



HALO - (AC)³

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

Interview mit Susanne Crewell (Universität zu Köln)

Was macht die angestrebten Ergebnisse der Forschungskampagne so wertvoll?

Die Arktis ist ein Brennpunkt des Klimawandels. Warum das so ist und wie stark und lokal ausgeprägt die weitere Erwärmung in der Zukunft sein wird, ist jedoch eine offene Frage. Unsere Forschung zielt darauf ab, das Verständnis der Prozesse in der komplexen arktischen Umwelt zu verbessern, wo die Informationen wegen fehlender Messungen stark eingeschränkt sind. Auf diese Weise werden wir besser in der Lage sein, künftige Entwicklungen vorherzusagen, insbesondere in Bezug auf den Transport arktischer Luft in die mittleren Breiten und umgekehrt. An der Universität zu Köln werden wir uns eingehend mit der Bildung von Niederschlag beschäftigen. Dies ist ein Schlüsselprozess im Zusammenhang mit dem Luftmassentransport, jedoch haben wir kaum Messungen zum Niederschlag in der Arktis. Ob der Niederschlag als Schnee oder als Regen am Boden ankommt, hat große Auswirkungen auf die Veränderung des Meereises oder Charakteristika des Ozeans. Daher ist es sehr wichtig zu verstehen, welche Bedingungen bestimmen, wann, wo und wie viel Niederschlag fällt.

Beeinflusst die Erwärmung der Arktis auch unser Wetter in den mittleren Breiten?

Ohne den Wärmetransport aus den Tropen und mittleren Breiten würde es in der Arktis immer kälter werden. Dieser Wärmetransport findet nicht kontinuierlich statt, sondern erfolgt häufig durch Ereignisse, bei denen warme und feuchte Luftmassen nordwärts transportiert werden. Dabei können auch Starkwetterereignisse in Europa verursacht werden. Analog kann sich kalte Luft aus der zentralen Arktis südwärts bewegen. Dann strömt diese sehr kalte Luft über den relativ warmen Ozean und es bilden sich konvektive Wolken. Diese Kaltluft mit eingebetteten Schauern reicht oft bis weit nach Mitteleuropa und bringt zum Beispiel die klassischen April-Graupelschauer. So haben Transporte von warmer und kalter Luft starke Auswirkungen auf das europäische Wetter. Da sich die Arktis schneller erwärmt als der Rest des Globus, stellt sich die Frage, wie sich die Häufigkeit und Dauer dieser „Luftmassentransporte“ verändern. Veränderungen sind wahrscheinlich, da Temperaturunterschiede die atmosphärischen Bewegungen antreiben. Viele Details sind jedoch noch nicht vollständig geklärt, was unsere Messungen hochinteressant macht.



HALO - (AC)³

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

Warum ist die Nutzung von Forschungsflugzeugen für die wissenschaftliche Zielstellung von HALO-(AC)³ unabdingbar?

Die Arktis ist eines der Gebiete mit der größten Datenlücke auf dem Globus. Es werden nur sehr wenige dauerhafte Beobachtungen an wenigen Bodenstationen durchgeführt. Auch Satellitenmessungen sind in der Arktis schwieriger als anderswo: Weiße Wolken lassen sich über Meer eis und schneebedeckten Regionen kaum erkennen. Auch thermische Signaturen sind über der kalten Oberfläche nur schwer zu erkennen. Hier kommen flugzeuggestützte Messungen ins Spiel, die einen genaueren Blick ermöglichen. Durch die Kombination innovativer Instrumentenpakete an Bord der Flugzeuge können die Atmosphäre und insbesondere die Wolken viel detaillierter untersucht werden als vom Weltraum aus. Die Zielregionen der Forschungsflüge werden mit Hilfe von Wettermodellen und Satellitenaufnahmen ermittelt. Dort werden detaillierte Messungen durchgeführt, die uns Aufschluss über die Größe und Form von Wolkentropfen und Eispartikeln geben und darüber, unter welchen Bedingungen diese sich erwärmen. Indem sie „Luftmassen“ folgen, können die Flugzeugmessungen auch zeigen, wie sich die Wolken und ihre Umgebung mit der Zeit verändern. Dies wird einzigartige Informationen liefern, um Wetter- und Klimamodelle zu überprüfen und zu verbessern.

