

Isolierter Heißluft-Ballon

FESTO



**Ein Heißluft-Ballon
mit halbiertem
Brennstoffverbrauch**

Info

Innovative Isolation setzt Maßstab bei der Energie-Effizienz von Ballonen

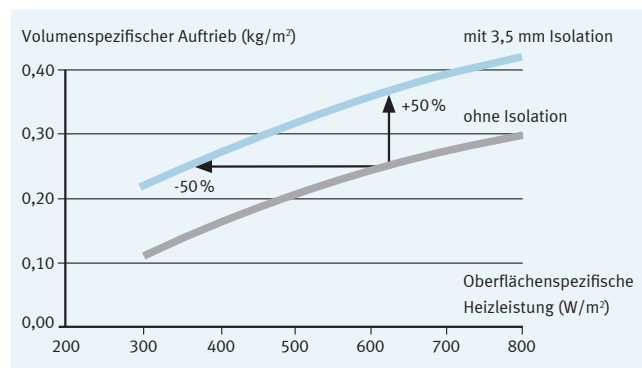


Membran-Flock-Dämmstoff

Um im Heißluftballon mit fünf Personen eine Stunde in der Luft zu schweben, wird etwa so viel Brennstoff verbrannt, wie ein sparsames Auto für die Fahrt von Berlin nach Barcelona benötigt. Mit Hilfe eines innovativen, ultraleichten Membran-Flock-Dämmstoffs kann nun der Verbrauch des Heißluftballons um mehr als 50 % gesenkt bzw. dessen Tragkraft bei gleichem Verbrauch entsprechend gesteigert werden. Der isolierte Heißluft-Ballon, der für Festo gebaut wurde, ist der weltweit erste Ballon, der mit dieser neuen Isolation ausgeliefert wird. Die Isolation ermöglicht die Reduzierung der Anzahl von Brennstoffzylindern und die Mitnahme von zusätzlichen Passagieren. Gleichzeitig reduziert sich die thermische Beanspruchung der tragenden Ballonhülle, was die Lebensdauer der Hülle verlängert.

Im Entwicklungs-Projekt HeiDAS (Heißdampf-aerostat) von Festo, wurde anstelle von Heißluft im Ballon Wasserdampf verwendet. Dieser besitzt die doppelte Tragkraft, erfordert aber eine Isolation, um die Kondensation des Dampfes im Traggasbehälter zu vermeiden. Dafür wurde 2003 im Auftrag von Festo erstmals die Flockisolation auf leichter, aber empfindlicher Trägerfolie produziert.

Der Membran-Flock-Dämmstoff wurde weiterentwickelt und auf den isolierten Heißluft-Ballon übertragen. Ein neues ultraleichtes, metallisiertes Trägergewebe macht nun aus der Folienisolation einen alltagstauglichen Ballondämmstoff. Beim innovativen



Ergebnisse der Messungen am Modellballon mit 30 m³

Membran-Flock-Dämmstoff wird die für die Dämmwirkung erforderliche Luftschicht durch senkrecht auf der Trägermembran stehende, aufgeflockte Fasern gewährleistet. Die Trägermembran mit Abstandshaltern wird Abstandslage genannt. Der Spalt wird durch eine Decklage geschlossen. Der Abstand, das Flockmuster und die Oberflächeneigenschaften von Abstandslage und Decklage definieren die Isolationswirkung. Bei der Ballon-isolation stellt die äußere Ballonhülle selbst die Decklage dar.

Der Membran-Flock-Dämmstoff ist extrem leicht, hoch reflektierend, gering wärmeabstrahlend, temperaturbeständig, komprimierbar, leicht konfektionierbar und durch Spaltabstand und Lagenanzahl einfach optimierbar. Hohe Komprimierbarkeit ist eine grundlegende Forderung, da Ballone nach dem Flug verpackt und transportiert werden.

Simulation und Messungen an Versuchsballonen erlaubten eine Voroptimierung der Isolation und die Abschätzung der Einsparung. Die nachfolgenden Messungen an Versuchsballonen bestätigten eine Halbierung des Verbrauchs bei gleich bleibendem Auftrieb bzw. eine deutliche Steigerung der Tragkraft bei gleichem Verbrauch.



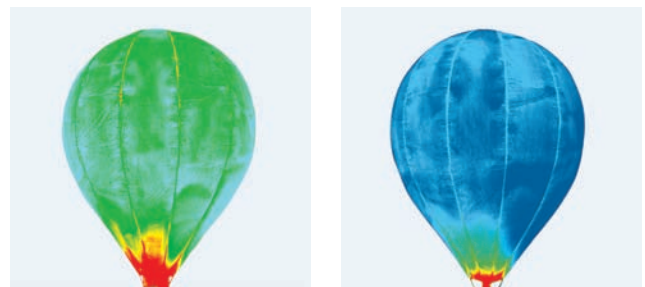
Isolierter Heißluft-Ballon in der Luft



Die leichte Isolation wird an der Innenseite des Ballons angebracht, womit sie vor den rauen Einwirkungen beim Handling des Ballons geschützt ist und ihrerseits nun die tragende Hülle vor hohen Temperaturen schützt. Dabei treten an der Innenseite der Isolation durchaus höhere Temperaturen als üblich auf, die kühlere Außenseite der Hülle strahlt kaum noch Wärme ab.

