

# Polarforschung an der Schwelle zum 21. Jahrhundert

von Prof. Dr. Max M. Tilzer  
Direktor des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung



Das Forschungsschiff „Polarstern“ (Foto: Tins)



Polarflugzeug „Polar 4“ (Foto: Dittrich)



„Polarheli“ bei der Landung auf „Polarstern“ (Foto: Huppertz)

## 1. Einleitung

Die Erforschung der Arktis und der Antarktis erfordert nicht nur höchsten menschlichen Einsatz, sie ist in größerem Stil erst durch den technischen Fortschritt unseres Jahrhunderts möglich geworden. Es soll im folgenden versucht werden, die Bedeutung der technischen Entwicklung für die Polarforschung kurz darzustellen und einige Schlaglichter auf die Ziele und Prioritäten heutiger und zukünftiger Polarforschung zu werfen.

## 2. Technischer Fortschritt als Voraussetzung für wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn

Der Fortschritt der Naturwissenschaft wurde wesentlich durch technische Neuerungen geprägt. Dabei waren die technischen Neuerungen ihrerseits wieder Anwendungen wissenschaftlicher Erkenntnisse.

Dies gilt auch für die Forschung in den schwer zugänglichen Polargebieten unter den dort herrschenden, schwierigen Bedingungen. Für die Polarforschung sind in erster Linie drei technische Entwicklungslinien zu nennen:

### a) Entwicklung der Seefahrt

Hauptgrund für die Unzugänglichkeit der Polargebiete war die Eisbedeckung der Meere. Aus diesem Grunde wurde die Antarktis viel später als andere Teile der Erde erreicht. Fast dreihundert Jahre nach der Entdeckung Amerikas segelte James Cook nach Süden und entdeckte eine Region, die seit Aristoteles als „Terra Australis Incognita“ vermutet worden war. Erst Jahrzehnte später erblickten Menschen zum ersten Mal den Antarktischen Kontinent.

Entscheidend für die Erforschung der Polarmeere war die Entwicklung von Schiffen, die in das Eis vordringen konnten und dennoch von den Eismassen nicht zerstört wurden. Die ersten Polarexpeditionen, die lediglich dem Erreichen der fernen Gebiete dienten, mußten an der Eisgrenze Halt machen. Es galt, Eispressungen zu widerstehen, die die „Hansa“ der zweiten deutschen Nordpolarexpedition (1869/70) und die „Tegetthoff“ der österreichisch-ungarischen Nordpolarexpedition vor Franz-Josef-Land (1872/74) zerstört hatten. Die Fram, das Forschungsschiff Fridjof Nansens, war so konzipiert, daß der Rumpf des Schiffes durch Eispressungen nicht zerstört, sondern das Schiff angehoben wurde. Dies ermöglichte Fridjof Nansen, sich vor etwa 100 Jahren im Packeis des nördlichen Eismeerer einfrieren zu lassen und mit den driftenden Eisschollen weite Gebiete des nördlichen Eismeerer zu durchqueren.

Polarforschung vom Schiff aus im heutigen Sinne wurde erst möglich, nachdem eisbrechende Forschungsschiffe zur Verfügung standen. Einen Meilenstein in der Erschließung der polaren



Meere stellt das Erreichen des Nordpols durch das eisbrechende Forschungsschiff „Polarstern“ und das schwedische Schiff „Oden“ im Sommer 1991 dar.

Für die Entwicklung der meeresgebundenen Polarforschung war aber nicht nur das Erreichen auch der entferntesten Winkel des arktischen und antarktischen Ozeans entscheidend. Forschungsschiffe mußten mit hohem technischen Aufwand für die Durchführung von Forschungsarbeiten ausgerüstet werden. Wie die Meeresforschung insgesamt, ist auch die polare Meeresforschung auf unterschiedlichste Arbeitsansätze angewiesen:

- Meßgeräte werden mittels Winden in das Wasser abgesenkt und übertragen eine Vielzahl von Meßdaten an das Schiff. Sehr häufig sind die Unterwassermeßgeräte mit Probennahmegeräten verknüpft. Die Meßdaten werden an Bord on-line auf Computern gespeichert und über Bildschirme sichtbar gemacht. Der Forscher an Deck kann daher während der Messung die Daten bereits inspizieren und einer ersten Analyse unterziehen.
- Bei Unterwassermessungen mit Verankerungen, die ein Schiff auslegt und nach Monaten oder Jahren wieder aufnimmt, werden über lange Zeit Daten gemessen und Proben gesammelt. Für die Auswertung der auf diese Weise gewonnenen Daten ist das Wiederauffinden und Bergen der Verankerungen Voraussetzung. Mit Hilfe des globalen Positionierungssystems (GPS) kann man heute jeden Punkt der Erdoberfläche mit einer Genauigkeit von weniger als zehn Metern lokalisieren.

