

TotalPoleAirship – Der Traum von systematischen Eisdickenmessungen in der Arktis

Christian Haas

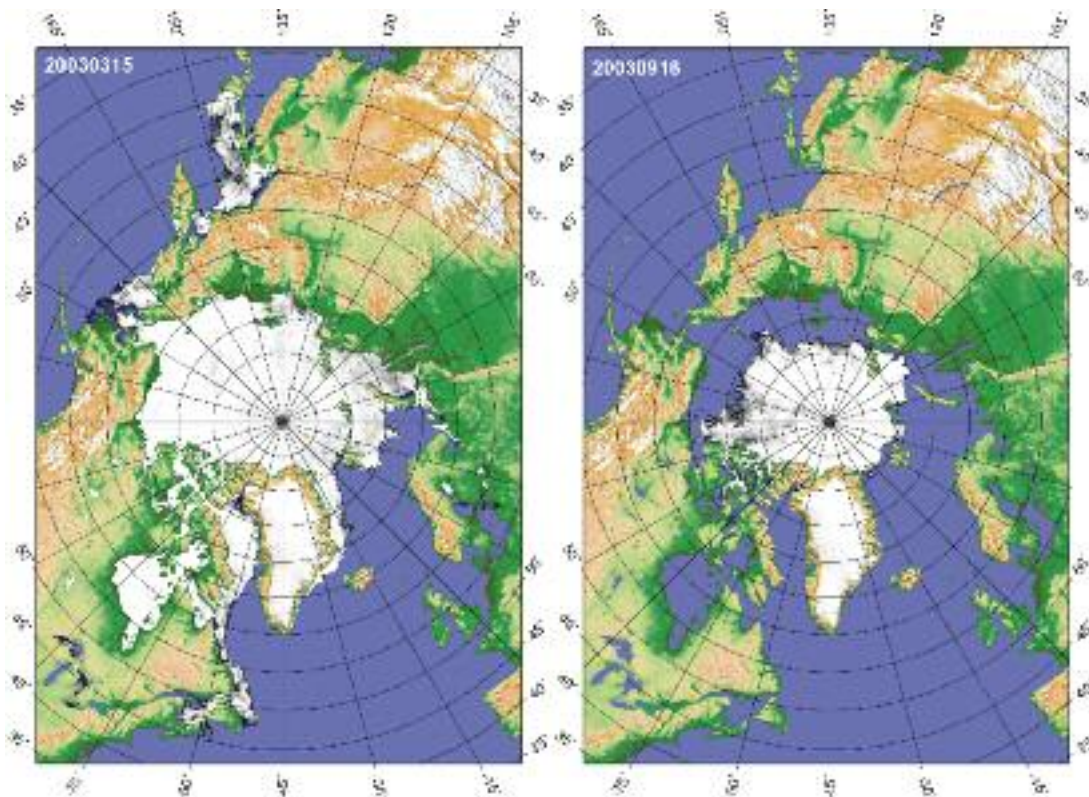
University of Alberta, Edmonton, Kanada, und Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven

Der Nordpol und die Arktis – das Ziel von Träumern, Abenteurern und Polarforschern

Nordpol! Ende der Welt! Neunzig Grad Nord. Seit hundert Jahren erregte dieser magische Punkt der Erde, an dem sich alle Längengrade kreuzen und von dem es in alle Richtungen nur nach Süden geht, die Phantasien der Menschen. Zahlreiche Legenden und Tragödien begleiteten seine Eroberung. TotalPoleAirship, die Nordpol-Luftschiffexpedition des berühmten französischen Abenteurers und Forschungsreisenden Jean-Louis Etienne, wollte diese Legenden im Internationalen Polarjahr 2007/08 aufleben lassen. Gleichzeitig wollte diese Expedition wertvolle Daten über die Dicke des arktischen Meereises gewinnen, als Referenz für den heutigen Zustand des Eises der Arktis dienen und auf die Gefährdung dieses einmaligen und für die ganze Welt wichtigen Naturphänomens durch den Klimawandel aufmerksam ma-

chen. Dazu ging Jean-Louis Etienne eine bislang beispiellose Kooperation mit unserem Eisforschungsteam am Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung ein, das auf dem Gebiet von Eisdickenmessungen weltweit führend ist. Während Jean-Louis Etienne für Finanzierung, Logistik und Öffentlichkeitsarbeit zuständig war, plante das Alfred-Wegener-Institut die Flugroute nach den Erfordernissen der Wissenschaft, die Messungen durchführen, und die Ergebnisse für weitere wissenschaftliche Arbeiten zu nutzen.¹ Leider endete das Projekt mit dem Verlust des Luftschiffes, noch bevor es zum Nordpol aufbrechen konnte.

Der geographische Nordpol beschreibt die Lage des Durchstoßpunktes der Rotationsachse der Erde durch die Erdoberfläche. Allerdings liegt der Nordpol mitten im Arktischen Ozean, im Amundsenbecken, Wassertiefe 4261 m. Aufgrund der tiefen Lufttemperaturen im Winter von -20 bis -40 °C ist die Wasseroberfläche mit Meereis bedeckt,

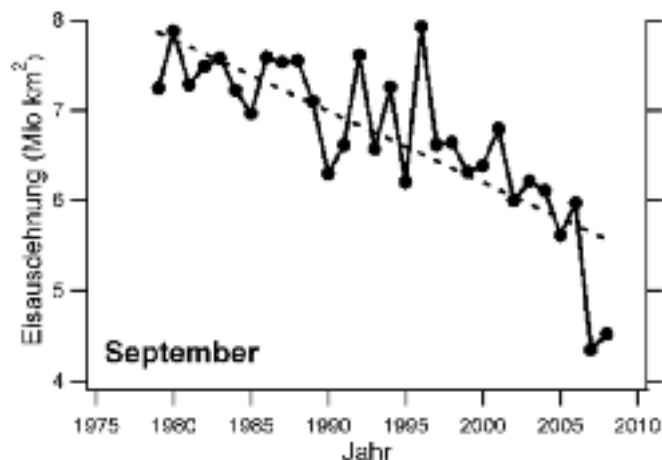


Karten der typischen Meereisbedeckung des Arktischen Ozeans im Winter (links) und Sommer (rechts), wie sie von Satelliten seit dreißig Jahren täglich beobachtet wird.

Eisschollen mit einer Dicke von einigen Dezimetern oder wenigen Metern. Winde und Meeresströmungen halten die Eisdecke in ständiger Bewegung und treiben sie mit Geschwindigkeiten von einigen Kilometern pro Tag über den Arktischen Ozean. Markierungszeichen, die von Nordpolbesuchern aus Freude und als Erinnerung aufgestellt werden, driften sofort vom Nordpol weg. Selbst mit modernster Satellitennavigation ist es aufgrund der Eisdrift schwierig, den Nordpol exakt zu erreichen und an ihm eine Weile zu bleiben.

