

Der Ozean über uns

Wer vor über 100 Jahren die höheren Atmosphärenschichten untersuchen wollte, musste mit einem Ballon zum Studienobjekt aufsteigen. Die Wetter- und Klimaforscher des DLR-Instituts für Physik der Atmosphäre haben es mittlerweile einfacher: Forschungsflugzeuge wie Falcon oder HALO und Messgeräte auf Satelliten im Weltraum liefern die Daten, mit denen die Wissenschaftler Troposphäre und Stratosphäre von den Polarregionen bis in die Tropen erforschen. Vor 50 Jahren, am 1. Juni 1962, wurde das Institut gegründet – und geht seit einem halben Jahrhundert mit der Zeit. Zur Forschung für die Luftfahrt sind die Aufgaben aus Raumfahrt, Verkehr und Energie hinzugekommen. Vulkanausbrüche mit ihren Aschewolken sind Anlass für Forschungen in weit gespannter Zusammenarbeit. Und aus Businessjets werden fliegende Labore der Zukunft.

Seit 50 Jahren erforscht das DLR-Institut für Physik der Atmosphäre die komplexen Prozesse in den oberen Luftschichten

Von Manuela Braun



1969: Ein Messballon mit angehängter Radiosonde wird in der „Füllhalle“ hinter dem Institutsgebäude in Oberpfaffenhofen vorbereitet



1982: Drei instrumentierte Motorsegler vermessen die atmosphärische Grenzschicht am Nordalpenrand

Der Nebel sollte verschwinden. Möglichst flächendeckend, damit die Flugzeuge auf dem Münchner Flughafen in Riem immer bei klarer Sicht landen könnten. 1962 war das – und das frisch gegründete Institut für Physik der Atmosphäre warf den Silberiodid-Generator an. Wetterbeeinflussung war ein großes Thema, als zwei Institute der Deutschen Forschungsanstalt für Segelflug (DFS) zum heutigen DLR-Institut für Physik der Atmosphäre (IPA) verschmolzen. „Man hoffte damals, die Natur mit der Technik beherrschen zu können“, erklärt Dr. Hans Volkert, Seniorwissenschaftler am DLR-Institut. Doch die Natur ließ sich nicht so einfach von der Technik beeindruckt. Auch die Versuche, wachsende Hagelkörner frühzeitig in viele Regentropfen umzuwandeln, endeten mit demselben Ergebnis wie der Kampf gegen den Nebel: Mal klappte es, mal nicht. Die Experimente konnten keinen Beleg dafür liefern, dass Nebel und Hagel ausreichend zuverlässig zu beeinflussen waren. Als Wettermacher waren die Wissenschaftler nicht erfolgreich – der Faszination, die Atmosphäre zu erforschen, Klima-abläufe deuten zu können und immer mehr Informationen zu sammeln, tat dies allerdings keinen Abbruch. „Wir leben schließlich am Boden eines riesigen Ozeans aus Luft“, beschreibt es Volkert. Und dieser Ozean soll erforscht werden.

Erstes fliegendes Labor in den Sechzigerjahren

Weltweit wurden Anfang der Sechzigerjahre Einrichtungen gegründet, die die Atmosphäre erforschten: in Deutschland neben dem Institut für Physik der Atmosphäre auch das Meteorologische Institut der Universität Bonn, in der Schweiz das Laboratorium für Atmosphärenphysik, in England das Meteorology Department an der Reading University oder auch in den USA das National Center for Atmospheric Research. Dabei wurde der Begriff „Physik der Atmosphäre“ bereits um 1890 geprägt. Damals, vor 100 Jahren, waren es die Ballonfahrer, die die Luftschiffahrt mit der Meteorologie verbanden und ihre Flüge auch zu Forschungszwecken unternahm. Das verstärkte Interesse an der Atmosphärenforschung in den Sechzigerjahren des 20. Jahrhunderts hatte ähnliche Wurzeln: „Der Flugverkehr nahm zu und wurde immer wichtiger“, sagt Volkert.

