



# 25 Jahre Das Alfred-Wegener-Institut in Potsdam





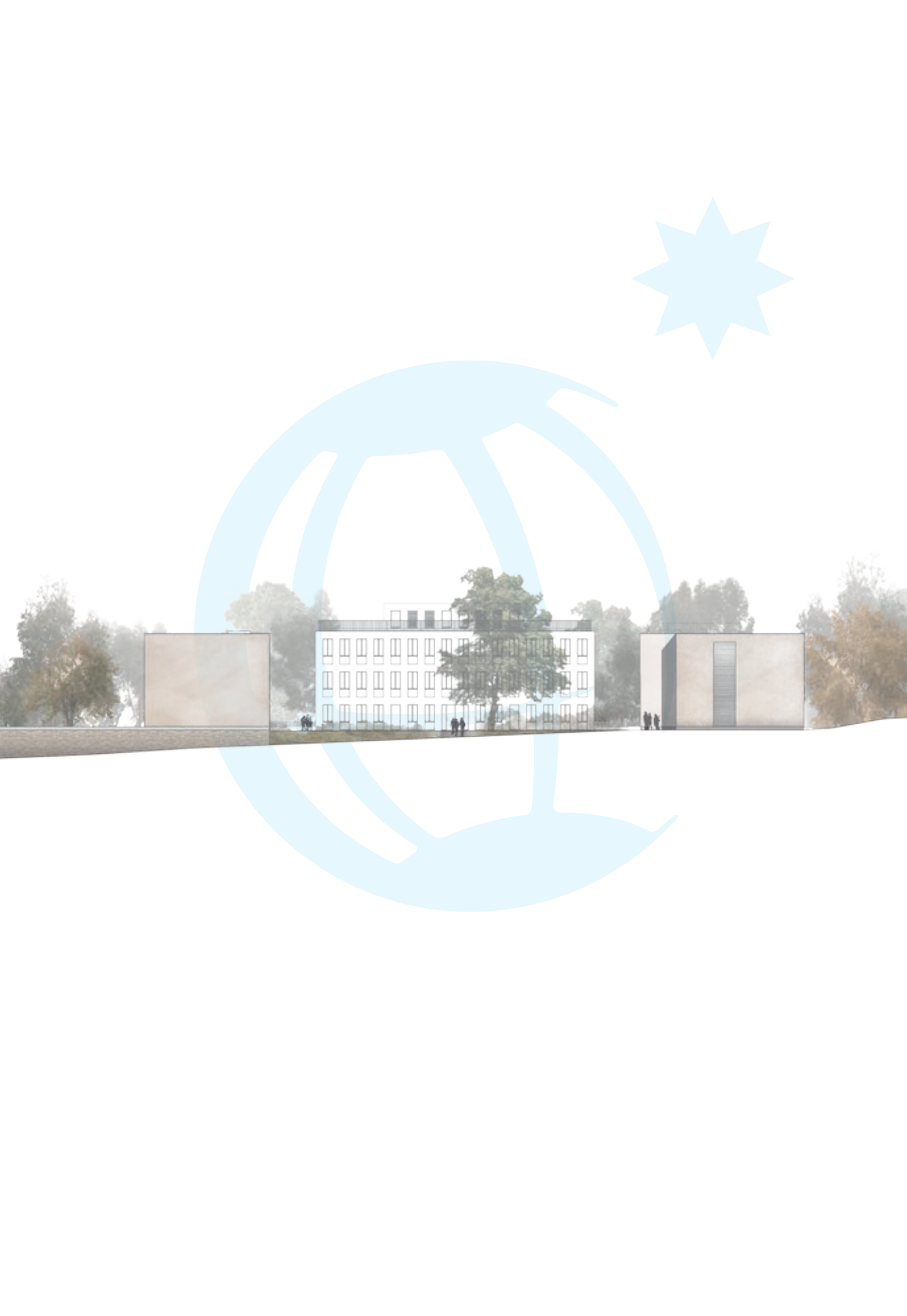
25

— Jahre —

FORSCHUNGSSTELLE  
POTSDAM







<b>Der richtige Standort - ein Grußwort</b>	7
Gotthilf Hempel	
<b>Vorwort</b>	12
Karin Lochte	
Bernhard Diekmann	
<b>Die Entwicklung der Forschungsstelle Potsdam</b>	14
Hans-Wolfgang Hubberten, Klaus Dethloff, Bernhard Diekmann, Diedrich Fritzsche	
<b>Die Entwicklung der Atmosphärenforschung</b>	29
Klaus Dethloff, Markus Rex, Roland Neuber, Annette Rinke, Dörthe Handorf, Marion Maturilli, Christoph Ritter, Peter von der Gathen, Ralph Lehmann, Wolfgang Dorn, Ingo Wohltmann	
<b>Die Entwicklung der Periglazialforschung: Rückblick und Ausblick</b>	37
Guido Grosse, Hans-Wolfgang Hubberten	
<b>Die AWIPEV-Station auf Spitzbergen</b>	51
Roland Neuber, Marion Maturilli, Christoph Ritter	
<b>Permafrost-Langzeit-Observatorien in Sibirien und auf Spitzbergen</b>	54
Julia Boike, Anne Morgenstern, Guido Grosse	
<b>Küstenforschung im Nordwesten Kanadas</b>	58
Michael Fritz, Hugues Lantuit	
<b>Das Atmosphärenobservatorium Palau - Polarforschung in den Tropen</b>	63
Markus Rex, Katrin Müller	
<b>Zum Nordpol auf einer Eisscholle - Teilnahme an der Driftstation NP-35</b>	66
Marion Maturilli, Jürgen Gräser	

<b>Polarer Ozonverlust im Klimawandel</b>	71
Markus Rex, Peter von der Gathen, Ralph Lehmann, Ingo Wohltmann	
<b>Vom grünen Laserstrahl zur Mikrophysik des Aerosols</b>	74
Christoph Ritter, Marion Maturilli, Roland Neuber	
<b>Wie können arktische Klimaänderungen das Wetter und Klima in Mitteleuropa beeinflussen?</b>	79
Dörthe Handorf, Klaus Dethloff, Annette Rinke, Ralf Jaiser, Wolfgang Dorn, Heidrun Matthes	
<b>Permafrost im Wandel - Regionaler Fokus, globale Bedeutung</b>	83
Jens Strauss, Josefine Lenz, Thomas Schneider von Deimling, Frank Günther, Lutz Schirrmeister	
<b>Arktischer Klimawandel und terrestrische Ökosysteme</b>	87
Ulrike Herzsuh, Thomas Laepple, Hanno Meyer, Kathleen Stoof-Leichsenring, Heike Zimmermann, Laura Epp, Stefan Kruse, Boris Biskaborn, Diedrich Fritzsche, Birgit Heim, Bernhard Diekmann	
<b>Das EU-Projekt PAGE21</b>	91
Hans-Wolfgang Hubberten, Julia Boike, Hugues Lantuit, Leen Kaisa Viitanen	
<b>ICOP 2016</b>	94
Karina Schollän, Hans-Wolfgang Hubberten	
<b>Nationale und Internationale Sekretariate</b>	99
<b>Potsdamer Nachwuchs</b>	101
<b>Impressum</b>	108









## Der richtige Standort - ein Grußwort

„Was wird aus den Antarktisforschern der DDR?“ Das war die bange Frage im Jahre 1990. Zwei Jahre später war die Antwort gefunden und in die Tat umgesetzt: „Wir versammeln sie auf dem Telegrafenberg in Potsdam unter dem Dach des Alfred-Wegener-Institut (AWI)“. Das war der Anfang einer fünfundzwanzigjährigen Erfolgsgeschichte.

Im Spätwinter 1990 durfte ich zum ersten Mal den Telegrafenberg besuchen. Damals beeindruckten mich die königlichen Gebäude aus gelbem Ziegel, der Große Refraktor, der expressionistische Einsteinturm und - gnädig verdeckt von Kiefern und Eichen - graue Baracken. Nicht nur die Astrophysik, auch die Atmosphärenforschung und Geodäsie hatten vor dem Ersten Weltkrieg hier ihre Blüte. Die Akademie der Wissenschaften und der Meteorologische Dienst der DDR pflegten ein halbes Jahrhundert später diese Tradition und das architektonische Erbe. Auch die Antarktisforschung der DDR erhielt bereits 1969 hier ihre administrative Heimat mit dem Zentralinstitut für Physik der Erde als Leiteinrichtung. Die Mehrzahl der DDR-Wissenschaftler, die zeitweilig oder dauerhaft Polarforschung trieben, waren auf vier weitere Akademie-Institute, den Meteorologischen

„Wir versammeln sie auf dem Telegrafenberg in Potsdam unter dem Dach des Alfred-Wegener-Institut (AWI)“. Das war der Anfang einer fünfundzwanzigjährigen Erfolgsgeschichte.

Dienst, zwei Universitäten und die Pädagogische Hochschule Potsdam verteilt. Abgesehen von einzelnen Biologen waren es Geophysiker im weitesten Sinne und Luftchemiker, die auf eine bis zu dreißigjährige Mitarbeit im sowjetischen Antarktisprogramm und in der sibirischen Permafrost-Forschung zurückblickten. Für die Neuordnung nach der Wende war es ein Glück, dass die Polarforschung der DDR auf die Feste Erde und die Atmosphäre ausgerichtet war und somit komplementär zur primär marin orientierten westdeutschen arbeitete. So setzten die ostdeutschen Geowissenschaftler ihre Polar-Arbeiten ungestört mit neuen Gerätschaften fort. Die Bibliothek und das Archiv wurden liebevoll gepflegt.

Kleine Forschergruppen und Einzelwissenschaftler aus dem AWI in Bremerhaven und aus andern westdeutschen Instituten kamen hinzu, unter ihnen Professor

Hubberten, der die Leitung der Forschungsstelle übernahm, und sich sofort in Potsdam ansiedelte. Er hat es verstanden, die „Durchmischung“ ost- und westdeutscher Wissenschaftler sehr schnell voranzutreiben und der Forschungsstelle ein eigenes, aber mit dem AWI eng abgestimmtes wissenschaftliches Profil zu geben, das ein festes Element im Gesamtkonzept der deutschen und internationalen Erdsystemforschung geworden ist. Das GeoForschungsZentrum und das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung sind nicht nur räumliche Nachbarn, sondern auch thematisch eng mit der Forschungsstelle verbunden. Schon 1991 hatte ich davon geträumt, dass auf dem Telegrafenberg zwischen diesen beiden neuen geowissenschaftlichen Instituten und der Forschungsstelle ein reger wissenschaftlicher Austausch bis hin zu gemeinsamen Forschungsprojekten entstehen möge.

Die alten Beziehungen zur sowjetischen Forschung mündeten in den 1990er Jahren in eine deutsch-russische Kooperation, vor allem im Lena-Delta und neue europäische und transatlantische Projekte wurden kreiert. Dem jahrzehntelangen Engagement der DDR-Wissenschaft in der Schirmacher-Oase im Queen Maud Land setzte die Monographie von P. Bormann und D. Fritzsche ein Denkmal, nachdem schweren Herzens die Georg-Forster-Station aufgegeben werden musste. Gleichzeitig verfasste Gert Lange einen Nachruf auf dreißig Jahre Antarktisforschung der DDR.

Periglazial- und Atmosphärenforschung wurden frühzeitig zu Schwerpunkten der Forschungsstelle. Mein Plan scheiterte, auch die kleinen polarbiologischen Arbeitsgruppen der DDR zusammen mit den wenigen Robbenforschern des AWI in der Forschungsstelle zu verankern. Die Koldewey-Station auf Spitzbergen mit ihren langfristigen atmosphärenphysikalischen Messprogrammen und die Permafrost-Forschung an der Samoylov-Station im Lena-Delta übergab das AWI ganz in die Regie der Forschungsstelle. Die beiden Stationen sind seit Jahren deutsch-französische bzw. russisch-deutsche Gemeinschaftsunternehmen.

Gern hätte das Land Mecklenburg-Vorpommern dem Land Brandenburg die Forschungsstelle abgejagt. Diese Begehrlichkeiten wurden 1997 endgültig zugunsten des Standorts Telegrafenberg abgewehrt und die Verknüpfungen vor Ort verstärkt. So wurden H.-W. Hubberten und K. Dethloff Professoren der

Universität Potsdam, deren Masterstudenten und Doktoranden in der Forschungsstelle und deren Feldkampagnen arbeiteten.

Den hohen architektonischen Ansprüchen des schönsten deutschen Wissenschaftsparks versuchte H. O. Ungers mit dem neuen Laborgebäude gerecht zu werden, nur waren seine Ziegel nicht so gut wie die königlich preußischen. Der Erweiterungsbau fügt sich glücklich in das Bauensemble ein. So wächst der „Telegrafenberg“ auch nach 150 Jahren immer noch weiter, jede Generation fügt ihm Neues hinzu.

Zurück zum Anfang: Die Forschungsstelle Potsdam müsste eigentlich Forschungsstelle Telegrafenberg heißen, denn ohne den Telegrafenberg wäre die Integration der ostdeutschen Polarforschung anders und bescheidener verlaufen. 1991 bemühten wir uns im Wissenschaftsrat um die Erhaltung und Neubelebung des Telegrafenberges durch die Ansiedlung neuer Institute. Damit bot sich damals die Chance für die Gründung einer polarwissenschaftlichen Forschungseinrichtung mit eigenem Profil als Sammelpunkt für die ostdeutschen Polarforscher und zugleich als thematische Erweiterung des Forschungsprogramms des AWI. Bereits nach zehn Jahren wurde sie als „ein Beispiel gelungener Integration“ gepriesen. Der Charme des Wissenschaftsparks Telegrafenberg, Potsdams Flair und die Nähe Berlins erleichterten die Anwerbung von guten Mitarbeitern. So entstand schneller als an vielen andern Plätzen ein Magnet, der Gastforscher, Projektpartner und Kongresse anlockte. Die Forschungsstelle wurde zu einem Zentrum europäischer und weltweiter Zusammenarbeit. Möge sie weiter gedeihen in der guten Gesellschaft junger Institute zwischen alten Bäumen und schönen Bauwerken.

*Prof. Dr. Dr. h.c. Gotthilf Hempel*





## Vorwort

Wie viele andere Forschungseinrichtungen in Potsdam feiert auch die Forschungsstelle Potsdam des Alfred-Wegener-Instituts Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung ihr 25-jähriges Jubiläum. Zwölf Jahre nach Gründung des AWI-Mutterhauses in Bremerhaven und zwei Jahre nach der Wiedervereinigung Deutschlands war mit der Einweihung der Forschungsstelle am 11. März 1992 auch die Wiedervereinigung der deutschen Polarforschung vollzogen.

Der gemeinsame Neubeginn nach der deutschen Wiedervereinigung hat auch die vielfältige Potsdamer Forschungslandschaft als Zeichen gelungener Integration zusammengeschweißt. So ist das AWI Potsdam heute ein gern gesehener Partner im berlin-brandenburgischen Wissenschaftsverbund, sowohl in wissenschaftlicher als auch öffentlichkeitsrelevanter Hinsicht. Das AWI Potsdam hat eine enorme internationale Sichtbarkeit entwickelt und brilliert heute mit seiner Expertise zu interaktiven Umweltprozessen in der Arktis. Seine Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler messen, rekonstruieren und modellieren die Wechselspiele zwischen physikalischen, geologischen und ökologischen Prozessen in der Arktis - von den terrestrischen Dauerfrostgebieten, über die polaren Küsten und den meereisbedeckten Ozean bis in die Höhen der Atmosphäre.

Die engen, auch historisch begründeten Bindungen nach Russland wurden immer lebendig gehalten und ermöglichen auch heute gute, kooperative Forschung in den großen Permafrostregionen Sibiriens und speziell im Umfeld der russischen Samoylov-Station im Lena-Delta. Zum langjährigen Inventar der Potsdamer Feldarbeiten gehört zudem die gemeinsam mit dem französischen Institut Polaire Francais Paul Emile Victor (IPEV) betriebene AWIPEV-Station auf Spitzbergen. In den letzten anderthalb Dekaden wurde die Zusammenarbeit mit Norwegen, Finnland, Schweden, Kanada, Japan und China intensiviert. Internationale Büros, Gremienarbeit und internationale Konferenzen am attraktiven Potsdamer Standort begleiten das wissenschaftliche Wirken.



Die vorliegende Festschrift bietet eine Retrospektive auf 25 Jahre Forschung am AWI Potsdam und beleuchtet ebenso die wechselnden Rahmenbedingungen im forschungspolitischen und administrativen Umfeld. Der Platzbedarf vor Ort wuchs mit der Belegschaft, die Forschungsprojekte wurden immer renommierter und die wissenschaftlichen Methoden stets innovativer und professioneller. Die akademische Nachwuchsarbeit entwickelte sich zu einem Eckpfeiler des Erfolgs. Perspektivisch ergeben sich daraus vielversprechende Gestaltungsmöglichkeiten für die Zukunft.

Wir danken allen Förderern und Kooperationspartnern, die das AWI Potsdam seit seiner Gründung unterstützt und hilfreich begleitet haben.

Viel Vergnügen bei der Lektüre!



*Prof. Dr. Karin Lichte*  
(Direktorin des Alfred-Wegener-Instituts)



*apl. Prof. Dr. Bernhard Diekmann*  
(Leiter der Forschungsstelle Potsdam)



## Die Entwicklung der Forschungsstelle Potsdam

### Die Vorgeschichte

Die Traditionslinien der Polarforschung im Raum Potsdam reichen bis ins 19. Jahrhundert zurück und waren eng verbunden mit dem Wirken der ehemals Königlich-Preußischen Observatorien auf dem Potsdamer Telegrafenberg. Unter Federführung des in Potsdam ansässigen Nationalkomitees für Geodäsie und Geophysik (NKG) bei der Deutschen Akademie der Wissenschaften (später AdW der DDR) begann 1959 die ostdeutsche Polarforschung mit der Teilnahme einer Gruppe von drei Meteorologen an der Überwinterung der 5. Sowjetischen Antarktisexpedition. 1972 übernahm das Zentralinstitut für Physik der Erde (ZIPE) die Leitung der DDR-Polarforschung. Allerdings wurden die wissenschaftlichen Programme überwiegend von anderen Einrichtungen konzipiert und realisiert: vom Meteorologischen Dienst, von verschiedenen Forschungsinstituten der AdW und Hochschulen der DDR, häufig in Kooperation mit osteuropäischen Partnern.

Abgesehen von zwei selbständigen, glaziologisch orientierten Expeditionen nach Spitzbergen (1962, 1964-65), war die DDR-Polarforschung auf wissenschaft-



liche Untersuchungen in der Antarktis gerichtet. Die Forschungsarbeiten erfolgten überwiegend durch DDR-Gruppen im Rahmen von Überwinterungs-Aufenthalten auf den sowjetischen Stationen Mirny, Wostok und Molodjoschnaja. 1976 wurde unter Leitung von Hartwig Gernandt eine Überwinterungs-Forschungsbasis in der Schirmacheroase errichtet, die in mehreren Stufen ausgebaut und im Oktober 1987 zur selbständigen DDR-Antarktisstation Georg Forster erklärt wurde. Sie bot 15 Personen Lebens- und Arbeitsräume und hatte eine eigene Funkstation. Die DDR erlangte dadurch den Konsultativstatus im Kreis der Antarktisvertragsstaaten. Bis einschließlich 1991 haben etwa 230 ostdeutsche Wissenschaftler und Techniker auf dem antarktischen Kontinent gearbeitet. Die meisten mussten aus logistischen Gründen dort überwintern. Im September 1989 fand erstmals eine internationale Tagung „Antarctic Research“ in Potsdam statt, organisiert durch das SCAR-Nationalkomitee, an dem neben Gästen aus der Sowjetunion, Großbritanniens und Japan auch Polarforscher der Bundesrepublik Deutschland teilnahmen.

DDR-Station Georg Forster in der Schirmacher-Oase, Ostantarktis (zwischen 1979 und 1987). Foto: ZIPE - Zentralinstitut für Physik der Erde Potsdam



In der Bundesrepublik Deutschland hatte es bereits in den frühen 1960er Jahren Bemühungen zur Gründung eines Polarinstituts gegeben, die jedoch erst Jahre später konkret wurden. Um auf die künftige Nutzung der Antarktis Einfluss nehmen zu können, beantragte die Bundesrepublik Deutschland 1978 die Mitgliedschaft im Konsultativrat des Antarktisvertrags und trat dem Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) bei. Nachdem 1978/79 eine Arbeitsgruppe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) das Antarktisprogramm für die Bundesrepublik Deutschland erstellt hatte, folgte in den Jahren 1979 bis 1982 mit großem Nachdruck der Ausbau der bundesdeutschen Polarforschung: 1980 wird das Alfred-Wegener-Institut (AWI) als Stiftung des Öffentlichen Rechts des Landes Bremen gegründet, Anfang 1981 die Überwinterungsstation Georg von Neumayer auf dem Ekström-Schelfeis errichtet, 1982 die Sommerstation Filchner auf dem gleichnamigen Schelfeis. Im Dezember 1982 kann der 1981/82 in Rekord-

Deutsch-deutsches Polartreffen Februar/März 1990 in Bremerhaven: v. l. Otto Schrems, Christoph Kottmeier, Hartwig Gernandt, Gunter Krause, Ernst Augstein, Armin Grafe, Rainer Paulenz, Hans-Jürgen Paech, Rudolf Bannasch, Gotthilf Hempel, Wolf Arntz. *Foto: AWI Bremerhaven*



zeit in Kiel und Rendsburg gebaute Forschungseisbrecher Polarstern seine erste Antarktischfahrt antreten, zwei Polarflugzeuge nehmen den Flugbetrieb auf.

Mit Fertigstellung des Neubaus in Bremerhaven 1986 verfügt die vornehmlich marin orientierte Polarforschung der Bundesrepublik Deutschland über weltweit herausragende und moderne wissenschaftliche und logistische Möglichkeiten.

### **Die Gründung der Forschungsstelle**

Am 2. Januar 1992 nahmen sieben Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Gebäude A43 auf dem Telegrafenberg in Potsdam die Arbeit in der neuen Forschungsstelle des AWIs auf. Neben dem Forschungsstellenleiter, Dr. Hans-Wolfgang Hubberten, der vom Mutterinstitut in Bremerhaven nach Potsdam wechselte, begannen zwei Verwaltungsmitarbeiterinnen, eine Bibliothekarin und eine Sekretärin sowie

Erste AWI-Feldkampagne 1991/1992 in der Schirmmacher-Oase, Ostantarktis, v.l.n.r. Günter Schwarz, Ulrich Wand, Jürgen Lubs, Hans-Ulrich Wetzel, Knut Hahne, Günter Stoof, Wolf-Dieter Hermichen, Bernd Tschochner, Wolfgang Krüger, Volker Strecke (weiße Mütze), Martin Melles, Diedrich Fritzsche, Wieland Adler, Gerold Noack, Gerd Bening, Artur Zielke, Thomas Schumann.  
*Foto: Gerold Noack, Selbstauslöser*



die ersten Wissenschaftler und Techniker mit dem Aufbau der neuen Einrichtung. Nach und nach wuchs der Stab um weitere Mitarbeiter an. Dazu kamen noch die Teilnehmer der damaligen Antarktis-Expedition aus der Schirmacheroase, die vor Gründung der Forschungsstelle im November 1991 begonnen hatte.

Am 11. März 1992 fand die offizielle Einweihung der Forschungsstelle in der Bibliothek des Gebäudes A43 auf dem Telegrafenberg statt. Vor einer großen Zahl geladener Gäste aus Wissenschaft und Politik wurden die Festansprachen von dem Direktor des AWIs, Prof. Dr. Gotthilf Hempel, dem Minister für Forschung, Wissenschaft und Kultur des Landes Brandenburg, Dr. h.c. Hinrich Enderlein, dem Staatssekretär im Bundesministerium für Forschung und Technologie, Gerhard Ziller, und Prof. Dr. Reinhard Hoffmann, Staatsrat beim Senator für Bildung und Wissenschaft des Landes Bremen, gehalten. Den wissenschaftlichen Festvortrag hielt Frau Dr. Christine Siegert, die nach zwanzigjähriger Tätigkeit im Permafrostinstitut in Jakutsk als Mitarbeiterin für das AWI gewonnen wurde. Ihr Thema "Dokumente periglazialer Prozesse in Permafrostgebieten Sibiriens" sollte die Richtung wichtiger künftiger Forschungsarbeiten entscheidend beeinflussen.

