

Erste Messflüge als Wolkenobservatorium: Forschungsflugzeug HALO durchleuchtet Passatbewölkung und erforscht Wolken und Niederschlag im Nordatlantik

Welche Klimawirkung haben Wolken? Unter welchen Bedingungen wärmen oder kühlen sie die Atmosphäre? - Nach mehr als fünf Jahren Vorbereitung hob am 10. Dezember 2013 das speziell ausgerüstete Forschungsflugzeug HALO (**H**igh **A**ltitude and **L**ong Range Research Aircraft) zu Messflügen für die Wolkenforschung ab. Prof. Bjorn Stevens und Dr. Lutz Hirsch vom Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M) starteten von Oberpfaffenhofen aus zu einem zehn-stündigen Flug in Richtung Barbados und nahmen zahlreiche Messgeräte stellvertretend für die deutsche Wolkenforschung an Bord von HALO in Betrieb. Technisch unterstützt wurden sie von Friedhelm Jansen (ebenfalls MPI-M). Mit HALO können erstmals über weite Distanzen und aus sehr großer Höhe vertikale Profile von Wasser, Wasserdampf und Eis in der Atmosphäre gemessen, sowie Wolken und Niederschlag, gleichzeitig aber auch Aerosolpartikel, um die herum sich neue Wolkentröpfchen bilden, erfasst werden. Damit begann eine neue Ära in der flugzeuggestützten Atmosphärenforschung. Der neue mit viel Hightech ausgerüstete Flieger ist eine Gemeinschaftsinitiative deutscher Umwelt- und Klimaforschungseinrichtungen (s. u.) und wird vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) betrieben.

Die Flüge im Dezember sind Teil des Projekts NARVAL (Next-generation Aircraft Remote-Sensing for Validation Studies) und sollen den Atmosphärenforschern detailliertere Informationen über die Beschaffenheit der tropischen Bewölkung liefern (Abb.1). Die Flüge über den Atlantik von Oberpfaffenhofen bis Barbados ergänzen dabei stationäre Messungen am Wolkenobservatorium auf Barbados. Die so gewonnenen Daten tragen zu einem besseren Verständnis von Wolken- und Niederschlagsprozessen bei und helfen Unsicherheiten in Klimamodellen zu verringern.



Abb.1: HALO (Quelle: DLR)

Fernerkundungsmessgeräte, angebracht im "Belly Pod" unter dem Rumpf des Flugzeugs, bestimmten vertikale Profile von Temperatur und Feuchte sowie die Verteilung von Wolkentröpfchen und Schmutzpartikeln (Aerosole) (Abb. 2). Während des Fluges wurden außerdem sogenannte Dropsonden abgeworfen, um Druck Temperatur und Feuchte ("Profile") in der Atmosphäre zu messen. Diese Radiosonden, die normalerweise mit einem Wetterballon von der Erde aufsteigen und auf ihrem Weg durch die Atmosphäre messen, gleiten hier nach Abwurf aus dem Flugzeug an einem Fallschirm zu Boden.



Abb. 2: "Belly Pod" unter dem Rumpf von HALO. Er enthält die Radiometer, das Radar und den Laser, mit denen die Profile während des Flugs gemessen werden. (Quelle: DLR)

Diese ersten Messflüge waren ein Gemeinschaftsprojekt des MPI-M mit dem Meteorologischen Institut der Universität Hamburg, dem DLR, den Universitäten in Köln, Leipzig und Heidelberg sowie mit dem Forschungszentrum Jülich. Sie führten die Wissenschaftler in einem durchgehenden Langstreckenflug nach Barbados, wo die [Wolken-Messstation des MPI-M](#) liegt, und zurück. Auf den Hin- und Rückflügen wurden in 70 Flugstunden auch bei fast jedem Flug Vergleichsmessungen mit dem Satelliten CloudSat durchgeführt. Der Satellit vermisst die atlantische Bewölkung in Bahnen quer zur Flugroute. Kurze Parallelflüge von HALO zu diesen Satellitenbahnen ermöglichen es, die Messungen des Satelliten zu überprüfen (Abb. 3), denn das Flugzeug fliegt deutlich tiefer und sieht die Wolken wesentlich genauer.

