

NACHHALTIGE LUFTFAHRT MIT LUFTSCHIFFEN

BERICHT VON DER INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRIC AIRSHIPS



Bild 1: Das Luftschiff Pathfinder 1 von LTA Research

Vom 28. bis 29.9.2023 fand am Energie Campus Nürnberg (EnCN) die International Conference on Electric Airships statt. Ein wesentlicher Bestandteil dieser Tagung war Nachhaltigkeit im Bereich der Luft- und Raumfahrt. Im Bereich der Luftfahrt würde das bedeuten, rein elektrisch zu fliegen. Der Grund hierfür ist, dass bei klassischen Flugzeugen die CO₂-Emissionen nur ein Drittel des klimaschädlichen Einflusses ausmachen. Eine CO₂-Neutralität ist daher für eine klimafreundliche Luftfahrt nicht ausreichend. Notwendig sind vielmehr auch Flüge, die keine Emissionen während des Fluges verursachen. Technisch ist dies schwierig zu erreichen. Es gibt zwar etwa von Airbus Planungen zur Entwicklung von Regionalflugzeugen und Mittelstreckenflugzeugen, die mit Wasserstoff und Brennstoffzellen angetrieben werden sollen. Doch die dabei verwendeten Techni-

ken scheitern bei Langstreckenflugzeugen, da die Wasserstoff-Treibstofftanks ein zu großes Volumen benötigen. Aber auch in der Raumfahrt sollte Nachhaltigkeit eine Rolle spielen. Jedoch werden immer mehr große und kleine Satelliten in den Weltraum transportiert. Meistens müssen diese nach etwa 15 Jahren ersetzt werden. Das hat zur Folge, dass der Weltraum inzwischen ein Schrottplatz für Satelliten geworden ist.

Höhenluftschiffe statt Satelliten

Eine mögliche Lösung für beide Bereiche könnten Luftschiffe sein. Zum Beispiel hat die Firma Avealto aus England das Ziel, Höhenluftschiffe in einer Höhe von 18 bis 20.000 km konstant gegen den Wind fliegen zu lassen. Dadurch verhält sich das Luftschiff stationär gegenüber der Erde. Falls dies für den Zeitraum von etwa drei Monaten möglich ist, wäre

ein konstanter Internet- und Handy-Empfang in einem Radius von 120 km möglich. Danach müsste das Luftschiff landen, neues Auftriebsgas tanken und erneut starten. Für kurze Zeit soll die Firma Sceye aus den USA dies schon geschafft haben. Technisch ist das auf jeden Fall schwierig, berichtete der erfahrene Experte für Luftschiffe, Gennadiy Verba, von der Firma Atlas LTA Advanced Technology aus Israel. Eine der Schwierigkeiten ist es, dass das Luftschiff über genügend elektrische Leistung verfügt, um gegen die Winde in einer Höhe von mehr als 18.000 km fliegen zu können. Dies sind zwar keine schnellen Jetstreams mehr, doch die Luftgeschwindigkeit könnte dennoch zu groß für die Leistung der Propeller auf dem Höhenluftschiff sein. Vieles hängt dabei von der Leistungsfähigkeit der Solarzellen ab. Diese müssen extrem leicht sein, aber dennoch den Hö-



Veröffentlichung mit freundlicher Genehmigung von IFA Research, www.ifa-research.com

Bild 2: Leichtbauweise in Carbon des Luftschiffes Pathfinder 1

henluftschiffen genügend Leistung liefern. Daher ist die Forschung an solchen Solarzellen sehr wichtig. Ein Zentrum zur Entwicklung solcher Solarzellen ist der Energie Campus Nürnberg. An diesem forscht die Arbeitsgruppe von Christoph Brabec an gedruckten Solarzellen, die extrem dünn und leicht sind. Über die neusten Weltrekorde seiner Arbeitsgruppe und anderer Forschergruppen berichtete er auf der Tagung in Nürnberg. Ob Höhenluftschiffe mit solchen Solarzellen in der Zukunft Satelliten im Weltraum, zumindest teilweise, ersetzen können, wird eine spannende wissenschaftliche Fragestellung für die nächsten 10 Jahre.