Altbau der AWI-Forschungsstelle auf dem Potsdamer Telegrafenberg.  
*Foto: Lutz Schönicke, 1995, AWI*

Zur Bearbeitung der wissenschaftlichen Aufgaben der Forschungsstelle wurden zunächst drei Arbeitsgruppen eingerichtet: eine für die Atmosphärenforschung (Leitung: H. Gernandt), eine für die geowissenschaftliche Periglazialforschung (Leitung: H. W. Hubberten) und eine für die Untersuchung von Warmblütern. Für die biologische Arbeitsgruppe ließ sich nicht, wie ursprünglich erwartet, eine ausreichende Anzahl ostdeutscher Mitarbeiter/innen finden, da die Robben- und Pinguinforschung in der ehemaligen DDR eine nur randliche Bedeutung hatte. Die Arbeitsgruppe wurde daher im Jahr 1993 in die Biologie nach Bremerhaven integriert.

### **Die frühen Jahre (1992-1999)**

Da das Institutsgebäude des AWIs auf dem Telegrafenberg in den ersten Jahren noch von Beschäftigten anderer Einrichtungen genutzt wurde, war schon die erste Phase durch eine dramatische räumliche Enge geprägt. Eine Verbesserung der Arbeitsmöglichkeiten erfolgte kurzzeitig durch die Inbetriebnahme von Labor-Containern an gleicher Stelle, die jedoch wegen des GFZ-Neubaus an die Südseite des Institutsgebäudes umgesetzt werden mussten. Mit der Inbetriebnahme der Labor-Container am neuen Standort und dem Aufbau von zusätzlichen Büro-Containern auf dem ehemaligen Parkplatz vor dem Gebäude konnten auch für die inzwischen schon auf 50 Mitarbeiter gewachsene Belegschaft akzeptable Arbeitsbedingungen geschaffen werden.

Es war jedoch absehbar, dass der Raumbedarf für die weiter wachsende Forschungsstelle im Gebäude A43 langfristig nicht gedeckt werden konnte und ein Neubau ins Auge gefasst werden musste. Von den AWI-Direktoren, Prof. Dr. Max Tilzer und Dr. Rainer Paulenz, wurde dieses Vorhaben in der Folgezeit nachhaltig vorangetrieben. Als Architekt wurde Prof. Oswald Matthias Ungers ausgewählt, der bereits den Institutsbau in Bremerhaven entworfen hatte. Der erhoffte rasche Baubeginn wurde zunächst durch eine Standortdiskussion unerwartet verzögert. Einer Initiative zur Verlagerung der AWI-Forschungsstelle nach Neustrelitz folgte ein erneuter Versuch, der eine Umsiedlung nach Greifswald zum Ziel hatte. Nach einer kurzen Zeit der Ruhe, in der sich die Wissenschaftler auf ihre eigentlichen Aufgaben konzentrieren konnten, wurde eine Umsetzung der wissenschaftlichen Arbeitsgruppen an das Mutterinstitut in Bremerhaven diskutiert. Dies führte nicht nur zu einer starken Verunsicherung der Mitarbeiter/



innen und einer weiteren Aufschiebung des Baubeginns, sondern blockierte auch die schon lange vorgesehene Berufung der beiden Leiter der wissenschaftlichen Arbeitsgruppen, Dr. Klaus Dethloff und Dr. Hans-Wolfgang Hubberten, zu Professoren an die Universität Potsdam. Erst 1997 fiel die endgültige Entscheidung für den Verbleib der Forschungsstelle Potsdam im Land Brandenburg. Hans-Wolfgang Hubberten und Klaus Dethloff wurden in zu Professoren an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Potsdam berufen und übernahmen die Leitung der Sektionen Periglazialforschung und Physikalische und chemische Prozesse der Atmosphäre.

Mit der damit verbundenen Freigabe der Mittel für den Neubau wurde die Planung wieder aufgenommen und nach Diskussion mehrerer Varianten mit dem

Bild links: Ernennung von Dr. Hans-Wolfgang Hubberten und Dr. Klaus Dethloff zu Professoren der Universität Potsdam durch Minister Steffen Reiche (1997).  
*Foto: AWI*

Bild rechts: Prof. Oswald Unger (rechts) erklärt die Vision des AWI-Neubaus bei der Grundsteinlegung am 2. Juni 1998. Gebannt lauschen Ministerpräsident Manfred Stolpe, Bundesforschungsminister Dr. Jürgen Rüttgers, AWI-Direktor Prof. Dr. Jörn Thiede und Forschungsstellenleiter Prof. Dr. Hans-Wolfgang Hubberten (linke Seite v.l.n.r.).  
*Foto: Elisabeth Gantz, GFZ Potsdam*





Bau begonnen. Schon am 2. Juni 1998 erfolgte im Beisein von Bundesminister Dr. Jürgen Rüttgers, dem Brandenburgischen Ministerpräsidenten, Dr. Manfred Stolpe, und vielen Ehrengästen die Grundsteinlegung. Das Richtfest wurde am 8. Oktober 1998 mit dem Brandenburgischen Forschungsminister, Steffen Reiche, gefeiert. Nach einer Rekordbauzeit konnten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und viele Ehrengäste am 3. Oktober 1999, dem Tag der Deutschen Einheit, den Neubau festlich einweihen. Die Grußworte von Ministerpräsident, Dr. Manfred Stolpe, dem Vorsitzenden des Kuratoriums der Stiftung Alfred-Wegener-Institut, MinRat Dr. Eckhard Lübbert vom BMFT, und dem Direktor des AWIs, Prof. Jörn Thiede, wurden abgerundet durch die Übergabe einer Alfred-Wegener-Büste durch den Präsidenten des Deutschen Wetterdienstes, U. Gärtner. Den wissenschaftlichen Festvortrag hielt Prof. Jan Mangerud von der Universität Bergen zum Thema „On the track of ice sheets and people in northern Russia during the last ice age“. Mit dem Bezug des Neubaus war die eigentliche Aufbauphase abgeschlossen. Die wissenschaftlichen Arbeiten werden seitdem unter optimalen Bedingungen durchgeführt.

Feierliche Einweihung des Potsdamer AWI-Neubaus am Tag der Deutschen Einheit am 3. Oktober 1999. *Fotos: Lutz Schönicke, AWI*



### **Das AWI Potsdam im 21. Jahrhundert (2000-2017)**

Mit der Jahrtausendwende begann eine bis heute anhaltende Wachstumsphase und Blütezeit. Wuchs die Belegschaft zwischen 1992 und 2002 von 37 auf 73 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern an, umfasst Sie inzwischen 111 tariflich Angestellte und 9 Stipendiaten (Stand Juli 2017), nicht mitgezählt die zwei bis drei Dutzend studentischen Hilfskräfte, Praktikanten/innen, Masteranden/innen und ausländischen Gäste. Wie in den folgenden Kapiteln ausgeführt, erweiterten die wissenschaftlichen Sektionen ihre Forschungsfelder und warben zunehmend lukrative Drittmittelprojekte (EU, ERC, BMBF, DFG, u.a.) ein. Nachwuchsforscherguppen wurden etabliert und große internationale Tagungen veranstaltet. Zur gleichen Zeit siedelten sich internationale Büros am Standort an, so zwischen

Grundsteinlegung zur Erweiterung des 1999er Neubaus am 16. Juli 2015 mit der Ministerin Prof. Dr. ing. Dr. Sabine Kunst (Mitte), dem Parlamentarischen Staatssekretär Thomas Rachel (links innen), der AWI-Direktorin Prof. Dr. Karin Lochte (rechts innen), dem Architekten Reiner Becker (rechts außen) und dem neu ernannten Forschungsstellenleiter apl. Prof. Dr. Bernhard Diekmann (links außen).

*Foto: Lutz Schönicke, AWI*



2009 und 2016 das von Dr. Volker Rachold geleitete Büro des International Arctic Science Committee (IASC) und zwischen 2008 und 2016 das von Prof. Hubberten in seiner Funktion als Präsident der International Permafrost Association rekrutierte Büro der Gesellschaft. Seit Beginn 2017 leitet Dr. Volker Rachold das am AWI Potsdam neu angesiedelte Arktisbüro. Zur gleichen Zeit nahm unter der Leitung von Dr. Gerlis Fugmann das Büro der Association of Polar Early Career Scientists für die nächsten fünf Jahre seine Arbeit am Potsdamer Standort auf.

Die anhaltende Erfolgsgeschichte führte zu einer erneuten Verknappung der Büro-, Labor- und Lagerkapazitäten, so dass es Zeit wurde, die perspektivisch bereits in den 1990er Jahren geplante zweite Stufe der Neubaukonzeption umzusetzen, die eine Ergänzung des Rundbaus durch zwei Bürotürme vorsah.

Der AWI-Campus vor der Vollendung am 13. Juli 2017.  
*Foto: Lutz Schönicke, AWI*



Nach Einwilligung zum Erweiterungsbau und folgenden Ausschreibungen wurde am 27. Mai 2014 schließlich dem AWI-Direktorium der Genehmigungsbescheid über 13,3 Millionen Euro vom BMBF zugesandt, um das Bauvorhaben umzusetzen. Den Zuschlag erhielt Architekt Reiner Becker aus Potsdam, dem eine pragmatische Ergänzung des Ungers'schen Baukomplexes vorschwebte. Die Grundsteinlegung erfolgte am 16. Juli 2015 im Beisein des Architekten und der AWI-Direktorin Frau Prof. Dr. Karin Lochte. Herr Thomas Rachel (Parlamentarischer Staatssekretär bei der Bundesministerin für Bildung und Forschung) und Frau Prof. Dr.-Ing. Dr. Sabine Kunst (Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg) richteten wohlwollende Grußworte an die zahlreich versammelte Belegschaft. Anlässlich der Bezugsfähigkeit steht als offizieller Einweihungstermin der 26. September 2017 fest. Der Erweiterungsbau bietet Platz für hochmoderne Labore für geochemische und genetische Untersuchun-

Willkommen in der AWIPEV-Station auf dem Potsdamer Telegrafenberg. Die Originalstation befindet sich auf Spitzbergen und ist Potsdams kältester Arbeitsplatz. Foto: Lars Grübner 2013, AWI

gen, beinhaltet großzügige Räumlichkeiten zur Vorbereitung von Expeditionen und umfasst 79 Büroarbeitsplätze, einen Hörsaal, Besprechungsräume und eine Bibliothek. Das alte Gebäude aus der DDR-Ära wird aufgegeben und gegen drei historische Wohnhäuser getauscht, die sich gegenüber dem Neubaukomplex anordnen.

Nach 25 Jahren ist die Forschungsstelle Potsdam des AWIs zu einem festen Bestandteil der Berlin-Brandenburgischen Wissenschaftslandschaft geworden. Im Wissenschaftspark Albert Einstein auf dem Telegrafenberg bestehen auf wissenschaftlicher und administrativer Ebene ausgezeichnete Beziehungen zum Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ) und zu den beiden Leibniz-Forschungseinrichtungen, dem Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und dem Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam (AIP). Die enge Verbindung zur Universität Potsdam wird durch bisher sieben gemeinsame Berufungen und den Abschluss von mehreren Habilitationen unterstrichen. Über Lehraufgaben, Betreuungen von Doktor-, Diplom-, Master-, und Bachelor-Arbeiten sind Forscher/innen der Forschungsstelle rege in den Universitätsbetrieb eingebunden. Außerdem bestehen deutschlandweit enge Kontakte zu zahlreichen weiteren universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Darüber hinaus engagieren sich Forscher/innen des AWIs in einer Reihe von regionalen Netzwerken zur Pflege der Zusammenarbeit im Wissenschaftsmanagement und im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit, wie dem Forschungsnetzwerk der Geowissenschaften in Berlin und Potsdam (Geo.X), im Verein proWissen Potsdam e.V., in der Landesvereinigung außeruniversitäre Forschung in Brandenburg (LAUF), im Potsdam Research Network (pearls), sowie bei der interdisziplinären Potsdam Summer School (PSS).

International konzentriert sich die Zusammenarbeit besonders auf Russland. Vor allem gemeinsam mit dem Arktis- und Antarktis-Forschungs-Institut in Sankt Petersburg, dem Permafrost-Forschungs-Institut in Jakutsk und der Northeastern Federal University in Jakutsk bestehen enge wissenschaftliche Partnerschaften, die sich in über zwanzigjähriger Expeditionstätigkeit anfänglich in der Antarktis und später in Ostsibirien dokumentieren. Sehr gute Beziehungen bestehen auch zum Obukhov-Institut für Atmosphärenphysik der Russischen Akademie

der Wissenschaften in Moskau. In den letzten anderthalb Dekaden wurde die Zusammenarbeit mit Norwegen, Finnland, Schweden, Kanada, Japan und China intensiviert. Zum langjährigen Inventar der Potsdamer Feldarbeiten gehören zudem die gemeinsam mit dem französischen Institut Polaire Francais Paul Emile Victor (IPEV) betriebene AWIPEV-Station auf Spitzbergen und die von deutschen Wissenschaftler/innen intensiv genutzte russische Samoylov-Station im Lena-Delta.



Beginnend mit der Übernahme der Forschungsstellenleitung durch apl. Prof. Dr. Bernhard Diekmann im April 2015 vollzieht sich in den letzten Jahren ein Generationswechsel. Verbunden mit einer gemeinsamen Berufung an die Universität Potsdam übernahm im September 2016



Prof. Dr. Guido Grosse die Leitung der Sektion Periglazialforschung von Prof. Dr. Hans-Wolfgang Hubberten. Im Oktober 2016 wurde auch Prof. Dr. Markus Rex an die Universität Potsdam berufen und Nachfolger von Prof. Dr. Klaus Dethloff in der Sektion Physik der Atmosphäre. Ab Oktober 2017 gesellt sich als drittes Standbein zu den beiden langjährigen Sektionen die neue Arbeitsgruppe Terrestrische Umweltsysteme, die von Frau Prof. Dr. Ulrike Herzschuh geleitet wird. Zur gleichen Zeit wird die Verwaltungsleiterin Christine Litz, die die Geschicke der Forschungsstelle seit deren Gründung gesteuert hat, in den wohlverdienten Ruhestand verabschiedet. Die Neubesetzungen schaffen Räume für neue Gestaltungsmöglichkeiten und bieten gute Chancen für die kontinuierliche Weiterentwicklung der Forschungsstelle in enger Abstimmung mit dem Bremerhavener Mutterinstitut.

*Hans-Wolfgang Hubberten, Klaus Dethloff, Bernhard Diekmann, Diedrich Fritzsche*

Bild oben: Prof. Dr. Guido Grosse (links) übernimmt im September 2016 die Leitung der Sektion Periglazialforschung von Prof. Dr. Hans-Wolfgang Hubberten (rechts). *Foto: AWI*

Bild unten: Prof. Dr. Markus Rex bei seiner Antrittsrede als Leiter der Sektion Physik der Atmosphäre, die er im Oktober 2016 von Prof. Dr. Klaus Dethloff übernommen hat. *Foto: AWI*



Alle Jahre wieder öffnet das AWI Potsdam zur Langen Nacht der Wissenschaften seine Pforten für die Öffentlichkeit.  
*Foto: Bernhard Diekmann, 2017*





## Die Entwicklung der Atmosphärenforschung

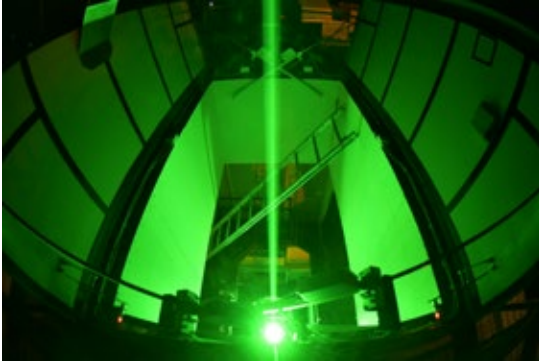
Am 11. März 1992 wurde auf dem Telegrafenberg die Potsdamer Forschungsstelle des Alfred-Wegener-Instituts eröffnet. Im Mittelpunkt des Interesses stand bereits damals die Rolle der Polargebiete im globalen Klimageschehen. Das Konzept der Potsdamer Arbeitsgruppe „Physikalische und chemische Prozesse der Atmosphäre“ wurde unter der Federführung von Ernst Augstein und Dirk Olbers entwickelt. Sie vereinigte Wissenschaftler aus Ost und West und wurde von Hartwig Gernandt bis 1997 geleitet und bildete den Kern der von Klaus Dethloff von 1997-2016 geleiteten Sektion „Atmosphärische Zirkulation und Spurenstoffe“. Seit November 2016 ist Markus Rex Leiter der nun in „Physik der Atmosphäre“ umbenannten Sektion.

Das Ziel der polaren Atmosphärenforschung besteht darin, Schlüsselparameter auf der dekadischen Zeitskala zu messen, um auf diesen Messungen beruhend die wesentlichen physikalischen und chemischen Prozesse realistisch zu modellieren. Damit sollen die nichtlinearen Regelkreise des polaren Klimasystems entschlüsselt, die Ursachen natürlicher und anthropogen bedingter Veränderungen aufgedeckt sowie zu einer zuverlässigeren Modellierung zukünftiger Entwicklungen des polaren Klimas beigetragen werden. In der Arktis werden einerseits die größten anthropogenen Klimaänderungen erwartet, während andererseits die natürliche Klimavariabilität infolge der nichtlinearen Kopplung von Atmosphäre-Ozean-Meereis beachtliche Wirkungen zeigt. So kann die vertikal durch Tropo- und Stratosphäre gekoppelte Arktische Oszillation des Luftdruck-Feldes durch anthropogene Signale wie den anthropogenen Treibhauseffekt und den stratosphärischen Ozonabbau nachhaltig modifiziert werden. Um derartige Effekte in der Natur zu identifizieren und umfassend zu charakterisieren sind atmosphärische Langzeitbeobachtungen über Dekaden unverzichtbar.

### Die Entwicklung von 1992 bis 1997

Die Gründungsfundamente basierten auf Erfahrungen und Methoden in der Durchführung von Messungen atmosphärischer Prozesse und chemischer Stoffe

Wartung des Lidar-Systems, Überprüfung der Energieverteilung des Laserstrahls unter Anwendung von Thermopapier. Foto: René Bürgi



in der Arktis und Antarktis als auch in der Modellierung dynamischer Vorgänge der Atmosphäre. So fanden seit 1985 regelmäßige Ozonsondierungen an der ostdeutschen Forschungsbasis in der Antarktis statt, der Georg-Forscher-Station, und 1987 wurde erstmals ein mobiles Ozon-Lidar auf dem Forschungsschiff Polarstern in der Arktis eingesetzt. Der Aufbau eines Mehr-

wellenlängen-Lidars im Jahr 1992 mit fünf Nachweiskanälen erlaubte detaillierte Untersuchungen der optischen Eigenschaften stratosphärischer Aerosole. Das seit 1992 zur Messung von Ozonverlusten in der polaren Atmosphäre entwickelte Match-Verfahren entwickelte sich in den Folgejahren zum globalen Standard zur Quantifizierung chemischer Ozonverlusten und zur Grundlage der darauf aufbauenden Modellierung des Ozonverlustprozesses.

Mit den neuen Messverfahren wurde die von Potsdam aus betreute Koldey-Station neben den Messpunkten Thule und Eureka als Teil der arktischen Primärstation in das „Network for the Detection of Stratospheric Change (NDSC)“ aufgenommen und zu einem polaren Tropo- und Stratosphärenobservatorium ausgebaut. Sie leistete anerkannte Beiträge zur den europäischen Ozonforschungskampagnen EASOE und SESAME in den Jahren 1992, 1994 und 1995 und es wurden die ganzjährigen, meteorologischen und atmosphärenphysikalischen Langzeitbeobachtungen gestartet.

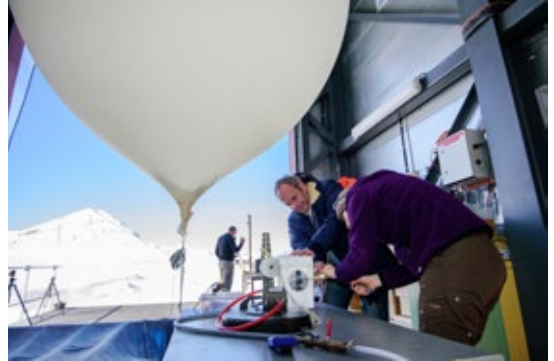
Die numerischen Simulationen begannen mit Experimenten auf der Basis vereinfachter nichtlinearer Modelle der atmosphärischen Zirkulation. Später wurde das regionale Klimamodell HIRHAM zur Simulation der arktischen Atmosphäre auf die Nordpolarkappe angepasst, erweitert und in vielfacher Weise verbessert. Die Messungen und die Modellexperimente dienten der Erkundung sowohl natürlicher als auch anthropogener Beeinflussungen des Treibhauseffektes und des chemischen Ozonabbaus. Integrationen mit vereinfachten Atmosphärenmodellen im Jahr 1996 zeigten, dass sich selbst ohne externe zeitabhängige Anregung

Sicht auf das Lidar-System KARL, 2016. Foto: René Bürgi

nichtlineare niederfrequente Oszillationen der atmosphärischen Zirkulation im Periodenbereich von Jahrzehnten bis zu Jahrhunderten abspielen.

### **Die Entwicklung von 1998 bis 2002**

Langzeittrends aus Beobachtungsdaten und aus Simulationen mit globalen Zirkulationsmodellen ergaben, dass anthropogene Prozesse nichtlinear mit natürlichen Veränderungen in Wechselwirkung stehen. Im Rahmen des Strategiefonds der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Großforschungseinrichtungen "Klima in historischen Zeiten, KIHZ" wurde festgestellt, dass neben dem bereits bekannten Umklappen ozeanischer Zirkulationssysteme auch atmosphärische Telekonnektionsmuster das Potential für die Anfachung natürlicher langfristiger Veränderungen besitzen.



In einer internationalen Messkampagne ASTAR (Arctic Study of Tropospheric Aerosol and Radiation) im Raum Spitzbergen wurden im Frühjahr 2000 mit bodengebundenen, flugzeug- und satellitengetragenen Instrumenten klimarelevante Parameter des troposphärischen Aerosols gemessen und ihre physikalisch-chemischen sowie optischen Eigenschaften bestimmt. Die gewonnenen Daten dienten zur Erstellung eines arktischen Aerosoldatensatzes, der Eingang in das regionale Klimamodell HIRHAM fand. Damit konnte erstmalig die direkte Wirkung des arktischen Aerosols auf das Klima realitätsnah abgeschätzt werden.

Der aus Matchauswertungen stammende zu diesem Zeitpunkt bereits 10-jährige Datensatz arktischer Ozonverluste und die auf diesen Daten beruhende Modellentwicklung leisteten wesentliche Beiträge zur Aufklärung des Ozonabbaumechanismus. Über die daran beteiligten stratosphärischen Wolken in der Arktis sammelte das AWI den längsten Messdatensatz von Lidar-Beobachtungen an. Diese zeigen wie der arktische Ozonverlust eine ausgeprägte interannuale Variabilität.

Befestigung einer Mess-Sonde am Heliumballon.  
*Foto: René Bürgi*

### **Die Entwicklung von 2003-2008**

Die Atmosphärenforschung wurde in diesen Jahren im MARCOPOLI Forschungsprogramm des AWI in der Sektion „Atmosphärische Zirkulation“ gebündelt und konzentrierte sich auf die drei Schwerpunkte Klimamodellierung, Stratosphärisches Ozon und troposphärisches Aerosol. Wir arbeiteten in den Themen POL1 „Processes and interactions in the polar climate system“ und MAR1 „Decadal Variability and Global Change“ und lieferten Beiträge zu Ursachen der atmosphärischen dekadischen Klimavariabilität, zu atmosphärischen Zirkulationsstrukturen und polaren Klimaszenarien sowie zu Ozon-, Wasserdampf-, und Aerosolverteilungen der polaren Tropo- und Stratosphäre.

Eine Hierarchie von Klimamodellen von vereinfachten Modellen der Atmosphäre bis zu globalen Modellen des gekoppelten Atmosphäre-Ozean-Meereis Systems wurden verwendet, um die Signale natürlicher Variabilität zu detektieren. Zum besseren Verständnis der Chemie-Dynamik Rückkopplungen wurde in ein gekoppeltes Klimamodell des Atmosphäre-Ozean-Meereis Systems eine einfache Stratosphärenchemie eingebaut.