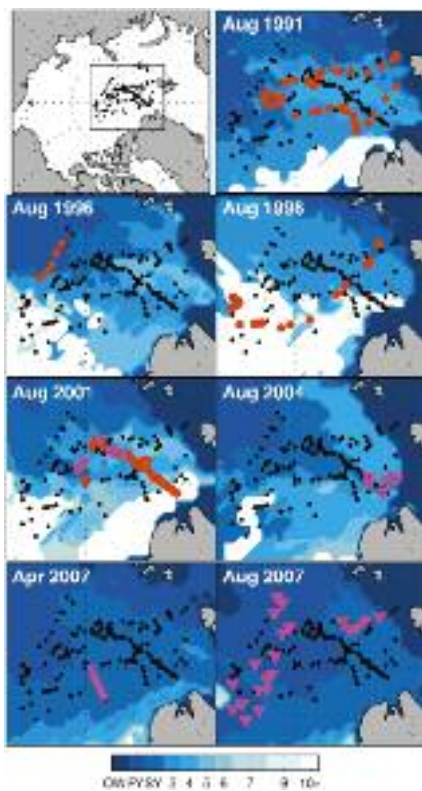
Im 19. Jahrhundert stritten sich die Gelehrten, ob der Nordpol eisbedeckt sei oder ein offener Ozean oder ob er auf einer Insel oder gar einem Kontinent liege. Aus purer wissenschaftlicher Neugier, nationalem Eroberungsdrang und in Erwartung reicher Meeres- oder Bodenschätze wurden Nordpolexpeditionen mit Schiffen organisiert, die meistens elendig scheiterten und oft mit dem Verlust der Schiffe durch Eispressungen endeten. Im Jahr 1908 und 1909 behaupteten die Amerikaner Frederick Cook und Robert Peary, den Nordpol jeweils als Erste per Hundeschlitten und zu Fuß erreicht zu haben. Beide Erfolge wurden jedoch stark angezweifelt, und es ist wohl eher wahrscheinlich, dass beide gelogen haben. Nach einem dramatischen, aber erfolglosen Versuch, den Nordpol 1925 per Flugzeug zu erreichen, überflog der Norweger Roald Amundsen 1926 mit dem halbstarren Luftschiff *Norge* den Nordpol von Spitzbergen nach Alaska, zusammen mit dem Italiener Umberto Nobile und dem Amerikaner Lincoln Ellsworth. Damit waren diese drei und ihre Mannschaft die ersten Menschen am Nordpol, ohne das Eis jedoch betreten zu haben. Seitdem flogen Flugzeuge zum Nordpol, tauchten militärische Atom-U-Boote an ihm auf und brachen sich Eisbrecher zu ihm durch. Im September 1991 erreichten wir mit dem deutschen Forschungseisbrecher *Polarstern* und dem schwedischen Eisbrecher *Oden* als erste konventionell betriebene Schiffe den Nordpol. Heutzutage wird der Nordpol regelmäßig von Wissenschaftlern, Touristen und Abenteurern besucht, zu meist mit Flugzeugen, Eisbrechern oder zu Fuß. Alljährlich im April betreibt eine russische Firma das Eiscamp *Barneo* in der Nähe des Poles, zu dem man in jedem Reisebüro Tickets kaufen kann.

Die Eisbedeckung des Arktischen Ozeans nimmt aufgrund des globalen Klimawandels stark ab. Satellitenmessungen zeigen, dass die mit Meereis bedeckte Fläche im Sommer mit einer Rate von -11% pro Dekade schrumpft. In den Sommern 2007 und 2008 nahm die Eisbedeckung sogar um bis zu 20% ab und betrug nur noch etwas über 4 Mio m^2 .² Der Eisrückgang ist wesentlich drastischer, als von Klimamodellen vorhergesagt. Dies liegt insbesonde-



Eisbedeckte Fläche des Arktischen Ozeans im September zwischen 1979 und 2008.

re daran, dass es keine systematischen Eisdickeninformationen gibt, die erforderlich wären, um die Simulation der Eisdrift und der Verdickung durch Eisdeformation in den Modellen zu verbessern. Aufgrund der geringen Dicke des Meereises und aufgrund seiner kleinräumigen Variabilität sind Eisdickenmessungen sehr schwer durchzuführen. Die beste und genaueste Methode sind Bohrungen, die aber nicht großräumig durchführbar sind. Viele Messungen wurden mit Eis-Echoloten von britischen und amerikanischen militärischen Atom-U-Booten aus durchgeführt, die im Kalten Krieg „Katz und Maus“ mit den Russen unter dem Eis am Nordpol spielten. Heute gibt es fast keine U-Boot-Missionen mehr, und aus militärischen Gründen werden die Daten erst Jahre später und mit geographischer Verschleierung freigegeben. Um endlich systematischere Messungen in weiten Gebieten der Arktis durchführen zu können, wurde am Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) seit den 1990er Jahren ein alternatives Verfahren weiterentwickelt und angewandt, das auf dem Prinzip der elektromagnetischen Induktion beruht. Diese klassische geophysikalische Methode nutzt den starken elektrischen Leitfähigkeitsunterschied zwischen dem Eis und dem gut leitenden salzigen Meerwasser, um die Eisdicke zu bestimmen, und kann auch aus der Luft, zum Beispiel von Hubschraubern aus, eingesetzt werden.³ Die Messungen des AWI zeigen, dass die Eisdicke im Gebiet des Nordpols stark abnimmt.⁴ Zwischen 1991 und 2004 nahm die typische Dicke von $2,5$ auf 2 m ab, was insbesondere auf Änderungen der Wärmeflüsse aus der Luft (Lufttemperatur und Strahlung) und aus dem Wasser zurückzuführen ist. Im Sommer 2007 war die Eisdicke mehr als 50% dünner als 2004 und betrug nur noch 90 cm . Diese dramatische Verdünnung ist jedoch nicht nur auf verstärktes Schmelzen oder



Eisdickenabnahme im Gebiet des Nordpols, 1991 bis 2007.

Links:

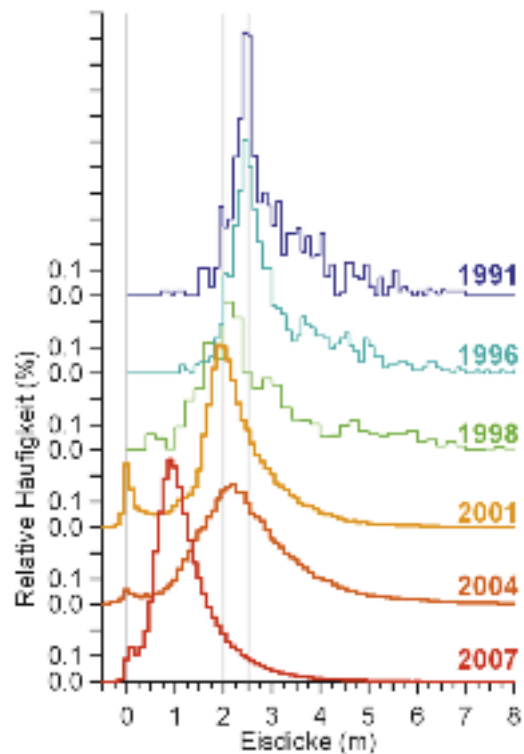
Positionen der Eisdickenmessungen in einzelnen Jahren (rote Kreise: Bodenmessungen; magenta Dreiecke: Hubschraubermessungen, und Alter des Eises; Blautöne). Mehrjähriges Eis im Gebiet des Nordpols in 1991-1998 wurde aufgrund veränderter Eisdriftverhältnisse 2007 durch einjähriges Eis ersetzt.

