

Im Auftrag

Die Suche nach Antwort

Der Polarflugbetrieb
des Alfred-Wegener-Instituts

Flug ins Eis: enorme Belastung für Mensch,
Maschine und Messinstrumente



im ewigen Eis

Von Dr. Andreas Herber & Dr. Daniel Steinhage

Mit zwei Do 228-Forschungsflugzeugen erkunden Wissenschaftler des Alfred-Wegener-Instituts die Polarregionen der Erde. Das Ziel: Die Erde besser verstehen. Den Flugbetrieb verantwortet das DLR.

Ein kombiniertes Ski- und Radfahrwerk, Auflastung auf 6,4 Tonnen, Enteisungssysteme, Heizmatten für Batterien und Triebwerke plus erweiterte Navigationssysteme: Die beiden Dornier 228-Turboprops, die für das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) in Bremerhaven fliegen, sind keine Flugzeuge von der Stange. POLAR 2 und POLAR 4 tragen spezielle Ausrüstung für den Einsatz in Gebieten, in die sich sonst kaum ein Flugzeug wagt: Die Polarregionen der Erde. Regelmäßig brachen die beiden in den vergangenen 20 Jahren zu Forschungs- und Logistik-Missionen in die Arktis und Antarktis auf. Von ihrem Einsatz erhoffen sich die Wissenschaftler ein besseres Verständnis der Prozesse und der Wechselwirkungen zwischen Erdkruste (Lithosphäre), den eis- und schneebedeckten Gebieten (Kryosphäre), den Ozeanen und der Atmosphäre.

Bei den Messkampagnen haben sich im Laufe der Jahre geographische Schwerpunkte herauskristallisiert. Die meisten Flüge zur Untersuchung der Atmosphäre starteten vom Flughafen Longyearbyen in Spitzbergen, führten dann über die Westküste Grönlands. Geophysikalisch-glaziologisch ausgerichtete Missionen wurden über dem zentralen und nordöstlichen, grönländischen und antarktischen Eisschild im Bereich des Dronning Maud Lands und den jeweils angrenzenden Meeren geflogen. Die naturwissenschaftliche Erforschung der Küsten- und Polarregionen ist gewissermaßen die Kernkompetenz des AWI. Neben den beiden Forschungsflugzeugen betreibt das Institut in der Arktis und Antarktis auch Überwinterungsstationen – außerdem mehrere kleinere Forschungsschiffe und den Eisbrecher Polarstern. Mit Skifahrwerk starten die Flieger regelmäßig zu

Messeinsätzen auf den grönländischen und antarktischen Eisschild. Sind sie in den polaren Küstenregionen unterwegs, dann landen sie mit dem Radfahrwerk.

Den Flugbetrieb der Maschinen verantworten seit über zwölf Jahren die beiden Flugabteilungen des DLR in Braunschweig und Oberpfaffenhofen. Neben Betrieb und Wartung ist das DLR auch zuständig für die Zertifizierung der wissenschaftlichen Messausrüstung sowie die notwendigen Modifikationen der Flugzeuge. Die Firma Optimare Sensorsysteme AG aus Bremerhaven hat die technische Betreuung der Messsysteme an Bord übernommen. Um Planung und Auswertung der Messkampagnen

kümmern sich Wissenschaftler des AWI, aber auch Kollegen von in- und ausländischen Forschungseinrichtungen. Fachleute des DLR und von Optimare unterstützen sie dabei in der Vorbereitung – wie auch auf den Expeditionen.

Mit typischer Instrumentierung können beide Maschinen auf ihren Messflügen bis auf eine Höhe von 7.500 Metern steigen. Die niedrigste Flughöhe liegt über offenem Wasser bei 60 Metern. Die Dauer der Flüge

Bei Missionen in der Arktis dauert die Überführung meist nur zwei Tage – geht es in die Antarktis, ist die Maschine oft erst nach drei Wochen am Ziel



hängt stark von der jeweiligen Instrumentierung ab. Mit geophysikalischen Messsystemen an Bord sind etwa fünf Stunden möglich. Die Messfluggeschwindigkeit beträgt üblicherweise 240 Kilometer pro Stunde (indicated air speed). Dabei wird ein Optimum zwischen Reichweite und räumlicher Messauflösung erreicht.

Die Vorbereitung und der lange Weg zum Einsatzort

Vor- und Nachbereitungsphase, Testflüge von Bremerhaven aus, der Überführungsflug zum Messgebiet und dann der eigentliche Einsatz: So eine Mission kann dauern. Rund zehn Tage braucht die Messtechnik zur Vorbereitung. Bei Flügen in die

Arktis hält sich die Überführungszeit in Grenzen, Grönland und Spitzbergen sind normalerweise in zwei Tagen erreicht. Die Kampagne dauert dann drei bis sechs Wochen. Geht es hingegen in die Antarktis, schlägt allein die Überführung mit zwei bis drei Wochen zu Buche – beim Hinflug genauso wie beim Rückflug. Der Einsatz im Eis beinhaltet aber nicht nur die eigentlichen Messflüge: Meist müssen die Maschinen auch noch logistische Aufgaben erledigen oder für Not- und Rettungsflüge in Bereitschaft stehen. Denn große Feldprogramme, wissenschaftliche Traversen und Forschungsmissionen an küstenfernen Inlandstationen sind nur durch Unterstützung aus der Luft möglich. Kampagnenzeiten von drei bis vier Monaten sind daher keine Seltenheit. Während der Antarktis-kampagnen logieren Flugzeugcrews und Wissenschaftler zum Beispiel in der deutschen Überwinterungsstation Neumayer oder der japanischen Sommerstation S17.