Nachhaltige klimafreundliche Luftfahrt

Bereits bei den ersten Vorbereitungen für die Konferenz in Nürnberg stellte die Nachhaltigkeit der Luftfahrt ein zentrales, wissenschaftliches Thema dar. Klar ist, dass ohne einen elektrischen Antrieb keine nachhaltige Luftfahrt möglich ist. Dafür müssen alle Bauteile optimiert werden. Hierzu gehört auch die Hochleistungselektronik, die für das Konvertieren verschiedener elektrischer Leistungen benötigt wird. Also zum Beispiel elektrische solare Leistung zum Speichern von Energie in einer elektrischen Batterie, sowie Energie für den Antrieb und die Regelung der Motoren. Infolgedessen bestand auf der Tagung großes Interesse an den Forschungsergebnissen des Fraunhofer

Instituts IISB, welches von Martin März geleitet wird. Da nachhaltige Langstreckenflüge mit klassischen Flugzeugen nicht möglich sind und es auch keine Planung zur Entwicklung solcher Flugzeuge gibt, bieten sich in diesem Marktsegment große Chancen für elektrische Luftschiffe. Hierbei gibt es zurzeit zwei technische Entwicklungen: Die der klassischen vollstarrten Luftschiffe und die der hybriden Luftschiffe.

Auf der Konferenz berichtete Nathanael West von der Firma Hybrid Air Vehicles, welche Pläne diese in Bezug auf hybride Luftschiffe haben. Ein Prototyp mit einer Zulassung gibt es für ein solches Luftschiff bereits. Bis 2027 soll das Luftschiff Airlander 10 für den spanischen Markt gebaut werden. Die Fluggesellschaft Air Nostrum beabsichtigt, diese für Flüge von Spanien nach Mallorca einzusetzen. Ab 2030 ist die Entwicklung einer rein elektrischen Variante geplant. Ein solches Luftschiff würde mit Wasserstoff und Brennstoffzellen völlig klimafreundlich fliegen.

Nach 80 Jahren wieder: Vollstarrte Luftschiffe

Besonders großes Interesse rief der Bau von vollstarrten Luftschiffen hervor. Grund hierfür war nicht allein die 3D Virtual Reality Show des alten Luftschiffes Hindenburg, welche von Gerd Hirzinger mit seiner Firma VR-Dynamix vorgestellt wurde. Interessant war auch der Vortrag

von Sylvain Allano von der französischen Firma Flying Whales. Diese hat inzwischen mehr als 300 Mitarbeiter an weltweit mehreren Standorten. Bis 2026 plant Flying Whales den Bau eines 200 m langen vollstarrten Luftschiffes. Durch seine robuste Außenhülle ist dieses wesentlich stabiler als ein halbstarres Luftschiff und damit auch bei schlechtem Wetter leichter einsetzbar. Es gibt schon zahlreiche Nachfragen nach diesem Luftschiff für die unterschiedlichsten Einätze. Einer davon ist der Transport von Bauteilen für Windkraftanlagen zu entlegenen Orten. Für den Standort Bayern wäre ein solches Luftschiff ideal. Man könnte endlich Windkraftanlagen an windreichen Orten installieren, ohne aufwendig teure Straßen zu einem solchen Ort bauen zu müssen. Aber es gibt auch viele andere Einsatzmöglichkeiten. Luftschiffe könnten bei humanitären Einsätzen große Hilfe leisten. Nach Naturkatastrophen müssen oft Hilfsgüter an entlegene Orte gebracht werden, die von der Außenwelt abgeschnitten sind. Einen anderen humanitären Einsatzort nennt Barry Prentice von der Universität in Manitoba aus Kanada. Im Norden Kanadas lebt eine steigende Anzahl von Menschen unter sehr schlechten Lebensbedingungen. Der Bau von Straßen dorthin ist extrem schwierig bis unmöglich. Flughäfen können nicht errichtet werden und Schiffe kommen nur im Sommer zu Häfen in den Norden Kanadas. Hinzukommt, dass die auf

Grund des Klimawandels schmelzenden Permafrostböden bestehende Eisstraßen zerstören. Luftschiffe sind nach Meinung von Prentice die einzige Möglichkeit, Nahrungsmittel und andere Güter effizient und kostengünstig vom Süden in den Norden Kanadas zu transportieren.

