


Abb. 2: Explosionszeichnung des Rotoraufbaukonzeptes

### Ergebnis

Der Prototyp ist fertig ausgearbeitet und alle Teile wurden gefertigt. Das System kann in die Einheiten Lagerung und Generator, Rotor und Stützstruktur gegliedert werden. Die Lagerung erfolgt klassisch mit Kugellagern in einer Fest-Los-Kombination. Die Stützstruktur basiert auf Bosch Profilen und soll den Lander simulieren. Das Kernstück ist jedoch der Rotor (Abb. 2). Dieser wird aus seinem zusammengefalteten Zustand entriegelt und entfaltet sich selbstständig über Schenkelfedern. In der Mitte des Rotors ist die Synchronisier-Einheit, welche das synchrone Ausfahren der Flügel gewährleistet. Diese wickelt ein Seil ab, welches durch die Ausleger gleitet und an den Flügelenden befestigt wird. Damit dieser Vorgang nicht zu schnell passiert, wurde eine Wirbelstrombremse implementiert. Die ausgeklappten Flügel rasten in der Endposition mittels Rastbolzen ein.

Der Prototyp wiegt – ohne Sockel – 16 kg und hat eine Anströmfläche von  $1.8 \text{ m}^2$  bei einer Rotorhöhe von 1.5 m und einem Durchmesser von 1.2 m. Bei einer maximalen Windgeschwindigkeit von 10 m/s wird mit einem speziellen Maxon EC Generator (auf der Erde) eine Leistung von circa 420 W erzeugt.

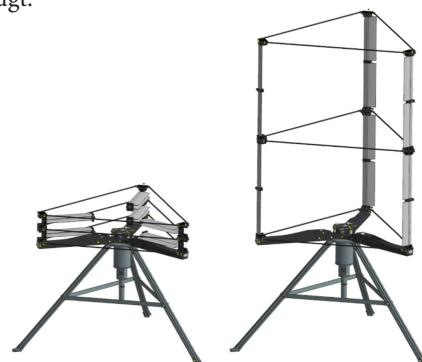


Abb. 3: Konzept Mars-Windgenerator, links: Transportzustand, rechts: einsatzbereiter Zustand