Polare Forschungsschiffe fungieren auch als schwimmende Laboratorien für die Untersuchungen des im Ozean gewonnenen Materials und für biologische Experimente. Zusätzlich ist es möglich, Pflanzen und Tiere des Ozeans in Aquarien zu halten und für weitere Untersuchungen bis in die Labors an Land ohne Schädigung zu transportieren. Diese Möglichkeiten sind für die Untersuchung der Lebewesen der Polargebiete, die an extreme Temperaturen angepaßt sind, von besonderer Bedeutung.

Moderne Polarforschungsschiffe erlauben es, in der Polarforschung dieselben Qualitätsstandards anzuwenden, wie sie in anderen Gebieten der Erde gebräuchlich sind. Dies ermöglichte den Wissenschaftlern aus der Phase der reinen Beschreibung in prozeßorientierte Forschungsansätze überzugehen.

#### b) Aufbau von Forschungsstationen

Eine wichtige Voraussetzung für die Erforschung der polaren Landmassen ist die Errichtung von Forschungsstationen als Unterkunft für Forscher und als Ausgangsbasis für Expeditionen. Moderne Stationen dienen darüber hinaus als Observatorien und Laboratorien. Der Observatorienbetrieb erfordert die kontinuierliche Anwesenheit von Wissenschaftlern. Es ist daher unvermeidbar, auch die unwirtliche Winterszeit in Polarregionen zu überdauern. Dies ergibt nicht nur erhebliche Probleme in Folge der monatelangen Isolation von der Außenwelt, sondern stellt auch hohe Anforderungen an die Logistik und die technische Ausstattung der

jeweiligen Stationen. Forschungsstationen können die Umwelt beeinträchtigen. Es ist daher notwendig, alle Abfallstoffe sorgfältig zu sammeln und anschließend aus den sensiblen Polargebieten zu entfernen. Ein weiteres Problem besteht in der Instandhaltung und Wartung hochtechnisierter Geräte, die ihren Einsatz für die Polarforschung mitunter einschränken.

### c) Luft- und Raumfahrt

Neben der Schifffahrt hat die Entwicklung der Luftfahrt wesentlich zum Aufschwung der Polarforschung beigetragen. Der Beginn der polaren Luftfahrt ist durch tragisches Scheitern gekennzeichnet: Der italienische Polarforscher Nobile versuchte, mit einem lenkbaren Luftschiff den Nordpol zu erreichen. Nachdem sein Zeppelin „Italia“ flugunfähig geworden war, startete Raoul Amundsen in einem Flugzeug zu einer Rettungsaktion, von der er nie zurückkehrte.

Inzwischen kann man gewisse Bereiche in Arktis und Antarktis mit regelmäßig verkehrenden Flugzeuge erreichen und Wissenschaftlergruppen rasch austauschen. In der Antarktis können aber auch heute noch nur wenige Punkte angefliegen werden. Es gibt vereinzelt Forschungsstationen mit Flugzeuglandeplätzen, wobei auch hier besonders auf den Schutz der Umwelt geachtet werden muß.

Neben dem Transport von Personen dienen Flugzeuge auch rein wissenschaftlichen Zwecken. Hier sind vor allem flächenübergreifende Messungen zu nennen, etwa zur Turbulenz der Atmosphäre, des erdmagnetischen Feldes und des tiefen Untergrunds der Erde. Desweiteren können von Flugzeugen aus relativ kleine Strukturen mittels Fernerkundungsverfahren untersucht werden. Hierzu wurde eine Spezialkamera entwickelt, die Bildinformationen direkt in digitale Impulse umsetzt.

Hubschrauber werden in der Polarforschung in erster Linie für logistische Aufgaben eingesetzt. Sie können auf dem Deck der Forschungsschiffe landen und die unmittelbare Umgebung erkunden. Derartige Flüge sind insbesondere zur Aufklärung der Eisbedeckung bzw. der Struktur des Eises im Operationsgebiet von Forschungsschiffen von Bedeutung. Außerdem sind Hubschrauber für den Transport von Personen und Material zwischen den Versorgungsschiffen und Stationen an Land eine große Hilfe.

