

Wärmetransport im planetaren Grenzbereich

Wenn das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt und die amerikanische NASA Eiswolken beobachten, wird nichts dem Zufall überlassen. Wichtiger Bestandteil der akribischen Vorbereitung und der optimalen Ausrüstung ist eine Wärmeträgerflüssigkeit, die sich auch im Härteeinsatz der Stratosphäre hoch über der Erde behauptet: Tyfocor LS Artic.



Die am Startfahrzeug
hängende Ballongondel

Quelle: DLR (CC-BY 3.0)

Im Juli 2018 startete eine fünftägige unbemannte Ballon-Mission mit dem Namen „PMC-Turbo“. Ihr Auftrag: Leuchtende Nachtwolken in der atmosphärischen Grenzschicht Mesopause zu untersuchen. Diese, auch Eiswolken genannten, Phänomene entstehen im Sommer in hohen Breiten, sobald die Temperatur unter den Frostpunkt fällt. Der liegt in der Höhe der Sommermesopause, dem kältesten Punkt in der Erdatmosphäre in ungefähr 85 km Höhe, bei etwa -120°C .

Die gemeinsame Mission des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der amerikanischen Weltraumbehörde NASA startete im schwedischen Esrange und führte über das Europäische Nordmeer, Grönland und die Davisstraße bis zur Landung auf der kanadischen Insel Baffin Island. Der Ballon selbst stieg mittels Heliums bis in die Stratosphäre und eine Höhe von 38 km. In so großer Höhe erscheint der Himmel schwarz und bietet damit optimale Beobachtungsbedingungen für optische Instrumente. Nur eine Rakete kommt den Wolken noch näher, dies jedoch nur für wenige Sekunden.

Am zweiten Tag der Mission war es dann so weit: Silbrig-weiß schimmerten die polaren mesosphärischen Wolken (englisch: Polar Mesospheric Clouds – PMC-) an der Grenze zum Welt- raum – ein faszinierender Anblick, der erstmals 1885 von der



Quelle: BlackJack3D via Getty Images

**Vielseitig
und kompakt**

Die Allrounder.
Für jeden Einsatzbereich
das richtige Modell.

Lüftungsgeräte DUPLExbase

Ob als Stand- oder Deckengerät im Innenraum
oder stehend als Outdoorvariante sorgen sie
überall für frische Raumluft.



Ihre Vorteile:

- Zwölf Gerätegrößen bis zu einem Leistungsbereich von 6.000 m³/h
- Vielseitig einsetzbar, im Innen- und Außenbereich
- Stand- oder Deckenmontage frei wählbar (bis 3.500 m³/h)
- Standgeräte mit vertikaler Stützenanordnung (bis 3.500 m³/h)
- Zuluftseite von rechts oder links direkt vor Ort programmierbar
- Integrierter Webserver ermöglicht Zugriff von jedem Standort aus
- Plug-and-play für eine schnelle Inbetriebnahme
- Sofort ab Lager lieferbar

Airflow Lufttechnik GmbH · info@airflow.de

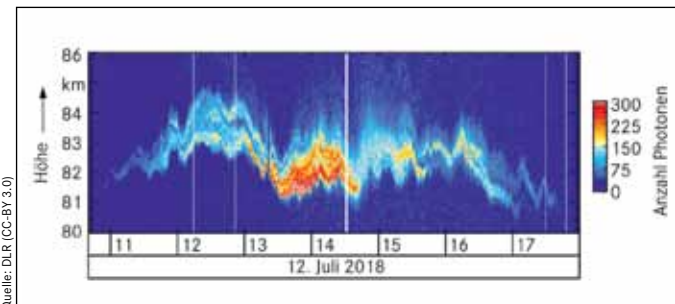
duplexbase.airflow.de

AIRFLOW 
SPEZIALISTEN IN DER LÜFTUNGSTECHNIK



Quelle: NASA

Blick über Nord-Kanada mit dem Lidar-Teleskop im Vordergrund (und den Maskottchen der Mission Maus und Elefant in Raumanzügen)



Quelle: DLR (CC-BY 3.0)

Das Ballon-Lidar des DLR ist ein aktives Messinstrument, welches pro Sekunde Hundert kurze Laserpulse sendet und das von Luft und Wolken zurückgestreute Laserlicht detektiert. Die Grafik zeigt die Messergebnisse am 12. Juli 2018.