Mit den modellierenden Arbeiten konnte die Bedeutung von regionalen atmosphärischen Mustern für die jährliche Meereisvariabilität und der große Einfluss der Meereisbedingungen auf die atmosphärische Zirkulation gezeigt werden. Erstmals wurden gekoppelte Modelle des Systems Atmosphäre-Ozean und Meereis und des Systems Atmosphäre und Permafrost entwickelt. Der Vergleich verschiedener regionaler Klimamodelle im internationalen Projekt ARCMIP (Arctic Regional Climate Model Intercomparison Project) als Teil des EU Projektes GLIMPSE (Global implications of Arctic climate processes and feedbacks) unter AWI Federführung zeigte, dass alle Modelle ähnliche Fehlerstrukturen in der großskaligen Strömung wie auch in den Temperatur- und Feuchteprofilen der arktischen Grenzschicht aufweisen, was auf ein generell mangelndes Verständnis zentraler Klimaprozesse in der Arktis hindeutet.

Die Ergebnisse von GLIMPSE dokumentierten auch den Einfluss arktischer Prozesse auf das globale Klima. Sensitivitätsstudien in Bezug auf wichtige arktische Prozesse zeigten eine Änderung auch der großskaligen Druckmuster mit globalen Implikationen.

Im Rahmen des vom AWI geleiteten EU-Projekts QUOBI wurde in zuvor nicht erreichter Auflösung der arktische Ozonverlust dokumentiert. Verbesserungen in der Modellierung führten nun zunehmend zu einem auch quantitativen Verständnis der beteiligten Prozesse.

Die Koldewey-Station wurde als deutscher Beitrag in die französisch-deutsche



Arktisstation AWIPEV eingebracht. LIDAR-Messungen an der Station zusammen mit aerologischen Ballonmessungen und Radiosondenaufstiegen dokumentieren die Aerosol- und Wolkeneigenschaften und die Vertikalprofile meteorologischer Parameter und der Ozonverteilung. Die kontinuierlichen Messungen erlauben Rückschlüsse auf langfristige Veränderungen.

Eine wesentliche Aufgabe der Arbeiten zum Internationalen Polarjahr (IPY) bestand in der Erforschung der nichtlinearen Wechselwirkungen zwischen Tropo- und Stratosphäre unter besonderer Beachtung des troposphärischen Aerosols und des stratosphärischen Ozons. Herausragender Mess-Einsatz war die erste Überwinterung eines Ausländers auf der russischen Driftstation NP 35 auf dem Meereis des Arktischen Ozeans von September 2007 bis März 2008. Jürgen Graeser führte als AWI-Vertreter gemeinsam mit den russischen Kollegen des AARI St. Petersburg Messungen der atmosphärischen Grenzschicht und der Kopplung zur freien Troposphäre und zu Ozonvariationen der Stratosphäre durch.

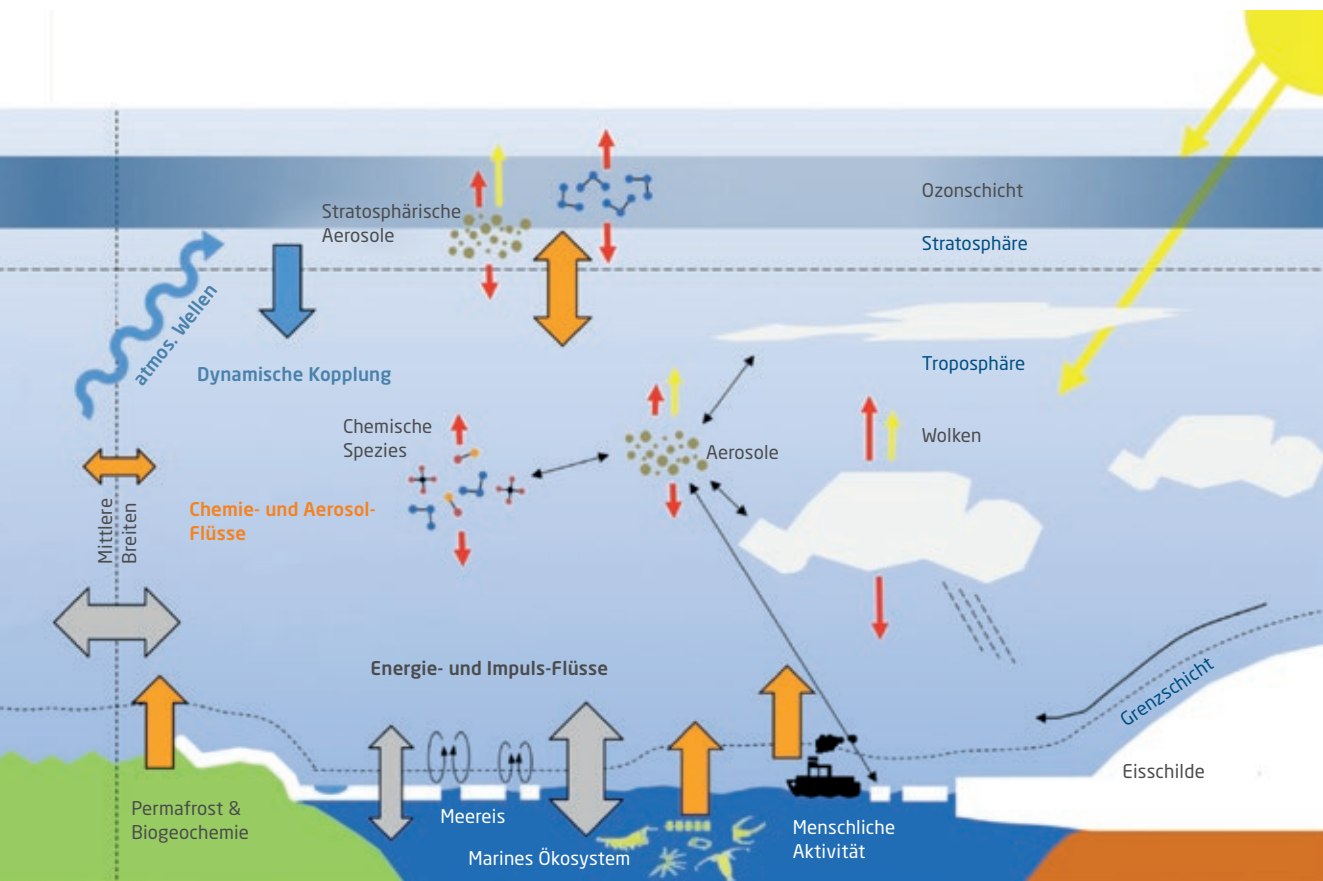
Die Flugzeug- und bodengebundenen Messkampagnen ASTAR wurden 2004 und 2007 fortgesetzt und zusammen mit den Messungen von Aerosol-, Wolken- und Strahlungsparametern an der AWIPEV-Station als Eich- und Validierungsdaten für den CALIPSO Satelliten verwendet. Der direkte Klimaeffekt des arktischen Aerosols wurde auf der Basis dieser Messungen in einem regionalen Klimamodell untersucht und es wurde gezeigt, dass Aerosole die Entwicklung barokliner Wellenmuster der polaren Atmosphäre verändern und großskalige Zirkulationsmuster beeinflussen.

Das Forschungsflugzeug Polar 2 des AWI während des Projektes ASTAR 2007 über Longyearbyen. Foto: AWI

**Die Entwicklung von 2009-2017**

Für das AWI Forschungsprogramm PACES wurde in diesen Jahren die Strategie der Sektion weiterentwickelt. Die Arktis wurde nun zu einem Hotspot der globalen Klimaentwicklung und Prozesse, die bereits anfänglich im EU-Projekt GLIMPSE betrachtet wurden, erlangten eine wesentlich höhere Priorität. Die Arktis erwies sich als eine Schlüsselregion des globalen Klimasystems, welche Änderungen in hemisphärischen Telekonnektionsmustern triggern kann. Die dadurch intern generierte Variabilität auf interannuellen bis zu dekadischen Zeitskalen wird durch extern getriebene Änderungen infolge von Aerosol- Ozon- und Treibhausgasänderungen modifiziert. Im PACES-Programm lieferten wir dazu Beiträge im TOPIC 1 „The changing Arctic and Antarctic“ mit „Aerosol, water vapour, and ozone feedbacks in the Arctic climate system“, sowie im TOPIC 4 „The Earth system from a polar perspective: Synthesis“ im WP 1 „Current and future changes of the Earth system“.

Zunehmend in den Fokus rückten dabei die meridionalen Transporte von Feuchte, Wärme, Impuls und Spurenstoffen in die Arktis und ihre Kopplung an regionale Prozesse in der Arktis, die eine der größten Unsicherheiten bei der Abschätzung der zukünftigen Klimaentwicklung darstellen. Entsprechend wurde die Beobachtung und Modellierung der atmosphärischen Prozesse im gekoppelten Atmosphäre-Ozean-Meereis-System ausgebaut. So wurde etwa die Kopplungen von Tropo- und Stratosphäre an Meereisprozesse über dem arktischen Ozean und Permafrostprozesse über arktischen Landflächen untersucht, um die Ursachen der sich entwickelnden schnellen arktischen Änderungen besser zu verstehen. Durch Atmosphärenchemie und Aerosolprozesse vermittelte Kopplungen der Arktis an das globale Klimasystem wurden durch den Aufbau einer Messstation in Palau und die Durchführung einer Flugzeugmesskampagne im Bereich des Asiatischen Monsuns im Rahmen des vom AWI geleiteten EU-Projekts StratoClim untersucht. Weitere schlecht verstandene Rückkopplungsprozesse, durch Wasserdampf, Wolken, Aerosole, langwellige Rückstrahlung, vertikale Durchmischung in der arktischen Grenzschicht, Oberflächeninversionen und arktische Zyklone rücken ebenfalls in den Fokus.



Die polare Atmosphäre

Unsere aktuellen Forschungsthemen gliedern sich seitdem in die Schwerpunkte:

- Meteorologische Langzeitbeobachtungen und begleitende Prozessstudien
- Aerosole, Wolken und Grenzschicht im polaren Klimasystem
- Atmosphärenchemie und Ozonschicht im polaren Klimasystem
- Regionalmodellierung des arktischen Klimasystems und globale Links

*Klaus Dethloff, Markus Rex, Roland Neuber, Annette Rinke, Dörthe Handorf, Marion Maturilli, Christoph Ritter, Peter von der Gathen, Ralph Lehmann, Wolfgang Dorn, Ingo Wohltmann*





## Die Entwicklung der Periglazialforschung: Rückblick und Ausblick

### Die ersten Jahre (1992-2002)

Aufbauend auf den Empfehlungen des Wissenschaftsrats und den Erfahrungen der in der Potsdamer Forschungsstelle des AWI engagierten Wissenschaftler wurde ein erstes Forschungskonzept entwickelt. Die Schwerpunkte lagen auf der Untersuchung von terrestrischen Ablagerungen in Permafrostlandschaften und Sedimenten aus polaren Seen mit dem Ziel, Umwelt- und Klimadaten der jüngsten Erdgeschichte zu gewinnen sowie die im Dauerfrostboden ablaufenden Prozesse zu charakterisieren.

Basierend auf bestehenden Kooperationen der DDR-Polarforschung, konzentrierten sich die wissenschaftlichen Aufgaben in der Anfangszeit auf Untersuchungen in der Antarktis. Schon vor der offiziellen Gründung der FS Potsdam starteten im Oktober 1991 zwölf deutsche Teilnehmer zur Expedition GEOMAUD II in die Schirmacher-Oase in die Antarktis. Unter Nutzung der DDR-Antarktisstation Georg Forster wurden von den späteren Potsdamer Mitarbeitern glaziologische und geodätische Untersuchungen zur Erfassung der Fließbewegungen der dortigen Gletscher und des subglazialen Reliefs durchgeführt. Als Grundlage für spätere Projekte lag ein besonderes Gewicht auf der Untersuchung von Seen und der Beprobung ihrer Sedimente.

Die langjährigen guten Beziehungen zur sowjetischen Antarktisforschung wurden nun in einer fruchtbaren Zusammenarbeit mit dem Arktis- und Antarktis-Forschungsinstitut in St. Petersburg (AARI) fortgesetzt und mündeten in weitere gemeinsame Expeditionen in die Ostantarktische Bunger-Oase (1993/1994) sowie in die Schirmacher-Oase und die Untersee-Oase (1994/1995). Bedingt durch Probleme in der russischen Antarktislogistik während der politischen Umbruchsphase in Russland konnten gemeinsame Expeditionen danach leider nicht wie geplant fortgesetzt werden.

Messfeld in der Tundra.  
*Foto: AWI*

Parallel dazu wurde frühzeitig damit begonnen, Projekte zur Periglazialforschung in Sibirien zu konzipieren. Schon 1993 wurde eine erste Expedition nach Sibirien durchgeführt. Gemeinsam mit Mitarbeitern der Universität Moskau konnten in der Umgebung von Norilsk lange Seesedimentkerne gewonnen werden, an denen später die ersten umfassenden Klima- und Umweltrekonstruktionen für diese Region erstellt wurden. Im Anschluss daran folgte zusammen mit Kollegen vom AARI eine Erkundungsexpedition auf die Taimyr-Halbinsel. Die Ergebnisse dienten der erfolgreichen Antragstellung eines BMBF-Verbundvorhabens mit dem Thema "Die Umweltentwicklung Mittelsibiriens im Spätquartär". Im Rahmen dieses Vorhabens wurden von 1994 bis 1997 multi-disziplinäre Expeditionen auf die Taimyr-Halbinsel, die Sewernaja-Zemlja-Inselgruppe und zum Abschluss noch einmal in die Umgebung von Norilsk durchgeführt, an denen Geokryologen, Glaziologen, Geochemiker, Bodenkundler, Biologen und Geologen teilnahmen. Zum Verständnis der in der Vergangenheit abgelaufenen Prozesse sind Studien der heutigen Situation von besonderer Bedeutung. Dabei ist in Hinblick auf die Rekonstruktion vergangener Umweltbedingungen und die Vorhersage zukünftiger Veränderungen das Verhalten des organischen Kohlenstoffs im sibirischen Permafrost von besonderer Bedeutung. Seine Fixierung im Boden bzw. die Freisetzung in Form der Treibhausgase Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) und Methan ( $\text{CH}_4$ ) wurde deshalb im geochemischen, bodenkundlichen und mikrobiologischen Gesamtbild erfasst. Von der Potsdamer Arbeitsgruppe wurden während dreier Expeditionen der Materialtransport über die in die Laptevsee mündenden Flüsse erforscht und erstmals bilanziert.

Die in den ersten Jahren erzielten Ergebnisse sind in einer großen Zahl in wissenschaftlichen Veröffentlichungen dokumentiert worden und ließen die immer noch junge Arbeitsgruppe zu einem national und international gesuchten Partner werden. Dies äußerte sich in der Einbeziehung in internationale Projekte und Förderprogramme.

Besonders wichtig war dabei das neue BMBF-Verbundvorhaben „System Laptev-See 2000“, in dem drei Themenkomplexe im Vordergrund standen: (1) Die Wirkung von Umwelt- und Klimaveränderungen auf die Treibhausgasfreisetzung aus arktischen Tundren sowie auf den mikrobiellen Kohlenstoffumsatz in terrestrischen und submarinen Permafrostgebieten. Diese Untersuchungen werden bis



heute vor allem an Dauermess-Stationen auf der Samoylov-Insel im Lena-Delta durchgeführt. (2) Die Küstendynamik im Bereich der Laptewsee: Zur Bilanzierung des Sedimenthaushaltes der Laptewsee und des angrenzenden arktischen Ozeans wurden Erosions- und Akkumulationsprozesse im Küstenbereich quantitativ erfasst. Aufgrund der Erfahrungen in der Untersuchung der Dynamik arktischer Küsten war die Potsdamer Gruppe federführend an der Konzipierung und Realisierung des Projektes ACD (Arctic Coastal Dynamic) der IPA (International Permafrost Association) und des IASC (International Arctic Scientific Committee) beteiligt. (3) Die Rekonstruktion der Klima- und Umweltgeschichte der Laptewsee-Region anhand terrestrischer Permafrostabfolgen. Seit 1998 wurden in jedem Sommer verschiedene Standorte an den 10 bis 40 m hohen Küsten der Laptewsee per Schiff oder Helikopter aufgesucht und intensiv beprobt und untersucht.

Weitere wichtige internationale Projekte an denen sich Potsdamer Wissenschaftler federführend beteiligten, waren (1) das EU-Projekt „Eurasian Ice Sheets“ im Rahmen des ESF-Programmes Quaternary Environments of the Eurasian North

Untersuchungen der Schneestruktur 2013 im Lena-Delta.  
Foto: Thomas Opel, AWI



(QUEEN) bei dem die vorhandenen Daten von der Taimyr-Halbinsel und der Umgebung der Laptewsee in die Rekonstruktion der Vereisungsgrenzen und der Umweltentwicklung während der Weichsel-Eiszeit eingebracht wurden; (2) das trilaterale Bohr-Projekt am durch einen Meteoriteneinschlag entstandenen El'gygytgyn-See im arktischen Ostsibirien, in dem Sedimente der letzten 3.6 Millionen Jahre abgelagert sind, die im Rahmen des Internationalen Kontinentalen Tiefbohrprogramms (ICDP) im Jahre 2008/2009 vollständig erbohrt wurden; (3) das HGF-Strategiefonds-Projekt KIHZ (Klima in historischen Zeiten seit 10000 Jahren) bei dem die Arbeitsgruppe mit detaillierten Temperatur- und Niederschlagsrekonstruktionen aus Seesedimentabfolgen für verschiedene Lokalitäten der Polargebiete zum Gesamterfolg des Projektes beigetragen hat; und schließlich (4) die Erbohrung eines knapp 724 m langen Eiskerns vom Gletscher "Akademie der Wissenschaften" von der nördlichsten der großen Inseln des Archipels von Sewernaja Zemlja in Kooperation mit russischen Instituten.

Permafrostlandschaft auf Spitzbergen.  
*Foto: René Bürgi, AWI*



### **Die folgenden Jahre von 2003 bis 2012**

Durch die Einführung der programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren (HGF) erfolgte eine Konzentrierung und Umorientierung der wissenschaftlichen Programme der Sektion Periglazialforschung. Im Rahmen des AWI-Forschungsprogramms MARCOPOLI (2004-2008), wurden die Potsdamer Arbeiten in zwei Schwerpunkten eng mit Themen der Bremerhavener Kollegen vernetzt.

Für das Verständnis des Verhaltens des küstennahen und submarinen Permafrosts in den zirkumarktischen Küstenregionen, war die Expedition COAST I im Frühjahr 2005 ein herausragendes Unternehmen. Bei dieser Expedition, die unter dem Dach der deutsch-russischen Wissenschaftskooperation „System Laptev-See“ durchgeführt wurde, wurden bis zu 70 m lange Bohrkern des ungefrorenen und gefrorenen Untergrunds bis in eine Entfernung von 12 km vor der Küste gewonnen.

Erosionsküste auf der sibirischen Insel Sobo-Sise im östlichen Lena-Delta. *Foto: Guido Grosse, AWI*

Die Rekonstruktion der Geschichte der eisreichen Permafrostablagerungen Sibiriens wurde mit mehreren Expeditionen zu den Neusibirischen Inseln, in das Lena-Delta, an die Küste der westlichen Laptewsee, an die Kolyma und an den Westrand des Werchojansker Gebirges in enger Kooperation mit russischen Forschungseinrichtungen in Jakutsk, Kazan, Moskau und St. Petersburg fortgeführt. Mit dem Ziel einer umfassenden Rekonstruktion der klimagesteuerten Permafrostdynamik der Arktis wurden 2004 und 2006 in Kooperation mit der Universität von Alaska in Fairbanks und der McGill Universität in Montreal erste Expeditionen in die nordamerikanische Arktis durchgeführt.

Die Arbeiten im Werchojansker Gebirge, die im Rahmen eines DFG-Projektes gemeinsam mit den Universitäten Bayreuth und Aachen begonnen wurden, bildeten auch die Grundlage für den Beginn von limnogeologischen Projekten in Zentraljakutien. Dort wurden in Kooperation mit der Universität von Jakutsk mehrere Feldkampagnen durchgeführt, bei denen rezente Proben- und Datensätze von einer Vielzahl von Seen entlang eines Nord-Süd-Transsektos gewonnen wurden.

Die Langzeituntersuchungen zur Energie-, Wasser- und Stoffbilanz von Permafrostböden wurden vor allem im Lena-Delta im Umfeld der Polarstation Samoylov intensiviert und fortgesetzt. Die Bewilligung der HGF-Nachwuchsgruppe SPARC an die Sektion Periglazialforschung, die gemeinsam mit der Universität Heidelberg (Institut für Umweltphysik) betrieben wurde, bewirkte einen zusätzlichen Anschlag der Untersuchungen zu diesem Themenkomplex. Das Ziel dieser Arbeitsgruppe war, die bodengestützten Messungen zum Energie- und Wasserhaushalt detailliert zu erfassen und zusätzlich mit hochauflösenden, flächendeckenden Luftbildern zu verknüpfen.

Die Forschungen der Sektion in der Antarktis wurden im Folgenden wieder intensiviert und konzentrierten sich auf Untersuchungen des mikrobiellen Kohlenstoffumsatzes und moderne Permafrostdynamik. Derartige Studien wurden 2005 auf der Insel Livingston und während der „Polarstern“-Expedition ANT-XXIII/9 an den Larsemann-Bergen und auf den Rauer-Inseln in der Prydz-Bucht fortgesetzt. Im Jahre 2005 wurde gemeinsam mit der Universität Potsdam Ulrike Herzschuh als Juniorprofessorin für Paläoökologie berufen. Aufbauend auf der Erfahrung



dieser Wissenschaftlerin wurden von der Sektion auch Projekte auf dem „Dritten Pol“ dieser Erde, dem Tibet-Plateau, begonnen, welche bereits seit 2003 vom AWI initiiert wurden.

Unabhängig vom Forschungsprogramm MARCOPOLI wurde das Thema „Lebensformen unter extremen Bedingungen“ mittels Projektförderung Helmholtz-Allianz „Planetenentwicklung und Leben“ bearbeitet. Es wurden dabei grundlegende Untersuchungen zu kälteresistenten Bakterien und deren möglicher Existenz in extraterrestrischem Permafrost, beispielsweise auf dem Mars, durchgeführt.

Die Potsdamer AWI-Geowissenschaftler sind inzwischen gesuchte Partner in internationalen Programmen. Dies wurde auch durch große internationale Konferenzen dokumentiert, die von der Sektion Periglazialforschung ausgerichtet wurden. So kamen zur zweiten „Europäischen Permafrostkonferenz“ (EUCOP II) in 2005 ca. 300 Permafrostforscher aus Europa, USA, Kanada, Russland, China u. a. nach Potsdam auf den Telegrafenberg. Wissenschaftler der Sektion haben sich verstärkt in internationalen Gremien engagiert und einige Arbeitsgruppen der

Entnahme von Bodenproben auf der sibirischen Halbinsel Bykovsky.  
*Foto: Thomas Opel, AWI*



Internationalen Permafrost Gesellschaft (IPA) initiiert und geleitet. Die international zunehmende Bedeutung der AWI Permafrostforschung zeigte sich auch in der Wahl von H.-W. Hubberten zum ersten IPA Präsidenten aus einem „nicht-“Permafrostland für die Zeit von 2008 bis 2012.

Die Arbeiten der Sektion sind in verschiedene Projekte des 4. Internationalen Polarjahres (IPY) 2007 bis 2009 eingebunden. Das Projekt ACCONET, bei dem es um den Aufbau eines zirkumarktischen Netzes von Küstenobservatorien geht, wurde von Potsdam aus initiiert und gemeinsam mit der McGill Universität Montreal koordiniert. Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen der Sektion Periglazialforschung waren in mehreren weiteren Projekten aktiv involviert. Der Beginn des IPY wurde von einigen Potsdamern an Bord von „Polarstern“ in der Antarktis feierlich begangen und durch ein Antarktisches Gipfeltreffen mit den Leitern der russischen Progress-, der chinesischen Zhongshan- und der australischen Davis-Station symbolhaft dokumentiert.