Am weitesten mit der Entwicklung eines hierfür geeigneten vollstarrten Luftschiffes ist zurzeit die Firma LTA Research aus Kalifornien (siehe Bild 1 und 2). Diese wird vom Google Mit-Gründer Sergey Brin finanziert. Die Firma hat ein vollstarrtes Luftschiff mit einer Länge von 120 m gebaut. Auch wenn dieses Luftschiff im Hangar schon abhebt, steht der Erstflug noch aus. Inzwischen wird der Bau eines weiteren 180 m Luftschiffes in Ohio vorangetrieben.

Vollstarre Luftschiffe mit Solarantrieb

Der Antrieb der zurzeit gebauten vollstarrten Luftschiffe ist voll elektrisch. Im ersten Schritt kommt dabei die elektrische Energie nur aus Batterien. Doch es ist die Verwendung von Wasserstoff und Brennstoffzellen geplant. Eine interessante Fragestellung ist, ob auch eine Anbringung von Solarzellen auf der großen Oberfläche eines Luftschiffes in Kombination mit Lithium-Ionen-Batterien ausreicht.

Mit diesem Thema hat sich meine Arbeitsgruppe in Zusammenarbeit mit Frau Agnes Jocher von der Technischen Universität München (TUM) beschäftigt. In der wissenschaftlichen Veröffentlichung¹⁾ konnte gezeigt werden, dass man für einen Flug von London nach New York im Jahresdurchschnitt nur drei Tage und zwei Nächte und von New York nach London nur zwei Tage und zwei Nächte benötigen würde. Im Sommer geht es dabei schneller, im Winter braucht man nur für die Strecke London nach New York wesentlich länger, da es auf dieser Strecke kaum Rückenwinde gibt und wenig Sonnenenergie zur Verfügung steht (siehe Bild 3). Für den Gütertransport wäre die Reisezeit sicherlich ausreichend. Für den Personentransport könnte man insbesondere im Winter mit Hilfe eines Tanks mit Wasserstoff und Brennstoffzellen die Flugzeit deutlich verkürzen.

Um im Wesentlichen mit Sonnenenergie fliegen zu können, ist es entscheidend, auf einer große Fläche Solarzellen auf der Außenhaut des Luftschiffes zu installieren. In den Simulationen wurde dabei eine Fläche von 13.000 m² und CIGS-Dünnschicht-Solarzellen mit einem Wirkungsgrad von 17,6 % angenommen. Solche Solarzellen sind kommerziell als flexible Solarzellen mit einem Gewicht von 500 g/m² erhältlich.

