



HALO - (AC)³

Arctic Air Mass Transformations During Warm Air Intrusions and Marine Cold Air Outbreaks

Interview mit Andreas Herber (AWI)

Was ist das Besondere an der Feldkampagne HALO-(AC)³?

Die HALO-(AC)³ Flugzeugkampagne vereinigt die Kapazitäten von zwei völlig verschiedenen fliegenden Messplattformen. Auf der einen Seite steht das Flugzeug HALO (High Altitude and Long Range Research Aircraft), das in großer Höhe (15 km) über extrem lange Strecken (bis zu 10.000 km) fernerkundende Messungen der gesamten Troposphäre vornehmen kann, einschließlich der Möglichkeit der messtechnischen Erfassung von Wolken in allen Stockwerken. Ergänzend zu der Operation von HALOs kommen die AWI Forschungsflugzeuge Polar 5 und Polar 6 zum Einsatz, die im Höhenbereich bis maximal 8 km operieren können und deren maximale Flugzeit 5-6 h beträgt, wobei dabei 1500 – 2000 km zurückgelegt werden können. Die Einsätze werden eng mit denen von HALO koordiniert, sodass zeitgleich Messungen in zwei unterschiedlichen Höhenschichten auf einem Teilstück des HALO Flugzeug-Tracks vorgenommen werden. Die Reichweite ist zwar geringer, aber der Vorteil der Polarflugzeuge ist an dieser Stelle, dass sie langsam und tief fliegen können und damit eine Momentaufnahme von ganz speziellen Prozessen in, unter und über Wolken bzw. in der planetaren Grenzschicht messtechnisch geben können. Die Instrumentierung der Polarflugzeuge, Polar 5 ausgerüstet mit Fernerkundungssystemen und Polar 6 mit In-Situ Instrumenten, stellt eine ideale Ergänzung zu den Fernerkundungssystemen von HALO dar. Diese Art des koordinierten Einsatzes dreier verschiedener Forschungsflugzeuge, speziell der simultanen Messungen in verschiedenen Höhen, unter Nutzung vorab berechneter Wege von Luftmassen wird zum ersten Mal durchgeführt und wir erwarten einen Erkenntnisgewinn für das Verständnis der Prozesse, die das Wetter und das Klima der Arktis bestimmen.

Warum wurde die europäische Arktis als Zielregion für die Kampagne HALO-(AC)³ gewählt?

Die Arktis ist eine der sensibelsten Regionen der Erde und Umwelt- und Klimaveränderungen haben dort noch stärkere Auswirkungen als in den mittleren Breiten. Zum Beispiel bedeutet eine globale Temperaturerhöhung von 1.5 °C, eine wesentlich höhere Temperaturerhöhung für die Arktis, was die Messungen der letzten Jahre belegen. Das Wettergeschehen in Europa und Nordamerika wird entscheidend durch die in der Arktis ablaufenden atmosphärischen Prozesse bestimmt. Obwohl sich unser Kenntnisstand in den vergangenen Jahrzehnten verbessert hat, sind noch viele Fragen offen. Dies liegt zum einen an logistischen Schwierigkeiten für jegliche Messungen in der Arktis, aber auch an den Beschränkungen, unter denen Flugzeugmessungen durchgeführt werden können. Der arktische Ozean ist umgeben von Kontinenten, auf denen in Küstennähe die Anzahl von Stationen und Flughäfen beschränkt ist. Zudem sind die an den



HALO - (AC)³

Arctic Air Mass Transformations During Warm Air Intrusions and Marine Cold Air Outbreaks

Ozean angrenzenden Regionen aufgeteilt in Hoheitsgebiete verschiedener Staaten. Es erfolgt zwar eine Koordinierung über den "Arktischen Rat", aber Messeinsätze über die gesamte Arktis sind schwierig durchzuführen. Wir konzentrieren uns mit den Messungen auf die europäische Arktis mit Longyearbyen (Spitzbergen) als Operationsbasis für die Polarflugzeuge und Kiruna (Schweden) für HALO.

Welche Forschungsflugzeuge kommen bei der Kampagne zum Einsatz? Was ist deren jeweilige Aufgabe?

