

Berlin, den 12.03.2019

---

## Aufgabenstellung für eine Abschlussarbeit

„Leichter-als-Luft“-Technologie als Trägerplattform in der Stratosphäre

### Erläuterungen zum Thema

Mit dem sich dynamisch vollziehenden Klimawandel ist verstärkt die Versorgung mit elektrischer Energie im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Versorgungssicherheit ins Blickfeld geraten. Nach derzeitigem Erkenntnisstand erscheint es nahezu unmöglich, den gesamten Primärenergiebedarf auch nur annähernd durch regenerative Energieträger innerhalb der Grenzen der Bundesrepublik zu decken. Das hat zur Idee geführt, in eine andere Ebene auszuweichen: in die Stratosphäre, genauer in die Tropopause in 13 bis 15 km Höhe. In dieser Höhe könnten Fesselballons mit einer photovoltaisch aktiven Hülle elektrische Energie generieren und zum Boden leiten. Die erwarteten Vorteile sind die unbeeinträchtigte Sonneneinstrahlung aufgrund fehlender Wetterphänomene, ein fast 30 % höherer Einfall an Strahlungsenergie sowie eine Verlängerung des nutzbaren Sonnenscheins um eine Stunde.

Im Prinzip soll sich so der gesamte Primärenergiebedarf auf diese Weise befriedigen lassen, wobei ein sehr geringer Flächenbedarf am Boden für die Verankerungen und die Herabführung des Stroms erforderlich wären. Damit wären die Anforderungen an Nachhaltigkeit und Versorgungssicherheit vollständig einlösbar.

### Ziel der Arbeit

In einem ersten Schritt soll die technologisch-physikalische Machbarkeit eines solchen Ballonsystems geprüft werden. Zunächst wird dazu ein Einzelballon betrachtet. Für dieses System ist eine erste vereinfachte Vorauslegungs- und Optimierungsbetrachtung durchzuführen mit besonderem Blick auf schwebende Masse und Auftrieb, Erzeugung von Solarenergie in der Tropopause sowie vertikales Haltesystem unter Windlast und Stromleitung mit dem Ziel größtmöglicher Leistung bei kleinstmöglicher schwebender Masse.

### Im Einzelnen sind folgende Punkte zu bearbeiten:

1. Die meteorologischen Bedingungen in den Atmosphärenschichten bis 15 km Höhe (Zustandsgrößen von Luft, vertikale & horizontale Winde sowie (UV-)Einstrahlung) sind zu erarbeiten und mathematisch zu beschreiben.
2. Funktion, Leistung/Wirkungsgrad sowie Masse von Solarzellen in Dünnschicht-technologie (organisch/anorganisch) auf der Ballonhülle sind auf Basis einer Literaturrecherche und einfacher geometrischer Überlegungen und Berechnungen (1. Näherung: Betrachtung der Ballonfläche ohne Krümmung; 2. Näherung: Betrachtung des Ballons als Kugel bzw. Ellipsoid, o.ä.) zu ermitteln.
3. Das Verhalten von Wasserstoff (und zum Vergleich von Helium) als Traggas ist vom Boden bis in die Stratosphäre mathematisch zu modellieren.
4. Ein technisches System zur Halterung des Ballons inkl. Kraffteinleitung an der Hülle sowie zur Sammlung und Weiterleitung des Stroms zur Erde ist in Abhängigkeit von Auftrieb, Strömungswiderstand und elektrischem Widerstand zu beschreiben und vereinfacht zu modellieren.
5. Für den Ballon ist das notwendige Volumen zur Erzeugung eines Auftriebsüberschusses zu ermitteln. Dabei soll ein Prall-Ballon mit Ballonets angenommen werden.
6. Das Material der Ballonhülle ist im Hinblick auf Gewicht, Festigkeit und Verhalten bei Winddruck (Innendruck), Lebensdauer unter extremen Temperaturschwankungen (außen/innen) sowie kosmischer und UV-Strahlung und Wasserstoffdichtigkeit auszulegen.

Die Arbeit wird am Fachgebiet durchgeführt und betreut. Zusätzlich soll eine externe Betreuung inkl. regelmäßiger Rücksprachen mit Herrn Dr. Reinhard Stransfeld stattfinden ([rstransfeld@yahoo.de](mailto:rstransfeld@yahoo.de)). Neben der schriftlichen Abgabe sind alle verwendeten Daten, erstellten Programme und erzeugten Daten in elektronischer Form mitabzugeben. Nach Abschluss sind die Ergebnisse der Arbeit auf einem Poster oder in einer 20-minütigen Kurzpräsentation im Rahmen des Luftfahrzeugbau Colloquiums am ILR vorzustellen.

### Literaturempfehlungen:

- [1] Bock, J. & Knauer, B.: Leichter als Luft: Ballone, Luftschiffe, Plattformen Transport- und Trägersysteme. Verlag Frankenschwelle (2003)
- [2] Khoury, G. & Gillett, D.: Airship Technology. Cambridge Aerospace Series 10 (2004)
- [3] Thorbeck, J.: Manuskript zur Lehrveranstaltung ‚Ausgewählte Kapitel des Flugzeugentwurfs‘, Kapitel: Ballone und Luftschiffe. TU Berlin (2011)
- [4] Thorbeck, J.: Berechnungen zum Gasballon. TU Berlin (2011)
- [5] Künkler, H.: Some Design Aspects of a High-Altitude Airship. Tagungsband des DGLR Workshops Leichter als Luft, Band XIII, DGLR e.V. (2011)
- [6] Kunze, A. & Kröplin, B.: Ein Entwurfsfenster für den horizontal angeströmten Kugelballon. Tagungsband des DGLR Workshops Leichter als Luft, Band XIV, DGLR e.V. (2013)