Rechts:

Eisdickenverteilungen. Die Maxima der Verteilungen zeigen die am häufigsten auftretende Eisdicke, die von 2.5 m in 1991 auf 0.9 m in 2007 abgenommen hat.

reduziertes Gefrieren zurückzuführen, sondern auch auf das Verschwinden von älterem Eis aufgrund veränderter Eisdriftbedingungen. Die Ergebnisse zeigen, dass der Nordpol in den nächsten Jahren im Sommer eisfrei werden könnte, wenn die Dicke des Eises weiter mit derselben Rate abnimmt.

Die Veränderungen des Eises haben auch fundamentale Konsequenzen für die Bewohner der Arktis, für die Geopolitik, die Seefahrt und das arktische Ökosystem. Veränderte Eisbedingungen und kürzere Winter beeinträchtigen die Nutzung des Eises zum Jagen und Reisen. Die Arktisanrainerstaaten und andere befinden sich in einem Wettstreit um Rechte an Rohstoffen in der Arktis, in der Erwartung, dass diese demnächst besser zugänglich werden. Die Seefahrt kann vermutlich bald zuverlässig im



Sommer die Nordost- und Nordwestpassagen nutzen. Das gesamte Ökosystem einschließlich der Eisbären, die am Ende einer vom Eis unterstützten Nahrungskette stehen, ist tief greifenden Veränderungen ausgesetzt.

TotalPoleAirship und das Internationale Polarjahr 2007/2008

Die alarmierenden Veränderungen in der Arktis, und insbesondere die schnelle Abnahme des Meereises, sorgen weltweit für Besorgnis und rufen Politiker, Wissenschaftler und Umweltschützer auf den Plan. Abgesehen von internationalen Organisationen wie Greenpeace oder dem World Wide Fund for Nature (WWF), die aktive Arktisprogramme betreiben, gibt es in vielen Ländern prominente Persönlichkeiten, die sich für den Schutz der Arktis und für die Aufklärung der Bevölkerung über die Probleme der Arktis einsetzen. In Frankreich ist dies Jean-Louis Etienne, Arzt und Forschungsreisender, der für seine spektakulären Expeditionen in die letzten Wildnisse der Erde bekannt ist und so eine breite Öffentlichkeit auf ihre Gefährdung hinweist.

Von März 2007 bis März 2009 wurde vom Internationalen Wissenschaftsrat (ICSU) und von der Welt-Meteorologischen Organisation (WMO) das vierte Internationale Polarjahr (IPY) ausgerufen, ein internationales, koordiniertes Forschungsprogramm in der Arktis und Antarktis.



Künstlerische Fotomontage der PoleAirship-Idee von Eisdickenmessungen über dem Nordpol. Der EM-Bird wird von dem Luftschiff über das Eis geschleppt.

Wie schon seine Vorgänger in den Jahren 1882/83, 1932/33 und 1957/58 sollte das IPY die internationale Kooperation weiter fördern und durch vereinte internationale Anstrengungen neue, bisher unrealisierbare Projekte und Expeditionen ermöglichen. So sollten die letzten Fragen der Polarforschung beantwortet und bessere Erkenntnisse über den momentanen Wandel gewonnen werden.

Der alarmierende Rückgang des arktischen Meereises und die einmaligen Möglichkeiten des Internationalen Polarjahres veranlassten Jean-Louis Etienne dazu, das Projekt TotalPoleAirship ins Leben zu rufen: mit einem Luftschiff über die Arktis zu fliegen und dabei erstmalig das Volumen des noch vorhandenen Eises flächendeckend zu vermessen.

Jean-Louis Etienne wurde am 9. Dezember 1946 im Département Tarn in Südfrankreich geboren. Er studierte Medizin, jedoch war seine Leidenschaft schon immer die Durchführung extremer Expeditionen in die Gebirge und Eiswüsten der Erde. 1986 erreichte er in dreiundsechzig-tägigem Marsch als erster Mensch im Alleingang von Kanada aus den Nordpol. Von Juli 1989 bis März 1990 leitete er gemeinsam mit dem Amerikaner Will Steger die internationale Transantarctica-Expedition, mit 6300 km die längste jemals mit Hundeschlitten durchgeführte Antarktis-Durchquerung. Diese Mission diente der Unterstützung des Antarktis-Vertrages und setzte sich dafür ein, dass der Südpol ein Kontinent der Wissenschaft und des Friedens bleibt. Zwischen 1990 und 1996 leitete er zahlreiche Expeditionen zu wissenschaftlichen und pädagogischen Zwecken an Bord der eisverstärkten Segeljacht *Antarctica*. Im Frühjahr 2002 führte er die *Mission Packeis*

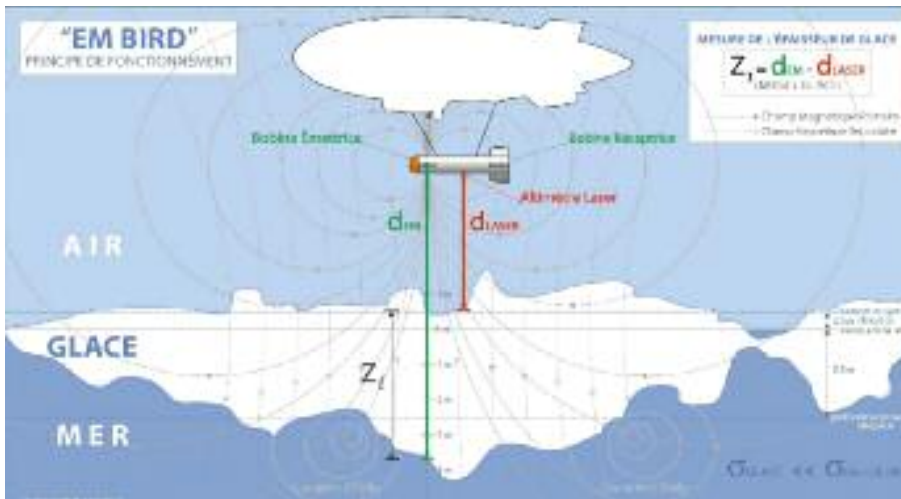
durch, eine dreimonatige Drift vom Nordpol in Richtung Spitzbergen, bei der er allein in einer kleinen Biwakschachtel namens *Polar Observer* auf dem Eis lebte.

Jean-Louis Etiennes Expeditionen dienen stets der Unterstützung von Schullehrplänen in Zusammenarbeit mit dem französischen Bildungsministerium, dem Nationalen Zentrum für Pädagogische Dokumentation, der Cité des Sciences in Paris und vielen anderen. Er hat unzählige Ehrungen erhalten und ist unter anderem Mitglied des interministeriellen Ausschusses für polaren Umweltschutz in Frankreich, Offizier der Ehrenlegion, Mitglied der Akademie für Technologie und hat die Goldmedaille der französischen Geographischen Gesellschaft erhalten.