Hans Gerhard Müller, erster IPA-Direktor, war selbst Pilot. Der Bezug zur Luftfahrt blieb so auch bei den Forschungsarbeiten des Instituts stark. Vielfach wurden Messkampagnen zu Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Turbulenzen an Bord von regulären Transatlantikflügen der Lufthansa durchgeführt. Aber auch wenn damals noch niemand daran dachte, dass einmal das Forschungsflugzeug Falcon mit einem Laser die Atmosphäre untersuchen würde – ein fliegendes Labor gab es dann doch bereits zu den Anfängen des Instituts: Die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt – eine der Vorgängerinstitutionen des DLR – erwarb 1962 die zweimotorige QueenAir, die mit Messgeräten an Bord für Missionen eingesetzt wurde. Flüge in die Luftströmungen des Föhns, Tests für Lasersysteme am Boden oder Flüge durch die Turbulenzen in der Troposphäre gehörten zu den Forschungsarbeiten während der ersten Institutsdekade.

In den Sechzigerjahren hegte man die Hoffnung, Nebel beeinflussen zu können. Ein Bild im Fotoarchiv zeugt davon. Es zeigt einen Generator für Reifkristalle zur Modifikation unterkühlten Nebels auf der Dachterrasse des damals neugebauten Instituts für Physik der Atmosphäre im Jahr 1968.

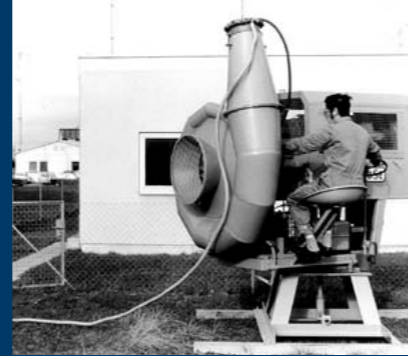




1968: Das neue Gebäude des Instituts für Physik der Atmosphäre in Oberpfaffenhofen mit kleinem Regen-Radar auf dem Dach



1970: Während einer Kampagne in Norwegen wird eine Ballonsonde für eine Strahlungsmessung vorbereitet



1971: Abenteuerlich mutet heute das Verteilergebläse an, das zur Impfung unterkühlten Nebels mit flüssiger Kohlendensäure aufgebaut worden war

Bewusstsein für Umweltverschmutzung und Klimaschutz

In den Siebziger- und Achtzigerer-Jahren kamen dann neue Themen auf: Mit einem sich ändernden Umweltbewusstsein in der Gesellschaft wurden Forschungen zur Luftverschmutzung und Klimaveränderung wichtig. Die Grünen gründeten sich als politische Partei (1980). Das Ozonloch wurde erstmals in der Zeitschrift Nature beschrieben (1985). Und das Kernkraftwerk Tschernobyl ging mit seiner verheerenden Explosion in die Geschichte ein (1986). „Jetzt wollte man die Natur weniger beherrschen als schützen“, erläutert Atmosphärenforscher Volkert den damaligen Sinneswandel. Aerosolmessungen über Bayern, die Messung des transalpinen Schadstofftransports sowie Ozon-Missionen über dem Nordatlantik und Island gehörten zu den Fragestellungen, mit denen sich das Institut für Physik der Atmosphäre beschäftigte. Zum Forschungsflugzeug QueenAir kam 1976 die Falcon hinzu, die aufwändig für Messungen von Turbulenzen, Aufnahmen von Luftproben und die Montage von Messinstrumenten unter den Flügeln umgerüstet wurde.

Zeitgleich weitete das Institut seine Kompetenzen aus: Neben zu Beginn der Forschungstätigkeit vor allem die Mess-Experimente einen Großteil der Zeit ein, kam nun die Modellierung am Computer hinzu. Die Wissenschaftler erstellten unter anderem ein Simulationskonzept für die Schadstoffausbreitung und modellierten den Wärmeeinfluss von Kraftwerkskühltürmen auf die Umgebung. Die Ergebnisse von Experimenten und von Simulationen konnten nun immer besser miteinander verglichen werden. In den Neunzigerjahren ließen die Wissenschaftler beispielsweise die Falcon anderen Jets folgen oder viel beflogene Luftkorridore kreuzen – und simulierten auf der Basis der durchschnittlichen, festgestellten Emissionen vollständige Klimaszenarien. Modellrechnungen des DLR zu Eiswolken oberhalb von 20 Kilometern über der Erde wiederum fanden ihre Bestätigung durch eine europäische Flugkampagne im schwedischen Kiruna. Experimente und Simulationen erwiesen sich immer mehr als gelungene Kombination.