Bei der HALO-(AC)³ Kampagne kommen neben HALO (High Altitude and Long Range Research Aircraft) die AWI Forschungsflugzeuge Polar 5 und Polar 6 zum Einsatz. Die Aufgaben von HALO sind ja schon erklärt und beschrieben. Für die Kampagne werden auch die Polar 5 und Polar 6 mit unterschiedlicher Instrumentierung in verschiedenen Höhenbereichen eingesetzt, die komplementäre Informationen im Rahmen der koordinierten Messflüge liefern. Die Polar 5 ist mit einem Wolkenradar einem Aerosol – Lidar sowie einem Sonnenspektrometer ausgerüstet für die Vermessung der Aerosol- und Wolkeneigenschaften. Mittels verschiedener spektraler Strahlungssensoren und Kamerasystemen können die Strahlungsflüsse charakterisiert werden. Weiterhin können mit Hilfe eines Turbulenzmesssystems die Energie- und Impulsflüsse in der arktischen Grenzschicht (Atmosphärenschicht unterhalb etwa 1 km) sowie von Wolken erfasst werden. Auch von der Polar 5 werden Dropsonden abgeworfen, die eine Information der meteorologischen Strukturen im Höhenbereich bis 4 km liefern. Zusätzlich zu den koordinierten Flügen mit HALO interessieren uns die Energie- und Impulsflüsse (Transport von Bewegungsenergie des Windes) und die Austauschprozesse in der Grenzschicht unter Berücksichtigung der Unterlage, wie Meereis, Rinnen, Meereisrandzone und offener Ozean. Die Polar 6 ist ausgerüstet mit verschiedenen In-Situ Messsystemen zur Erfassung von Aerosol- und Wolkeneigenschaften. Dies schließt die Messung in arktischen Wolken sowie oberhalb und unterhalb von Wolken mit ein. Durch Messung direkt in den Wolken und der Charakterisierung von speziellen Wolkenparametern, wie Partikelgrößen und Formen sowie des Nachweises von verschiedenen Aerosolarten und Ruß, auch oberhalb und unterhalb von Wolken, kann die Qualität der fernerkundenden Messungen (durch unsere eigenen Flugzeuge oder durch Satelliten) eingeschätzt werden. Darauf aufbauend können die Fernerkundungsmessungen gegebenenfalls kalibriert werden. Die Kombination von fernerkundenden und In-Situ Messsystemen erlaubt eine optimale Charakterisierung von Aerosol- und Wolkenparametern und stellt vor allem für die weitere Nutzung der Daten für Modelle und Modellparametrisierung einen entscheidenden Mehrwert dar. Zusätzlich zu den koordinierten Einsätzen der Polar 6 im Rahmen der Messungen entlang einer Luftmasse und der Erfassung von Warm Air Intrusions (WAIs; Warmlufteinschübe) and marinen Cold Air Outbreaks (CAOs; Kaltluftausbrüche) werden auch Messungen bzgl. der horizontalen und vertikalen Verteilung von Aerosolen und Black Carbon sowie Messungen im Bereich von Ny-Ålesund durchgeführt um dort eine bessere Charakterisierung der Langzeitmessungen an einem festen Ort vornehmen zu können.



HALO - (AC)³

Arctic Air Mass Transformations During Warm Air Intrusions and Marine Cold Air Outbreaks

Warum ist es notwendig drei Forschungsflugzeuge einzusetzen, um die Ziele der Kampagne zu erreichen?

Durch den koordinierten Einsatz von drei Flugzeugen mit simultanen Messungen in drei verschiedenen Höhen der Atmosphäre soll versucht werden, Luftmassen in die und aus der Arktis zu verfolgen. Dies erfolgt in erster Linie mit dem Flugzeug HALO, aber durch den gleichzeitigen Einsatz der Polarflugzeuge in zwei anderen Stockwerken der Atmosphäre können die Transportprozesse viel besser beschrieben werden. Ein ähnlich aufwendiger Ansatz wurde bisher in der Arktis nicht durchgeführt. Es kann durch den koordinierten Einsatz der drei Flugzeuge besser gelingen, die Umwandlungsprozesse zu reproduzieren, die Luftmassen auf ihrer Reise nach Süden oder Norden durchlaufen. Durch die spezifischen Informationen aus drei verschiedenen Höhen kann der meridionale Transport so charakterisiert werden, dass die Zusammenhänge zwischen der Arktis und den mittleren Breiten realistischer dargestellt werden können. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die HALO-(AC)³-Mission zwei Hauptziele verfolgt. Durch den koordinierten Einsatz der drei Forschungsflugzeuge sollen quasi-lagrangesche Beobachtungen von Luftmassenumwandlungsprozessen während des meridionalen Transports innerhalb von WAIs, marinen CAOs sowie von atmo-sphärischen Flüssen (Atmospheric Rivers; ARs) durchgeführt werden, was bisher in der Arktis noch nicht versucht wurde. Zweitens soll getestet werden, inwieweit numerische Atmosphärenmodelle in der Lage sind, die vom Flugzeug aus durchgeführten Messungen zu reproduzieren.