Idee und Plan

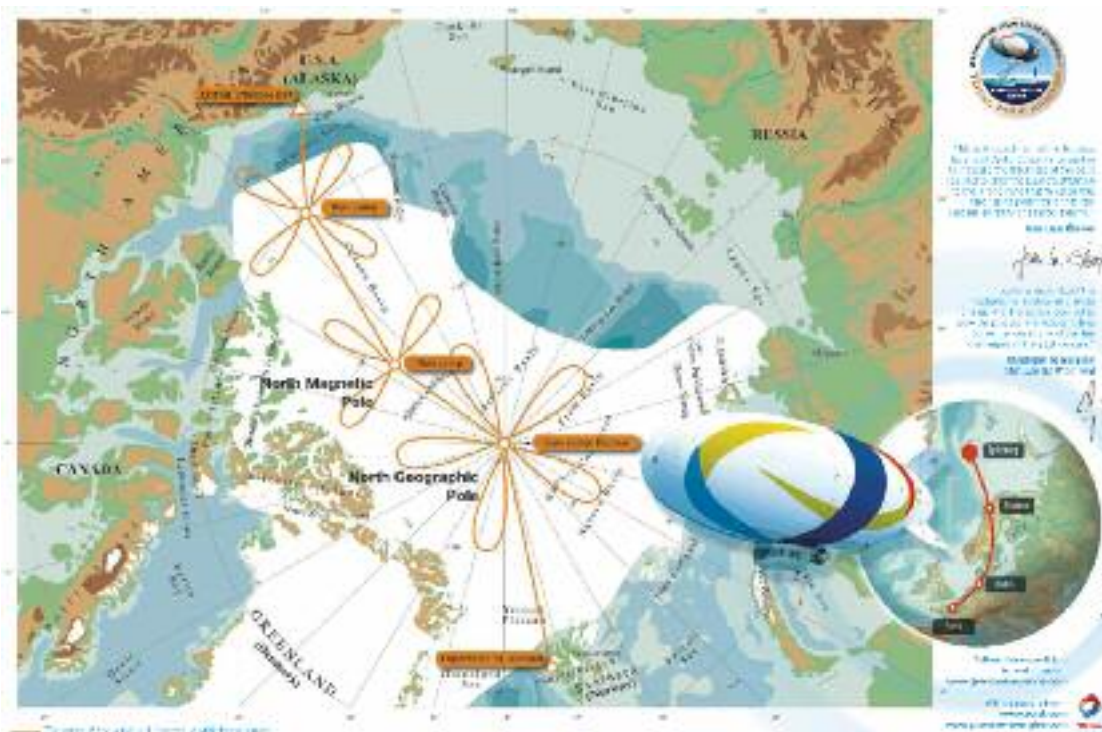
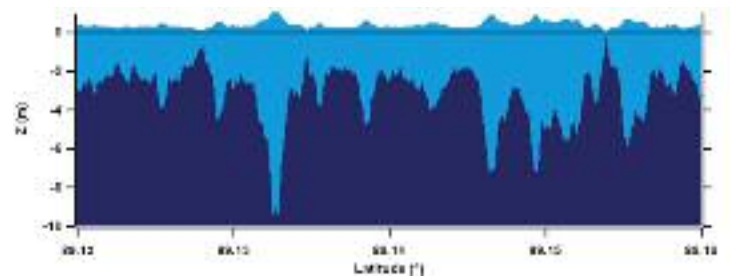
Elektromagnetische (EM) Messungen sind das einzige momentan bestehende Verfahren, mit dem Zivilisten großflächige Eisdickenmessungen mit ausreichender Genauigkeit durchführen können. Allerdings erfordern sie, dass eine EM-Messsonde in geringer Höhe über dem Eis betrieben wird, so dass wir bislang nur Messungen von Hubschraubern aus durchführen konnten. Hubschrauber haben einen großen Treibstoffverbrauch und deshalb nur eine geringe Reichweite und ermöglichen keine arktisweiten Messungen. Diese Nachteile wollten wir bei Pole Airship durch den Einsatz eines Luftschiffes überwinden. Aufgrund ihrer geringeren Geschwindigkeit und größeren Flugstabilität sind moderne Luftschiffe sogar besser für den Einsatz einer EM-Sonde geeignet als Hubschrauber. Das Luftschiff sollte die Schleppsonde, den sogenannten EM-Bird, an einem 30 m langen Seil in einer Höhe von 20 m über dem Eis betreiben und so kontinuierliche Daten der Eisdicke liefern. Für Start und Landung sollte der EM-Bird mit einer Winde neben die Kabine gehievt werden.

Die einzige Arktis-Luftschiffüberquerung wurde bis dahin von Roald Amundsen, Umberto Nobile und Lincoln Ellsworth mit dem italienischen Luftschiff *Norge* durchgeführt. Es war 106 m lang und mit 18 500 m³ Wasserstoff gefüllt. Die Nutzlast von 10 t wurde zum Bunkern von 7 t Treibstoff benutzt, die drei 240 PS Motoren antrieben. Die *Norge* verließ am 10. Mai 1926 Spitzbergen und erreichte nach 70 Stunden und fast 4000 km Fahrt Alaska. 1928 kehrte Nobile allein mit dem leicht verbesserten Luftschiff *Italia* nach Spitzbergen zurück. Nach mehreren erfolgreichen Erkundungsfahrten erreichte er den Nordpol. Auf der Rückfahrt gab es jedoch Vereisungsprobleme an der *Italia* und sie stürzte nördlich von Spitzbergen auf das Eis. Erst nach eineinhalb Monaten wurden neun Überlebende



Prinzip der PoleAirship-Eisdickenmessungen. Der EM-Bird erzeugt ein niederfrequentes elektromagnetisches (EM) Feld, das durch das resistive Eis hindurch in das gut leitende Meerwasser eindringt und dort Wirbelströme induziert. Die Wirbelströme erzeugen ein sekundäres EM-Feld, dessen Stärke vom EM-Bird gemessen wird. Dieses Signal erlaubt die Bestimmung der Höhe des EM-Birds über der Wasseroberfläche bzw. über der Eisunterseite. Mit einem Laseraltimeter wird die Höhe des EM-Birds über der Eisoberfläche gemessen. Die Differenz beider Höhenmessungen entspricht der Eisdicke.

Typisches EM-Eisdickenprofil vom Nordpol im April 2007, wie es auch 2008 mit dem Luftschiff gewonnen werden sollte. $Z = 0$ m entspricht der Lage des Wasserspiegels, und das Profil zeigt den Verlauf der Eisoberfläche und -unterseite. Das Dickenprofil ist durch Gebiete dünneren, ebenen Eises und dicke Presseisrücken charakterisiert.



