

DAS FEINE GESPÜR FÜR WASSER UND EIS

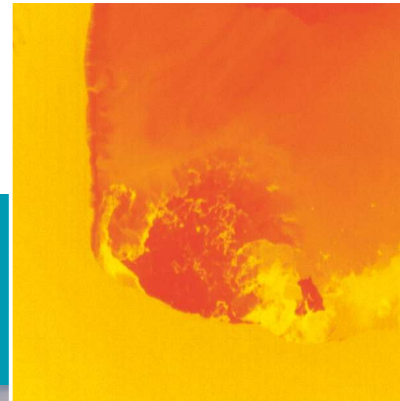
Ein DLR-Team auf den Spuren des Klimawandels in der Arktis

von Jörg Brauchle und Manuel Moser

© Stephan Schön/Sächsische Zeitung



Das Forschungsflugzeug Polar 6 unterwegs über dem Arktischen Ozean



Die MACS-Kamera des DLR nimmt immer eine Farbaufnahme (Mitte), eine Thermalaufnahme (oben) und eine Nah-Infrarot-Aufnahme (unten) auf. Jede von ihnen enthält andere Bildinformationen. So zeigt die Thermalaufnahme einen Wärmestrudel im Wasser und durch die Nah-Infrarot-Aufnahme lässt sich Wasser besser automatisch erkennen.

© Esther Horvath/AWI



Von links: Valerian Hahn, Manuel Moser und Jörg Brauchle

Die Arktis zählt zu den empfindlichsten Ökosystemen der Erde. Der globale Klimawandel wurde hier in den vergangenen Jahren in hohem Maße sichtbar. Jüngste Messungen belegen, dass sich das Meereis in diesem Sommer erneut extrem weit nach Norden zurückgezogen hat. Erst ein einziges Mal seit Beginn der Aufzeichnungen war die Ausdehnung von vier Millionen Quadratkilometern Meereis unterschritten worden. Das war 2012. Im Jahr 2020 zeigt sich ein ähnliches Bild. Ein DLR-Team war hier im Rahmen einer großen internationalen Polarexpedition unterwegs, um Eis und Wolken zu untersuchen.

„Der Besuch der alten Damen“ – so hätte das Motto lauten können, als die beiden Maschinen des Typs Basler BT-67 des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung (AWI) zum Landeanflug auf Longyearbyen im norwegischen Spitzbergen ansetzten. Eigentlich zählen die zwei Forschungsflugzeuge Polar 5 und Polar 6 zu Stammgästen an der „Kühlen Küste“. Dieses Mal war aber vieles anders, denn aufgrund der gegenwärtigen Corona-Bedingungen stand lange nicht fest, ob es überhaupt eine Messkampagne geben würde. Die für das Frühjahr 2020 angesetzte Expedition wurde kurzfristig abgesagt. Umso mehr freute sich die Crew, als klar wurde, dass die Messflüge im September stattfinden konnten.

Allen Widrigkeiten zum Trotz

Auch die Crew der „Polarstern“ – das ein Jahr mit dem Packeis treibende deutsche Polarforschungsschiff – hatte den Widrigkeiten der Pandemie getrotzt und die Reise mit angepassten Abläufen fortgesetzt – selbst dann, als das Team die bereits tauende Eisscholle viel früher als erwartet aufgeben musste. Es war im Rahmen der MOSAiC-Expedition (Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate) unterwegs, um den Zustand des arktischen Systems zu beschreiben und zu verstehen. Im Juli 2020 fuhr die Polarstern durch ein Gebiet relativ losen Treibeises bis an den Nordpol. Es war eine äußerst schnelle Passage. Meereisphysikerinnen und -physiker gehen davon aus, dass das Eis selbst bei einem extrem kalten Winter seine ursprünglichen Dimensionen nicht wieder erreichen kann. Das nun offen liegende Wasser nimmt die Sonneneinstrahlung auf, anstatt sie zu reflektieren – das Eis taut von oben und zusätzlich von unten.