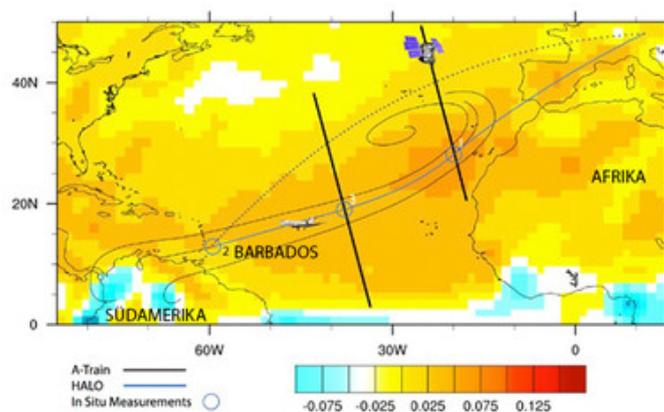
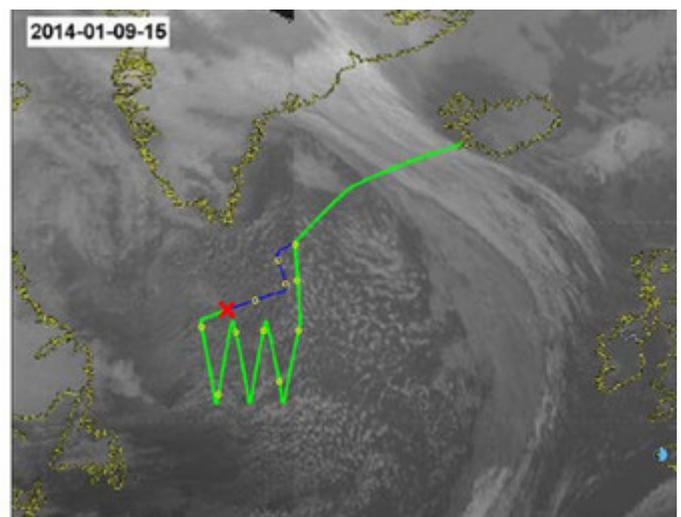
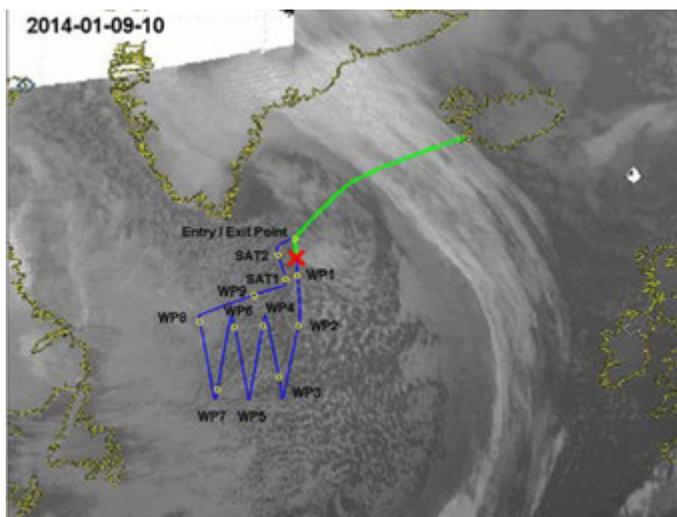


Abb. 3: Flugroute über den Atlantik von Oberpfaffenhofen nach Barbados. Schwarze Linien: Flugbahn des Satelliten CloudSat.

Die Route Oberpfaffenhofen - Barbados und zurück wurde im Dezember 2013 insgesamt dreimal geflogen ("NARVAL-Süd"). Lokalflüge von Barbados in Richtung Osten durch die Passatbewölkung wurden ebenfalls durchgeführt, um die Wolken zu erfassen, die direkt auf die Barbados-Messstation zuströmen, und mit den Daten der Messstation an Land abzugleichen.