Karte der geplanten Flugroute

in einer dramatischen internationalen Rettungsaktion mit Flugzeugen und Eisbrechern gerettet. Moderne Kommunikations-, Navigations- und Wettervorhersage-Technologien sowie neueste Materialien, die teilweise aus der Raumfahrtforschung stammen, tragen heu-

te dazu bei, dass eine Luftschiffexpedition über dem Arktischen Ozean ein kalkulierbares Risiko ist. Zusammen entwickelten Jean-Louis Etienne und ich den Plan, erst von Spitzbergen aus zum Nordpol zu fahren, und von dort weiter in Richtung Alaska. Wir wollten am

Nordpol, in der Nähe des magnetischen Nordpols, und in der Barentssee drei Basislager einrichten, von denen aus wir radiale Vermessungsfahrten planen. Somit wären wir in der Lage gewesen, insbesondere die letzten Gebiete dicken Eises und die Übergangszonen zu dünnerem, einjährigem Eis großräumig zu vermessen. Diese Fahrten hätten sich hervorragend in bereits bestehende Beobachtungsnetzwerke eingefügt, die wir im Gebiet des Nordpols, nördlich von Ellesmere Island und nördlich von Barrow in Alaska seit einigen Jahren betreiben. Die Luftschiffahrt hätte erstmals all diese Messungen miteinander verbunden, und einen arktischen Eisdickenschnappschuss innerhalb einer sehr kurzen Zeit ermöglicht. Wir wollten die Messungen im April 2008 durchführen. Im April herrschen in der Arktis die besten Wetterverhältnisse mit anhaltendem Hochdruck, mäßigen Winden und ganztägiger Helligkeit. Außerdem ist das Eis dick genug, dass Flugzeuge zur logistischen Unterstützung landen können. Im April schwankt die Lufttemperatur normalerweise zwischen -15 und -25 °C, was guten Auftrieb für das Luftschiff garantiert.

Die geplante Expedition ließ sich nur mit potenten Sponsoren finanzieren. Jean-Louis Etiennes Reputation und Erfahrung haben den französischen Ölkonzern Total überzeugt, das Projekt als Alleinsponsor zu unterstützen und die gesamten Kosten zu tragen. Die Idee der Expedition entsprach genau den Zielen von Total und anderen Ölkonzernen, die Mechanismen des Klimawandels besser kennenzulernen. Durch die Beteiligung und Förderung von TotalPoleAirship brachte sich Total selbst in die öffentliche Diskussion über den Klimawandel mit ein und beteiligte sich an einem Forschungsprojekt, das dazu beitragen sollte, einzelne Faktoren des Klimawandels besser zu verstehen. Der Preis und die Knappheit von Rohöl könnten darüber hinaus den zukünftigen Einsatz von Luftschiffen als sparsame und wirtschaftliche Verkehrsmittel fördern. Somit war auch die Symbolkraft des Luftschiffes ein willkommenes und wichtiges Kommunikationsmittel für Total. Darüber hinaus hat auch Total verstärktes Interesse an den Ressourcen in der Arktis, und die aktive Mitarbeit bei TotalPoleAirship konnte Total wichtige Erfahrungen über das Klima in der Arktis, Eisbedingungen und Arbeiten in Eis und Kälte liefern.

Das Polarabenteuer und das Luftschiff sind außerdem hervorragende Kommunikationsträger, die die Gestaltung pädagogischer Projekte zum Thema „Klimawandel und Energien der Zukunft“ ermöglichen. So gab es umfangreiche Zusammenarbeiten mit dem französischen Ministerium für Bildung, Hochschulwesen und Forschung und mit der Cité des Sciences in Paris. Außerdem stand

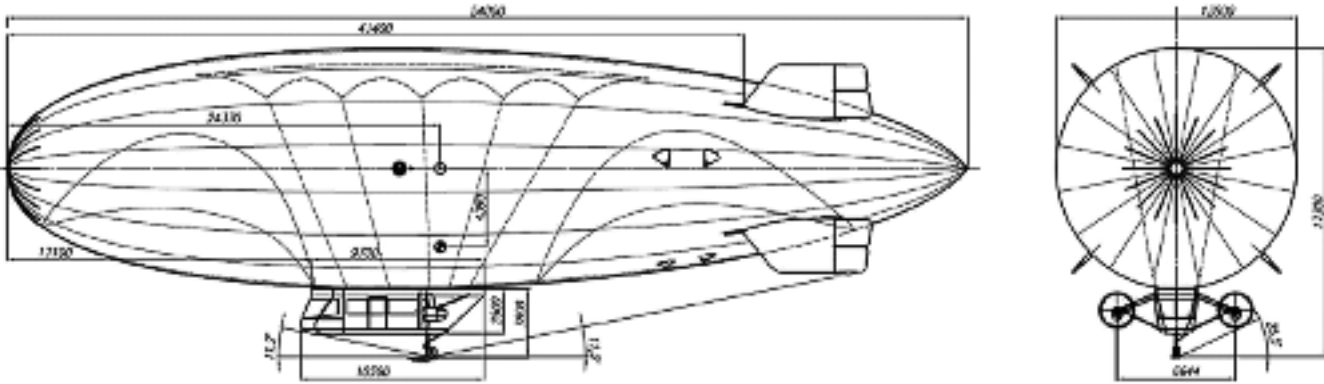
das Projekt unter der Schirmherrschaft der UNESCO als Bestandteil von Kampagnen im Rahmen der UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“.

Das Luftschiff AU30

Seit dem spektakulären Unfall der *Hindenburg*, die 1937 beim Landeanflug auf New York in Flammen aufgegangen ist, sind die großen Luftschiffe weitgehend verschwunden. Ihre Füllung mit Wasserstoff barg zu viele Gefahren. Heutzutage sind Luftschiffe mit unbrennbarem Helium gefüllt. Damit sind sie in einigen Bereichen der modernen Luftfahrt eine konkurrenzfähige Alternative zu herkömmlichen Flugzeugen oder Hubschraubern. Der Zeppelin NT mit 75 m Länge und 8500 m³ Füllung und das Skyship 600 mit 61 m Länge und 7200 m³ Heliumfüllung gehören zu den größten zurzeit betriebenen Luftschiffen. Sie werden zumeist für Werbe- und Touristikfahrt eingesetzt und können etwa 10 Personen transportieren. Zu Beginn des Projektes wurden umfangreiche Gespräche mit Zeppelin Luftschifftechnik und Skyship geführt, um diese Firmen und ihre Luftschiffe für TotalPoleAirship zu gewinnen. Allerdings war man bei beiden Anbietern sehr zögerlich, so dass sich die Verhandlungen sehr lange hinzogen. Die Risiken einer Arktisexpedition schienen beiden Firmen zu groß zu sein. Und selbst wenn sie keine finanziellen Risiken eingegangen wären, hätte ein Unfall die Reputation von Luftschiffen schwer beschädigen können und Konsequenzen für weitere Einsätze in der Zukunft gehabt. Andererseits wäre eine erfolgreiche Expedition ein sehr gutes Argument für das genaue Gegenteil, nämlich die hervorragende Eignung von Luftschiffen selbst für extremere Einsätze, gewesen.