Neben der Luftfahrt spielt die Raumfahrt eine wachsende Rolle für die Erforschung polarer Regionen. Satelliten können die Eisbedeckung in Arktis und Antarktis kontinuierlich erfassen. Wiederholtes überfliegen derselben Regionen ermöglicht zudem, die Bewegung von Eisschollen und damit das Muster von Meeresströmungen aufzuklären. Auch die Atmosphäre wird mit Methoden der Fernerkundung erforscht. Ein bedeutendes Beispiel hierfür ist die Beobachtung der stratosphärischen Ozonkonzentration in der Antarktis. Durch den Vergleich von Satellitenbildern ist es möglich, nicht nur die Intensität sondern auch die räumliche Verteilung des antarktischen Ozonlochs genau zu verfolgen. Satellitenbeobachtungen müssen häufig durch Beobachtungen von Landstationen aus ergänzt werden.



#### 4. Aktuelle und zukünftige Fragestellungen in der Polarforschung

Unsere Erde unterliegt einem ständigen Wandel, der sich in den unterschiedlichsten räumlichen und zeitlichen Skalen abspielt. Diese globalen Veränderungen haben verschiedene Gründe. Unter den natürlichen Änderungen sind die zyklischen Veränderungen in den Bahnelementen der Erde zu nennen. Sie beeinflussen die globale Wärmebilanz und sind für die Abfolge von Warm- und Eiszeiten verantwortlich. Auch die Erde selbst ist ein überaus dynamisches System, welches durch ständige Bewegungen von Atmosphäre, Hydrosphäre und Geosphäre gekennzeichnet ist.

Diese natürlichen Veränderungen sind durch Vorgänge überlagert, welche von Menschen ausgelöst wurden. Hauptursache für den anthropogenen globalen Wandel ist der Umstand, daß der Mensch, nicht wie die Natur in den meisten Fällen, geschlossene Stoffkreisläufe erzeugt, sondern Substanzen aus natürlichen Reservoiren entnimmt, diese verändert und wiederum an die Umwelt abgibt. Dadurch kommt es zu gerichteten Veränderungen, die stark in das globale System der Stoffflüsse eingreifen. In der Folge treten auch zahlreiche Sekundäreffekte auf.

Entscheidende Bedeutung kommt der Erwärmung der Erde durch die Abgabe von sog. Treibhausgasen in die Atmosphäre zu, welche die Abstrahlung von Wärme in den Weltraum verhindern. Man kann heute vorausberechnen, welche Wirkung eine bestimmte Menge eines bestimmten Treibhausgases auf die mittlere Jahrestemperatur eines bestimmten Gebietes auf der Erdoberfläche haben müßte. Es ist uns aber noch nicht möglich, natürliche von anthropogenen Effekten auf Änderungen der mittleren Jahrestemperatur oder die Temperaturentwicklung bestimmter Jahreszeiten zu unterscheiden. Modellberechnungen lassen jedoch vermuten, daß Klimaänderungen sich in den Polarregionen deutlicher auswirken als in anderen Bereichen unserer Erde. Außerdem sind in den Polargebieten wichtige positive und negative Rückkopplungsmechanismen zu erwarten, die in erster Linie mit Veränderungen der Eisbedeckung auf dem Lande wie über dem Ozean zusammenhängen. Fragen im Zusammenhang mit diesem Problemkreis werden uns in Zukunft verstärkt beschäftigen. Im folgenden wollen wir auf einige wichtige Bereiche zur Umweltforschung näher eingehen.

##### a) Physikalische Ozeanographie

Das Eis der Polarmeere unterbindet den Energieaustausch zwischen dem Weltozean und der Atmosphäre. Der Grad der Eisbedeckung des Ozeans beeinflußt damit das globale Klima.

Die Polarregionen sind Orte der Bildung von Tiefen- bzw. Bodenwasser. Es handelt sich hierbei um kalte und salzreiche Wassermassen, die beim Gefrieren von Meerwasser entstehen, da bei diesem Prozeß Salz frei wird. Das salzreiche Wasser sinkt zu Boden und breitet sich in der Tiefe der Meere weltweit aus. Dieses globale System der Meeresströmungen ist direkt mit dem globalen Wärmehaushalt verknüpft. Veränderungen in der Eismassenbilanz Grönlands und der Antarktis können wahrscheinlich auch die Tiefen- bzw. Bodenwasserbildung beeinflussen.