Permafrost-Expedition 2012, Herschel Island  
*Foto: Boris Radosavljevic, AWI*



Im Rahmen der programmorientierten Förderung der HGF wurde innerhalb des vom AWI betriebenen, mittlerweile zweiten Forschungsprogramms PACES I (2009-2013) das Work Package „The role of degrading permafrost and carbon turnover in the coastal, shelf and deep sea environment“ federführend von der Sektion Periglazialforschung geleitet. Darüber hinaus war die Sektion noch stark am Work Package „Past polar climate and inter-hemispheric coupling“ beteiligt. Eine Stärkung der Fernerkundungsaktivitäten in der Sektion wurde über verschiedene Drittmittelprojekte erreicht. Unter anderem beteiligte sich die Sektion an der Helmholtz-Allianz Fernerkundung und war stark in das von der ESA finanzierte internationale Drittmittelprojekt DUE Permafrost (2009-2013) involviert. In diesen Projekten wurden vor allem Veränderungen in den Permafrostlandschaften Nordsibiriens erfasst aber auch räumliche Datenprodukte für die Verwendung in Permafrostmodellen entwickelt.

#### **Die Entwicklungen in den letzten Jahren 2012 bis 2016**

Seit 2013 wird ein großer Teil der wissenschaftlichen Arbeiten der Sektion innerhalb des neuen HGF-Programms PACES II durchgeführt. Hier bringt sich die Sektion vor allem in die beiden Arbeitspakete 1.3 (Degrading permafrost landscapes; carbon, energy and water fluxes) und 3.1 (Circumpolar climate variability and global teleconnections at seasonal to orbital time scales) ein.

Ein besonderer Erfolg in den letzten Jahren war das Einwerben des Projekts PAGE 21 „Changing Permafrost in the Arctic and its Global Effects in the 21st Century“ im 7. Rahmenprogramm der EU. Koordiniert durch die Sektion konnte gemeinsam mit 17 europäischen Partnern zum ersten Mal ein großes und international sehr sichtbares EU-Vorhaben zum Thema Permafrost eingeworben werden. Mit der Etablierung der HGF-Nachwuchsgruppe COPER im Jahre 2012 (Laufzeit bis 2018) wurde der Schwerpunkt zur Erforschung der arktischen Permafrostküsten in der Sektion in den letzten Jahren erfolgreich weitergeführt und vor allem auch die Basis für eine Zusammenarbeit mit nordamerikanischen Partnern weiter verbreitert.

Mehrere eingeworbene Drittmittelprojekte stärkten den Fokus der Sektion auf die Untersuchung der Kohlenstoffmengen und Charakteristiken im Permafrost als auch die Rückkopplungen mit dem Klimasystem. Dazu zählt das BMBF Verbund-

projekt CarboPerm in der deutsch-russischen wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit (WTZ) mit der Universität Hamburg sowie weiteren deutschen und vielen russischen Partnern. Ein weiteres Projekt mit dem Thema Permafrost-Kohlenstoff und einem verstärkten Fokus auf die Verknüpfung mit fernerkundlichen Bilanzierungen von Veränderungen der Permafrostlandschaften und damit zusammenhängender Kohlenstoffflüsse ist das durch das European Research Council (ERC) für 2013-2018 geförderte Projekt PETA-CARB. Die Fernerkundungsarbeiten im Bereich Permafrost bekamen in der Sektion zusätzlichen Auftrieb durch weitere Drittmittel-Projekte wie z.B. das BMWi-geförderte Projekt PermaSAR und vor allem ein weiteres ESA-Projekt in Zusammenarbeit mit mehreren europäischen Partnern (ESA GlobPermafrost). Bei diesen Projekten stehen vor allem die mit Satellitendaten beobachtbaren Veränderungen in Permafrostlandschaften im Fokus. In Kollaboration mit dem Fachbereich Klimawissenschaften wurde die HGF-Nachwuchsgruppe ECUS (2013-2017) in der Sektion Periglazialforschung in Potsdam angesiedelt, die die Erforschung von verschiedensten Klimaarchiven, inklusive Grundeis im Permafrost, mit statistischen Methoden vorantreibt.

Die Anerkennung des AWI-Standorts Potsdam als ein wichtiger internationaler Partner für die Untersuchung von Periglazialregionen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft wurde dann auch durch zwei große, von der Periglazialsektion federführend organisierte Konferenzen unterstrichen. In 2015 fand die 3. Past Gateways Konferenz mit 80 Teilnehmern in Potsdam statt. Im Jahr 2016 folgte die 11. Internationale Konferenz zum Permafrost (ICOP), welche über 700 internationale Gäste nach Potsdam brachte.

### **Entwicklungen seit Ende 2016 und Ausblick**

Im September 2016 wurde der Wechsel der Sektionsleitung der Periglazialforschung vollzogen und Prof. Dr. Hans-Wolfgang Hubberten trat nach langer und sehr erfolgreicher Führung die Leitung der Sektion an Prof. Dr. Guido Grosse ab. Neben der Weiterführung der noch laufenden Projekte, Nachwuchsgruppen, und Kollaborationen stehen viele neue Aufgaben in den kommenden Jahren an. Die weitere Fokussierung der Sektion Periglazialforschung auf die Permafrostregionen der Arktis bleibt ein Schlüsselthema. Dieser regionale Fokus wird unterstrichen durch eine Reihe von erfolgreich eingeworbenen Großprojekten, die alle 2017 starten.



Gleich zwei neue Nachwuchsgruppen treten in der Sektion an. Das Projekt SPACE (2017-2022) zum Thema „Raum- und Zeitstrukturen des Klimawandels“ wird vom ERC unterstützt und ist damit schon der zweite in der Sektion angesiedelte ERC-Preis. Von den erstmalig vom BMBF ausgeschriebenen Nachwuchsgruppen konnte ebenfalls eine nach Potsdam in die Sektion geholt werden. Die BMBF-geförderte Gruppe PermaRisk (2017-2021) wird sich neben der detaillierten Modellierung von schnellen Permafrostveränderungen auch den resultierenden Folgen des Tausens für arktische Infrastruktur widmen. Vom BMBF ebenfalls unterstützt wird die weitere Arbeit der Sektion und ihrer deutschen und russischen Partner in der Lena-Delta-Region im Rahmen der WTZ mit Russland mit dem Projekt KoPf (Kohlenstoff im Permafrost), in dem vor allem die Flüsse von Kohlenstoff aus dem Permafrost in die Atmosphäre und ihre Modellierung, und speziell in der Sektion die Rückkopplungen zwischen Permafrostkohlenstoff, Tauen, und Vegetation untersucht werden sollen.

Arbeit an der Wetterstation, Herschel Island, 2012.  
Foto: Boris Radosavljevic, AWI



Ein weiteres Großprojekt ist das von der EU unterstützte internationale Konsortium „Nunataryuk“ (2017-2020) welches die Forschungen entlang der arktischen Küsten mit mehr als 20 Partnern weitertreiben und vor allem erstmals auch direkt sozialwissenschaftliche und ökonomische Aspekte der betroffenen Regionen untersuchen soll.

Die Infrastruktur-Entwicklung an den arktischen Langzeitobservatorien Samoylov und Bayelva (Spitsbergen) wird weiter vorangetrieben damit die umfangreiche und langfristige Datengewinnung zur Untersuchung arktischer Landprozesse weiter gewährleistet werden kann. Von der HGF gewährte Unterstützung kommt dafür in der Form des Projekts ACROSS, welches den Ausbau und die Automatisierung der dortigen Instrumentierungen erlaubt. Das HGF-Zentren-übergreifende BMBF-Großprojekt MOSES zielt auf die Entwicklung neuer methodischer Beobachtungs-Ansätze in der Form neuartiger mobiler Observatorien für die Detektion von sich rasch verändernden Umweltprozessen ab. Die Permafrostre-

Wissenschaftler bei der Mittagspause während einer Expedition auf die russische Permafrostinsel Muostakh. Foto: Volkmar Kochan

gionen als Schlüsselregionen im Klimawandel sind ein Fokusgebiet des Projekts und die Sektion wird stark involviert sein in der Entwicklung solcher neuartigen land-, wasser- und luftbasierten Observatorien für die Testregionen Mackenzie Delta und Lena Delta.

Die fachliche Weiterentwicklung der Sektion schließt auch eine Neuerung innerhalb der AWI-Struktur ein. Es wird eine personell und finanziell unabhängige Forschergruppe innerhalb der Sektion formiert, die sich im Zeitraum 2017-2022 mit der Untersuchung terrestrischer Ökosystemdynamiken auf verschiedenen Zeitskalen beschäftigen wird. Die enge Zusammenarbeit zwischen dieser Forschergruppe und der Sektion wird über die nahen räumlichen Strukturen am AWI-Standort Potsdam, der zum Teil übergreifend genutzten Laborinfrastruktur, als auch der Überlappung in den wissenschaftlichen Untersuchungsregionen weiterhin gewährleistet.

Die infrastrukturelle Situation am AWI Potsdam wird sich generell für die Sektion Periglazialforschung mit der Eröffnung des Neubaus A45/2 und der Integration der gegenüberliegenden historischen Direktorenhäuschen in einem Potsdamer AWI-Campus ändern. Neben dem Umzug in neue Büroräume 2017/2018 und der besseren räumlichen Integration der Arbeitsgruppen werden auch umfangreiche Laborkapazitäten hinzukommen, die die wissenschaftlichen Arbeiten der Sektion in vielen Forschungsbereichen für die nächsten Jahre auf eine solide Basis stellen. Neben dem Ausbau des Labors für stabile Isotope und der Genetiklabore stehen auch die Etablierung des Kohlenstoff-Stickstofflabors, des Bodenphysiklabors, und des virtuellen Fernerkundungslabors an. Die Potsdamer Periglazialforschung ist für die zukünftigen Herausforderungen gerüstet...

Die Potsdamer Periglazialforscher/-innen danken der Institutsleitung und den Kollegen des Fachbereichs Geowissenschaften des AWIs für die fortwährende Unterstützung. Ein weiterer Dank geht an die Mitarbeiter/-innen der Verwaltung in Potsdam und ihrer Leiterin Christine Litz, die Mitarbeiter der AWI Logistik, sowie an die Sekretärinnen der „Peris“, Helga Henschel (bis 2003) und Gabriela Schläffer (seit 2003).

*Guido Grosse, Hans-Wolfgang Hubberten*



## Die AWIPEV-Station auf Spitzbergen

Im August 1991 wurde die deutsche Arktis-Station in Ny-Ålesund auf Spitzbergen eröffnet. Seit 1993 wird das gesamte Forschungsprogramm der Station von der Forschungsstelle Potsdam des Alfred-Wegener-Instituts koordiniert. Der malerische Ort Ny-Ålesund an der West-Küste von Spitzbergen hat sich in den vergangenen 25 Jahren von einem Bergbau-Standort zu einem internationalen Zentrum der Arktis-Forschung entwickelt, in dem elf Nationen Forschungsstationen etabliert haben. Das AWI und das französische Polarforschungsinstitut IPEV haben ihre beiden Stationen in Ny-Ålesund 2003 zu der gemeinsamen Forschungsbasis AWIPEV zusammengelegt. Sie wird mit einem dreiköpfigen Stations-Personal als eine von nur drei Stationen in Ny-Ålesund das ganze Jahr über betrieben. Dabei bilden drei Observatorien für die Bereiche Atmosphäre, Permafrost und Meeresbiologie das Rückgrat des wissenschaftlichen Programms. Sie dienen der langfristigen Erfassung von Parametern, die den Klimawandel beschreiben sowie dessen Auswirkungen auf die Lebensbedingungen im Ökosystem an Land und unter Wasser. Damit sichern sie die Hintergrundinformation für kurzfristige Projekte, die an der AWIPEV-Basis jedes Jahr von bis zu 24 Stationsgästen gleichzeitig durchgeführt werden.

Das Atmosphären-Observatorium der AWIPEV-Station wird von der Sektion „Physik der Atmosphäre“ betrieben und umfasst kontinuierliche Dauermessungen der meteorologischen Größen am Boden und in der freien Atmosphäre bis in über 30 km Höhe. Dazu werden sowohl ballongetragene Sensoren eingesetzt, als auch passive und aktive, bodengebundene Fernerkundungsverfahren. Letztere werden insbesondere von den Partner-Universitäten in Bremen und Köln betreut. Die langen Zeitreihen ermöglichen die Bestimmung der Erwärmung, die Änderungen der Niederschläge oder der Strahlungsbilanz. Der Energie- und Wasseraustausch zwischen der Atmosphäre und dem Boden ist ein neueres Untersuchungsgebiet beider Potsdamer Sektionen, das insbesondere die Erwärmung der Atmosphäre mit dem tieferen Auftauen des Permafrost-Bodens verbindet. Eines der ersten großen Forschungsthemen der Station war die Bestimmung des stratosphärischen Ozonverlusts über der Arktis und die Untersuchung seiner

Arbeiten zum Projekt POLARCRUST. Foto: René Bürgi



Ursachen. Die ballongetragenen Ozonsondenmessungen werden von der Forschungsstelle Potsdam arktis-weit koordiniert und mit der Match-Methode verbunden. Sie erlaubt die direkte Messung des chemischen Ozonabbaus unabhängig von den Ozonschwankungen auf Grund von Transport-Prozessen. So gelang der

Nachweis, dass auch über der Arktis Ozon mit den gleichen Prozessen und mit der gleichen Rate abgebaut wird, wie über der Antarktis. Nur die meteorologischen Gegebenheiten haben bisher verhindert, dass sich ein gleich großes Ozonloch auftut.

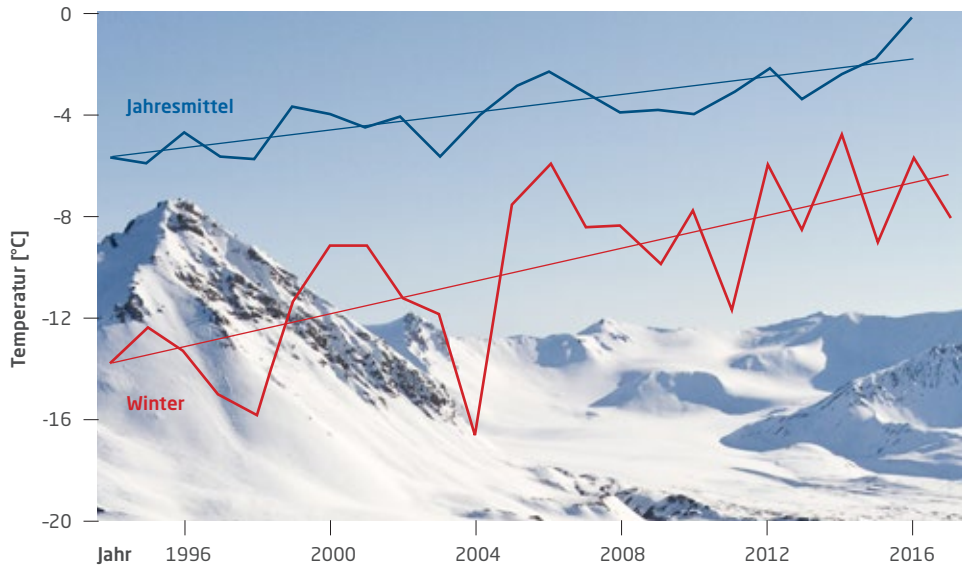
Ähnlich wie bei der Beobachtung der Ozonschicht sind auch die anderen klimatologischen Messreihen nur im Zusammenhang mit Messungen an anderen Stationen interpretierbar. Dazu sind die verschiedenen Observatorien der AWIPEV-Station in internationale Messnetze integriert. Dazu gehören die von der WMO geführten Netzwerke zur Meteorologie, Strahlungsbilanz und den Radiosondierungen. Für letztere ist die AWIPEV-Station die nördlichste Referenz-Station (GRUAN-Station). Weiterhin sind das Netzwerk zur Erfassung der Änderungen der Zusammensetzung der Atmosphäre (NDACC), die Permafrost-Netzwerke PAGE21 und GTN-P, sowie COSYNA, ein Netzwerk von Küstenstationen.

Vor dem Hintergrund dieser Dauermessungen konnte die Sektion „Physik der Atmosphäre“ zu einer Reihe von nationalen und internationalen Projekten beitragen. Dabei wurden insbesondere auch die Polar-Flugzeuge des AWI von Spitzbergen aus eingesetzt um die lokalen Beobachtungen in die Region zu erweitern. Im Vordergrund stehen dabei Aerosole und ihre Klimawirkung sowie Wolken in der Arktis, die als eines der Hauptuntersuchungsgebiete des im Jahre 2016 gestarteten Projektes (AC)3 bestimmt werden.

Ein wichtiger Bestandteil des Atmosphärenobservatoriums ist das meteorologische Messprogramm, welches u.a. die Erfassung der meteorologischen Größen Temperatur, Luftfeuchte, Windrichtung und -geschwindigkeit sowie Luftdruck in Bodennähe umfasst. Ein Ceilometer liefert Informationen über die Höhe der Wolkenunterkante, und bodennahe Strahlungsmessungen ermitteln den Strah-

Anflug auf die deutsch-französische Forschungsbasis AWIPEV Ny Ålesund, Spitzbergen. Foto: Joe Haschek





Die bodennahen Messungen in Ny-Ålesund zeigen eine Erwärmung im Jahresmittel von  $+1.4^{\circ}\text{C}$  pro Dekade, wobei die Erwärmung von  $+3.1^{\circ}\text{C}$  pro Dekade in den Wintermonaten (Dezember, Januar, Februar) den größten Beitrag liefert.

lungshaushalt, der sich aus eingehender und reflektierter Sonnenstrahlung sowie von der Erdoberfläche emittierter Wärmestrahlung und der atmosphärischen Gegenstrahlung zusammensetzt. Die meteorologischen Parameter werden zusätzlich mit Radiosonden in täglichen Wetterballonaufstiegen gemessen, so dass Vertikalprofile des thermodynamischen Zustands in der Luftsäule über Ny-Ålesund bis in 30 km Höhe vorliegen. Diese Langzeitmessungen werden mittlerweile seit mehr als 20 Jahren durchgeführt und zeigen die dramatischen Klimaänderungen, die in der Region Spitzbergen auftreten.

Die deutlichste Erwärmung wird in den Wintermonaten beobachtet. Dabei zeigen die Vertikalprofile aus Radiosondenmessungen, dass die Erwärmung nicht auf Bodennähe beschränkt ist, sondern die gesamte Troposphäre betrifft. Die starken Temperaturanomalien stehen in Zusammenhang mit Tiefdruckgebieten und starken Stürmen, die in den letzten Jahren häufiger bis nach Spitzbergen ziehen und so warme, feuchte Luft atlantischen Ursprungs in die Arktis transportieren.

*Roland Neuber, Marion Maturilli, Christoph Ritter*



## Permafrost-Langzeit-Observatorien in Sibirien und auf Spitzbergen

In der sibirischen Tundra ermöglicht eine seit 1998 laufende Kooperation mit russischen Wissenschaftsinstituten die langfristige Erforschung des Einflusses eines sich wandelnden Klimas auf die eisfreien Landgebiete der Arktis. Die umfangreichen und multidisziplinären LENA-Expeditionen, die die Sektion Periglazialforschung in Zusammenarbeit mit dem Arktischen und Antarktischen Forschungsinstitut (AARI St. Petersburg) und dem Melnikov-Permafrost-Institut (MPI Jakutsk) seit 1998 durchführt, lieferten Schlüsselergebnisse zu Eigenschaften und Wandel des Permafrosts und der sommerlichen Auftauschicht in der sibirischen Arktis, der hydrologischen Dynamik im Permafrost arktischer



Deltas, den Energie- und Wasserflüssen von Tundrenlandschaften und der Biogeochemie in den sich wandelnden Polarregionen. Das rustikale Camp mit Blockhütte und verschiedenen Messstationen wurde mit Mitteln der Russischen Akademie der Wissenschaften in eine moderne Forschungsbasis umgebaut und im Jahr 2013 eröffnet. Sie wird nun vom Trofimuk-Institut für Erdöl- und Erdgas-Geologie und Geophysik der Sibirischen Abteilung der Russischen Akademie der Wissenschaften mit dem AWI als Hauptpartner betrieben. Die moderne Station ermöglicht nun auch Forschung während der Wintermonate.

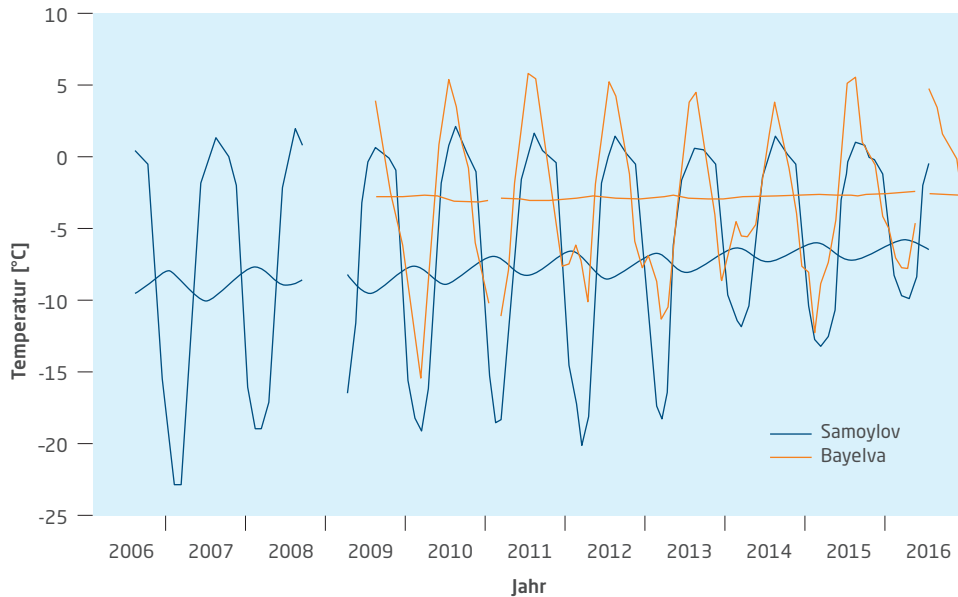
Polarstation Samoylov im Lena-Delta, Sibirien.  
*Foto: Anne Morgenstern, AWI, 2016*



Die Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels auf die chemischen und physikalischen Systeme in der Arktis sind komplex und nur mithilfe sehr langfristiger angelegter und vielfältiger Messreihen zu bewältigen. So werden im Rahmen des Langzeitobservatoriums Samoylov zum Beispiel auch die Temperaturen des Permafrosts in tiefen Bohrlöchern gemessen, um ein besseres Verständnis der Raten arktischer Veränderungen zu erhalten. Am Messstandort werden in stündlichen Intervallen Daten zum Klima und zum Temperatur- und Wassergehalt des Bodens erhoben. Die Messdaten zeigen, dass die Permafrosttemperaturen an der Samoylov-Station im Jahresmittel in 10 m Tiefe bei ca.  $-9^{\circ}$  liegen und seit Beginn der Beobachtungen 2006 einen starken, positiven Erwärmungstrend aufzeigen. Auch im Norden Sibiriens erwärmt sich also der Permafrost.

Weitere Permafrost-Langzeituntersuchungen der Sektion Periglazialforschung werden auch am Bayelva-Messstandort nahe der AWIPEV-Station auf Spitzbergen betrieben. Dieser Standort unterscheidet sich mit seinem maritimen Klima maßgeblich vom heutigen kontinentalen Klima im Lena-Delta. Aus erdgeschichtlicher Perspektive unterscheiden sich die Standorte insofern, dass Spitzbergen

Anflug auf die Samoylov-Station im Lena-Delta, Russland  
*Foto: Anne Morgenstern, AWI.*



Permafrosttemperaturen in Bohrlöchern an den Langzeitobservatorien Samoylov und Bayelva nahe der Oberfläche als auch in 10 m (Samoylov) und 9 m (Bayelva) Tiefe.

während der letzten Eiszeit vor 20-Tausend Jahren unter einem mächtigen, isolierenden Eispanser verborgen war, während das entblößte Lena-Delta ganzjährig der rauen und bitterkalten Witterung ausgesetzt war. Diese Unterschiede zeigen sich auch im Permafrost. Der Bayelva-Standort in Spitzbergen zeigt eine wesentlich wärmere Jahresmitteltemperatur von ca.  $-2^{\circ}\text{C}$  und ebenfalls einen Erwärmungstrend vor allem in den Wintermonaten. Die Langzeitmessstation Bayelva (ca. 3 km von der AWIPEV Station entfernt) ist direkt an das Potsdamer Datennetz angeschlossen und liefert die Temperatur des gefrorenen Bodens und Wetters tagesaktuell. Unsere Analyse dieser einmaligen Langzeitaufzeichnungen und der in ihnen enthaltenen Temperaturtrends zeigt, dass insbesondere die Schneedecke, die Strahlungsbilanzen (kurzwellige und langwellige) und hydrologische Prozesse (Austrocknung, Versumpfung) neben den regionalen Klimatrends wichtige lokale Faktoren darstellen.