Schließlich fiel die Wahl auf das Luftschiff AU30 des russischen Herstellers RosAeroSystems in Moskau. Es ist 54 m lang, 17 m hoch, 14 m breit und mit 5500 m³ Helium gefüllt.

Das AU30 ist ein Blimp, ein Prallluftschiff, hat also im Gegensatz zu Zeppelin kein inneres Gerüst zur Stabilisierung. Der Gasdruck in der Hülle hält das Luftschiff ausreichend stabil. Die Gondel ist durch das Innere der Hülle hindurch an Drahtseilen an der oberen Decke aufgehängt. Ballonets in Bug und Heck des Luftschiffes können mit Luft gefüllt werden, um den Bug- oder Heckauftrieb zu kontrollieren. Damit kann der Neigungswinkel des Luftschiffes während des Auf- und Abstieges besser gesteuert werden. Durch zwei 170 PS starke tschechische LOM M332C Flugzeugmotoren, die sich um 180° um ihre horizontale Achse drehen können, ist das Luftschiff sehr gut manövrierbar. Dadurch kann der Propellerschub in



Technische Zeichnung des PoleAirship Luftschiffes AU30 des russischen Herstellers RosAeroSystems.

Abhängigkeit vom erforderlichen Flugmanöver in alle möglichen Richtungen gelenkt werden, um Start, Landung und horizontalen Flug bestmöglich zu unterstützen. Die Motoren haben einen Benzinverbrauch von 25 l/h bei einer Umdrehungszahl von 2400 UpM. Da ein Kubikmeter Helium in Luft ungefähr einen Auftrieb von 1 kg besitzt, kann das AU30 ungefähr 5 Tonnen heben. Die Hülle, die Finnen und die Kabine wiegen 3,5 Tonnen. Somit bleibt eine Nutzlast von 1,5 Tonnen einschließlich Treibstoff. Um eine maximale Reichweite von 1000 bis 1200 km bei einer Reisegeschwindigkeit von 90 km/h zu erzielen, musste die zusätzliche Ladung so gering wie möglich gehalten werden. An den Messflügen sollten deshalb nur ein Pilot, ein Kopilot, ein Wissenschaftler und eine weitere Person teilnehmen, beispielsweise ein Journalist oder Kameramann.

Logistik

Mit der nominellen Reichweite des AU30 von 1000 bis 1200 km ist es nicht möglich, den Arktischen Ozean in einem Zug zu überqueren. Deshalb hatten wir die Einrichtung mehrerer Basislager geplant, an denen das Luftschiff landen sollte, um aufzutanken und Mannschaftswechsel durchzuführen. Außerdem wollten wir uns längere Zeit bei den einzelnen Basislagern aufhalten, um von ihnen aus die Eisdicken in der weiteren Umgebung innerhalb der Reichweite des Luftschiffes zu vermessen. Die wesentliche Herausforderung bei diesen Basislagern war die Errichtung eines Mastes für die Verankerung des Luftschiffes, solange es sich am Boden befand. Der Mast musste leicht sein und durfte auch unter großer Kälte seine Stabilität nicht verlieren. Er sollte durch Löcher im Eis verankert und eingefroren werden und dann mit Leinen und Eisankern abgespannt werden.

Der geplante Streckenabschnitt von Tromsø in Nordnorwegen nach Longyearbyen auf Spitzbergen stellte mit einer Länge von fast 1000 km die größte Herausforderung dar, weil er über den offenen Ozean führt und hier das Wetter am wechselhaftesten sein kann, mit starken Stürmen und häufiger Vereisungsgefahr. Auf halber Strecke liegt jedoch die kleine Bäreninsel, die notfalls als Zwischenstopp angefliegen werden konnte. Dafür wurden Vorkehrungen getroffen; so stand ein Mast bereit, per Schiff auf der Bäreninsel aufgestellt zu werden.

Die Streckenabschnitte von Longyearbyen zum Nordpol und nach Alaska führen über das Packeis, und Notlandungen wären einfach möglich gewesen. Im April ist das dünne Neueis zumeist dick genug, dass es auch größere Flugzeuge tragen kann. Dieses Eis bildet sich zwischen den älteren rauen Eisschollen und hat meistens eine sehr ebene Oberfläche, so dass Flugzeuge gut auf ihm landen können. Unser Nordpolcamp sollte weitgehend die Logistik der russischen *Barneo*-Eisstation nutzen, die jeden April für Touristen in der Nähe des Pols eingerichtet wird. Sie wird mit großen Antonov 74-Flugzeugen versorgt, die auf Rädern auf einer gut preparierten, schneefreien Eisbahn landen. Somit wäre der Transport großer Mengen Material, Treibstoff und Personen kein Problem gewesen. Außerdem werden bei *Barneo* zwei Hubschrauber des Typs MI-8 betrieben, die eine Reichweite von ungefähr 400 km hin und zurück haben und in Notfällen zur Bergung der Luftschiffbesatzung zur Verfügung gestanden hätten.

Die Basislager nördlich von Kanada und in der Beaufortsee sollten mit zweimotorigen Propellerflugzeugen vom Typ DHC-6 Twin Otter eingerichtet und versorgt werden, die mit Skiern ausgestattet sind. Die kanadischen Piloten dieser „Short Take Off and Landing“ (STOL) Flugzeuge sind die erfahrensten Arktispiloten Nordamerikas und können selbst auf kleinen, unpräparierten Neueisstreifen landen. Durch Betrachtung aus der Luft und durch mehrmalige *Touch down* Testlandungen vergewissern sie sich, dass das Eis die erforderliche Dicke für eine Landung von etwa



*Jean-Louis Etienne (links)
und Christian Haas
am Nordpol, am 22. April
2007 während einer
PoleAirship Vorerkundungs-
expedition*

80 cm erreicht hat. Diese Flugzeuge hätten auch zur Verfügung gestanden, um die Besatzung des Luftschiffes im Falle einer Notlandung zu bergen.

Es ist offensichtlich, dass die erforderliche Logistik viele der vermeintlichen Vorteile der Benutzung eines Luftschiffes ad absurdum führte, gerade im Hinblick auf Umweltverträglichkeit und Energiesparsamkeit. Benzinverbrauch und Treibhausgasemissionen der eingesetzten Flugzeuge und Hubschrauber wären um ein Vielfaches größer gewesen als die Nutzung des Luftschiffes allein. Man darf aber nicht vergessen, dass es sich bei TotalPoleAirship um ein Pilotprojekt handelte, das insbesondere die Machbarkeit einer solchen Expedition gezeigt hätte. Ein erfolgreicher Abschluss der Expedition wäre ein Meilenstein der Polarforschung gewesen und hätte neue Möglichkeiten eröffnet, zukünftig effizientere und schonendere Expeditionen mit eventuell größeren Luftschiffen durchzuführen. Ähnliche Kosten und Komplikationen haben bislang umfangreichere Eisdickenmessungen in der Arktis komplett verhindert, weil keine ähnlich potenten Sponsoren wie Total gefunden werden konnten und öffentliche Forschungsmittel nicht ausreichen. TotalPoleAirship wäre die erste Bestandsaufnahme des Eisvolumens in der gesamten Arktis gewesen. Die wissenschaftlichen Ergebnisse und die Symbolkraft des Luftschiffes hätten allemal gereicht, um die meisten Ziele des Projektes zu erreichen. Außerdem darf man nicht vergessen, dass jeglicher Zugang zur Arktis mit einem gewissen Maß an Umweltbeeinträchtigung und hohen Kosten verbunden ist. Verglichen mit einer Eisbrecherexpedition wä-

ren die Emissionen und Kosten von TotalPoleAirship zu vernachlässigen gewesen.