#### 4. Aktuelle und zukünftige Fragestellungen in der Polarforschung

Unsere Erde unterliegt einem ständigen Wandel, der sich in den unterschiedlichsten räumlichen und zeitlichen Skalen abspielt. Diese globalen Veränderungen haben verschiedene Gründe. Unter den natürlichen Änderungen sind die zyklischen Veränderungen in den Bahnelementen der Erde zu nennen. Sie beeinflussen die globale Wärmebilanz und sind für die Abfolge von Warm- und Eiszeiten verantwortlich. Auch die Erde selbst ist ein überaus dynamisches System, welches durch ständige Bewegungen von Atmosphäre, Hydrosphäre und Geosphäre gekennzeichnet ist.

Diese natürlichen Veränderungen sind durch Vorgänge überlagert, welche von Menschen ausgelöst wurden. Hauptursache für den anthropogenen globalen Wandel ist der Umstand, daß der Mensch, nicht wie die Natur in den meisten Fällen, geschlossene Stoffkreisläufe erzeugt, sondern Substanzen aus natürlichen Reservoiren entnimmt, diese verändert und wiederum an die Umwelt abgibt. Dadurch kommt es zu gerichteten Veränderungen, die stark in das globale System der Stoffflüsse eingreifen. In der Folge treten auch zahlreiche Sekundäreffekte auf.

Entscheidende Bedeutung kommt der Erwärmung der Erde durch die Abgabe von sog. Treibhausgasen in die Atmosphäre zu, welche die Abstrahlung von Wärme in den Weltraum verhindern. Man kann heute vorausberechnen, welche Wirkung eine bestimmte Menge eines bestimmten Treibhausgases auf die mittlere Jahrestemperatur eines bestimmten Gebietes auf der Erdoberfläche haben müßte. Es ist uns aber noch nicht möglich, natürliche von anthropogenen Effekten auf Änderungen der mittleren Jahrestemperatur oder die Temperaturentwicklung bestimmter Jahreszeiten zu unterscheiden. Modellberechnungen lassen jedoch vermuten, daß Klimaänderungen sich in den Polarregionen deutlicher auswirken als in anderen Bereichen unserer Erde. Außerdem sind in den Polargebieten wichtige positive und negative Rückkopplungsmechanismen zu erwarten, die in erster Linie mit Veränderungen der Eisbedeckung auf dem Lande wie über dem Ozean zusammenhängen. Fragen im Zusammenhang mit diesem Problemkreis werden uns in Zukunft verstärkt beschäftigen. Im folgenden wollen wir auf einige wichtige Bereiche zur Umweltforschung näher eingehen.

##### a) Physikalische Ozeanographie

Das Eis der Polarmeere unterbindet den Energieaustausch zwischen dem Weltozean und der Atmosphäre. Der Grad der Eisbedeckung des Ozeans beeinflußt damit das globale Klima.

Die Polarregionen sind Orte der Bildung von Tiefen- bzw. Bodenwasser. Es handelt sich hierbei um kalte und salzreiche Wassermassen, die beim Gefrieren von Meerwasser entstehen, da bei diesem Prozeß Salz frei wird. Das salzreiche Wasser sinkt zu Boden und breitet sich in der Tiefe der Meere weltweit aus. Dieses globale System der Meeresströmungen ist direkt mit dem globalen Wärmehaushalt verknüpft. Veränderungen in der Eismassenbilanz Grönlands und der Antarktis können wahrscheinlich auch die Tiefen- bzw. Bodenwasserbildung beeinflussen.



Wenn das globale System der Meeresströmungen sich verändern würde, hätte dies drastische Auswirkungen auf den Stoffhaushalt des Ozeans und in der Folge auf die Lebensbedingungen der in ihm lebenden Organismen.

Die Ozeanographie bedient sich aufwendiger Meßverfahren. Die Synthese der gewonnenen Daten in Modellen soll die physikalischen Prozesse möglichst realitätsnah nachbilden und letztlich Vorhersagen über zukünftige Entwicklungen erlauben. Die große Datenfülle erfordert einen erheblichen Rechneraufwand.