*Julia Boike, Anne Morgenstern, Guido Grosse*



## Küstenforschung im Nordwesten Kanadas

Arktische Permafrostküsten erodieren mit einer Geschwindigkeit, die weit über das globale Mittel hinausgehen. Mit dem Verlust von Land geht auch eine Mobilisierung von Kohlenstoff, sowie von Nähr- und Schadstoffen einher, die zum Teil seit Jahrzehntausenden im gefrorenen Untergrund eingeschlossen waren. Neben Auswirkungen auf das globale Klima und die Ökologie der küstennahen Zone sind durch den Küstenrückgang auch die Infrastruktur und die traditionellen Fisch- und Jagdgründe sowie die Gemeinden des Nordens selbst betroffen. Seit seiner Gründung arbeitet die AWI-Forschungsstelle Potsdam zu diesen Themen im Lena-Delta und entlang der Küsten der Laptev-See, als traditionelle Kernregion unserer Forschung, sowie in Alaska, auf Svalbard und in Kanada. Das Küstenobservatorium auf der kanadischen Insel Herschel Island ist seit 2006 zu einem Schwerpunkt der Potsdamer Küstenforschung gewachsen. Durch regelmäßige Feldarbeiten und dem Aufbau von Vertrauensverhältnissen mit der



lokalen Bevölkerung sowie logistischer Unterstützung aus Inuvik am Mackenzie-Delta können wir die großen Fragestellungen in internationalen Teams und mit lokaler Unterstützung langfristig bearbeiten.

Ein Themenschwerpunkt ist und bleibt die Beobachtung der Küstenerosion in ihrer Geschwindigkeit und in ihrer räumlichen sowie zeitlichen Variabilität. Die zum Teil steilen Abbruchkanten entlang des Arktischen Ozeans stellen zudem hervorragende Archive zur Rekonstruktion der Klima- und Landschaftsgeschichte der Küstentiefländer dar. Ein wichtiges Studienobjekt ist auch das Eis im gefrorenen Untergrund (Grundeis), das beim Schmelzen die Permafrostküsten so empfindlich für den Zerfall macht. Verstärkte Aufmerksamkeit hat in den

Das Küstenobservatorium auf Herschel Island in Kanada. Gebäude aus der Zeit des Walfangs dienen als Unterkunft und als Arbeits- und Lagerraum. Die Forschungsstelle in Potsdam untersucht hier seit 2006 die Veränderungen entlang von Permafrostküsten. *Foto: COPER*



letzten Jahren die Untersuchung der Kohlenstoffspeicher und der Austragsraten von Kohlenstoff und Nährstoffen erlangt, da hier ein großes Potential für die Entstehung von Treibhausgasen beim Auftauen des Permafrosts und beim Küstenabbruch liegt. Dabei widmen wir uns auch der Frage nach dem Ursprung und der Degradation organischer Substanz in Permafrostküsten und in der Nahküstenzone. Untersuchungen zum Materialtransport vom Land ins Meer und zu den Verteilungsmustern von Sediment, Kohlenstoff und Nährstoffen in den Küstengewässern liefern wichtige Daten für viele Wissenschaftsdisziplinen und Anwender, die im Bereich der arktischen Land-Ozean-Wechselwirkung forschen, leben und arbeiten.

Durch die Einrichtung der Helmholtz-Nachwuchsgruppe COPER (COastal Permafrost ERosion organic carbon and nutrient release to the Arctic nearshore zone) wurde die Forschung in Kanada gebündelt und intensiviert. Durch eine Vielzahl von Doktor- und Masterarbeiten ist unser Wissen in den letzten zehn Jahren





stark erweitert worden. In Zukunft wird die Zusammenarbeit mit den Menschen des Nordens und die Einbindung der Sozialwissenschaften in transdisziplinäre Projekten von wachsender Bedeutung sein, damit wir die ökologischen und sozio-ökonomischen Auswirkungen tauender Permafrostküsten in der Arktis besser einschätzen können.

*Michael Fritz, Hugues Lantuit*

Küstenerosion auf Herschel Island im Nordwesten Kanadas. Bis zu 20 Meter hohe Steilhänge aus Eis und gefrorenen Sedimenten entwickeln sich beim Auftauen und Abbrechen der Küsten, wie hier in einer mehrere hundert Meter großen Thermoerosionsform. Durch das Auftauen und Abbrechen werden enorme Mengen Kohlenstoff und Nährstoffe freigesetzt. Foto: N. Couture



## Das Atmosphärenobservatorium Palau - Polarforschung in den Tropen

Die Atmosphäre unseres Planeten ist komplex und manchmal überraschend. Eine bemerkenswerte Fernverbindung hat uns - eigentlich an Prozessen in der polaren Atmosphäre interessiert - dazu bewogen, eine Forschungsstation auf dem kleinen Eiland Palau in den Weiten des tropischen Westpazifiks zu errichten. Warum gerade hier? Was macht den tropischen Westpazifik aus der Sicht der Atmosphärenforschung so besonders?

Zur Erklärung soll zunächst die generelle vertikale Struktur der Atmosphäre betrachtet werden. Im unteren Bereich liegt die Troposphäre, in der sich unser gesamtes Wetter abspielt. Sie ist vertikal nicht sonderlich stabil geschichtet, und die vielfältigen Erscheinungen des Wetters führen zu relativ schnellem vertikalen Austausch und Durchmischung. Im Gegensatz dazu ist die darüber liegende Stratosphäre durchweg stabil geschichtet mit stark unterdrückten Vertikalbewegungen. In der Stratosphäre steigen Luftmassen in den Tropen extrem langsam auf, breiten sich dann polwärts aus und sinken an den Polen wieder ab. Diese Zirkulation wird im Mittel innerhalb von fünf bis sieben Jahre durchlaufen.

Die Tropopause genannte Grenze zwischen Tropo- und Stratosphäre liegt zwischen 12 und 18 Kilometer Höhe. Darunter nimmt die Temperatur von unten nach oben im Allgemeinen ab, in der Tropopause wird das Temperaturminimum erreicht und darüber wird es wieder wärmer. Beim Aufsteigen in die Stratosphäre kondensiert im Temperaturminimum Wasserdampf aus und bildet dünne Wolken. Im Laufe des anschließenden Aufstiegs in der Stratosphäre erwärmt sich die Luft und ihre relative Feuchte nimmt dabei schnell ab. Die Stratosphäre ist durch diese „Kältefalle“ an der Tropopause äußerst trocken und wolkenfrei.

Das führt aus chemischer Sicht zu einem fundamentalen Unterschied zwischen Strato- und Troposphäre. Während die Aufnahme chemischer Substanzen in Wolken und Niederschlag die Zusammensetzung der Troposphäre ständig verändert,

„Luftmassenfahrrad“ in die Stratosphäre über dem tropischen Westpazifik.  
*Foto: Markus Rex, AWI*

bleibt für stratosphärische Luft die grundsätzliche stoffliche Zusammensetzung gleich. Das Verhältnis der chemischen Grundelemente zueinander wird an genau dem Punkt unveränderlich festgelegt, an dem diese Luftmasse beim Aufstieg in die Stratosphäre ihr Temperaturminimum durchquert und dabei zum letzten Mal in Kontakt mit Wolken kommt. Dieser Lagrangesche Cold Point (LCP) lässt sich für jede stratosphärische Luftmasse ermitteln. Hier werden zum letzten Mal Substanzen irreversibel aus der Luftmasse entfernt und die verbleibenden Stoffe werden während des gesamten stratosphärischen Transportzyklus die grundsätzliche Zusammensetzung dieser Luft definieren. Daher bestimmen die Verhältnisse im LCP auch den Ozonabbauprozess mit, der jährlich im Frühjahr in der unteren polaren Stratosphäre abläuft.

Die chemischen und meteorologischen Verhältnisse in den LCPs spielen folglich für die Zusammensetzung der globalen Stratosphäre eine enorme Rolle. Berechnungen der geografischen Verteilung der LCPs zeigen, dass etwa zwei Drittel der Luft in der globalen Stratosphäre im nordhemisphärischen Winterhalbjahr dorthin aufsteigt, und zwar in einem geografisch eng begrenzten Bereich über dem Westpazifik. Dort erhält die stratosphärische Luft also auch ihre stoffliche Prägung. Palau liegt recht genau im Zentrum dieser Schlüsselregion.

Erste Messungen auf Palau und während einer Fahrt mit dem Forschungsschiff Sonne in der Nähe haben Erstaunliches gezeigt: Die troposphärische Luft ist hier oft extrem ozonarm. Daraus folgt, dass auch kaum Stickoxide vorkommen. Die Troposphäre über dem tropischen Westpazifik ist diesbezüglich die reinste weltweit.

Diese Ozonarmut hat zur Folge, dass außerdem ein ausgeprägtes Minimum in der Verteilung der sogenannten OH-Radikale vorliegt. Neben dem Sonnenlicht sorgen OH-Radikale in der Troposphäre maßgeblich für die Zersetzung diverser biogener gasförmiger chemischer Verbindungen - auch halogenhaltiger Stoffe, die am Ozonverlustprozess beteiligt sind. In ihrer ursprünglichen Form können die überwiegend wasserunlöslichen organischen Verbindungen den LCP passieren. Findet zuvor ein Abbau in wasserlösliche Verbindungen statt, werden sie zum Großteil bereits auf dem Weg zum LCP ausgewaschen. Aufgrund des westpazifischen OH-Minimums haben viele Stoffe hier jedoch eine deutlich längere

Lebensdauer und halogenierte organische Verbindungen können zu einem größeren Anteil den LCP erreichen und zur globalen stratosphärischen Halogenbelastung beitragen. Unter Berücksichtigung dieses zusätzlichen stratosphärischen Eintrags stimmen Berechnungen der polaren Ozonverlustraten nun auch endlich mit Messungen in polaren Breiten überein.

So hilft eine Forschungsstation auf einer kleinen Insel im tropischen Westpazifik, Schlüsselprozesse im Klimasystem besser zu verstehen, die in ihrer Wirkung bis in den Bereich der polaren Ozonschicht reichen.

*Markus Rex, Katrin Müller*

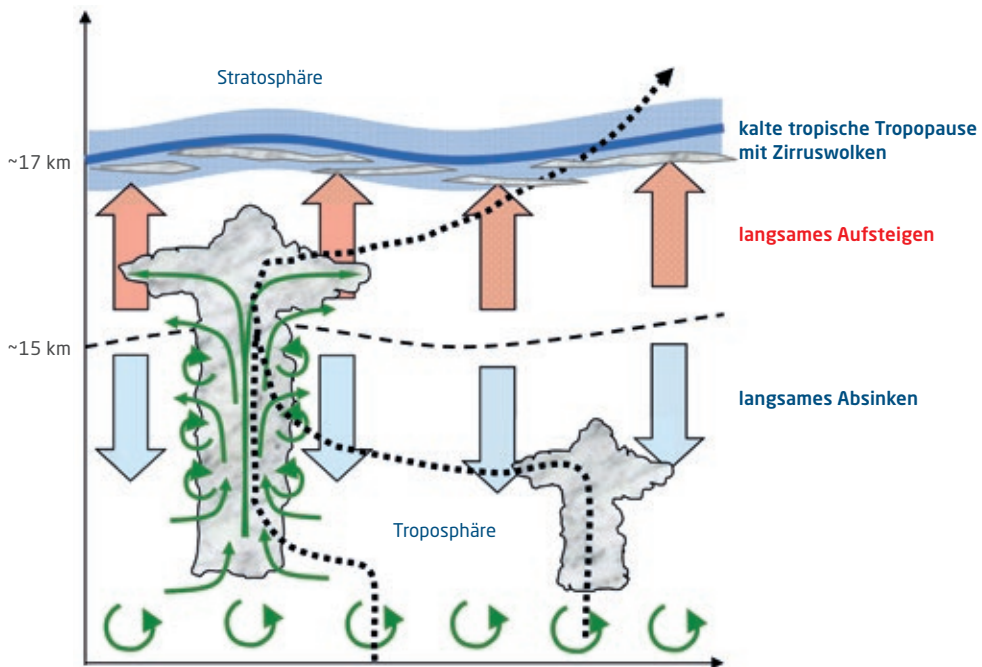


Illustration des Luftmassenaufstiegs in die Stratosphäre



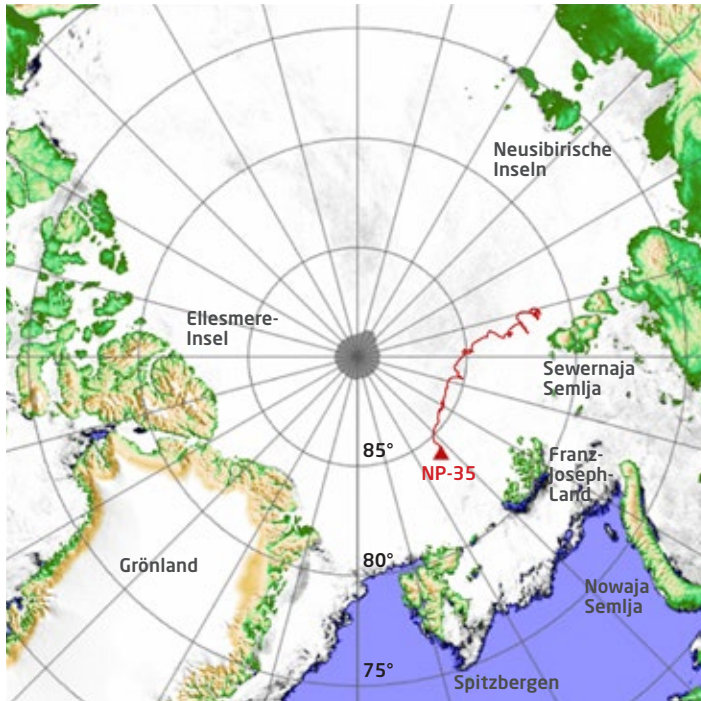
## Zum Nordpol auf einer Eisscholle - Teilnahme an der Driftstation NP-35

Zum Internationalen Polarjahr 2007/2008 initiierte die an der Forschungsstelle Potsdam angesiedelte Sektion „Atmosphärische Zirkulationen“ ein Projekt zur Erforschung der Atmosphäre in der schwer zugänglichen Region des arktischen Ozeans. Die enge Zusammenarbeit mit dem russischen Arctic and Antarctic Research Institute (AARI) in St. Petersburg ermöglichte die Teilnahme an der 35. russischen Nordpol-Driftstation (NP-35). Zu den wichtigsten Fragen des Projektes zählten die Kopplung von Meereisbedeckung und Atmosphäre, Strahlungsrückkopplung von Wolken und Aerosolen und die Kopplung der planetaren Grenzschicht mit Zyklonen. Auch die jahreszeitliche und zwischenjährliche Variabilität der Ozonschicht wurde untersucht.

Von Ende September 2007 an war der Techniker Jürgen Graeser als erster deutscher Überwinterer Teil des 21-köpfigen NP-35 Teams. Die drei mal fünf



km große Eisscholle ist von ihrer anfänglichen Position bei  $81^{\circ}$  N und  $103^{\circ}$  O, nördlich von Severnaya Zemlya, im Arktischen Ozean im Laufe des Winters nach Nordwesten gedriftet. Während der Drift haben die russischen Kollegen des AARI Untersuchungen der ozeanischen Deckschicht, der Meereiseigenschaften, der Schneebedeckung und der Energiebilanz über der Eisoberfläche durchgeführt. Außerdem haben sie atmosphärische Daten von Temperatur, Feuchte, Wind und Luftdruck am Boden und bei Radiosondenaufstiegen erfasst. Ihre Messungen haben sie bis zur geplanten Evakuierung der Station im September 2008 fortgeführt. Jürgen Graeser ist Anfang April 2008 mit dem AWI-Flugzeug Polar-5 über Spitzbergen ausgeflogen worden. Dazu hatten die russischen Kollegen eine Landebahn von nahezu 900 m Länge angelegt. Der komplizierte An- und Abflug mit der Polar-5 auf die NP-35 wurde von Brian Burchartz, Chefpilot der Enterprise Airlines Oshawa aus Kanada durchgeführt und stellte die erste Landung eines AWI-Polarflugzeugs auf dem arktischen Meereis dar. Für die Potsdamer Atmosphärenforscher des Alfred-Wegener-Instituts bot die Teilnahme von Jürgen Graeser an der Expedition NP-35 die Gelegenheit, wichtige



Der Drift-Kurs der Eis-Station NP-35 im Winter 2007/08 mit darunterliegender Karte der Meereisbedeckung. *Quelle: AWI/Universität Bremen/Polar View*

Beobachtungsdaten aus einer Region zu erhalten, die ansonsten in der Polarnacht unzugänglich ist. Seine Messungen während der Überwinterung umfassten Aufstiege mit einem Fesselballon in den unteren 400 Metern der Atmosphäre, sowie die Messung der Ozonschicht mit ballongetragenen Sonden bis in eine Höhe von etwa 30 Kilometer.

Der hohe Arbeitsaufwand des straffen Messprogramms ließ die Zeit auf der Eisscholle, immerhin mehr als sieben Monate, schnell vergehen. Das tägliche Leben war einerseits durch die Messaktivitäten, andererseits durch die gemeinsamen Mahlzeiten strukturiert. Ein Koch war für die Verpflegung des 21-köpfigen Teams zuständig, wobei jeder Überwinterer alle drei Wochen für einen Tag in der Küche mithalf. Dieser Küchendienst fiel zusammen mit dem Stationsdienst zur Kontrolle



des Zustands der Eisscholle und der Anwesenheit von Eisbären in Stationsnähe. Wie sich herausstellte zwei wichtige Aufgaben, da die Eisscholle im Laufe des Winters mehrfach gerissen ist - sich der entstandene Spalt aber wieder verschloss - und auch häufige Eisbärsichtungen für Aufregung sorgten. Über ein Satellitentelefon war es Jürgen Graeser möglich, mit den Kollegen in Potsdam Kontakt zu halten und die aktuellen Messdaten zeitnah zu übertragen.

Für die Auswertung und Interpretation der an der Driftstation NP-35 gewonnenen Messdaten wurden Simulationen mit einem regionalen Klimamodell der Arktis durchgeführt. Vergleiche von Temperaturprofilen, die auf der Eisscholle gemessen wurden, mit solchen aus dem regionalen Klimamodell unterstreichen die extreme Bedeutung der von Jürgen Graeser durchgeführten Messungen. Die größten Abweichungen zwischen Beobachtungs- und Modelldaten finden sich im Bereich vom Erdboden bis etwa 400 Meter Höhe. In dieser arktischen Grenzschicht finden die für das Klima wichtigen Austauschprozesse von Wärme, Impuls und Feuchte zwischen Erdoberfläche und Atmosphäre statt. Während der Drift von NP-35 wurden die meteorologische Struktur der planetaren Grenzschicht und deren zeitliche Änderung mit einem Fesselballonsystem erfasst. Erstmals gelang es, über die gesamte Polarnacht die räumliche und zeitliche Struktur von bodennahen Temperaturinversionen zu vermessen. Der Zusammenhang der arktischen Grenzschicht mit der Entwicklung und der Zugbahn von Tiefdruckgebieten ist weiterhin ein Schwerpunkt der an das Projekt anschließenden wissenschaftlichen Untersuchungen in Potsdam.

Die Teilnahme an der Driftexpedition ermöglichte zudem erstmals die systematische Durchführung von Ozonsondierungen in der zentralen Arktis zur Untersuchung von dynamischen Prozessen und Ozontransport während der Bildungsphase des arktischen Polarwirbels. Die Ozonsondierungen auf NP-35 waren Teil einer sogenannten Matchkampagne, die den chemischen Ozonabbau von dynamischen Änderungen unterscheiden kann und so präzise die Ozonabbaurate bestimmt. Zuvor war die Region nördlich von 82° N ein weißer Fleck im Beobachtungsnetzwerk, obwohl die zentrale Arktis eine Schlüsselstelle für die Variabilität des arktischen Ozons darstellt.

*Marion Maturilli, Jürgen Gräser*



## Polarer Ozonverlust im Klimawandel

Das Ozonloch ist eines der stärksten anthropogenen Signale im Klimasystem. Jedes Jahr wird die Ozonschicht über der Antarktis im entscheidenden Höhenbereich praktisch komplett abgebaut. Auch über der Arktis kommt es in einigen Wintern zu einem weitgehenden Abbau des Ozons in einigen Höhenbereichen. Da die Ozonschicht integraler Bestandteil des Klimasystems ist, bestehen ausgeprägte Wechselwirkungen zwischen diesen anthropogen verursachten Veränderungen in der Ozonverteilung und dem Klimawandel. Diese Wechselwirkungen (1) zu identifizieren, (2) zu verstehen und (3) in Klimamodellen zu berücksichtigen ist das Ziel unserer Arbeiten.

Dazu haben wir mit unserem „Match“ genannten Verfahren zunächst eine Methode entwickelt, den Ozonabbauprozess über Arktis und Antarktis zu beobachten. Die Besonderheit des Match-Verfahrens ist, dass es erlaubt, die chemischen Ozonabbauraten genau zu quantifizieren und die anthropogenen chemischen Einflüsse auf die Ozonverteilung exakt von natürlicher Variabilität und Veränderungen aufgrund sich ändernder Transportwege zu trennen. Diese genauen Beobachtungen der chemisch bedingten Abbauraten bilden das Fundament zum theoretischen Verständnis der zugrundeliegenden chemischen Prozesse. In jahrelangen Iterationen von genau auf die beobachteten Luftmassen angewandter Prozessmodellierung, dadurch identifizierten Lücken in unserem Verständnis und davon motivierten Messungen verschiedener chemischer Komponenten in gezielten Messflügen von Höhenforschungsflugzeugen in der polaren Stratosphäre ist es uns letztlich gelungen, den chemischen Prozess weitgehend aufzuklären und auch quantitativ in der lokalen Modellierung der beteiligten Prozesse zu reproduzieren.

Die erfolgreiche lokale Modellierung des Ozonabbauprozesses bildet die Grundlage für die Entwicklung unseres voll lagrangschen globalen Modells der stratosphärischen Chemie „ATLAS“. Die innovative lagrangsche Modellarchitektur

Start einer Ozonsonde in der zentralen Arktis als Teil des Match-Programms zur Quantifizierung polarer Ozonverluste.

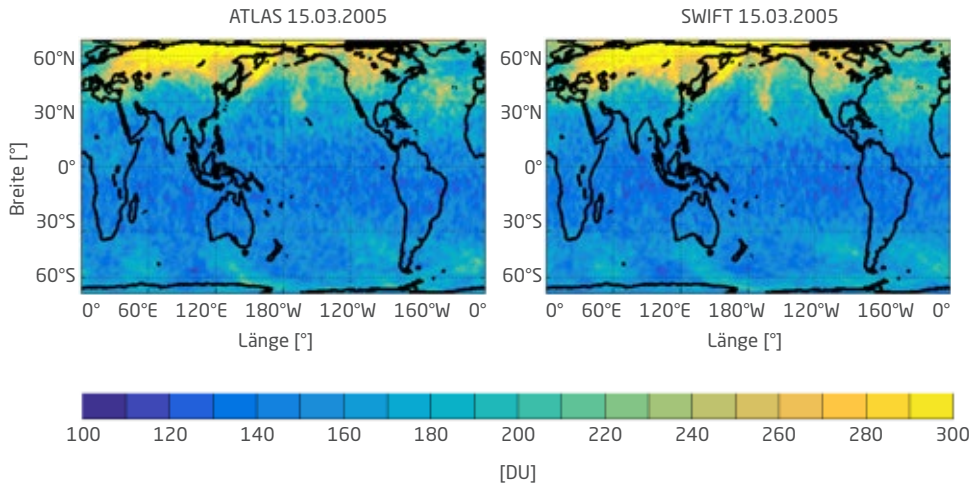
*Foto: Jürgen Gräser, AWI*

bedeutet, dass das Modell ohne jegliche Gitterstruktur auskommt und die Modellpunkte frei mit der atmosphärischen Zirkulation transportiert werden. Dieses Verfahren hat viele physikalische und numerische Vorteile, insbesondere in Bezug auf die Darstellung der für chemische Prozesse besonders wichtigen atmosphärischen Diffusion. Die sehr detaillierte Formulierung von ATLAS ermöglicht es, die globale Ozonschicht einschließlich des polaren Ozonabbaus in zuvor unerreichter Qualität zu reproduzieren.