Vorbereitungen

Im April 2007 machten wir uns mit einer kleinen Gruppe des TotalPoleAirship-Teams zu einer Vorerkundungsexpedition zum Nordpol auf. Mit russischer Logistik flogen wir zum *Barneo*-Eiscamp, wo wir zwei Wochen lang die Genauigkeit der Eisdickenmessungen mit Hubschrauberunterstützung untersuchten und den meisten Arktis-Neulingen einen ersten Einblick in Leben und Arbeiten auf dem Meereis gaben. Mit Hilfe von Tauchern und einem ferngesteuerten Unterwasserfahrzeug vermaßen wir einen Presseisrücken und verglichen die Ergebnisse mit denen der hubschraubergestützten elektromagnetischen Eisdickenmessungen. Presseisrücken sind Eishaufen auf und über dem Eis, die durch Deformation des Eises entstehen, wenn es aufgrund der Eisdrift unter Druck gerät und zerbricht. Sie können bis zu einigen Metern hoch werden und haben dementsprechend einen Tiefgang von bis zu einigen zehn Metern. Aufgrund ihrer komplizierten, dreidimensionalen Form und ihrer blockigen Struktur stellen Presseisrücken eine besondere Herausforderung für EM-Messungen dar, weil die Annahme einer vernachlässigbaren elektrischen Leitfähigkeit dieser Strukturen nicht mehr gilt. Unsere Vergleiche bestätigten frühere Beobachtungen, dass die Unterschätzung der maximalen Dicke der Rücken bis zu 50% betragen kann. Nachdem alle Verträge mit RosAeroSystems abgeschlos-



PoleAirship AU30 bei einem Testflug über dem Flugplatz von Fayence-Tourette in der Provence.

sen waren, gab es zwischenzeitlich Probleme mit dem Baufortschritt des Luftschiffes. Im April 2007 drohten diese, das gesamte Projekt zu verzögern beziehungsweise zum Scheitern zu bringen. Auf höchster ministerieller Ebene wurde zwischen Frankreich und Russland versucht, den Bau voranzubringen. Schließlich musste der Vertrag nachgebessert werden und eine Abordnung der Mechaniker und Techniker des TotalPoleAirship-Teams dauerhaft nach Moskau ziehen, um den Bau zu überwachen und an vielen Stellen selber mit Hand anzulegen. Endlich, am 18. September 2007, nach zweijähriger Bauzeit und mit sechsmonatiger Verspätung, kam das Luftschiff in einer Iljuschin 76 in Marseille an. Der dortige internationale Flughafen wurde als erster Stützpunkt für den Aufbau und erste Tests gewählt, weil er über einen der größten Hangars Frankreichs verfügte. In ihm begannen sofort die Aufbauarbeiten und letzten Vorbereitungen, um das Luftschiff fahrbereit zu machen.

Am 16. Oktober wurde das Luftschiff in einer feierlichen Zeremonie und unter Anwesenheit der französischen

Umweltministerin, dem Prinzen von Monaco und dem Vizepräsidenten der russischen Duma der Öffentlichkeit vorgestellt. Gleich danach begannen die letzten Bodentests, bevor das Luftschiff am 7. November zu seiner ersten Testfahrt in den strahlendblauen Himmel Südfrankreichs aufstieg.

Jean-Louis Etienne hatte ein internationales Team von Luftschiffexperten, von denen es weltweit nur wenige gibt, um sich versammelt, um die Expedition vorzubereiten und durchzuführen. Anfangs wurden sie von den RosAero-Leuten unterstützt und konnten wertvolle Erfahrungen mit dem Aufbau und Betrieb des Luftschiffs gewinnen. Nun begann eine intensive Phase von Test- und Trainingsfahrten. Neue Piloten mussten ausgebildet werden, um später von den französischen Luftfahrtbehörden für die Fahrten zugelassen zu werden. Die meisten Lehrlinge waren erfahrene Hubschrauberpiloten. Eine zwölfköpfige Bodencrew musste den Umgang mit dem Luftschiff am Boden, bei Start und Landung üben. Sie bestand größtenteils aus Bergsteigern und Seglern, die das Leben in Eis und Kälte gewohnt waren. Um ungestörter und sicherer abseits des zivilen Luftverkehrs arbeiten zu können, wurden die Aktivitäten auf den Flugplatz von Fa-



Erste Flugtests mit dem EM-Bird.

yence-Tourette in der Berglandschaft der Provence verlegt. Die Nähe zu den Bergen der französischen Seealpen würde dort später auch Fahrten unter kälteren und fast arktischen Bedingungen zulassen. Allerdings gibt es keinen Hangar in Fayence, und somit musste das Luftschiff nachts und für Wartungs- und Reparaturarbeiten bei jedem Wetter an einem eigenen Mast verankert werden. Auch das war gutes Training für die Arktis. Mitte Januar wurden die Winde für das Herablassen und Hieven der Eisdickensonde installiert und die ersten Testfahrten mit einem Modell der originalen Sonde durchgeführt. Ein weiterer Meilenstein war erreicht. Von nun an arbeitete das gesamte Team unter starkem Zeitdruck,

denn schon für den 1. März 2008 waren der Abflug in Richtung Paris und eine Tournee über viele europäische Hauptstädte einschließlich Berlins und in den Norden Norwegens geplant.

Das Ende des Traumes

Während der vielstündigen Fahrttests im Januar kamen zahlreiche Kinderkrankheiten des Luftschiffs und der Maschinen zutage, die immer wieder zu Verzögerungen führten. Am schwerwiegendsten waren Probleme mit dem Backbordmotor, der oft stundenlange Aufmerksamkeit erforderte, um zu starten. Schließlich mussten Mechaniker der tschechischen Motorenfirma LOM kommen, um einen Zylinderkopf auszutauschen. Das gesamte Team arbeitete unter größter Anspannung, um den geplanten Termin einzuhalten.