Erde aus beobachtet wurde. Leuchtende Nachtwolken entstehen aus Eisteilchen, die auf winzigen Meteorstaubpartikeln in der oberen Atmosphäre kondensieren. Sie können im Sommer kurz nach Sonnenuntergang vom Rand der Polarregionen bis hin nach Norddeutschland bei günstigen Wetterbedingungen auch vom Boden gesehen werden.

Die NASA fotografiert – das DLR misst mit Laser

„Beobachtungen von leuchtenden Nachtwolken sind von großem wissenschaftlichem Interesse, da die Eiswolken unter bestimmten Voraussetzungen als Tracer für Luftmassen fungieren und mit hochauflösenden Messungen der Wolkenhöhe beispielsweise kleinskalige Luftbewegungen sichtbar gemacht werden können“, erklärt Dr. Bernd Kaifler vom Institut für



Quelle: Tyfo

Die Spezial-Wärmeträgerflüssigkeit Tyfocor LS Arctic transportierte die Abwärme aus dem Druckbehälter des Lidar in 28 km Höhe.

Physik der Atmosphäre beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt. „Daraus lassen sich Rückschlüsse auf die Dynamik der Atmosphäre in diesem ansonsten für wissenschaftliche Untersuchungen eher unzugänglichen Höhenbereich ziehen.“

An Bord der PMC-Turbo-Nutzlast befanden sich sieben hochauflösende Kameras der NASA, die rund sechs Millionen hochauflösende Bilder aufnahmen, sowie ein vom DLR entwickeltes Lidar (Light Detecting and Ranging). Dieses Messinstrument zur Fernerkundung von Erdoberfläche und Erdatmosphäre, sendet Laserpulse zu den leuchtenden Nachtwolken. Die zurückgestreuten Photonen erlauben eine präzise Vermessung der vertikalen Struktur der Wolken. So werden zum Beispiel schwach leuchtende Eisschichten von mehr als 5 km Dicke, oder sehr dünne, helle Schichten von nur hundert Metern Dicke sichtbar, teilweise in mehreren Lagen übereinander. Durch die langsame Bewegung des Ballons wird die räumliche Entwicklung dieser Schichten abgebildet.

„Wir kennen die 2D-Struktur der Wolken von den Kamerabildern, aber um die Wellen in den Wolken wirklich genau beschreiben zu können, benötigen wir auch die Höheninformation“, sagt Bernd Kaifler, der das Ballon-Lidarexperiment entwickelte. „Mit den Lidarmessungen können wir die vertikale Struktur der Wellen sichtbar machen und damit wertvolle Daten sammeln, die man aus den Bildern allein nicht hätte ableiten können. Das Ballonlidar ist damit fast ein Satellitenexperiment, mit dem wir Turbulenzen in der Atmosphäre, aber auch in Ozeanen, Seen und anderen Planetenatmosphären besser verstehen, und vielleicht sogar Wettervorhersagen verbessern können.“

Tyfocor LS Arctic transportiert Abwärme

Die Entwicklung eines kleinen und leichten Lidar-Instruments für den Einsatz in einer Ballongondel war nicht einfach. Aufgrund der dünnen Luft in der großen Flughöhe mussten Laser, Detektoren und Elektronik in einen Druckbehälter eingebaut werden. Zudem erforderte die Kühlung des Lasers und der Elektronik die Entwicklung eines großen Radiators zur Abstrahlung der Wärme in den Weltraum, da nicht genügend Luft zur Kühlung vorhanden war. Daher wurde das Kühlsystem, bestehend aus Tank, Pumpe, Kühlplatte und Radiator mit 6 kg Kühlmittel befüllt. Bernd Kaifler und seine Kollegen vertrauten diesen hochsensiblen Job dem Kühlmittel Tyfocor LS Arctic der Hamburger Firma Tyforop GmbH an.