Die physikalisch und chemisch sehr umfangreiche Darstellung atmosphärischer Prozesse in ATLAS geht allerdings trotz der günstigen langrangigen Modellarchitektur zu Lasten der numerischen Effizienz des Modells. So löst ATLAS zu jedem Zeitschritt und für jeden Modellpunkt 49 Differentialgleichungen, beruhend auf 55 Anfangs- und Randbedingungen. Für einen 100-Jahrelauf eines Klimamodells würde dieses Differentialgleichungssystem ungefähr 2,5 Billionen Mal gelöst werden müssen, was weder heute möglich ist noch in absehbarer Zukunft möglich sein wird. Der entscheidende Schritt, die Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen der Ozon und Klima in unseren Klima- und Ozonprojektionen, ist daher auch mit der Entwicklung eines so erfolgreichen Modells wie ATLAS noch nicht erreicht.

In derzeitigen Klimamodellen ist daher die Ozonschicht meist statisch und zonalsymmetrisch vorgegeben und interagiert nicht mit dem Klima im Modell. Dieses nicht realistische Verfahren führt zu erheblichen Defiziten in der Klimamodellierung, insbesondere auf der Südhemisphäre, in der die Wechselwirkungen zwischen dem Ozonloch und dem Klima besonders ausgeprägt sind. So geht man davon aus, dass im Bereich der Antarktis und für einen Großteil der Südhemisphäre die Ausbildung des Ozonlochs über die letzten Jahrzehnte einen genauso starken Einfluss auf das Klima hatte wie die treibhausgasbedingten Veränderungen. Auch in der Arktis und der Nordhemisphäre werden starke Wechselwirkungen vermutet, sind jedoch wegen des hier dynamischeren Klimasystems ohne geeignete Klimamodelle noch schwerer zu identifizieren.

Vor dem Hintergrund dieser unbefriedigenden Situation haben wir auf Grundlage von ATLAS das schnelle Ozonchemiemodul SWIFT entwickelt, welches interaktiv an ein Klimamodell angekoppelt werden kann ohne die Rechenzeit des Klimamo-



#### Stratosphärische Ozonsäule, 15 km - 32 km

Die Ozonschicht am 15.3.2005 simuliert vom ATLAS-Modell und dem schnellen SWIFT-Modul.

dells merklich zu beeinflussen. SWIFT ist ein innovatives semi-empirisches Modell, welches für polare und mittlere Breiten unterschiedliche Verfahren verwendet, die Lösungen des Differentialgleichungssystems in ATLAS durch einfache Berechnungen möglichst exakt vorauszusagen. Zu diesem Zweck beinhaltet SWIFT hunderte empirischer Parameter, welche an Millionen von Datenpunkten des vollständigen ATLAS-Modells trainiert werden. Abbildung Ozon2 zeigt, dass SWIFT, obwohl fast zehntausendmal schneller als ATLAS, die Ozonschicht nahezu identisch zu ATLAS reproduzieren kann. SWIFT ist bereits in einigen Klimamodellen integriert, hat hier bereits zu einer deutlichen Verbesserung des Modellklimas geführt und wird in Zukunft die Simulationen von Wechselwirkungen zwischen Klima und Ozonschicht in immer mehr Modellen ermöglichen.

*Markus Rex, Peter von der Gathen, Ralph Lehmann, Ingo Wohltmann*



## Vom grünen Laserstrahl zur Mikrophysik des Aerosols

Charakteristisch für die Winterzeit in Ny-Ålesund ist der weithin sichtbare grüne Laserstrahl, der sich vom Dach des Atmosphärenobservatoriums in den klaren Himmel erstreckt. Dieser ist Herzstück eines „Lidars“ (Light Detection and Ranging), einem vielseitig einsetzbaren Fernerkundungsinstrument der Umweltphysik. Das Alfred-Wegener-Institut benutzt seit dem Jahre 2000 ein solches Instrument, um troposphärisches Aerosol zu detektieren. Davor wurde bereits ein Lidar für stratosphärische Messungen, zum Beispiel der Ozonkonzentration, verwendet. Tatsächlich besteht der Strahl aus vielen sehr kurzen einzelnen Lichtblitzen. Aus der Zeitdifferenz zwischen dem Blitzen des Lasers und dem



Empfangen des zurückgestreuten Lichtes in einem Teleskop im Observatoriumsgebäude kann auf die Höhe geschlossen werden, in der sich das Aerosol befindet. In weniger als einer Millisekunde erhält man so ein Höhenprofil der „Rückstreuung“, einem Maß wie sehr das Aerosol als Spiegel wirkt und einen Teil des Laserblitzes zum Boden zurückstreut. Die verschiedenen Aerosoltypen, die in Ny-Ålesund durch Stationen anderer Länder „in-situ“, also durch direktes Einsammeln gemessen werden, unterscheiden sich bezüglich ihrer optischen Wirkung („Strahlungsantrieb“) und der Bildung von Eiswolken deutlich voneinander.

Die AWIPEV-Station in Ny-Ålesund, Spitzbergen, in der Polarnacht mit Nordlicht und dem Laser-Strahl des Atmosphären-Observatoriums. *Foto René Bürgi, AWI*

der. Deswegen ist es wichtig zu wissen, ob die am Boden gemessenen Aerosole auch noch in der freien Troposphäre vorliegen oder ob sich die Aerosolzusammensetzung mit der Höhe ändert. Dies kann über die spektralen Eigenschaften der Aerosole bestimmt werden, weswegen bei unserem Spitzbergener Lidar drei Farben gleichzeitig emittiert werden: neben dem Grünen auch noch im Infraroten und im Ultravioletten. Unter Zuhilfenahme inelastischer Streuung, bei der sich die Wellenlänge des rückgestreuten Lichtes in charakteristischer Weise ändert, werden insgesamt sieben unterschiedliche Farben detektiert, zwei davon zusätzlich polarisationsaufgelöst.

Diese Polarisationsmessung ergibt eine Information über den Aggregatzustand des Aerosols; flüssige Partikel sind wegen der Oberflächenspannung nahezu kugelförmig und ändern die Polarisationsrichtung bei Streuung im Gegensatz zu fast allen kristallinen Teilchen nicht. Die unterschiedliche Stärke der Streuung in den einzelnen Farben ist ein Maß für die Größe des Aerosols. Weiterhin hängt die Streueigenschaft des Aerosols auch noch von dem Brechungsindex ab, der wiederum durch die chemische Zusammensetzung bestimmt ist. Diese Eigenschaft ist am schwierigsten aus Fernerkundungsdaten abzuleiten. Ansatzweise gelingt dies aus dem Verhältnis der Aerosolextinktion, dem Maß mit dem sie Licht schlucken, zu der erwähnten Rückstreuung. Insgesamt liefert ein Lidar in mehreren Wellenlängen damit gerade genug Informationen, um Form, Größe und Zusammensetzung des Aerosols zu bestimmen.

In der Troposphäre über Ny-Ålesund finden wir typischerweise mit ca. 0,2 Mikrometer Radius relativ kleines Aerosol, das gerade eben groß genug ist, um Licht effizient zu streuen. Dieses Aerosol tritt überwiegend im Frühjahr auf und wird arktischer Dunst genannt. Die Aerosol-in-situ-Messungen unserer Partnerinstitute messen am Boden auch Seesalz, das deutlich größer ist und damit nicht so leicht vom Wind aufgewirbelt werden sollte. Tatsächlich legen unsere Lidardaten nahe, dass Seesalz in Höhen über 500 m keine wichtige Aerosolkomponente mehr darstellt. Die Größenverteilung des arktischen Dunstes hingegen scheint nach den bisher vorliegenden Untersuchungen am Boden und in der Höhe ähnlich zu sein, was bedeutet, dass die unterschiedlichen Rückstreuprofile im Wesentlichen durch eine Variation der Aerosolkonzentration zu erklären sind. Solche Ergebnisse, die die Konsistenz der in-situ-Messungen mit denen der Fern-



erkundung zeigt oder widerlegt, sind für das Verständnis des Klimasystems sehr wichtig und werden Schließungsexperiment genannt. Während „in-situ“ Messungen direkt Auskunft auf die Frage geben, welches Aerosol vorliegt, sieht man aus Lidardaten, in welcher Höhe das Aerosol welche optische Wirkung aufweist. Da es eine einheitliche Streutheorie für beliebig geformte Partikel noch nicht gibt, müssen diese beiden Klassen der Beobachtung nicht notwendigerweise eng zusammenpassen. Gelingt es jedoch, aus den Lidardaten auch die mikrophysikalischen Parameter des Aerosols, also seine Größe, Form und Brechungsindex abzuleiten, war die Schließung erfolgreich.

Zum Sommer steigt die Aerosolkonzentration durch biologische Quellen aus dem Ozean an. Diese Teilchen sind jedoch kleiner und streuen das Licht weniger effizient. Sehr hohe Sichtweiten am Boden sind typisch. Man neigt dazu, die Distanz zu Bergen und Gletschern deutlich zu unterschätzen. Jedoch können zu dieser Jahreszeit Aerosole von Waldbränden auftreten, die dann auch deutlich im Lidar und an der reduzierten Sonneneinstrahlung sichtbar sind. Interessanterweise sind die mikrophysikalischen Parameter des Waldbrandaerosols dem arktischen Dunst nicht unähnlich. Dies wirft die Frage nach dem Ursprung des arktischen Dunstes, seiner Transportwege in die Arktis und seiner Lebensdauer auf. Eine abschließende Antwort steht hierzu trotz aller bisherigen Kampagnen und Arbeiten noch aus. Eine Strategie zur Beantwortung dieser Frage liefert die Kombination zwischen qualitativ hochwertigen Beobachtungen, „in-situ“ wie per Fernerkundung, und lokal an der AWIPEV-Station, wie auch regional mit den Flugzeugkampagnen sowie mit adäquater Modellierung.

Eine weitere Aerosolquelle, die Tropo- und Stratosphäre beeinflussen kann und sich sporadisch, aber unvorhersehbar bemerkbar macht, sind Vulkanausbrüche. Hier scheint es jedoch je nach Aschegehalt und Menge der mit der Eruption emittierten Wasserdampfmenge unterschiedliche Aerosolmikrophysik zu geben. Damit bleiben Aerosole auch an vermeintlich „sauberen“ und weit abgelegenen Standorten wie in den Polargebieten ein offenes Gebiet der Forschung.

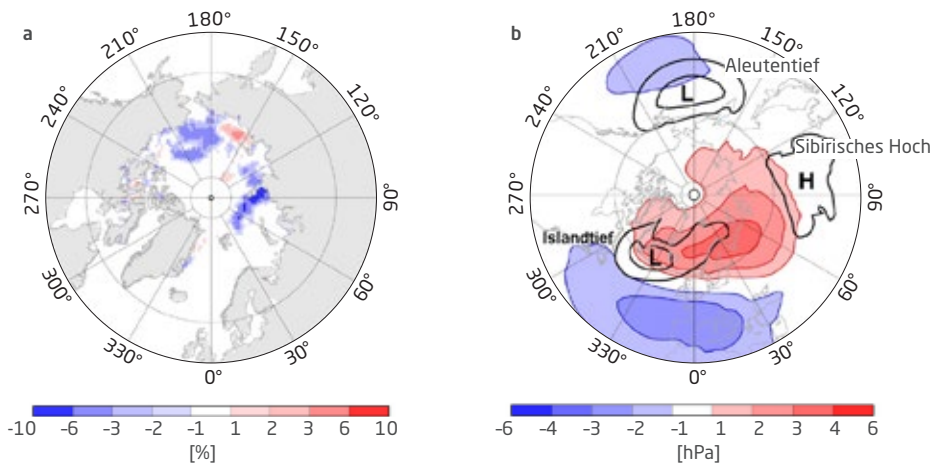
*Christoph Ritter, Marion Maturilli, Roland Neuber*



## Wie können arktische Klimaänderungen das Wetter und Klima in Mitteleuropa beeinflussen?

Die Arktis ist die Region der Erde, die das stärkste Klimaerwärmungssignal und gleichzeitig einen starken Rückgang des arktischen Meereises, vor allem zum Zeitpunkt des Meereisminimums im September zeigt. Ein Schwerpunkt der Forschungen unserer Sektion „Physik der Atmosphäre“ ist die Frage, ob diese dramatischen arktischen Klimaänderungen das Wetter und Klima auch in Mitteleuropa beeinflussen können.

Zunächst sind wir dieser Frage mit statistischen Methoden nachgegangen und haben gekoppelte Muster zwischen dem Meereisrückgang im September und Änderungen der typischen Luftdruck- und Zirkulationsmuster der Nordhemisphäre im Winter festgestellt. Diese Muster sind in der folgenden Abbildung dargestellt und zeigen Änderungen im bodennahen Luftdruck, die dem Phänomen der Nord-

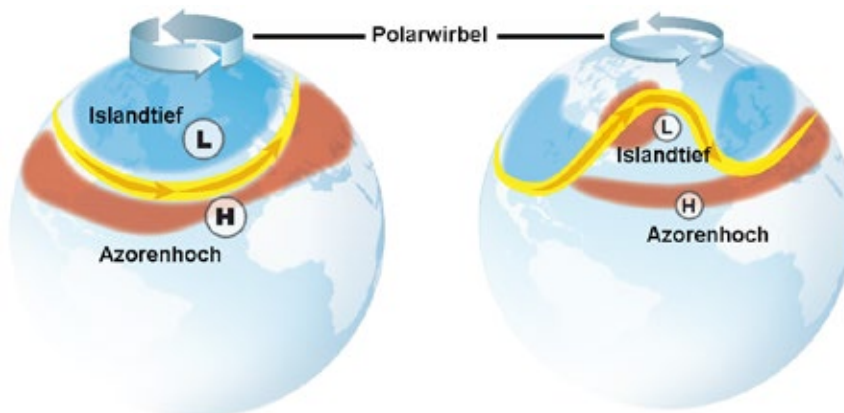


Gekoppeltes Muster zwischen abnehmender Meereiskonzentration im September (blaue Fläche in (a)), und Abweichungen des Bodenluftdrucks im Winter in (b) (negative Abweichungen in blau in den mittleren Breiten, positive Druckabweichungen in rot in polaren Breiten). Die Analysen basieren auf Bodenluftdruckdaten aus dem ERA-Interim-Datensatz und den Meereiskonzentrationsdaten aus dem HadISST1-Datensatz (Met Office Hadley Centre Global Sea Ice and Sea Surface Temperature dataset).

Tornado über Helgoland, 2010. Foto: Uwe Nettelmann

atlantischen Oszillation (NAO) in der negativen Phase sehr ähnlich sind. Die NAO ist ein natürliches atmosphärisches Variabilitätsmuster, dessen Schwankung das mitteleuropäische Wetter und Klima maßgeblich bestimmt.

Die NAO zeichnet sich durch großräumige Schwankungen des Luftdruckgegensatzes zwischen dem Islandtief und dem Azorenhoch aus. Ein stark ausgeprägtes Islandtief und Azorenhoch kennzeichnen die positive Phase der NAO. Dadurch entwickelt sich eine verstärkte zonale Westwindströmung über dem Nordatlantik, mit der vermehrt warme und feuchte Meeresluft nach Nord- und Mitteleuropa gelangt. Die negative Phase der NAO ist mit schwach ausgeprägtem Islandtief



Das atmosphärische Zirkulationsmuster der Nordatlantischen Oszillation (NAO), links positive Phase, rechts negative Phase.

und Azorenhoch verbunden, was zu einer schwächeren Westwindströmung und stärkeren planetaren Wellenmustern führt, so dass verstärkt kalte Polarluft nach Europa transportiert wird.

Ausgehend von diesen statistischen Zusammenhängen konnten wir durch weitere Analysen einige physikalische Mechanismen herausfinden, durch die das zurückgehende Meereis das Wetter und Klima in Mitteleuropa beeinflussen kann. Eine sich erwärmende Arktis beeinflusst über Wettersysteme und Schneefall die Stärke des sibirischen und skandinavischen Hochs. Die Verstärkung und Ver-



schiebung dieser Hochdruckgebiete und die zusätzliche Erwärmung der arktischen Atmosphäre verstärkt die vertikale planetare Wellenausbreitung bis in die Stratosphäre oberhalb von 8 bis 10 km Höhe. Der stratosphärische Polarwirbel wird dadurch gestört und instabil. Dieses Signal wirkt im Spätwinter wieder auf die Strömung in der unteren Atmosphäre zurück und kann ein negatives Muster der NAO mit potentiell kälteren Wintern über Eurasien generieren.

Diese Änderungen in den atmosphärischen Zirkulationsmustern verursachen Klima-anomalien auf der Zeitskala von Jahreszeiten bis zu Jahrzehnten in verschiedenen geographischen Regionen und sind häufig nicht mit dem globalen Temperaturtrend gekoppelt. Ein weiter verbessertes Verständnis der Ursachen für die Wechsel zwischen positiven und negativen Phasen der NAO (oder anderer Zirkulationsmuster) und ihrer Vorhersagemöglichkeiten sind notwendig, um die Unsicherheiten der Klimamodelle zu quantifizieren und zu reduzieren. Auf diesem Gebiet werden wir weiter forschen, um die Verlässlichkeit der Abschätzungen künftiger Klimaentwicklungen zu verbessern.

*Dörthe Handorf, Klaus Dethloff, Annette Rinke, Ralf Jaiser, Wolfgang Dorn, Heidrun Matthes*

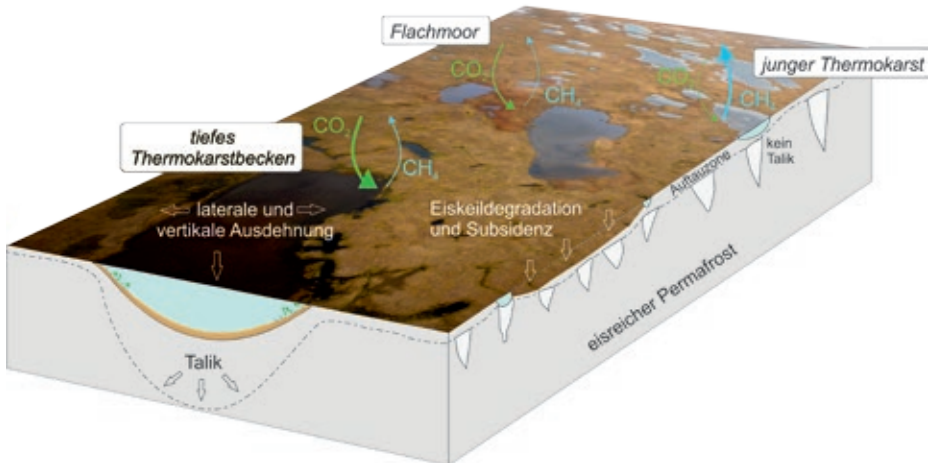
Die CFH-Sonde wird in das Wetterhäuschen gestellt Foto: René Bürgi



## Permafrost im Wandel - Regionaler Fokus, globale Bedeutung

Erwärmung und starke hydrologische Veränderungen auf der Landoberfläche führen zu weitläufigem Permafrosttauen. Von Ostsibirien bis Nord-Alaska trifft dies vor allem auf das Gebiet des kohlenstoff- und eisreichen Yedoma-Permafrosts zu. Hier entstanden und entstehen so Millionen von sogenannten Thermokarst-Seen, die das Tauen weiter verstärken und zur Mobilisierung von einst gefrorenem Kohlenstoff beitragen.

Weiterhin führt die Vertiefung der saisonalen Auftauschicht zum Schmelzen von oberflächennahem Grundeis und einer unumkehrbaren Absenkung der Landoberfläche. Diese Destabilisierung betrifft große Permafrostgebiete und wurde



Thermokarstseen sind dynamische und für den biogeochemischen Kreislauf entscheidende Elemente in den Permafrostregionen arktischer und subarktischer Tiefländer. Lenz, AWI Potsdam. Bild links: Thermokarst-Landschaft in der arktischen Waldtundra Kanadas. Foto: Stefanie Weege

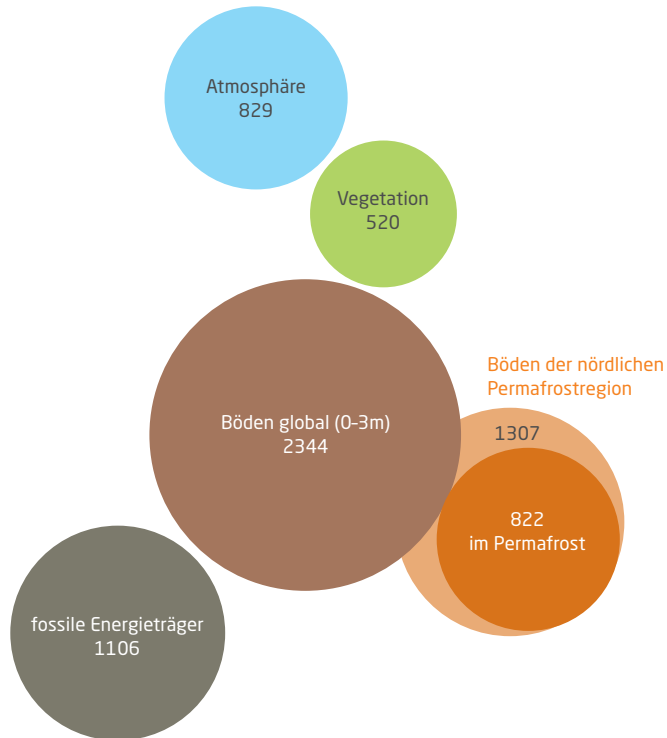


in verschiedenen Regionen mit hochauflösenden Fernerkundungsmethoden dokumentiert. Neben den direkten Auswirkungen der Permafrostdynamik auf die arktische Landschaft spielt der in gefrorenen Sedimenten gespeicherte organische Kohlenstoff, etwa 822 Gigatonnen, eine wichtige Rolle im globalen Kohlenstoffkreislauf.

Was ist in der Zukunft in einer wärmeren Arktis zu erwarten? Je nach Emissionsszenario berechnen Klimamodelle eine Erwärmung der Polargebiete im 21. Jahrhundert von ein paar Grad bis hin zu 10 Grad. In Szenarien von ungebremstem Klimawandel werden in den Sommermonaten große Mengen (mehrere 100 Gigatonnen) des bisher dauerhaft gefrorenen Kohlenstoffs auftauen. Diese Vorkommen wären für mikrobielle Zersetzung verfügbar und können als Treibhausgase in die Atmosphäre entweichen. In einer aktuellen Modellstudie haben wir ge-

Abbruchkante im Lena-Delta, Sibirien  
*Foto: Konstanze Piel, AWI*





Permafrost-Kohlenstoff im Vergleich zu den terrestrische Kohlenstoffspeicher und der Atmosphäre, verändert nach Strauss et al. (2017).

zeigt, dass dieser Beitrag zum Klimawandel unter Berücksichtigung von Thermokarstprozessen 0.03 bis 0.14 °C bis zum Ende diesen Jahrhunderts, sowie 0.16 bis 0.39 °C bis 2300 betragen kann - höher als in bisherigen Modellrechnungen angenommen.

*Jens Strauss, Josefine Lenz, Thomas Schneider von Deimling, Frank Günther, Lutz Schirrmeister*



## Arktischer Klimawandel und terrestrische Ökosysteme

Die polaren und subpolaren Landregionen der Arktis stellen nicht nur einen verletzlichen Siedlungsraum des Menschen dar, sondern beeinflussen über vielfältige Rückkopplungen das globale Klima und somit die Lebensbedingungen weltweit.

Die hohe Empfindlichkeit und starke innere Variabilität des polaren Klimas kann zu irreversiblen Reaktionen der Landökosysteme führen. Basierend auf den wissenschaftlichen Befunden der letzten Jahre befasst sich die neu formierte AWI-Forscherguppe „Polare Terrestrische Umweltsysteme“ mit heutigen und vorzeitlichen Umweltprozessen in Sibirien und anderen polaren Landregionen. Im Fokus stehen die Veränderungen von Vegetation, Biodiversität und Klima und deren Extraktion aus Umweltarchiven.

Sedimente von Seen sind ideale Umweltarchive und liefern wichtige Informationen zu Umweltveränderungen von eiszeitlichen bis heutigen warmzeitlichen Bedingungen. Sie enthalten unter anderen fossile Pollenkörner, die als Proxy (Stellvertreterdaten) der Vegetationsentwicklung genutzt werden können. Zusätzlich ist in den Sedimenten genetisches Material erhalten (sog. ancient DNA), welches zu den Pollenfunden ergänzende und höher aufgelöste Informationen über die Vegetationszusammensetzung liefert.