Bei Überführungsflügen in die Arktis haben die Polarforschungsflugzeuge ihre Messausrüstung teilweise schon in Deutschland an Bord genommen. Das geht, weil auf den Routen ins nördliche Eis genügend Flugplätze vorhanden sind. Auf dem Weg in die Antarktis müssen sie jedoch den Atlantik überqueren – mit 2.860 Kilometern die längste Etappe der Reise. Zum Flug über den „großen Teich“ können die Maschinen aber nur ohne Messinstrumentierung starten. Auch die nicht einziehbaren Skier, die einen erhöhten Luftwiderstand erzeugen, werden erst in Südamerika anmontiert – der letzten Station vor der Antarktis. Auf dem Rückweg entledigt man sich ihrer bereits an der britischen Station Rothera, die noch auf der antarktischen Halbinsel

Die Parameter der Polarflugzeuge

Typ:

Dornier 228-101

Spannweite:

17 Meter

Länge:

15,04 Meter

Triebwerke:

2 x Turboprop, je 715 PS

Kabine:

unbedruckt, rechteckiger Querschnitt

Reiseflughöhe:

3.000 bis 3.600 Meter

Maximale Flughöhe:

7.500 Meter

Reisegeschwindigkeit:

380 Kilometer pro Stunde (ohne Skianbau)

Start-/Landestrecke:

cirka 800 Meter

Instrumentierung:

IFR-Instrumentierung und TCAS

Typische Instrumentierung der Polarflugzeuge

Anwendungsbereich:

Instrumentierung/Parameter

Basissensorik:

Datenaufzeichnung, GPS, Lagedaten, Temperatur, Wind, Druck, Feuchte

Atmosphärenforschung:

Meteo-Pod (Messung von Wind, Temperatur, Druck, Feuchte in vom Flugzeug unbeeinflusster Umgebung), LIDAR, Photometer, PMS-Sonden, Partikelzähler, Aerosolfilter

Geophysik/Glaziologie:

Gravimeter, Magnetometer, Laseraltimeter, Eisdickenradar, Radarscanner, ASIRAS, Laserscanner, Videokamera



Fluchtpunkt in der Einöde:
Forschungsstation Neumayer
in der Antarktis



liegt. Das erhöht die Sicherheitsreserve – schließlich ist der Flug über die Drake-Passage von Ushuaia oder Punta Arenas nach Rothera nicht nur relativ lang: Er wird auch von starken Winden begleitet. Durch ungünstige Wetterbedingungen kommt es in dieser Gegend immer wieder zu Verzögerungen im Flugplan. Die beiden langen Etappen über den Atlantik und die Drake-Passage stoßen ohnehin an die Grenzen des fliegerisch Machbaren.

Ein typischer Tag mit Messflugbetrieb beginnt früh am Morgen mit dem Einholen der aktuellen Wetterprognosen – vom Meteorologen nebenan: In der Antarktis arbeitet ein Wetterberater des Deutschen Wetterdienstes im Rahmen des Projekts DROMLAN (Dronning Maud Land Air Network) an der Neumayer-Station. Direkt im Anschluss bespricht sich das Team aus Wissenschaftlern, Piloten, Messingenieuren

und Mechanikern, ob der Flug im Hinblick auf den Klarstand von Flugzeug und Messtechnik auch wie geplant starten kann. Erst dann beginnen die letzten Vorbereitungen. Nach der Rückkehr werden die aufgezeichneten Daten gesichert und das Messsystem im Flieger für den nächsten Start vorbereitet. Sollte an diesem Tag noch ein zweiter Messflug anstehen, treffen alle Beteiligten zu einer erneuten Einsatzbesprechung zusammen. Aber vorher gibt es erst mal eine Teepause: Wissenschaftler und Piloten sind ja auch nur Menschen. Gerade bei 35 Grad Celsius unter Null.