#### b) Geologie

Die Geologie beschäftigt sich mit langfristigen Veränderungen des Erdsystems. In der polaren Geologie interessieren besonders die folgenden Fragestellungen:

##### Geschichte des Südkontinents:

Der wohl berühmteste deutsche Polarforscher, Alfred Wegener, hat als erster erkannt, daß die Kontinente sich gegeneinander bewegen. Vor 160 Mill. Jahren bestand ein großer einheitlicher Südkontinent, Gondwana, der seither auseinandergebrochen ist. Zahlreiche Pflanzen- und Tierarten in verschiedenen Teilen des ehemaligen Gondwanalandes zeugen von seiner gemeinsamen Geschichte. Aus der Analyse der Struktur- und Gesteinszusammensetzung der Erdkruste läßt sich die Topographie des Gondwanalandes rekonstruieren.

##### Marine Geologie als Mittel zur Rekonstruktion der Paläoumwelt

##### (Paläoozeanographie):

Der Meeresboden stellt gewissermaßen das Gedächtnis des Ozeans dar. Material, welches in der Wassersäule gebildet oder in diese eingeschwemmt wurde, sinkt zu Boden und lagert sich dort ab. Die Überreste von Lebewesen, die Gesteins- und die Isotopenzusammensetzung geben Informationen über die Vergangenheit. Mineralien werden durch driftende Eisschollen über weite Strecken transportiert. Wenn ihre Herkunft bekannt ist, kann man aus ihrer Ablagerung auf dem Meeresboden das Muster der Meeresströmungen früherer Zeiten erkennen. Stabile Radioisotope geben Auskunft über wichtige Umweltparameter. Aus dem Isotopenverhältnis von Sauerstoff im Bodensediment kann beispielsweise auf die Temperaturentwicklung während vergangener erdgeschichtlicher Perioden geschlossen werden. Da Lebensgemeinschaften empfindlich auf Änderungen der Umwelt reagieren, kann man an ihrer Zusammensetzung vergangene Umweltbedingungen im Ozean ablesen.

#### c) Glaziologie

Es ist nicht überraschend, daß die Glaziologie oder Eiskunde in der Polarforschung eine wichtige Rolle spielt. Hierbei interessiert sowohl das landgebundene Eis (Gletschereis) als auch das Meereis. In der polaren Glaziologie stehen die folgenden Themen im Vordergrund:



#### Rekonstruktion vergangener Klimaentwicklungen aus Eisbohrkernen:

Bildung und Abschmelzen des Inlandeises sind überaus langsame Prozesse. Ähnlich wie im Meeresboden sind im abgelagerten Eis Informationen über die Vergangenheit unserer Erde gespeichert. Durch das Niederbringen von Eisbohrungen und die Analyse der Eisproben lassen sich vergangene Klimaentwicklungen mit großer Genauigkeit und hoher zeitlicher Auflösung rekonstruieren. In den letzten Jahren wurde in einer gemeinsamen europäischen Kampagne der grönländische Eisschild bis auf den Felsuntergrund in 3 Kilometer Tiefe erbohrt. Auf diese Weise ist die Rekonstruktion des Klimas während der letzten 250000 Jahre möglich. Es wurde festgestellt, daß die Temperatur während der letzten Warmzeit vor etwa 100000 Jahren von dramatischen Schwankungen innerhalb weniger Jahrzehnte über Amplituden bis zu 14 Grad gekennzeichnet war. Zur Zeit sind die Ursachen für diese klimatischen Instabilitäten nicht bekannt.

#### Bilanzierung der polaren Eiskappen:

Die Eismassenbilanz in Polargebieten ist das Nettoergebnis von Niederschlags- und Abschmelzvorgängen. In den polaren Eiskappen sind etwa 90% des auf der Erde vorhandenen Süßwassers gespeichert. Auch wenn dieses Wasserreservoir nur etwa 2% des insgesamt auf der Erde vorhandenen Wassers darstellt, muß eine Verschiebung der Eismassenbilanz an den Polkappen Einfluß auf das Niveau des Meeresspiegels haben. Im Falle einer globalen Erwärmung ist nicht notwendigerweise ein Abschmelzen der polaren Eiskappen zu erwarten, da sich dann nicht nur die Schmelzvorgänge, sondern auch die Niederschlagsmengen verändern würden. Neuere Modellrechnungen haben ergeben, daß im Falle einer Erwärmung sowohl in der Arktis als auch in der Antarktis zunächst die erhöhte Niederschlagsmenge den Effekt verstärkten Abschmelzens übersteigen würde. Befürchtungen, daß eine globale Erwärmung zu einem Anstieg des Meeresspiegels führen würde, sind daher für die nahe Zukunft vermutlich nicht begründet.