Um die neue Technologie in der Praxis zu erproben, testeten die Ingenieure von UltraMagic und der Technischen Universität Berlin sechs Monate lang einen ersten bemannten und isolierten 1600 Kubikmeter großen Versuchsballon unter verschiedenen Einsatzbedingungen. Dieser Prototyp absolvierte etwa 100 Flugstunden, erreichte Verbrauchseinsparungen von über 70% und bestätigt die Haltbarkeit des Materials.

Mit zunehmender Größe verringert sich das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen der Ballone. Gleichzeitig steigt der Innendruck auf die Isolation und presst den isolierenden Spalt weiter zusammen. Diese Effekte könnten den Vorteil der Isolation schmälern. Um die Wirksamkeit der aerofabrix® Isolation beim neuen isolierten Heißluft-Ballon von Festo zu demonstrieren, fand eine Wettfahrt der besonderen Art statt: parallel zu einem nicht isolierten Ballon mit gleichem Volumen und gleicher Beladung galt es, den Verbrauch im direkten Vergleich zu bestimmen. Nach 40 Minuten Fahrzeit verbrauchte der konventionelle Ballon mit 37,2 kg Propan den Inhalt aus mehreren Tankzylindern.



Thermografieaufnahmen ohne Isolierung (links, ca. 55° C) und mit Isolierung (rechts, ca. 40° C) an Modellballonen mit 30 m³ Volumen bei gleicher Tragkraft

Der isolierte Heißluft-Ballon begnügt sich hingegen mit weniger als 11 kg und benötigte somit nur 30% des Brennstoffs im Vergleich zum konventionellen Ballon; eine extreme Verbesserung der Energie-Effizienz.

Der isolierte Heißluft-Ballon zeigt, welche Innovationen in der Leichter-als-Luft-Luftfahrt möglich sind. Festo stellt energieeffiziente Produkte her und berät seine Kunden, wie die Energie in der Automation noch effizienter genutzt werden kann. Mit der isolierten Ballonhülle ist es in Zukunft möglich, das Ballonfahren um 50% effizienter zu betreiben.



Technische Daten

Ballontyp:	M-105
Volumen:	3000 m ³
Hüllengewicht:	158 kg
Passagiere:	4–5
Stoffisolation:	aerofabrix® [Iso] 45 4.5
Lagendicke:	6 mm
Flächengewicht:	45 g/m ²
Wärmeleitfähigkeit:	0,0265 W/mK
U-Wert (6 mm):	4,5 W/m ² K
max. Einsatztemperatur:	140° C
Marken:	
aerofabrix® ist eine Marke von Dr.-Ing. Alexander Bormann, Berlin	

Projektbeteiligte

Projektinitiator:
Dr. Wilfried Stoll, Aufsichtsratsvorsitzender der Festo AG

Projektleiter:
Dipl.-Ing. (FH) Markus Fischer, Corporate Design
Festo AG & Co. KG

Hüllenkonzept und Fertigung:
Josep Maria Lladó Costa, UltraMagic S.A., Igualada, Spanien

Materialentwicklung und Fertigung:
Dr.-Ing. Alexander Bormann, Dipl.-Ing. Stefan Skutnik,
Milan Habovcik, Institut für Luft- und Raumfahrt,
Technische Universität Berlin
Christian Gebhardt, aeroix, Berlin

Thermografieaufnahmen und Laborversuche:
Ilka Rudolph, Martin Wähmer, Maik Scheel, Institut für
Luft- und Raumfahrt, Technische Universität Berlin

Flock-Technologieberatung:
Prof. Chokri Sherif, Birgit Mrozik, Institut für Textil- und
Bekleidungstechnik, Technische Universität Dresden
Joachim Müller, Ingenieurbüro für Flocktechnologie, Büdingen

Betrieb der Ballone für Festo:
Rien Jurg Promotions BV, Hengelo, Niederlande

Weitere Unterstützung und Beratung:
Prof. Jürgen Thorbeck, Institut für Luft- und Raumfahrt,
Technische Universität Berlin
Yousif Abdel Gadir, aerarium e.V., Berlin

Fotos:
Walter Fogel, Angelbachtal

Festo AG & Co. KG

Corporate Design
Rechbergstraße 3
73770 Denkendorf
www.festo.com/de/balloonng
Telefon 0711/347-3880
Telefax 0711/347-3899
fish@de.festo.com