MOSAiC wird vom AWI koordiniert (Artikel im DLRmagazin 163) und ist die größte jemals durchgeführte Polarexpedition: 19 Nationen, 70 Institutionen und hunderte Mitwirkende, Messungen an der treibenden Eisscholle vor Ort, Satellitenaufnahmen aus dem All sowie eine enorme logistische Leistung. Für luftgestützte Messungen waren Polar 5 und Polar 6 unverzichtbar. Bei der Expedition der beiden Flugzeuge waren zwei DLR-Institute mit



Vorbereitungen für einen Meereis-Flug mit der Polar 6. Für Notfälle werden große Mengen der orangefarbenen Überlebensausrüstung mitgeführt.

ganz unterschiedlichen Messgeräten dabei: Die hochpräzise MACS-Kamera (Modular Aerial Camera System) des DLR-Instituts für Optische Sensorsysteme nahm Bilder des Meereises auf und die Messsonden des DLR-Instituts für Physik der Atmosphäre sammelten Informationen über den Aufbau der arktischen Wolken.

Warten auf freie Sicht

Abgesehen von einzelnen Forschungsstationen ist Longyearbyen die nördlichste Siedlung der Welt, etwa 2.500 Menschen leben hier. In diesem Jahr ist der Ort der einzig mögliche Ausgangspunkt für Flüge bis weit über das Meereis, denn die Forschungsstationen im Norden Grönlands und Kanadas sind aufgrund der Pandemie geschlossen. Gerade einmal 1.300 Kilometer sind es noch bis zum Nordpol. Hier sind es im August nur zwei Grad Celsius mit Schneeregen.

Schon beim Frühstück geht der prüfende Blick aus der Fensterfront gen Himmel: eine dichte Wolkendecke, wohin das Auge reicht. Die auf der anderen Seite des Fjords gelegenen Berggipfel verlieren sich schnell im dunstigen Grau der Wolkenbasis. Genauso verdeckt sind die schroffen Hänge der Hochplateaus, die Longyearbyen umgeben. Es ist nahezu windstill. Spätestens jetzt werden auf Laptops und Smartphones einschlägige Wetter-Apps aufgerufen: Für die nächsten 24 Stunden ist nur leichter Wind aus Südwesten zu erwarten, außerdem leichter Regen und durchbrochene Bewölkung auf 2.000 Fuß. Die vorsichtige Hoffnung versiegt, dass sich durch aufkommenden Wind Nebel und Wolken verziehen und damit bessere Flugbedingungen entstehen. Das Wetterbriefing mit den lokalen Meteorologen, die die Piloten und Wissenschaftler bei der Flugwetterberatung unterstützen, ist für 8 Uhr angesetzt. Ein Stück Resthoffnung bleibt also bestehen.

Im Hangar warten keine freudigen Neuigkeiten auf die Teams der beiden Forschungsflieger: Unter den aktuellen Voraussetzungen ist kein Flug möglich. Gegen Mittag ist ein weiteres Wetterbriefing geplant. Dann muss plötzlich alles ganz schnell gehen: Rucksäcke werden gepackt, Laptops verstaut und der letzte Schluck Kaffee aus der Tasse wird getrunken. Der Himmel hat aufgeklart und die Ersten laufen schon in den grell orangefarbenen Überlebensanzügen herum, die die Crews während der mehrstündigen Flüge schützen. Die Gewehre als letztes Mittel zum Schutz gegen Eisbären liegen griffbereit verpackt bereit. Man weiß nie, wo im Zweifel notgelandet werden muss. An Bord sind zwei Piloten sowie bis zu vier Personen in der Kabine, die die Messgeräte bedienen. Die Flieger sind bereits betankt und nachdem alle Vorbereitungen abgeschlossen sind, heben sie endlich ab.