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

Um unsere Ziele zu erreichen, können wir auf die Komplementarität von drei Forschungsflugzeugen zurückgreifen. Das deutsche Höhenflugzeug HALO (High Altitude and Long Range Aircraft) ist ideal geeignet, um die räumliche Struktur von Luftmassen von seiner Basis in Kiruna (Schweden) aus zu kartieren. Es fliegt weit über 10 km Höhe und setzt verschiedene Fernerkundungsinstrumente ein, die Informationen über die Eigenschaften von Wolken und Niederschlägen und deren Auswirkungen auf den atmosphärischen Energiehaushalt liefern. Es kann mehr als 8000 km zurücklegen und durch eine Flugdauer von mehr als 8 Stunden dieselbe „Luftmasse“ an verschiedenen Orten beobachten. Auf diese Weise kann die Umwandlung der Luft, die in die Arktis hinein- oder aus ihr herausfließt, untersucht werden. Während HALO den breiten Überblick liefert, ermöglichen die beiden Polarflugzeuge eine detaillierte Analyse der Luftmassen und der Rolle, die die Oberflächen (Meereis, Ozean) spielen. Beide Flugzeuge haben eine ähnliche Reichweite und fliegen typischerweise etwa 4-5 Stunden von Longyearbyen, Svalbard, aus. Polar 5 kann in etwa 3 km Höhe fliegen und verfügt über ähnliche Instrumente wie HALO, ist aber in der Lage, die Struktur der Wolken viel feiner aufzulösen, einschließlich der sehr niedrigen Wolken, die von HALO aus schwer zu sehen sind. Polar 6 verfügt über so genannte in-situ-Instrumente, die uns Informationen über einzelne Wolkenpartikel liefern, einschließlich der verschiedenen Formen von Eispartikeln wie Nadeln, Säulen oder Dendriten. Die Messungen umfassen noch



HALO - (AC)³

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

weitere Informationen, z. B. über Aerosolpartikel und Turbulenzen. Durch die Koordinierung der Flugmuster der verschiedenen Flugzeuge können wir die Luftmassen von ihrer räumlichen und zeitlichen Entwicklung (HALO) über die feineren Details und den Oberflächeneinfluss (Polar 5) bis hin zu den Bestandteilen einzelner Wolken (Polar 6) näher betrachten. Die Kombination der verschiedenen Messungen ermöglicht es uns schließlich, ein nahezu vollständiges Bild zu erhalten.

Ein wesentliches Ziel der Kampagne ist die Evaluierung numerischer Atmosphärenmodelle. Bitte erläutern Sie die Bedeutung dieses Vorhabens.

Die Wettervorhersage in der Arktis ist sehr anspruchsvoll. Für die Initialisierung der Vorhersagen sind nur sehr wenige Messungen verfügbar. Außerdem ist die Vorhersage schwierig, da der Einfluss des Meeres, dessen Eigenschaften sich zeitlich und räumlich schnell ändern, auf die atmosphärische Strömung sehr komplex ist. Auch die Wirkung der arktischen Wolken, die Wassertropfchen und Eispartikel sowie Aerosolpartikel enthalten können, ist nur schwer zu erfassen. Daher ist es sehr wichtig, unsere Messungen zu nutzen, um die Leistung der Vorhersagemodelle unter diesen besonderen Bedingungen zu testen. Zu wissen, mit welchen Einstellungen die Modelle am besten funktionieren, wird auch die Wettervorhersage in Europa unterstützen, da die Arktis auch das europäische Wetter beeinflusst. Wir werden uns mit Wettermodellen - insbesondere dem deutschen ICON-Modell - befassen, das für die Klimamodellierung verwendet wird, wenn auch mit gröberer Auflösung. Auf diese Weise wollen wir einen Beitrag zur Verbesserung der Klimavorhersagen leisten.