Pollenstudien zeigen beispielsweise, dass die warmzeitliche Wiederbesiedlung von den Bedingungen in der vorangegangenen Kaltzeit abhängt. So können sich sommergrüne Lärchenwälder vermutlich nur durchsetzen, wenn Kiefern und Fichten während der Kaltphase an weit entfernten begünstigten Standorten (Refugien) überdauern konnten und Permafrostböden oder Feuer die immergrünen Arten behindern. Mit Hilfe von Simulationsstudien mit einem Modell für Lärchen können die Ursachen für verzögerte Reaktionen aufgedeckt und im Allgemeinen die Vegetationsentwicklung in variierenden Umweltbedingungen und in Folge des aktuellen Klimawandels besser verstanden werden. Vegetationsänderungen

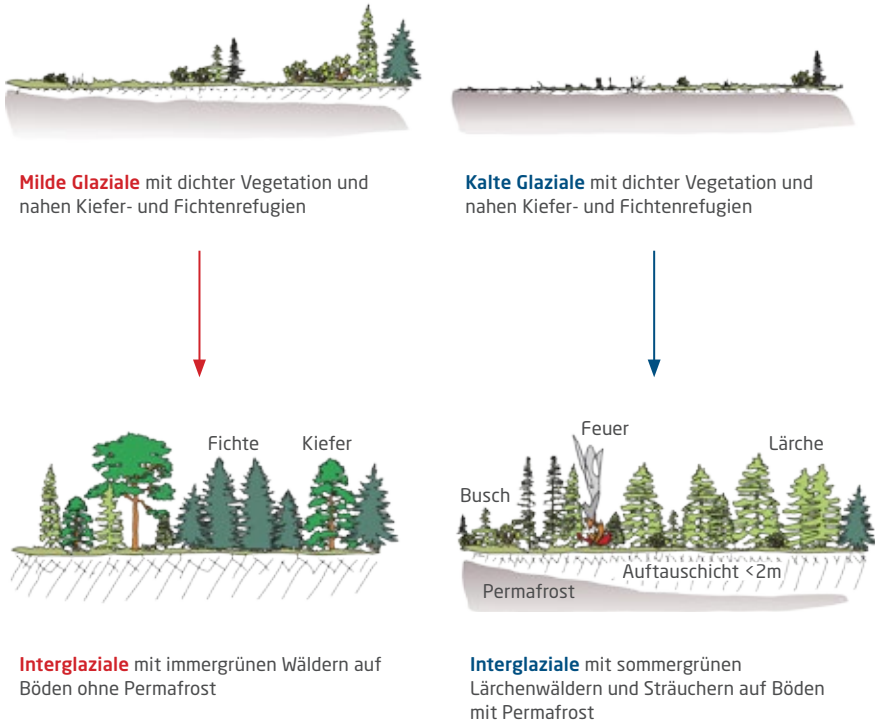
Treibholz in der Tundra des Lena-Deltas. *Foto: Bernhard Diekmann, AWI*



im Einzugsgebiet eines Sees beeinflussen zudem die Biodiversität von Kieselalgen (Diatomeen) in Permafrost-Seen, wie genetische und mikroskopische Untersuchungen zeigen.

Während Seen vorzugsweise auf sommerliche Bedingungen reagieren, kann Grundeis in Frostspalten als Proxy genutzt werden, winterliche Klimaschwankungen aus der isotochenchemischen Zusammensetzung zu rekonstruieren. In diesen spiegelt sich die aktuelle starke Erwärmung der letzten Jahrzehnte wider. Auch sind die Winter infolge der erhöhten Sonneneinstrahlung über die letzten Jahrtausende während des Holozäns wärmer geworden, während die Jahresmitteltemperaturen gesunken sind.

Sedimentbeprobung am Bolshoi-Toko-See in Ostsibirien während der Frühjahrsexpedition 2013. Die Sedimentkernentnahme erfolgte mit einem dreibeingestützten Kolbenlotsystem in einer Wassertiefe von 70 m vom 0,8 m dicken Seeeis. *Foto: Bernhard Diekmann, AWI*



Die Genauigkeit der Rekonstruktionen basiert im Wesentlichen auf der Zuverlässigkeit der angewendeten Proxys. Unsicherheiten entstehen durch die Beprobung, die Analysemethode, oder die zeitliche Schichtung kann durch im Sediment lebende Organismen durcheinander gebracht werden (sog. Bioturbation). Computersimulationen können dabei helfen, diese Einflüsse abzuschätzen um eine optimale Rekonstruktionen von den Proxywerten zu erlauben.

*Ulrike Herzsuh, Thomas Laepple, Hanno Meyer, Kathleen Stoof-Leichsenring, Heike Zimmermann, Laura Epp, Stefan Kruse, Boris Biskaborn, Diedrich Fritzsche, Birgit Heim, Bernhard Diekmann*





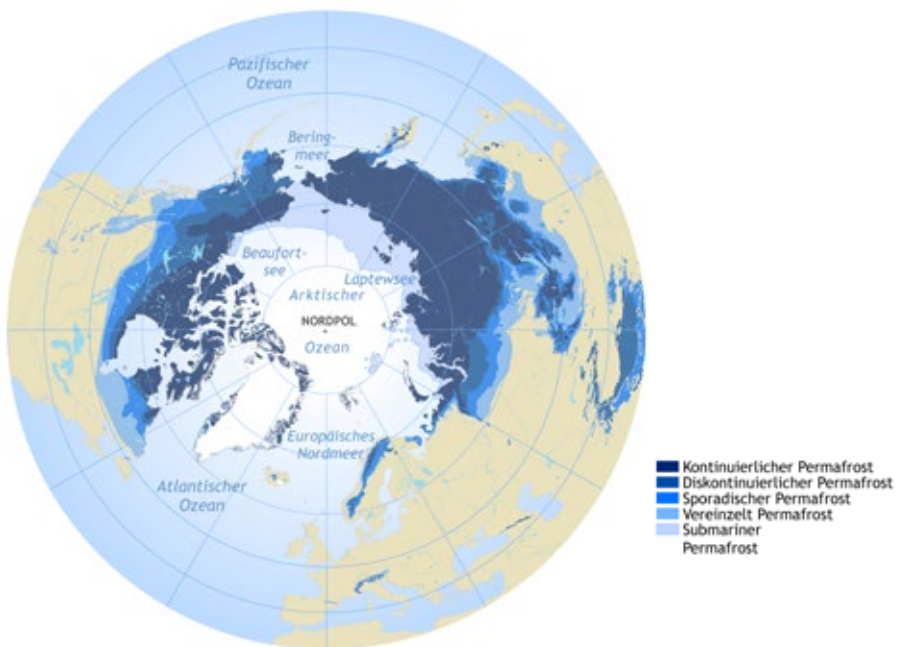
## Das EU-Projekt PAGE21

„Changing Permafrost in the Arctic and its Global Effects in the 21st Century“

PAGE 21 ist das bislang größte integrative Projekt zum Permafrost im Rahmen der EU-Programme und wurde im Framework Programm 7 (FP 7) mit einem Volumen von knapp 10 Millionen Euro zwischen 2011 und 2015 gefördert.

Nach erheblichen Anstrengungen bei der Zusammenstellung des aus 18 Partnern bestehenden Konsortiums und der Konzipierung des Antrags bekam PAGE21 den Zuschlag gegen starke Konkurrenz und konnte am 7. November 2011 bei einem öffentlichen Empfang im Filmmuseum Potsdam offiziell beginnen.

Neben dem AWI als Koordinator bestand das Konsortium von PAGE21 aus führenden europäischen und internationalen Permafrost-Wissenschaftlern, die das ganze Spektrum der Permafrostforschung von Feldarbeiten, Prozessstudien,



Quelle: Brown et al. (1997); International Permafrost Association

Packeis am Gestade des arktischen Ozeans. Foto: Jaroslav Obu

Fernerkundung bis hin zu globaler Klimamodellierung abdecken. Neben fünf zentralen Forschungsstationen von Zackenberg (Grönland), Spitzbergen, Abisko (Schweden) und Samoylov und Kytalik in Sibirien, bilden die sekundären Stationen Chersky (Ostsibirien), der Alaska North Slope, sowie die Herschel-Insel und der Daring-See (Kanada) die weiteren Lokalitäten für Prozessstudien im Gelände. Die wesentliche Fragestellung von PAGE21 dient dem Verständnis der Reaktion von Permafrost-Landschaften auf ein sich veränderndes globales Klima und die Erfassung der Rückkopplungsmechanismen im Zusammenhang mit Treibhausgasemissionen aus dem tauenden Permafrost.

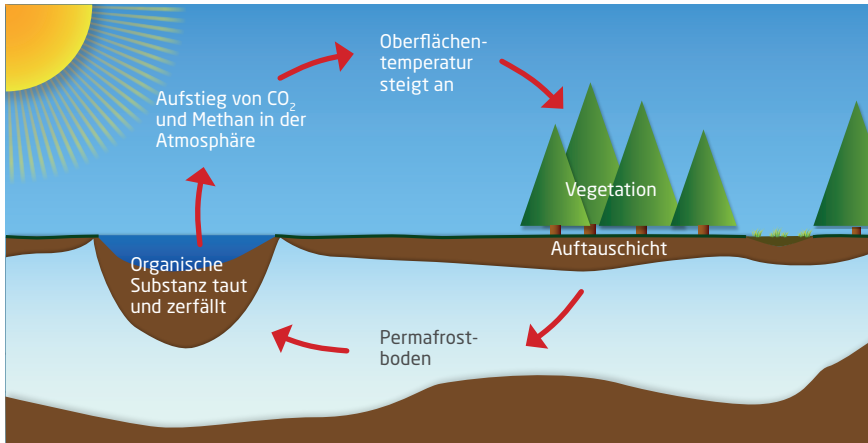
Dazu nutzt PAGE21 eine Kombination aus Messungen im Gelände an ausgewählten Forschungsstationen in der Arktis, um die dort ablaufenden Prozesse zu verstehen und das Reservoir an organischen Komponenten sowie die Kohlenstoffflüsse in die Atmosphäre zu erfassen. Genutzt werden Fernerkundungsdaten und globale Modelle auf der lokalen, regionalen und panarktischen Skala.

Mit dieser Strategie strebt PAGE21 ein Aufbrechen der traditionellen Grenzen in der Permafrost-Forschung an, die bislang meist zwischen den Beobachtungen und den von Modellen begleiteten Prozessstudien und den großskaligen Klimamodellen bestanden. Mit diesem Konzept für eine Interaktion zwischen Untersuchungen auf der Feld-Skala und den großräumigen Modellen wurde ein direkter Bezug zwischen diesen beiden Gebieten und den Landoberflächen-Modulen der führenden europäischen Klimamodelle die in der „Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) mit dem Ziel geschlossen, gewichtige Informationen für den IPCC Prozess zu liefern.

Damit stellt das Projekt auf einer panarktischen Skala prognostische Größen der Treibhausgasemission im Zuge des tauenden Permafrosts während des 21sten Jahrhunderts zur Verfügung, die einen direkten Einfluss auf die globalen politischen Diskussionen über eine Reduzierung des Treibhausgas-Ausstoßes haben. So zeigen die globalen europäischen Klimamodelle durch deren Verbesserung unter Nutzung der Daten und Informationen aus dem PAGE21-Projekt eine Reduzierung der Permafrost Verbreitung um 75 % bis zum Jahr 2100 im Rahmen des RCP8.5-Szenariums. Verbunden mit diesem Zurückgang des Permafrosts ist ebenfalls bis zum Jahr 2100 ein Verlust von 50 Gt Kohlenstoff der bislang im Permafrost eingefroren und damit fixiert ist.

PAGE21 hat gezeigt, dass durch die fortschreitende Erwärmung der Erde erhebliche Mengen an Kohlenstoff aus dem Permafrost freigesetzt werden, die bislang





z. B. bei dem Pariser-Abkommen COP21 nicht berücksichtigt wurden. Deshalb müssen die Permafrost-Kohlenstoff-Wechselwirkungen in Zukunft in die Klimadiskussionen mit eingehen.

Darüberhinaus wurde in PAGE21 gezeigt, dass neben dem Kohlenstoff-Problem auch die hydrologischen Prozesse in den Permafrost-Gebieten eine ganz wesentliche Rolle bei der Landschafts- und Umweltveränderung spielen. Thermokarst-Prozesse, Seenbildung, laterale Wasserflüsse und hydrologische Prozesse in den Küstenregionen und beim submarinen Permafrost spielen darüberhinaus eine entscheidende Rolle für den Transport und die Umsetzung von Kohlenstoff zu Treibhausgasen. Diese Prozesse erfordern eine Intensivierung der Forschungsarbeiten und eine Bündelung der Ressourcen, um in Zukunft auch die lokalen Entscheidungsträger und die Politik so zu beraten, dass die negativen Auswirkungen auf die Menschen und die Umwelt in Zukunft minimiert werden können.

PAGE21 war ein erfolgreiches Projekt, bei dem das AWI gezeigt hat, dass das Institut zu Koordinierung und Durchführung von Großprojekten gut aufgestellt ist. Der Enthusiasmus der Potsdamer Projektbeteiligten, die Unterstützung durch die Verwaltung und Logistik des Instituts und vor allem die Professionalität der Abteilung Forschungsförderung haben wesentlich zum Gelingen des Projekts beigetragen.

*Hans-Wolfgang Hubberten, Julia Boike, Hugues Lantuit, Leen Kaisa Viitanen*



## ICOP 2016

### Die 11. Internationale Permafrostkonferenz in Potsdam 2016

Die 11. Internationale Permafrostkonferenz fand vom 20. bis 24. Juni 2016 in Potsdam statt und wurde von der Internationalen Permafrost Association (IPA), der Universität Potsdam, der UP Transfer GmbH und dem AWI ausgerichtet. Mit 739 Teilnehmern war sie nicht nur eine der größten bisher vom AWI verantwortlich organisierten Tagungen, sondern sicherlich auch eine der erfolgreichsten. Die Internationalen Permafrost-Konferenzen werden alle vier Jahre in einem der Mitgliedsländer der Gesellschaft veranstaltet und während einer Sitzung des Rates der IPA, vier Jahre vorher an eines der sich bewerbenden Antragsländer vergeben. Bei der Sitzung des Rates im Juni 2012 in Salekhard, Russland, hatte Potsdam den Zuschlag zur Ausrichtung der Tagung erhalten.

Die Organisation der Tagung war eine Herausforderung für das immer größer werdende lokale Organisationskomitee der Sektion Periglazialforschung. Ein Schwerpunkt der Aufgaben lag bei der Erstellung des wissenschaftlichen Programms, für das zuerst Themenvorschläge aus der internationalen Gemeinschaft erbeten wurden und anschließend der Aufruf zur Einreichung von Abstracts erging. Aus den über 1000 eingegangenen Abstracts wurde dann in einem aufwändigen Prozess mit den Convenern und dem Internationalen Advisory Board ein finales Programm mit 300 Vorträgen und 600 Poster-Beiträgen zusammen



gestellt. Zusätzliche hochaktuelle Plenar-Vorträge aus dem ganzen Gebiet der Permafrost Forschung rundeten das wissenschaftliche Programm ab.

Die Tagung fand im Kongresshotel Potsdam statt, welches idyllisch am Rande des Templiner Sees gelegen ist und genügend Hotelbetten und Tagungsräume für eine Tagung mit rund 800 Teilnehmern aufweist. Von besonderem Vorteil war dabei, dass alle Sitzungsräume in kurzer Fußentfernung waren und einen problemlosen Wechsel zwischen parallelen wissenschaftlichen Sitzungen zuließen. Die sehr gut besuchten Postersitzungen fanden in den breiten Gängen vor den Sitzungsräumen statt.

Zusätzlich zu den wissenschaftlichen Veranstaltungen fand auf Initiative des Executive Secretary des Internationalen Arctic Science Committees (IASC), Volker Rachold, ein öffentliches Politik-Forum zum Thema „Permafrost Research at the Science Policy Interface“ statt, bei dem hochrangige Wissenschaftler aus USA, Kanada, Russland, China und der Schweiz über die Auswirkungen der Permafrost-Erwärmung auf die arktischen Ökosysteme und die dort lebende Bevölkerung diskutierten.

Polygonale Tundra. Foto: Konstanze Piel, AWI



Ein voller Tag im fünftägigen Konferenzprogramm wurde für zwölf wissenschaftliche und touristische Exkursionen in Potsdam und in Ostdeutschland genutzt. Nach der Tagung wurden drei mehrtägige Exkursionen in die Alpen, nach Spitzbergen und nach Sibirien veranstaltet.

Besondere Aufmerksamkeit bei der Tagung diente auch der Öffentlichkeitsarbeit. Angefangen mit einem Konferenz-Trailer, der auf der eigenen Konferenz-Webseite als Werbung für die Konferenz-Teilnahme diente, wurden neben der traditionellen Berichterstattung soziale Netzwerke (Twitter, Facebook etc.) bedient. Für jeden Tag wurde ein „Best-of-the-Day“-Video und nach Abschluss ein Best-of-the-Conference“-Video durch Dozenten und Studenten der DEKRA-Hochschule für Medien aus Berlin produziert. Diese wurden unmittelbar online gestellt und am jeweils nächsten Konferenztag morgens zu Beginn der ersten Plenar-Sitzung vorgeführt.

Ein attraktives Rahmenprogramm startete vor Beginn der Tagung mit einer „Ice-breaker-Party“ im Kongresshotel und wurde am Folgetag mit einem Barbecue in den Gartenanlagen des Hotels fortgesetzt. Bei strahlendem Wetter genossen die Teilnehmer das kulinarische Angebot und erfreuten sich an der Musik der Potsdamer Band „Die Mückenheimer“. Ein weiterer Höhepunkt war das „Conference all-star football tournament“, bei dem im nahegelegenen Stadion Luftschiffhafen des Potsdamer Olympia-Stützpunkts junge und ältere Permafrost-Wissenschaftler um sportliche Ehren kämpften. Abgeschlossen wurde das soziale Programm durch ein Konferenz-Bankett, das auf zwei Schiffen der Potsdamer Weißen Flotte stattfand. Bei wolkenlosem Himmel genossen die Teilnehmer die Fahrt durch die Schlösser- und Seenlandschaft und ließen die Nacht bei einer Disko-Party im Kongresshotel ausklingen.

Während der ganzen Tagung erfreuten sich die Teilnehmer an zwei extra dafür von der Potsdamer Künstlerin Geertje Jacobs gestalteten Kunstobjekten zu den Themen „Permafrost-Polygone“ und „Sortierte Steinkreise“.

Ein großes Gewicht lag bei der Tagung auf der Nachwuchsförderung. Ein zweitägiger „Young Researcher Workshop“ vor der eigentlichen Tagung wurde federführend durch das „Permafrost Young Researcher Network (PYRN)“ in den Räumlichkeiten des Wissenschaftsparks Albert Einstein auf dem Telegrafenberg organisiert.



Eine weitere wichtige Aktivität von PYRN war die Einrichtung und der Betrieb einer „Junior meets Senior Lounge“ im zentralen Bereich des Kongresshotels, die sich während der Tagung zu einem regen und vielbesuchten Treff- und Diskussionsort entwickelte.

Ebenfalls durch die jungen Permafrostforscher wurde der Evaluierungsprozess und die Verleihung der verschiedenen Präsentationspreise verantwortlich übernommen. Bei der Abschlusszeremonie fasste der Konferenzleiter H.-W. Hubberten die erzielten Fortschritte zusammen. Die neue IPA-Präsidentin Hanne Christiansen (Norwegen) und Simon Dumais (Kanada) wurden neben den neuen Executive Committees der IPA und PYRN eingeführt. Der IPA-Vizepräsident Chris Burn verlas die Resolutionen der IPA und lud zu künftigen Permafrostkonferenzen ein. Höhepunkt und letzte Amtshandlung von H.-W. Hubberten als Chair der ICOP 2016 war die Übergabe des ICOP-Banners an Ma Wei, dem Chair der ICOP 2020 in Lanzhou, China.

Bei der ICOP 2016 wurden die neuesten Erkenntnisse aller wissenschaftlichen Fachrichtungen, die sich mit Permafrost befassen, vorgestellt und Leitlinien für die Forschungen der Zukunft erarbeitet, ganz nach dem Motto der Konferenz: „Exploring Permafrost in a Future Earth“.

*Karina Schollän, Hans-Wolfgang Hubberten*

Gruppenfoto am Kongress-Hotel. Foto: Bernhard Diekmann, AWI



## Nationale und Internationale Sekretariate

### **International Arctic Science Committee (IASC)**

Die internationale Arktisforschung wird durch das International Arctic Science Committee (IASC) koordiniert. IASC wurde 1990 gegründet und hat zur Zeit 23 Mitgliedsstaaten. Als führende Wissenschaftsorganisation hat IASC wesentlich dazu beigetragen, die internationale Arktisforschung zu gestalten. Es hat erheblich zur Verbreitung des Wissens und der Sensibilisierung der weltweiten Öffentlichkeit für die spezifischen Belange der Arktis beigetragen und ist wissenschaftlicher Berater in politischen Gremien wie dem Arktischen Rats. Die Aktivitäten von IASC werden von einem Sekretariat koordiniert, das von 2009 bis 2016 unter der Leitung von Exekutivsekretär Dr. Volker Rachold an der Forschungsstelle Potsdam beherbergt war. [www.iasc.info](http://www.iasc.info)

### **Deutsches Arktisbüro**

Seit Januar 2017 betreibt das AWI ein Deutsches Arktisbüro, das unter der Leitung von Dr. Volker Rachold an der Forschungsstelle Potsdam angesiedelt ist. Das Deutsche Arktisbüro ist ein Informations- und Kooperationsbüro für deutsche Arktisangelegenheiten. Es dient der Vernetzung und dem Informationsaustausch zwischen deutschen Arktis-Akteuren aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft und verleiht der deutschen Arktisforschung und -politik mehr Kohärenz und Sichtbarkeit auf nationaler und internationaler Ebene. Zu den Aufgaben des Büros gehören die Politikberatung, die Vermittlung politik-relevanter Fragen an die entsprechenden wissenschaftlichen Institutionen sowie die Organisation nationaler und internationaler Arktis-Veranstaltungen. [www.arctic-office.de](http://www.arctic-office.de)

### **Association of Polar Early Career Scientists (APECS)**

Ebenso ist seit 2017 der Hauptsitz des internationalen Büros von APECS (Association of Polar Early Career Scientists) unter der Leitung von Dr. Gerlis Fugmann am AWI Potsdam angesiedelt. Die internationale und interdisziplinäre Organisation richtet sich an Nachwuchswissenschaftler/innen und andere Interessenten an polaren und alpinen Themen. Sie wurde 2007 während des Internationalen Polarjahres 2007-2008 gegründet und hat zur Zeit ungefähr 2700 Mitglieder in 64 Ländern. [www.apecs.is](http://www.apecs.is)

*Foto: Mario Hoppmann*





## Potsdamer Nachwuchs

### Nachwuchsgruppen

Markus Rex: Leiter der BMBF-Nachwuchsgruppe „DYCHO - Auswirkungen dynamischer und chemischer Einflussfaktoren auf die Ozonschicht in der sich verändernden Atmosphäre.“ (2001-2004)

Ulrike Herzschiuh: AWI-Nachwuchsgruppe und Junior-Professorin für “Statistical Integration of Palaeoenvironmental Data” an der Universität Potsdam (2005-2012).

Julia Boike: Leiterin der Helmholtz Young Investigator Research group „SPARC - Sensitivity of the permafrost system's water and energy balance under changing climate: A multiscale perspective“ (2006-2012).

Hugues Lantuit: Leiter der Helmholtz Young Investigator Research group „COPER - Coastal permafrost erosion, organic carbon and nutrient release in the Arctic nearshore zone.“ (2012-2018), Junior-Professor an der Universität Potsdam (seit 2013).

Thomas Laepple: Leiter der Helmholtz Young Investigator Research group „ECUS - Estimating climate variability by quantifying proxy uncertainty and synthesizing information across archives.“ (2013-2019).