Kleinste Risse sichtbar machen

Die Polar 6 ist ausgerüstet mit verschiedenen Fernerkundungsinstrumenten, mit an Bord ist das DLR-Kamerasystem MACS. 2014 hatte im Himalaya eine frühere Version der Kamera bei Umgebungstemperaturen von bis zu minus 35 Grad Celsius die höchstgelegenen Gletscher der Erde aufgenommen. Nun die Premiere für den Einsatz über Meereis. Der Sensorkopf von MACS-Polar besteht aus drei verschiedenen Kameras. Er ist äußerst klein und passt in eine Luke im Boden des Flugzeugrumpfes, halb so groß wie ein Blatt Papier. Nichtsdestotrotz sind die Sensoren äußerst leistungsfähig. Sie nehmen gleichzeitig und mit hoher Frequenz Bilder in verschiedenen Wellenlängenbereichen des Lichts auf: im farbigen, nah-infraroten und thermal-infraroten Lichtspektrum. Diese Kombination ermöglicht es, neue Ergebnisse abzuleiten. Beispielsweise ist für die Meereisphysikerinnen und -physiker interessant, mehr über Risse im Eis zu erfahren: Unter welchen Umständen entstehen sie? Auf welche Weise überfrieren sie? Welche Rolle spielen Schmelztümpel? Das sind Fragen, die mit Hilfe der Luftbilder besser beantwortet werden sollen. Mit ihnen können Fachleute den Zustand des Eises sowie dessen Rauigkeit besser beschreiben und modellieren. Die Aufnahmen zeigen das überflogene Gebiet mit einer Auflösung von unter vier Zentimetern pro Pixel.

DIE DLR-LUFTBILDKAMERA MACS

- MACS (Modular Aerial Camera System) ist eine Familie von Luftbildkamera-Systemen des DLR.
- Sensorkopf und Softwaremodule sind modular aufgebaut und können individuell konfiguriert werden.
- Es können sowohl 3D-Modelle abgeleitet als auch 2D-Karten in Echtzeit zum Boden übertragen werden.
- Das System wird an Träger und Umgebungsbedingungen angepasst, von kleinen Drohnen für Einsätze bei Katastrophen bis hin zu schnell fliegenden Flugzeugen.
- Die Echtzeit-Bildverarbeitung liefert wichtige Informationen bereits an Bord.



Der Sensorkopf der MACS-Kamera ist so klein, dass er durch eine Luke im Boden des Flugzeugrumpfes passt

Zunächst geht es nach Westen in Richtung Grönland. Fast zwei Stunden dauert es, bis Meereis sichtbar wird. Grönland ist schon deutlich erkennbar. Hier schwimmen die Überreste des Eises, in dem vor Monaten viel weiter nördlich die Polarstern eingeschlossen war. Der EM-Bird des AWI wird aus 100 Meter Flughöhe an einem Seil herabgelassen. In 15 Meter Höhe misst das torpedoförmige Gerät mit Hilfe elektromagnetischer Sensoren die Dicke des Eises. Sobald es etwas Interessantes aufzunehmen gibt, wird MACS-Polar mittels eines Schalters aktiviert, der „Yeti Now!“ heißt – die Bedienphilosophie der ursprünglichen Himalaya-Kamera ist noch tief im System verankert. Mit vier Bildern pro Sekunde laufen die Daten der drei Sensoren ein.

Diese Bildfolge ist gerade ausreichend, damit bei der Flughöhe von 100 Metern keine Lücken entstehen. Die Messungen laufen parallel zu denen des EM-Bird. Später werden seine Daten mit den Luftbildern kombiniert. Was trivial klingt, hat einen echten Wert: So lässt sich überprüfen, ob die Eisdicke messung plausibel ist.

Während weiterer Flüge geht es im Verlauf der Kampagne immer weiter nach Norden. Selbst mit einem recht großen Flugzeug wie der Polar 6 ist die Eisgrenze in diesem Jahr gerade noch zu erreichen. Der Blick aus dem Fenster stimmt nachdenklich: erstaunlich lockeres Treibeis trotz des 84. Breitengrades, also keine 700 Kilometer vom Nordpol entfernt.



Der Blick nach links aus dem Flugzeug auf einer Höhe von 100 Metern zeigt Treibeis, 700 Kilometer vom Nordpol entfernt



Jörg Brauchle bedient während des Messfluges die MACS-Kamera



Manuel Moser und Valerian Hahn bereiten die Cloud Combination Probe vor, eine Wolkensonde zur Messung von Wolkentropfen und Eiskristallen