#### d) Atmosphärenforschung

Die Abgabe von Stoffen in die Atmosphäre durch den Menschen hat nicht nur Auswirkungen auf den globalen Wärmehaushalt. Insbesondere die Abgabe halogenierter organischer Verbindungen, wie sie in Sprühflaschen und Kühlaggregaten verwendet werden, bewirken einen Abbau des stratosphärischen Ozons. Der Abbau des Ozons wird durch extrem niedrige Temperaturen und das Vorhandensein stratosphärischer Eiswolken, an deren Oberfläche der Ozonabbau erfolgt, gefördert. Da die antarktische Atmosphäre kälter als die arktische ist, kam es in den letzten Jahren über dem Südpol zu einem verstärkten Abbau des stratosphärischen Ozons. Von großem Interesse ist die Frage, ob ein vergleichbarer Ozonabbau auch über dem Nordpol zu erwarten ist. Daher muß sowohl in der Antarktis als auch in der Arktis das stratosphärische Ozon kontinuierlich gemessen werden. Hierbei werden verschiedene Methoden vom Messen der

Strahlenbilanz über Satellitenbeobachtungen bis zu Messungen des Profils mit Ozonsonden und dem sogenannten LIDAR (ein mit Laserstrahlen operierendes mit dem Radar vergleichbares Meßverfahren) kombiniert.

Der stratosphärische Ozongehalt ist deswegen von so großem Interesse für uns, weil er für die Belastung der Erdoberfläche mit dem biologisch überaus wirksamen Ultraviolett verantwortlich ist. Die stratosphärische Ozonschicht filtert das schädliche UV-B aus dem Sonnenlicht. Nimmt der stratosphärische Ozongehalt ab, steigt die UV-B-Belastung an der Erdoberfläche an. Die UV-B-Strahlung muß daher parallel zu den Ozonmessungen erfaßt werden.

Durch erhöhte UV-B-Strahlendosen ist eine Verringerung der pflanzlichen Produktion, insbesondere im Ozean, durch Hemmung der Photosynthese zu erwarten. Ein weiteres wichtiges Problem ist die Wirkung erhöhter UV-B-Strahlung auf den Menschen. Sie kann Hautkrebs und Immunschwäche auslösen. Es wird daher die geographische Verteilung von UV-bedingten Schäden am Menschen sowie die UV-Dosis-Belastung in den Polarregionen sowie in angrenzenden Gebieten untersucht werden müssen.

#### e) Biologische Meeresforschung

Da der Weltozean 71% unserer Erde bedeckt, beeinflussen die in ihm ablaufenden Prozesse die globalen Stoffflüsse entscheidend. Wie wir wissen, sind die Prozesse innerhalb des Gesamtsystems Erde eng miteinander verknüpft, und Lebewesen spielen dabei eine große Rolle. Aus diesem Grunde untersuchen weltweit Forscher die Funktion der Lebensgemeinschaften für die Stoffflüsse. In den Polarmeeren ist die Wirkung der Eisbedeckung ein zusätzlicher, wichtiger Aspekt. Im Zusammenhang mit dem Treibhauseffekt interessiert heute vor allem, wie der Ozean den globalen Kohlendioxydkreislauf beeinflußt. Zur Zeit ist noch nicht abzusehen, ob die Polarmeere eine Quelle oder eine Senke für Kohlendioxid darstellen.

### 4. Schlußgedanken

Die Erde ist ein dynamisches und extrem interaktives System. Die Prozesse in den Polarregionen sind für die ganze Erde bedeutsam. Wenn wir die Polargebiete studieren, gewinnen wir nicht nur über diese Erkenntnisse. Vielmehr erleichtert ihr Studium das Verständnis des gesamten Erdsystems. Die durch den Menschen ausgelösten globalen Veränderungen, insbesondere im Hinblick auf das Weltklima, wirken sich nach allem, was wir heute wissen, in den Polarregionen früher als in anderen Gebieten aus. Durch kontinuierliche Beobachtungen und die Erforschung der Zusammenhänge hoffen wir, die Ursachen und Folgen des globalen Wandels besser zu verstehen. Diese Erkenntnisse sind unabdingbare Voraussetzung für die Entwicklung von Strategien zur Vermeidung unerwünschter anthropogener Veränderungen.





Koldewey-Station in Ny-Ålesund, Spitzbergen (Foto: Dittrich)



Neumayer-Station in der Antarktis (Foto: Müller)