Nur wenige Tage später, am 22. Januar 2008, geschah das Unglück: Obwohl die Wettervorhersage keine Besonderheiten meldete, begannen in der Nacht heftige Winde mit Böen bis zu 170 km/h, die das Luftschiff an seinem Mast heftig auf und ab schleuderten. Der Sturm wurde durch Fallwinde verursacht, die häufig in engen Bergtälern auftreten können und schwer vorherzusagen sind. Schließlich wurden die Bewegungen so heftig, dass die Verankerungen des Mastes den Belastungen nicht mehr standhielten. Um 6:26 Uhr morgens wurden die acht 1,6 m langen Metallanker mit Durchmessern von 4 cm aus dem Boden gerissen. Das Luftschiff trieb samt seines Mastes 600 m über das Flugfeld und dann gegen ein Wohnhaus, wo es sich verhakte und zerriss. Die Hülle breitete sich über das Haus aus, dessen Bewohner unsanft aus dem Schlaf gerissen wurden. Ansonsten entstand kein größerer Schaden. Das Luftschiff war jedoch irreparabel zerstört, das Ende von TotalPoleAirship, das Ende des Traums von systematischen Eisdickenmessungen am Nordpol.

Nachspiel

Es ist müßig, über weitere Ursachen des Unglücks und die Fehler, die gemacht wurden, zu spekulieren. Damit befassen sich auch heute noch (Ende 2008) Gerichte und Versicherungen, und ein Ergebnis ist noch nicht in Sicht. Bemerkenswert ist jedoch, dass der Unfall nachts und am Boden passiert ist, während das Luftschiff an seinem Mast verankert war. Nur wenige Monate vorher wurde ein Zepelin NT in Botswana unter ähnlichen Umständen zerstört. Andere Luftschiffbetreiber sparten nachträglich nicht an gutem Rat und kritisierten die nächtliche Abwesenheit eines Piloten im Luftschiff, der beim Auftreten



Am 22. Januar 2008 zerschellte PoleAirship AU30 an einem Wohnhaus neben dem Flugplatz von Fayence-Tourette.

derartiger Probleme hätte handeln und davonfliegen können. Ebenso wurden der knappe Zeitplan und die ungewöhnlichen Managementmethoden des Projektes kritisiert. Tatsächlich wäre ein ähnlicher Unfall unter Expeditionsbedingungen in der Arktis wohl kaum passiert, da das gesamte Team unter erhöhter Alarmbereitschaft gestanden hätte und das Luftschiff bei Winden bis 110 km/h noch kontrolliert werden konnte.

Und so war es auch nicht erstaunlich, dass andere Luftschiffunternehmen nach wie vor an die Durchführbarkeit einer modernen Luftschiff-Arktisüberquerung glaubten und sich mir sofort selber anboten, die Expedition noch im April 2008 durchzuführen. Mit einem Skyship 600 B wäre eine Arktisüberquerung mit Eisdickenmessungen genauso gut möglich. Allerdings fehlten nun ausreichende finanzielle Mittel, da Total seine eigene Position und die Umstände des Unglückes erst analysieren musste. Außerdem hätte eine neue Expedition unter deutscher Führung stattgefunden, was grundsätzlich neue Sponsoren und eine arktiserfahrene Leitfigur erfordert hätte. Öffentliche Forschungsmittel reichen für derartige Unternehmungen leider nicht aus.

Auch heute noch arbeiten wir an der Realisierung einer deutschen Luftschiffexpedition mit prominenter Leitung und eventuell unter Nutzung eines Skyship 600 B. An der wissenschaftlichen Notwendigkeit der Messungen hat sich nichts geändert. Die neuen Eisminima im Sommer 2007 und 2008 unterstreichen die Dramatik des Klimawandels in der Arktis. Allerdings fehlt in Deutschland eine Leitfigur, wie sie Jean-Louis Etienne in Frankreich darstellt.

Neueste technische und organisatorische Entwicklungen ermöglichen es seit kurzem außerdem, dass wir mit einer

Basler BT 67, dem neuen DC 3 Langstreckenflugzeug des Alfred-Wegener-Instituts, im April 2009 erstmals einen Versuch unternehmen können, die geplante Route von TotalPoleAirship weitgehend nachzufliegen, um dieselben Eisdickenmessungen zu machen. Dazu werden wir ebenfalls einen EM-Bird benutzen, der genau wie am Luftschiff für Start und Landung mit einer Winde unter den Rumpf gezogen wird. Wegen der wesentlich größeren Fluggeschwindigkeit von ca. 220 km/h ist es jedoch schwieriger, die Flughöhe des Birds im optimalen Bereich von 15 bis 25 m zu halten, was die Datenqualität und räumliche Auflösung der Messungen beeinträchtigt. Die Kosten dieser Arktisüberquerung werden geringer sein als die Kosten von TotalPoleAirship. Dies liegt aber einerseits daran, dass das Flugzeug fest in die Aktivitäten des Alfred-Wegener-Institutes integriert ist und somit keine Kosten für Beschaffung, Wartung und Training für dieses konkrete Projekt anfallen. Außerdem wird das Flugzeug nur von Landstationen aus operieren und kaum zum Nordpol gelangen. Wenn es gelingen würde, ein Langstrecken-Luftschiff für routinemäßige und langfristige Forschungseinsätze von Landstationen aus zu beschaffen, wären die Kosten derartiger Einsätze vermutlich deutlich geringer.

Internetadressen

TotalPoleAirship Homepage von Jean-Louis Etienne
<http://www.jeanlouisetienne.fr/poleairship>

Informationsmaterial von Total
http://www.total.com/en/group/news/news_2007/071012-total-pole-airship-presentation_13890.htm

TotalPoleAirship-Fotos von Stephane Compoin
<http://www.stephanecompoint.com>

AU30 von RosAeroSystems
http://rosaaerosystems.pbo.ru/english/products/pd_300.html

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
<http://www.awi.de>

Internationales Polarjahr
<http://www.ipy.org>

Barneo-Touristen-Eiscamp am Nordpol
<http://www.barneo.ru>

Anmerkungen

- 1 Der Autor Dr. Christian Haas ist Professor an der Universität von Alberta in Edmonton, Kanada. Seit mehr als 15 Jahren erforscht der Geophysiker die Rolle und Veränderungen des Meereises in der Arktis und Antarktis. Bis 2007 arbeitete er am Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven, wo er insbesondere die Entwicklung eines geophysikalischen Eisdickenmessverfahrens vorantrieb, das sich von beliebigen Luftfahrzeugen aus einsetzen lässt. Die Universität von Alberta und das Alfred-Wegener-Institut sind damit die einzigen Institutionen, die großräumige luftgestützte Eisdickenmessungen im Arktischen Ozean durchführen können.
- 2 Stroeve, J., Serreze, M., Drobot, S., Gearheard, S., Holland, M., Maslanik, J., Meier, W. & Scambos, T. (2008), Arctic Sea Ice Extent Plummets, in: *Eos Transactions of the American Geophysical Union*, 89 (2) 2007, S. 13.
- 3 Haas, C., Lobach, J., Hendricks, S., Rabenstein, L. & Pfaffling, A. (2008), Helicopter-borne measurements of sea ice thickness, using a small and lightweight, digital EM system. *Journal of Applied Geophysics*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jappgeo.2008.05.005>.
- 4 Haas, C., Pfaffling, A., Hendricks, S., Rabenstein, L., Etienne, J.-L. & Rigor, I. (2008a), Reduced ice thickness in Arctic Transpolar Drift favors rapid ice retreat, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L17501, doi:10.1029/2008GL034457.