Einen Monat nach den NARVAL-Flügen durch die Passatbewölkung begann am 9. Januar 2014 unter der Federführung von Prof. Felix Ament und Dr. Christian Klepp (beide Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit/CEN der Universität Hamburg) der zweite Teil der Mission: "[NARVAL-Nord](#)". Hierfür wurde HALO auf Island stationiert, um die Rückseiten von Tiefdruckgebieten über dem Nordatlantik zu untersuchen. Wie viel Niederschlag in dieser Zone mit kleinräumigen, aber wetterintensiven Wirbeln fällt, wird derzeit in der Wissenschaft diskutiert, da Satellitenbeobachtungen und Modellrechnungen unterschiedliche Ergebnisse liefern. "Es fehlen Messwerte, weil in diesen typischen Sturmzonen keine Schiffe fahren", erläutert Projektleiter Prof. Felix Ament. "Eine erfolgreiche HALO-Mission könnte wichtige Fakten liefern und gewissermaßen einen 'blinden Fleck' auf der wissenschaftlichen Landkarte schließen."



Zusammensetzung der AVHRR- und Meteosat-Daten des 3,9 Mikrometer Kanals bei 10 UTC (links) und 15 UTC (rechts) mit eingeblendeter Flugroute: Das rote Kreuz markiert die Position von HALO zur jeweiligen Zeit, die grüne Linie das bereits geflogene Flugmuster. Die gelben Kreise stellen den Abwurfpunkt der 11 Dropsonden dar. Die Wegpunkte ("WP", links) zeigen von Wegpunkt 1 zu Wegpunkt 8 den Eintritts- und Austrittspunkt in das von der Flugsicherung freigegebene Rahmenmuster. "SAT" markiert die geflogene Route für das Unterqueren von CloudSat.

Das Anfang Januar sehr umfassende Sturmtief über Nordamerika, das mit seinem Zentrum im Norden Kanadas lag und in den USA für eine Rekordkälte sorgte, war für die Forscher eine gute Gelegenheit, die Konvektion auf seiner kalten Rückseite zu untersuchen, nachdem es langsam auf den Atlantik und die Labradorsee gezogen war. Dabei erreichte die Kaltfront in Nord-Süd-Erstreckung die Südspitze Grönlands. Die von Festland nachziehende Kaltluft enthielt einige große und unzählige kleine zellulare Konvektionsstrukturen, deren Erfassung sich die Forscher widmeten. Der erste etwa neun-stündige Flug führte im Zickzack-Muster durch die Kaltluft im Zielgebiet.

Währenddessen fanden auch Überflüge der SSMIS-Satelliten statt, die Grundlage von [HOAPS](#) sind. Auf dem Rückflug wurde wie bei NARVAL-Süd ebenfalls ein CloudSat-Unterflug durchgeführt. Insgesamt waren fünf Messflüge geplant.

Das Forschungsflugzeug HALO ist eine Gemeinschaftsinitiative deutscher Umwelt- und Klimaforschungseinrichtungen. Gefördert wird HALO durch Zuwendungen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), der Helmholtz-Gemeinschaft, der Max-Planck-Gesellschaft (MPG), der Leibniz-Gemeinschaft, des Freistaates Bayern, des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), des Deutschen GeoForschungsZentrums GFZ, des Forschungszentrums Jülich und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR).

Weitere Informationen:

HALO:

www.halo.dlr.de

www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10631/1092_read-3820/

Barbados-Initiative:

www.mpimet.mpg.de/wissenschaft/atmosphaere-im-erdsystem/initiativen/barbadosstation.html

Neues Wolkenobservatorium hebt ab:

www.mpimet.mpg.de/nc/kommunikation/aktuelles/single-news/article/neues-wolkenobservatorium-hebt-ab.html

www.klimacampus.de/631+M54748b68adf.html

Kontakt:

NARVAL Süd

Prof. Dr. Bjorn Stevens
Max-Planck-Institut für Meteorologie
Tel.: 040 41173 422 (Assistenz Angela Gruber)
E-Mail: bjorn.stevens@mpimet.mpg.de

Dr. Lutz Hirsch
Max-Planck-Institut für Meteorologie
Tel.: 040 41173 206
E-Mail: lutz.hirsch@mpimet.mpg.de

NARVAL Nord

Prof. Dr. Felix Ament
Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN), Universität Hamburg
Mitglied des KlimaCampus
Tel.: 040 42838 3597
E-Mail: felix.ament@zmaw.de

Dr. Christian Klepp
Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN), Universität Hamburg
Mitglied des KlimaCampus
Tel.: 040 41173 353
E-Mail: christian.klepp@zmaw.de

Dr. Stephan Bakan
Max-Planck-Institut für Meteorologie
Tel.: 040 41173 211
E-Mail: stephan.bakan@mpimet.mpg.de