Atmosphärendaten aus dem Weltall

Längst schon hatte auch die Raumfahrt Einzug gehalten in die Arbeit des Instituts für Physik der Atmosphäre: Meteorologische Satelliten lieferten den Wissenschaftlern Daten für ihre Forschung. Auf der Basis dieser Messungen aus dem Weltall errechneten die Wissenschaftler Temperaturprofile, analysierten die Höhe von Eiswolken oder erforschten Kondensstreifen. „Im Institut für Physik der Atmosphäre verbinden sich heute die beiden Kernbereiche Luft- und Raumfahrt gleichwertig“, betont

Hans Volkert. Neben der wissenschaftlichen Auswertung von Erdbeobachtungsmissionen entwickelt das Institut aber auch neue Technologien wie Lidar (Light detection and ranging). So zum Beispiel für den deutsch-französischen Klimsatelliten MERLIN (Methane Remote Sensing Lidar Mission), der ab 2014 den Methan-Gehalt in der Atmosphäre messen soll. Das DLR-Projekt WALES hingegen untersucht, wie mittels Lidar vom Weltraum aus präzise Wasserdampfmessungen vorgenommen werden könnten, um so noch bessere Wettervorhersagen und tiefere Erkenntnisse über die Rolle des Wasserdampfs im Klimageschehen zu ermöglichen. Und wenn zukünftig im Weltraum ein Lidar auf der „Atmospheric Dynamics Mission“ ADM-Aeolus rund um die Uhr Höhenprofile des Windes misst, dann ist die auf der Falcon erprobte Technologie zur alltäglichen Anwendung gekommen.

Forschung für Luft- und Raumfahrt, Verkehr und Energie

„Wir orientieren unsere Forschung an den Aufgaben aller Bereiche, in denen das DLR tätig ist – Luftfahrt, Raumfahrt, Verkehr und Energie“, betont Prof. Dr. Ulrich Schumann, seit 30 Jahren Direktor des Instituts. Wirbelschleppen. Klimawirkung von Emissionen und Kondensstreifen. Wetterinformationen. Physik der Wasser- und Eiswolken. Die Auswirkungen von Schiffs-, Bahn- und Straßenverkehr auf die Zusammensetzung der Atmosphäre. Neu hinzugekommen sind Projekte zur Windenergie. Und nicht zuletzt die Forschung zur Erkennung und Vorhersage der Ausbreitung von Vulkan-Emissionen. Dafür hat der isländische Vulkan Eyjafjallajökull gesorgt, der am 14. April 2010 ausbrach und den gesamten europäischen Flugverkehr lahmlegte – und die Falcon als „Vulcano Ash Hunter“ in die Aschewolke über Island, England und Deutschland schickte.

Die nächste Ära steht bereits an: Das Forschungsflugzeug HALO (High Altitude and Long Range Research Aircraft) nimmt seinen Betrieb auf und wird in über 15 Kilometer Höhe Messungen in der unteren Stratosphäre durchführen können. „Unsere Forschungsthemen sind eigentlich uralte, aber noch lange nicht abgearbeitet“, fasst Atmosphärenforscher Volkert zusammen. „Schließlich ist die Atmosphäre ein Kontinuum, das reichlich Chaos enthält – und wir Wissenschaftler versuchen, etwas Ordnung in dieses Gemenge zu bringen.“ ●

Weitere Informationen
www.DLR.de/PA

„Messen allein bringt gar nichts“



Seit dem 1. Oktober 1982 leitet Prof. Dr. Ulrich Schumann das Institut für Physik der Atmosphäre. In den fast 30 Jahren hat er es zur weltweiten Spitze der Atmosphärenforschung geführt. Am 30. Juni 2012 geht er in den Ruhestand – Luftfahrt-Redakteurin Lena Fuhrmann sprach mit Prof. Schumann über seine Zeit beim DLR.

Herr Prof. Schumann, kamen Sie mit einer Vision zum DLR?