Kühlmittel erfüllte NASA-Anforderungen

Die Aufgabe von Tyforoc LS Arctic war es, die erzeugte Abwärme aus dem Druckbehälter heraus zu transportieren und über einen externen Radiator in den Weltraum abzugeben. „Eine wesentliche Anforderung seitens der amerikanischen Weltraumbehörde NASA war, dass von dem verwendeten Kühlmittel keine Gefahr für die Umwelt und Personen im Falle eines Austritts des Kühlmittels ausgehen durfte“, erklärt Bernd Kaifer einen der Gründe für die Wahl von Tyforoc LS Arctic. Schließlich wurde es auf Basis einer wässrigen Lösung des nicht gesundheitsschädlichen Propylenglykols entwickelt und ist leicht biologisch abbaubar.

Kälte- und Korrosionsschutz bis -47 °C

„Tyforoc LS Arctic ermöglicht als gebrauchsfertige Spezialwärmeträgerflüssigkeit Kälteschutz bis -47 °C“, spezifiziert Kris Rautert, Leiter Marketing und Vertrieb bei Tyfo. „Das Medium wurde von uns speziell für den Einsatz in Solaranlagen mit hoher thermischer Belastung entwickelt, deren Standorte sich in extrem kalten Regionen befinden.“ Als Materialien im Lidar kamen eine Kühlplatte aus Aluminium sowie Rohre aus Edelstahl zum Einsatz; auch die mit dem Kühlmittel in Verbindung stehenden Teile im Radiator waren aus Aluminium gefertigt.

„Entgegen landläufiger Meinungen kann auch Aluminium korrodieren“, erklärt Kris Rautert. „Der Gehalt an Korrosionsinhibitoren im Tyfocor LS Arctic schützt die verwendeten Metallwerkstoffe auch bei Mischinstallation lange und zuverlässig vor Korrosion, Alterung und Inkrustierung. Es hält die Wärmeübertragungsflächen sauber und sichert so einen gleichbleibend hohen Wirkungsgrad.“ Der Korrosionstest nach ASTM D 1384 (American Society for Testing and Materials) erweist im Falle von Aluguss eine durchschnittliche Gewichtsänderung von minimalen -0,2 g/m².

„Unsere Tyfocor-Produktränge eignet sich prinzipiell für alle Temperaturen“, betont Kris Rautert. So ist die Heizungs-, Klima- und Lüftungstechnik eine der zentralen Branchen, die auf Tyfo-Produkte setzt. Schließlich müssen moderne, zentrale Klimaanlage in großen Gebäuden im Winter heizen und im Sommer kühlen. Die Stratosphärenmission war dagegen nach fünf Tagen beendet. Die Nutzlast wurde mittels eines pyrotechnisch betriebenen Messers, das die tragenden Stahlseile durchschnitt, vom Ballon abgetrennt. Während des Abtrennvorgangs riss ein Seil die Ballonhülle auf der Seite auf, so dass das Helium entweichen konnte. Die Ballonhülle fiel ungebremst zu Boden, während das Lidar und die Kameras am Fallschirm sanft in der kanadischen Arktis aufsetzten. Für Kris Rautert bedeutet die Mission „PMC-Turbo“ weit mehr als einen Prestigeerfolg. „Der Technologietransfer mit NASA und DLR zeigt in erster Linie, dass unsere Produkte auf höchstem technologischem Niveau performen können. Unser erfahrenes Laborteam entwickelt für unsere Kunden maßgeschneiderte und individuelle Lösungen und wir befinden uns in einem permanenten Austausch von Know-how, den wir mit renommierten Instituten aus Wissenschaft und Forschung pflegen. Dass wir mit Tyfocor einen Beitrag zur Erforschung unseres Planeten leisten, hat der gesamten Belegschaft natürlich ein überirdisch gutes Gefühl gegeben.“



Eine Information der Tyforop Chemie GmbH, Hamburg

Firmenprofil siehe Seite 213