Autoren:

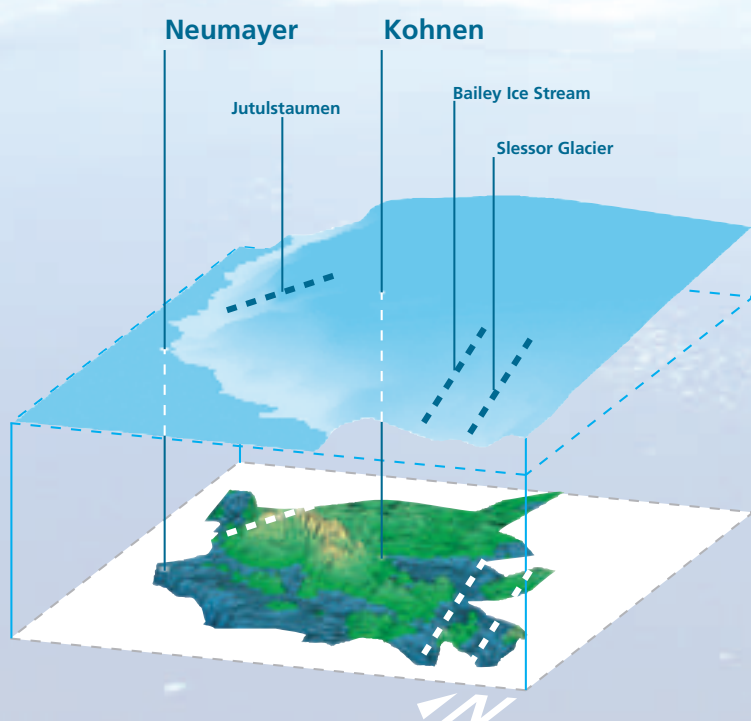
Dr. Andreas Herber ist beim AWI wissenschaftlicher Koordinator für den Polarflugbetrieb. Dr. Daniel Steinhage verantwortet beim AWI die geophysikalischen Messprogramme auf den Polarflugzeugen.

Spiel der Farben:
Meereisbedeckung
im arktischen Ozean

Geophysik, Glaziologie und Klimawissenschaften:

Die wissenschaftlichen Einsatzgebiete für die Polarflugzeuge sind vielfältig.

- ◆ Geophysikalische Radarmessungen dienen zur Untersuchung der Eismächtigkeit, der internen Strukturen des antarktischen und grönländischen Eises sowie seiner Akkumulationsverteilung. Diese Untersuchungen liefern einen Beitrag zur Bestimmung der Massenbilanz polarer Eisschilde. Darüber hinaus sind dies wichtige Eingangsparameter für numerische Modelle der Eisdynamik. Sie ermöglichen Prognosen über die Veränderungen der großen Eisschilde auf Grund von Klimaszenarien.
- ◆ Aerogravimetrische und aeromagnetische Messungen geben Einblick in die Krustenstruktur der Antarktis und der angrenzenden Platten im Bereich der vorgelagerten Meeresgebiete. Daraus erwachsen Erkenntnisse über den Zerfall des Superkontinents Gondwana sowie in der Arktis über die Öffnungsgeschichte des Nordatlantiks.
- ◆ Die Bestimmung der Meereisdicke ist eine der wichtigsten und schwierigsten Aufgaben zur Validierung numerischer Klimamodelle – und damit zur Beobachtung von Klimaveränderungen. Die Polarflugzeuge messen weiträumig die Meereisdickenverteilung, deren Rückstrahlvermögen (Albedo) sowie deren regionale und zeitliche Variabilität. Daneben gehört auch die Validierung von Satellitendaten (Meereisdicke, Altimetrie des Inlandeises) wie zum Beispiel beim europäischen Satellitenprojekt CryoSat durch den Einsatz des ASIRAS-Systems zu den wichtigen Forschungsaufträgen.
- ◆ Im Bereich Klimasystem sammeln die Flugzeuge zum Beispiel Daten zur Quantifizierung der vertikalen und horizontalen Aerosol-, Spurengas- und Wasserdampfverteilung sowie von meteorologischen Feldern. Durch die anschließende Verknüpfung der gemessenen Größen lassen sich dann Eingangsparameter für regionale Klimamodelle ermitteln. Bei der Validierung von Satellitenmissionen (zum Beispiel CALIPSO) kommen die Maschinen ebenfalls zum Einsatz. Dabei lässt sich eine Verbindung zwischen den sehr detaillierten, aber zeitlich begrenzten flugzeuggetragenen Messungen mit den räumlich hochaufgelösten, aber geringeren Detailinformationen aus der Satellitenbeobachtung herstellen. Ferner können die Forscher mit Hilfe der Polarflugzeuge die Strahlungs- und Turbulenzprozesse in der polaren Grenzschicht untersuchen – außerdem die Wirkungen der Inhomogenitäten der Oberfläche (Eisrücken, Schmelztümpel, eisfreie Gebiete) auf die Grenzschichtprozesse.



3-D-Ansicht der Untergrund- und der Oberflächentopographie des Dronning Maud Lands, Antarktis. Die blau eingefärbten Bereiche liegen unter dem heutigen Meeresspiegel. Darüber ist die Oberfläche des Eises mit den wichtigsten Eisströmen und den deutschen Stationen Neumayer und Kohlen zu sehen. Der Nordpfeil zeigt in Richtung des Null-Meridians