Guido Grosse: Starting Grant of the ERC - European Research Council „PETA-CARB - Rapid Permafrost Thaw in a Warming Arctic and Impacts on the Soil Organic Carbon Pool.“ (2013-2018)

Thomas Laepple: Starting Grant of the ERC - European Research Council „SPACE - Space-time structure of climate change.“ (2017-2022)

Moritz Langer: BMBF-Nachwuchsgruppe „PermaRisk - Simulating erosion processes in permafrost landscapes under warming climate - A risk assessment for ecosystems and infrastructure within the Arctic.“ (2017-2021)

Herschel Island. Foto: Jaroslav Obu, AWI

### Habilitationen Atmosphärische Zirkulation / Physik der Atmosphäre

Dethloff, Klaus, 1993: „Modellierung und Diagnostik großräumiger Klimaprozesse der Atmosphäre auf der Grundlage einer Hierarchie von einfachen Klimamodellen und von Analysen globaler Datensätze“, Humboldt-Universität Berlin

Notholt, Justus, 1999: „Räumliche und zeitliche Variationen atmosphärischer Spurengase aus bodengebundenen Messungen mit der Hilfe eines Michelson Interferometers“, Freie Universität Berlin

Stein, Bernhard, 1999: “Multispectral Aerosol Lidar: A quantitative tool for the investigation of atmospheric aerosols”, Freie Universität Berlin

Rex, Markus, 2013: „Variabilität und Veränderung der polaren Ozonschicht und ihre Bedeutung im Klimasystem“, Universität Bremen

### Habilitationen Periglazialforschung

Oberhänsli, Hedi, 1995: Paläoklimatische und paläozeanographische Entwicklung im Eozän. Universität Tübingen

Melles, Martin, 2000: Rekonstruktion der spätquartären Entwicklungsgeschichte polarer Küstenregionen mit Hilfe von Seesedimenten. Universität Potsdam

Rachold, Volker, 2002: Sediment pathways and budgets of the Laptev Sea Region, Siberian Arctic. Implications for Arctic Land-Ocean Interactions. Universität Potsdam

Diekmann, Bernhard, 2002: Terrigenous sediment records of Cainozoic climate and environment: Case studies from the Atlantic sector of the Southern Ocean. Universität Bremen

Kumke, Thomas, 2007: Aquatische Organismen als Indikatoren für quantitative Umwelt- und Klimaänderungen in der Paläoökologie – Methoden und Anwendungen. Universität Potsdam

Wagner, Dirk, 2007: Microbial Perspectives of the Methane Cycle in Permafrost Ecosystems in the Eastern Siberian Arctic: Implications for the Global Methane Budget. Universität Potsdam

Boike, Julia, 2011: Energy and water exchange of permafrost patterned ground - towards a scaling concept. Universität Heidelberg

**Promotionen Atmosphärische Zirkulation / Physik der Atmosphäre**

Herber, Andreas, 1992: Untersuchung der optischen Eigenschaften des Aerosols in den Polargebieten, Universität Leipzig

Beyerle, G., 1993: Untersuchungen stratosphärischer Aerosole vulkanischen Ursprungs und polarer stratosphärischer Wolken mit einem Mehrwellenlängen-Lidar auf Spitzbergen (79N 12E), Universität Bremen

Heese, Birgit, 1995: Untersuchungen zum Beitrag chemischer und dynamischer Prozesse zur Variabilität des stratosphärischen Ozons über der Arktis, Universität Bremen

Handorf, Dörthe, 1996: Zur Parametrisierung der stabilen atmosphärischen Grenzschicht über einem antarktischen Schelfeis, Universität Bremen

Wessel, Silke, 1997: Troposphärische Ozonvariationen in Polarregionen, Universität Bremen

Becker, Edo, 1997: FTIR-Emissionsspektroskopische Untersuchungen der arktischen Atmosphäre, Universität Bremen

Abegg, Christoph, 1998: Parametrisierung atmosphärischer Grenzschichtprozesse in einem regionalen Klimamodell der Arktis, Universität Potsdam

Biele, Jens, 1998: Polare stratosphärische Wolken: Lidar-Beobachtungen, Charakterisierung von Entstehung und Entwicklung, Freie Universität Berlin

Nagel, Dagmar, 1999: Analyse der optischen Eigenschaften des arktischen Aerosols, Universität Leipzig

Weisheimer, Antje, 2000: Niederfrequente Variabilität großräumiger atmosphärischer Zirkulationsstrukturen in spektralen Modellen niedriger Ordnung, Universität Potsdam.

Schulz, Astrid, 2000: Bestimmung des Ozonabbaus in der arktischen und subarktischen Stratosphäre, Freie Universität Berlin

Schumacher, Rolf, 2000: Messung von optischen Eigenschaften troposphärischer Aerosole in der Arktis, Universität Potsdam

Dorn, Wolfgang, 2001: Natürliche Klimavariationen der Arktis in einem regionalen hochauflösenden Atmosphärenmodell, Universität Potsdam

Albrecht, Torsten, 2001: Variability of CH<sub>2</sub>O (Formaldehyde) - determined by solar absorption spectroscopy and model studies, Freie Universität Berlin

Wahl, Petra, 2002: Messung und Charakterisierung laminarer Ozonstrukturen in der polaren Stratosphäre, Universität Potsdam

Fortmann, Martin, 2003: Einfluss der Aerosol-Wolken-Strahlenwechselwirkung auf arktische Klimaprozesse, Universität Potsdam

Läuter, Matthias, 2004: Großräumige Zirkulationsstrukturen in einem nichtlinearen adaptiven Atmosphärenmodell, Universität Potsdam

Streibel, Martin, 2005: Bestimmung von Ozonabbauraten über der Arktis und Antarktis mittels Ozonsonden- und Satellitendaten, Universität Potsdam

Kleppek, Sabine, 2005: Untersuchungen zur dynamischen Kopplung der Troposphäre und der Stratosphäre, Universität Potsdam

Wolff, Mareile, 2005: Development of a novel balloon-borne optical sonde for the measurement of ozone and other stratospheric trace gases, Universität Bremen

Sempf, Mario, 2005: Nonlinear Dynamics of atmospheric circulation regimes in a idealized model, Universität Potsdam

- Saha, Subodh Kumar, 2005: The Influence of an improved Soil Scheme on the Arctic climate simulations, Universität Potsdam
- Stachlewska, Iwona S., 2006: Investigation of tropospheric arctic aerosol and mixed-phase clouds using airborne lidar technique, Universität Potsdam
- Frieler, Katja, 2006: Beitrag zum theoretischen Verständnis polarer stratosphärischer Ozonverluste, Universität Potsdam
- Sokolova, Elena, 2006: A Study of Large-scale Atmospheric Dynamics on the Basis of NCEP Data and AOGCM Simulations, Universität Potsdam
- Kremser, Stefanie, 2007: Validierung von Wasserdampftransport im tropischen Tropopausenbereich in gekoppelten Chemie-Klimamodellen, Universität Potsdam
- Tegtmeier, Susann, 2007: Variation der stratosphärischen Residualzirkulation und ihr Einfluss auf die Ozonverteilung, Universität Potsdam
- Brand, Sascha, 2008: Klimavariabilität der Tropo- und Stratosphäre in einem globalen gekoppelten Atmosphäre - Ozean - Modell mit vereinfachter stratosphärischer Chemie, Universität Potsdam
- Glushak, Ksenya, 2008: Atmospheric circulation and the surface mass balance in a regional climate model of Antarctica, Universität Potsdam
- Lampert, Astrid, 2009: Airborne lidar observations of tropospheric Arctic clouds, Universität Potsdam
- Blessmann, Daniela, 2010: Der Einfluss der Dynamik auf die stratosphärische Ozonvariabilität über der Arktis im Frühwinter, Universität Potsdam
- Polanski, Stefan, 2010: Simulation der indischen Monsunzirkulation mit dem Regionalen Klimamodell HIRHAM, Universität Potsdam
- Stock, Maria, 2010: Charakterisierung der troposphärischen Aerosolvariabilität in der europäischen Arktis, Universität Potsdam
- Matthes, Heidrun, 2011: Interaction of land surface processes and the atmosphere in the Arctic - sensitivities and extremes, Universität Potsdam
- Hoffmann, Anne, 2011: Comparative aerosol studies based on multi-wavelength Raman LIDAR at Ny-Ålesund, Spitzbergen, Universität Potsdam
- Mielke, Moritz, 2012: Atmosphärische Prozessstudien auf der Basis von Beobachtungen und regionalen Klimamodellsimulationen in der Arktis, Universität Potsdam
- Jocher, Georg, 2013: Charakterisierung der arktischen bodennahen Turbulenz unter Verwendung verschiedener Methoden der Flussberechnung und daraus resultierende Möglichkeiten für die Berechnung der bodennahen turbulenten Flüsse im regionalen Klimamodell HIRHAM5, Universität Potsdam
- Jaiser, Ralf, 2013: Dreidimensionale Diagnostik der großskaligen Zirkulation der Tropo- und Stratosphäre, Universität Potsdam
- Klaus, Daniel, 2014: Validierung und Verbesserung der arktischen Wolkenparametrisierung im regionalen Atmosphärenmodell, Universität Potsdam
- Orgis, Thomas, 2014: Unstetige Galerkin-Diskretisierung niedriger Ordnung in einem atmosphärischen Multiskalenmodell, Universität Potsdam
- Schmidt, Lukas, 2014: Aerosols and boundary layer structure over Arctic sea ice based on airborne lidar and dropsonde measurements, Universität Potsdam
- Sommerfeld, Anja, 2015: Quantification of Internal Variability of the Arctic Summer Atmosphere based on HIRHAM5 Ensemble Simulations, Universität Potsdam
- Kreyling, Daniel, 2016: Das extrapolare SWIFT-Modell: schnelle stratosphärische Ozonchemie für globale Klimamodelle, Freie Universität Berlin
- Walther, Connie, 2016: Atmospheric Circulation in Antarctica: Analysis of Synoptic Structures via Measurement and Regional Climate Model, Universität Dresden
- Crasemann, Berit, 2017: Der Einfluss arktischer Meereisänderungen auf Wechselwirkungen zwischen synoptischen und planetaren Skalen in der Tropo- und Stratosphäre, Universität Potsdam

Schulz, Alexander, 2017: Untersuchung der Wechselwirkung synoptisch-skaliger mit orographisch bedingten Prozessen in der arktischen Grenzschicht über Spitzbergen, Universität Potsdam

#### Promotionen Periglazialforschung

Boike, Julia, 1997: Thermal, hydrological and geochemical dynamics of the active layer at a continuous permafrost site, Taymyr Peninsula, Siberia. Universität Potsdam

Kulbe, Thomas, 1997: Die spätquartäre Klima- und Umweltgeschichte der Bunger Oase, Ostantarktis. Universität Potsdam

Harwart, Stefanie Constanze, 1998: Geochemische Verwitterungstrends eines basaltischen Ausgangsgesteins nach dem Spätpleistozänen Gletscherrückzug auf der Taimyr-Halbinsel (Zentralsibirien) - Rekonstruktion an einer sedimentären Abfolge des Lama-Sees. Universität Potsdam

Schwab, Markus-Julius, 1998: Rekonstruktion der spätquartären Klima- und Umweltgeschichte der Schirmacheroase und des Wohlthatmassivs (Ostantarktis). Universität Potsdam

Hoops, Erich, 1999: Die Charakterisierung von Sedimenten der in die Laptev-See mündenden Flüsse anhand von Schwermineralverteilungen. Universität Potsdam

Stachura-Suchoples, Katarzyna, 1999: Okrzemki jako wskaźniki oddziaływania Wisły na paleoekologię Zatoki Gdąskiej [Diatoms as indicators of the Vistula River influence on the palaeoecological conditions in the Gulf of Gdansk]. Universität Gdansk.

Vannahme, Gerald, 1999: Bewertung der Produktivität arktischer Standorte am Beispiel eines nordsibirischen Tundragebietes der Taimyr-Halbinsel. Universität Potsdam

Raab, Alexandra, 2000: Sedimente des Changeable-Sees, Oktoberrevolutionsinsel (Sewernaja Semlja) als Archive der Paläoumwelt Mittelsibiriens seit dem Frühweichsel. Universität Potsdam

Golubeva, Marina, 2001: Anthropogene und natürliche Prozesse in den Seesedimenten der russischen Arktis, Norilsk-Gebiet und Taimyr-Halbinsel. Universität Potsdam

Meyer, Hanno, 2001: Late Quaternary climate history of Northern Siberia - evidence from ground ice. Universität Potsdam

Müller, Johannes, 2001: Late Pliocene environmental history of SE Siberia as inferred from Lake Baikal sediments. Universität Potsdam

Schwamborn, Georg 2001: Late Quaternary sedimentation history of the Lena Delta. Universität Potsdam

Kienast, Frank, 2002: Die Rekonstruktion der spätquartären Vegetations- und Klimageschichte der Lapteewsee-Region auf der Basis botanischer Großrestuntersuchungen. Universität Potsdam

Grosse, Guido, 2005: Characterisation and evolution of periglacial landscapes in Northern Siberia during the Late Quaternary - Remote sensing and GIS studies. Universität Potsdam

Kobabe, Svenja, 2005: Charakterisierung der mikrobiellen Lebensgemeinschaft eines sibirischen Permafrostbodens. Universität Potsdam

Hultzsich, Nadja, 2006: Lakustrine Sedimente als Archive des spätquartären Umweltwandels in der Amery-Oase, Ostantarktis. Universität Potsdam

Kutzbach, Lars, 2006: The Exchange of Energy, Water and Carbon Dioxide between Wet Arctic Tundra and the Atmosphere at the Lena River Delta, Northern Siberia. Universität Hamburg

Morozova, Daria, 2007: Tolerance limits and survival potential of methanogenic archaea from Siberian permafrost under extreme living conditions. Universität Potsdam

Liebner, Susanne, 2007: Adaptation, spatial variability, and phylogenetic characterization of methanotrophic communities in permafrost soils of the Lena Delta, Siberia, Universität Bremen

Popp, Steffen, 2007: Late Quaternary Environment of Central Yakutia (NE Siberia): Signals in Frozen Ground and Terrestrial Sediments. Universität Potsdam

- Lantuit, Hugues, 2008: The modification of arctic permafrost coastlines. Universität Potsdam
- Aichner, Bernhard, 2009: Aquatic macrophyte-derived biomarkers as palaeolimnological proxies on the Tibetan Plateau. Universität Potsdam
- Feige (geb. Koch), Katharina, 2009: Molecular ecological analysis of methanogenic communities in terrestrial and submarine permafrost deposits of Siberian Laptev Sea area. Universität Potsdam
- Kramer, Annette, 2009: Late Quaternary environments on the south-eastern Tibetan Plateau - ecosystem and climate dynamics inferred from pollen and nonpollen palynomorph assemblages. Universität Potsdam
- Opel, Thomas, 2009: Glacier and ground ice as archives of Late Holocene climate and environmental change in the Russian Arctic. Humboldt Universität Berlin
- Sachs, Torsten, 2009: Land-atmosphere interactions on different scales - The exchange of methane between wet Arctic tundra and the atmosphere at the Lena River Delta, Northern Siberia. Universität Potsdam
- Wetterich, Sebastian, 2009: Freshwater ostracods as bioindicators in Arctic periglacial regions. Universität Potsdam
- Borchers, Andreas, 2010: Glaciomarine Sedimentation at the Continental Margin of Prydz Bay, East Antarctica: Implications on Palaeoenvironmental Changes during the Quaternary. Universität Potsdam
- Hoff, Ulrike, 2010: Freshwater diatoms as indicators for Holocene environmental and climate changes on Kamchatka, Russia. Universität Potsdam
- Langer, Moritz, 2010: The Spatial and Temporal Variability of the Energy Balance at an Arctic Polygonal Tundra Site. Universität Heidelberg
- Wischniewski, Juliane, 2011. Reconstructing climate variability on the Tibetan Plateau - comparing aquatic and terrestrial signals. Universität Potsdam
- Chapligin, Bernhard, 2011: From method development to climate reconstruction - oxygen isotope analysis of biogenic silica from Lake El'gygytyn, NE Siberia. Universität Potsdam
- Fernandoy, Francisco, 2011: Recent climate variability at the Antarctica Peninsula and coastal Dronning Maud Land, based on stable water isotope data. Universität Potsdam
- Ganzert, Lars, 2011: Bacterial diversity and adaptation in permafrost-affected soils of maritime Antarctica and Northeast Greenland. Universität Potsdam
- Ulrich, Mathias, 2011: Permafrost landform studies on Earth: Implications for periglacial landscape evolution and habitability on Mars. Universität Potsdam
- Biskaborn, Boris K., 2012: Holocene Environmental Variability inferred from Lake Diatoms and Sediment Geochemistry in northeastern Siberia, Russia. Universität Potsdam
- Fritz, Michael, 2012: Late Quaternary environmental dynamics of the western Canadian Arctic - Permafrost and lake sediment archives at the eastern Beringian edge. Universität Potsdam
- Morgenstern, Anne, 2012: Thermokarst and thermal erosion: Degradation of Siberian ice-rich permafrost. Universität Potsdam
- Opitz, Stephan, 2012: Late Glacial to Holocene paleoenvironment on the north-eastern Tibetan Plateau inferred from lake sediments. Universität Potsdam
- Bajerski, Felizitas, 2013: Bacterial communities in glacier forefields of the Larsemann Hills, East Antarctica: structure, development & adaptation. Universität Potsdam
- Bischoff, Juliane, 2013: Microbial communities and their response to Pleistocene and Holocene climate variabilities in the Russian Arctic. Universität Potsdam
- Frank-Fahle (geb. Barbier), Béatrice A., 2013: Methane-cycling microbial communities in permafrost affected soils on Herschel Island and the Yukon Coast, Western Canadian Arctic. Universität Potsdam

Günther, Frank, 2013: Thermo-erosion of permafrost coasts in East Siberia. Universität Potsdam

Muster, Sina, 2013: Decomposing Arctic Land Cover - Implications of heterogeneity and scale for the estimation of energy fluxes in Arctic tundra landscapes. Universität Heidelberg

Wang, Yongbo, 2013: Late glacial to Holocene climate and vegetation changes on the Tibetan Plateau inferred from fossil pollen records in lacustrine sediments. Universität Potsdam

Buchhorn, Marcel, 2014: Ground-based hyperspectral and spectro-directional reflectance characterization of Arctic tundra vegetation communities: field spectroscopy and field spectrogoniometry of Siberian and Alaskan tundra in preparation of the EnMAP satellite mission. Universität Potsdam

Serrano, Paloma, 2014: Methanogenic archaea from Siberian permafrost as models for life on Mars: response to simulated martian conditions and biosignature characterization. Universität Potsdam

Zibulski, Romy, 2014. Taxonomic composition and biochemical and isotopic characteristics of North-Siberian mosses and their application to the palaeoecological reconstruction of tundra polygon development. Universität Potsdam.

Cao, Xianyong, 2015: Vegetation and climate change in eastern continental Asia during the last 22 ka inferred from pollen data synthesis. Universität Potsdam.

Ramisch, Arne, 2015: Lake system development on the northern Tibetan Plateau during the last ~12 ka. Universität Potsdam

Schirmack, Janosch, 2015: Activity of methanogenic archaea under simulated Mars analog conditions. Universität Potsdam

Strauss, Jens, 2015: Organic carbon in ice-rich permafrost: Characteristics, quantity, and availability. Universität Potsdam

Tian, Fang, 2015: Vegetation and environmental changes on millennial, centennial and decadal time-scales in central Mongolia and their driving forces. Universität Potsdam

Antonova, Sofia, 2016: Exploring the potential of high temporal resolution X-band SAR time series for various permafrost applications with ground truth observations in the Lena River Delta, Siberia. Universität Heidelberg

Dvornikov, Yuri, 2016: The processes of thermodenudation in cryolithozone and the dissolved organic matter as their indication [In Russian]. Earth Cryosphere Institute SB RAS

Lenz, Josefine, 2016: Thermokarst dynamics in central-eastern Beringia: Insights from permafrost and lacustrine sediment cores. Universität Potsdam

Niemeyer, Bastian, 2016. Vegetation reconstruction and assessment of plant diversity at the treeline ecotone in northern Siberia. Universität Potsdam

Obu, Jaroslav, 2016: Effect of mass wasting on soil organic carbon storage and coastal erosion in permafrost environments. Universität Potsdam  
Osudar, Roman, 2016: Methane distribution and oxidation across aquatic interfaces: case studies from Arctic water bodies and the Elbe estuary. Universität Potsdam

Wang, Rong, 2016: Late Quaternary climate and environmental variability inferred from terrigenous sediment records in China and the North Pacific/Bering Sea. Universität Potsdam

Wolter, Juliane, 2016: Mid- to Late Holocene environmental dynamics on the Yukon Coastal Plain and Herschel Island (Canada) - evidence from polygonal peatlands and lake sediment. Universität Potsdam.

Weege, Stefanie, 2017: Climatic drivers of retrogressive thaw slump activity and resulting sediment and carbon release to the nearshore zone of Herschel Island, Yukon Territory, Canada

AMUST-Probennahmen im Kongsfjord, Spitzbergen.  
Foto: Paolo Verzone, AWI



2  
GO

AMPEV LOG AC/455

## Impressum

Alfred-Wegener-Institut  
Helmholtz-Zentrum für Polar- und  
Meeresforschung

Am Handelshafen 12  
27570 Bremerhaven  
Telefon: 04 71 48 31-0  
E-Mail: info@awi.de  
www.awi.de

Telegrafenberg A43  
14473 Potsdam  
kontakt-potsdam@awi.de  
Telefon: 0331 288-2100

Verantwortlich im Sinne des Presserechts:  
Prof. Dr. Dr. h.c. Karin Lochte, Direktorin des  
Alfred-Wegener-Instituts

**Herausgeber**  
apl. Prof. Dr. Bernhard Diekmann

Grafisches Konzept: Yves Nowak  
Gestaltung: Glinsmann Design  
Druck: Girzig & Gottschalk

Copyright: 2017, Alfred-Wegener-Institut

## Fotonachweise

### Titel

Spitzbergen *Foto: Joe Haschek, AWI*  
Permafrostlandschaft *Foto: Konstanze Piel, AWI*  
Laborgebäude in Potsdam, *Foto: Kim Lawrenz, AWI*  
Spitzbergen *Foto: Joe Haschek, AWI*  
Lena-Delta *Foto: Thomas Opel, AWI*  
Entwurf des AWI-Erweiterungsbaus in Potsdam,  
*Visualisierung: Reiner Becker Architekten*  
Lena-Delta *Foto: Thomas Opel, AWI*  
Herschel Island, *Foto: Boris Radosavljevic, AWI*  
Permafrost *Foto: Jens Tronicke*  
Radiosondenstart, Spitzbergen, *Foto: René Bürgi, AWI*  
Ny Ålesund, Spitzbergen *Foto: Joe Haschek, AWI*  
Probenahme, Spitzbergen, *Foto: René Bürgi, AWI*  
Feldarbeiten, Spitzbergen, *Foto: Paolo Verzzone, AWI*

### Einklappseite

Portraits von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern  
bei AWI Potsdam  
*Fotos: Jan Pauls und privat*

### Seite 4/5

Ausfahrt mit dem Schneemobil, Spitzbergen *Foto: René Bürgi, AWI*

### Seite 10/11

Schnee- bzw. Gletscherschmelze am Kongsfjord,  
Spitzbergen *Foto: René Bürgi, AWI*

### Rückseite

AWIPEV-Forschungsbasis, *Foto: Ralf Röchert, AWI*  
Herschel Island, *Foto: Jaroslav Obu, AWI*  
Ny Ålesund, Spitzbergen *Foto: Joe Haschek, AWI*  
Herschel Island, *Foto: Boris Radosavljevic, AWI*  
Spitzbergen, *Foto: René Bürgi, AWI*  
Spitzbergen, *Foto: Jaroslav Obu, AWI*  
AWI Flugzeuge in Longyearbyen *Foto: Stefan Hendricks, AWI*  
LIDAR Laser Ny Ålesund, Spitzbergen *Foto: René Bürgi, AWI*  
Spitzbergen, Labor *Foto: René Bürgi, AWI*  
Lena-Delta *Foto: Thomas Opel, AWI*  
Ny Ålesund, Spitzbergen *Foto: René Bürgi, AWI*  
Herschel Island *Foto: Boris Radosavljevic, AWI*

### Rechte Seite

Forschung am Itkillit-Cliff in Alaska *Foto: Jens Strauss, AWI*







ALFRED-WEGENER-INSTITUT  
HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR POLAR-  
UND MEERESFORSCHUNG



HELMHOLTZ  
GEMEINSCHAFT