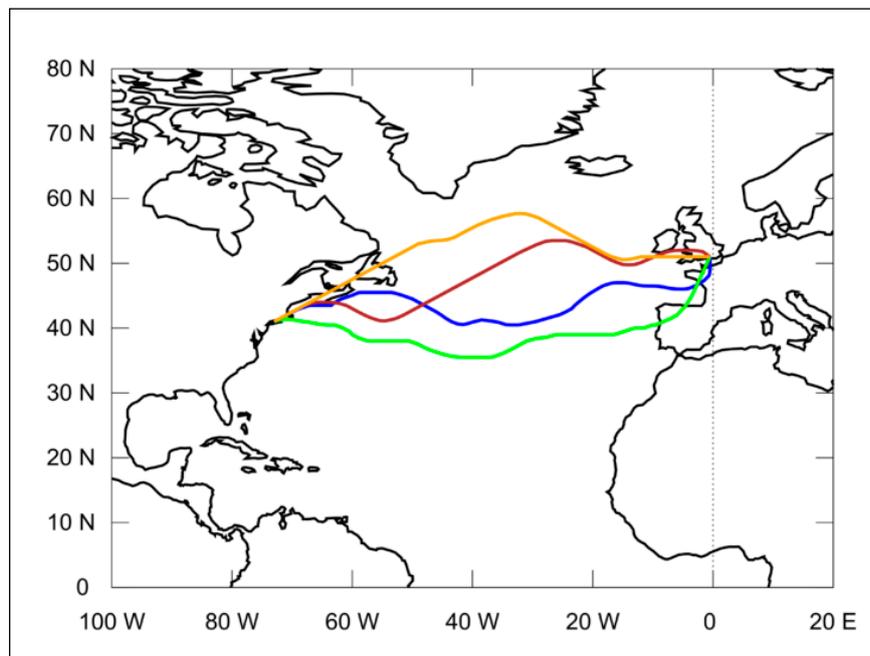


Bild: Design and route optimisation for an airship with onboard solar energy harvesting¹⁾

Bild 3: Optimale Flugrouten eines Luftschiffes von New York nach London im Sommer (gelb), Herbst (rot), Winter (blau) und Frühling (grün)

Güter- und Personentransport mit Luftschiffen

Aus ökonomischer Sicht steht dem Transport von Gütern mit Luftschiffen nichts im Wege. Barry Prentice erklärt dies als Professor für Logistik gerne anhand des Transports von Tomaten nach Kanada. Diese werden zurzeit mit einer großen Anzahl Lastwagen von Mexiko aus nach Kanada transportiert. Dies dauert sehr lange, ist teuer und schädlich für das Klima. Unter Verwendung von großen Luftschiffen wäre ein Transport wesentlich billiger und umweltfreundlicher. Der größte Teil der benötigten Energie könnte dabei von Solarzellen auf der Oberfläche der Luftschiffe erzeugt werden. Eine interessante Frage ist, wie steht es mit dem Transport von Personen mit Luftschiffen? Ist die Reisezeit zu lang? Hierüber gibt es unterschiedliche Meinungen. Zu beachten ist, dass in den nächsten Jahren Luftschiffe sicherlich nicht alle Flugzeuge ersetzen werden. Doch der Markt für Luftschiffe zum Personentransport könnte durchaus groß sein. Gründe hierfür sind zum einen, dass das Fliegen mit Luftschiffen sehr angenehm und bequem ist. Das zeigt beispielsweise die hohe Nachfrage nach den Touristikflügen mit dem Luftschiff Zeppelin NT aus Friedrichshafen. Zum anderen gibt es viele Personen, die zurzeit aus Klimaschutzgründen völlig auf das Fliegen verzichten oder nur sehr ungern ein Flugzeug benutzen. Entscheidend sind auch Kostengründe. Ich selbst kann mich gut an Studenten und auch Professoren erinnern, die vor 35 Jahren noch mit der transsibirischen Eisenbahn

von China nach Europa gefahren sind, weil ein Flugticket einfach zu teuer war. Bei einem Luftschiff sind die Treibstoffkosten unter 1 % von denen eines Luftschiffes (siehe ¹⁾). Somit könnten hohe Energiekosten das Flugverhalten auch in Zukunft wieder stark verändern.

Beispiele von Firmen, die Luftschiffe bauen:

- LTA Research, Pathfinder 1-3 (vollstarr), www.ltaresearch.com
- Flying Whales (vollstarr), www.flying-whales.com
- Zeppelin Luftschifftechnik GmbH, Zeppelin NT (halbstarr), <https://zeppelinflug.de>
- HybridAirVehicles, Airlander (hybrid), www.hybridairvehicles.com

Fußnote

- ¹⁾ Christoph Pflaum, Tim Riffelmacher & Agnes Jocher (2023). Design and route optimisation for an airship with onboard solar energy harvesting, International Journal of Sustainable Energy

ZUM AUTOR:

► Dr. Christoph Pflaum

Professor für Informatik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)

christoph.pflaum@fau.de