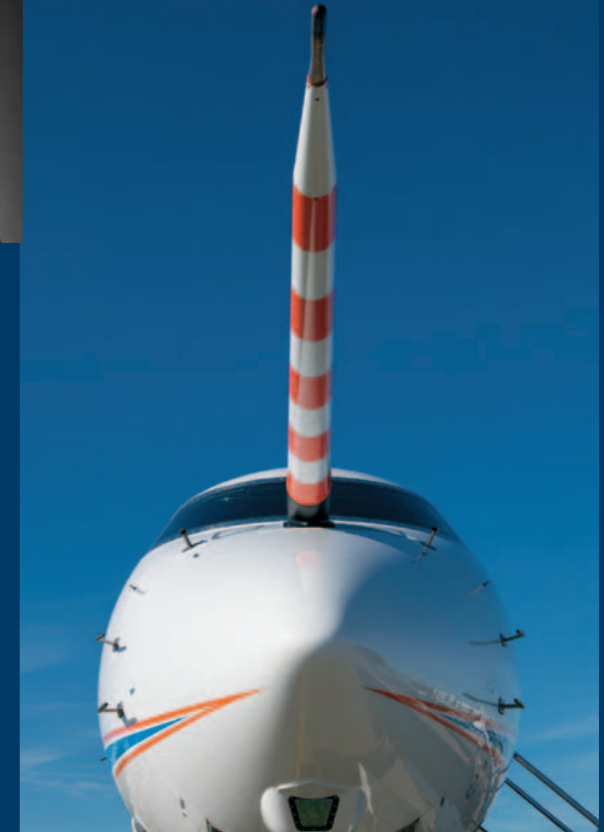
Meine Vorstellung war, dass wir nicht nur versuchen, die Atmosphäre zu vermessen, sondern auch, sie zu modellieren. Denn Messen allein bringt gar nichts. Wenn man sich nicht vorher mit Modellen und Theorien eine Vorstellung von den Abläufen in der Atmosphäre macht, kann man die Messungen nicht einordnen. Wir haben in meiner Zeit sehr stark die Verbindung von Theorie und Experiment gefördert, die herausragenden Fähigkeiten des DLR im Bereich von Messungen und Simulationen ausgebaut und für viele Aufgaben genutzt.

Hatten Sie ein persönliches Highlight unter den vielen Projekten, die Sie in den letzten 30 Jahren geleitet haben?

30 Jahre sind eine lange Zeit, da hat man viele Projekte, die wichtig waren, da kann ich mich nicht auf eins festlegen. Eine Besonderheit an der Forschung im DLR ist die Vielseitigkeit. Ich habe mit meinen Teams wechselnde Themen erforscht – von sehr grundlegenden, theoretischen Arbeiten, wie zum Beispiel den chaotischen Eigenschaften eines turbulenten Systems, bis hin zu sehr praktischen Dingen wie der Vorhersage von Kondensstreifen. Stolz sind wir beispielsweise darauf, dass der Weltklimabeirat für einen Bericht, an dem wir beteiligt waren, den Friedensnobelpreis erhalten hat.

Was hat die Atmosphärenforschung besonders vorgebracht?

Das DLR hat einmalige Möglichkeiten, die Atmosphäre zu vermessen und mit Hilfe von Modellen zu verstehen: Beispielsweise haben wir mit dem DLR-Forschungsflugzeug Falcon und dem russischen Höhenforschungsflugzeug Geophysika in Brasilien im Umfeld von tropischen Gewittern, die dort bis 18 Kilometer Höhe reichen, die Entstehung von Stickoxiden aus Blitzen vermessen. Wir fanden heraus, dass die tropischen Gewitter wider Erwarten weniger Stickoxide erzeugen als Gewitter in unseren Breiten. Aus den Messdaten und Modellen konnten wir den globalen Beitrag von Gewittern zu Stickoxiden in der Atmosphäre bestimmen. Das waren teils überraschende Ergebnisse. Sie waren Voraussetzung für die Berechnung des Beitrags von Stickoxiden aus anderen Quellen, wie Straßen-, Schiffs- und Luftverkehr, mit Klimamodellen.



Mittels Nasenmasten ermitteln die Forscher heute wie damals aufs Genaueste die Windschwankungen (Turbulenz) vor den Forschungsflugzeugen HALO (2011; oben) und Falcon (etwa 1978; unten)

